



ICONFOOD'24

3RD INTERNATIONAL CONGRESS ON FOOD RESEARCHES

Future of Food



FULL TEXTS BOOK

EDITORS

Assoc. Prof. Dr. Meryem Göksel Saraç

Prof. Dr. Özlem Pelin Can

Assoc. Prof. Dr. Emre Hastaoğlu

ISBN: 978-625-367-902-6

by IKSAD Publishing House

3RD INTERNATIONAL FOOD RESEARCH CONGRESS

October 16-17-18, 2024 / Sivas, Turkiye

EDITORS

Assoc. Prof. Dr. Meryem GÖKSEL SARAÇ

Prof. Dr. Özlem Pelin CAN

Assoc. Prof. Dr. Emre HASTAOĞLU

All rights of this book belong to

IKSAD Publishing House Authors are responsible both ethically and juridically

IKSAD Publications - 2024©

Issued: 30.10.2024

FULL TEXTS BOOK

ISBN: 978-625-367-902-6

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

3RD INTERNATIONAL FOOD RESEARCH CONGRESS

DATE AND PLACE

October 16-17-18, 2024 / Sivas, Turkiye

ORGANIZATION

**IKSAD INSTITUTE
SİVAS CUMHURİYET UNIVERSITY**

EDITOR

Assoc. Prof. Dr. Meryem GÖKSEL SARAÇ

Prof. Dr. Özlem Pelin CAN

Assoc. Prof. Dr. Emre HASTAOĞLU

PARTICIPANTS COUNTRY (24 countries)

**TÜRKİYE, INDIA, EGYPT, BANGLADESH, ETHIOPIA, MOROCCO, ROMANIA,
PAKISTAN, NIGERIA, SOUTH AFRICA, ALGERIA, MACEDONIA, MALAYSIA, IRAN,
GEORGIA, INDONESIA, POLAND, IRAQ, PORTUGAL, UKRAINE, SERBIA, SPAIN,
HUNGARY, GREECE**

Total Accepted Article: 224

Total Rejected Papers: 52

Accepted Article (Türkiye): 109

Accepted Article (Other Countries): 115

ISBN: 978-625-367-902-6



30.10.2024

REF: Akademik Teşvik

İlgili makama;

3. Uluslararası Gıda Araştırmaları Kongresi, 16-18 Ekim 2024 tarihleri arasında Sivas'ta 24 farklı ülkenin (Türkiye 109 bildiri- Diğer ülkeler 115 bildiri) akademisyen/araştırmacılarının katılımıyla gerçekleşmiştir. Kongre 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen "Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır." değişikliğine uygun düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz edilir,

Saygılarımla

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Assoc. Prof. Dr. Meryem Göksele Saraç.

Assoc. Prof. Dr. Meryem GÖKSEL SARAÇ
Chair of Congress / Kongre Başkanı



T.C.
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ



Sayı : E-30182376-051-474040
Konu : Kongre Düzenleme Kurulu

GIDA ÇALIŞMALARI UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 30.08.2024 tarihli ve E-30182376-051-463036 sayılı yazınız.

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Gıda Çalışmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi ile İktisadi Kalkınma ve Sosyal Araştırmalar Enstitüsünün (İKSAD) İşbirliği ile 16-18 Ekim 2024 tarihleri arasında yüz yüze ve çevrimiçi olarak gerçekleştirilmesi planlanan ICONFOOD'24 (3rd International Congress on Food Researches/ 3. Uluslararası Gıda Araştırmaları Kongresi'nin ilgi de kayıtlı yazı ile belirtilen "Düzenleme Kurulu" Rektörlüğümüzce uygun görülmüştür.

Gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Hayati ÖZTÜRK
Rektör V.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSFZZZ3LV8 Pin Kodu :15092

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/cumhuriyet-universitesi-ebys>

Adres : Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Rektörlüğü Merkez/Sivas
Telefon:0 346 487 00 00 - 1996/2037 Faks:0 346 219 1110
e-Posta:ryaziisl@cumhuriyet.edu.tr Web:www.cumhuriyet.edu.tr
Kep Adresi:cumhuriyetuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Seval ÇETİNKAYA
Unvanı: Büro Personeli



ICONFOOD'24

3. Uluslararası Gıda Araştırmaları Kongresi Dzenleme Kurulu
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Gıda Çalışmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi
16-18 Ekim 2024, Sivas

-
- Prof. Dr. Özlem Pelin CAN (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Prof. Dr. HALİL VURAL (Hacettepe Üniversitesi)
 - Prof. Dr. Barış Atalay USLU (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Prof. Dr. Mehtap ERŞAN (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Prof. Dr. Aslı GÜLER (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Doç. Dr. Meryem GÖKSEL SARAÇ (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Doç. Dr. Emre HASTAOĞLU (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Doç. Dr. İbrahim Tuğkan ŞEKER (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Doç. Dr. Ayça TAŞ (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Doç. Dr. Eda DEMİROK SONCU (Ankara Üniversitesi)
 - Doç. Dr. Fatma HASTAOĞLU (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Doç. Dr. Neşe KEKLİKÇİOĞLU ÇAKMAK (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Doç. Dr. Ahmed MENEVŞEOĞLU (Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi)
 - Doç. Dr. Ayşe Burcu AKTAŞ (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Dr. Öğr. Üyesi Hatice Aybüke KARAOĞLAN (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Öğr. Gör. Burak DİNÇEL (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Öğr. Gör. Nazire Gülşah KÜTÜK DİNÇEL (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)
 - Dr. Öğr. Üyesi Hatice BEKÇİ (Kayseri Üniversitesi)
 - Dr. Öğr. Üyesi Tuğba DEDEBAŞ (Afyon Kocatepe Üniversitesi)
 - Arş. Gör. Şefahat TAŞÇI
-

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Özlem Pelin CAN

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Prof. Dr. HALİL VURAL

(Hacettepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Barış Atalay USLU

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Prof. Dr. Mehtap ERŞAN

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Doç. Dr. Meryem GÖKSEL SARAÇ

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Doç. Dr. Emre HASTAOĞLU

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Doç. Dr. İbrahim Tuğkan ŞEKER

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Doç. Dr. Ayça TAŞ

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Doç. Dr. Eda DEMİROK SONCU

(Ankara Üniversitesi)

Prof. Dr. Aslı GÜLER

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Doç. Dr. Ahmed MENEVŞEOĞLU

(Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi)

Doç. Dr. Ayşe Burcu AKTAŞ

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Doç. Dr. Fatma HASTAOĞLU

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Hatice Aybüke KARAOĞLAN

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Öğr. Gör. Burak DİNÇEL

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Öğr. Gör. Nazire Gülşah KÜTÜK DİNÇEL

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Arş. Gör. Şefahat TAŞÇI

Doç. Dr. Neşe KEKLİKÇİOĞLU ÇAKMAK

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Hatice BEKÇİ

(Kayseri Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Tuğba DEDEBAŞ

(Afyon Kocatepe Üniversitesi)

SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

(Ankara Üniversitesi)

Prof. Dr. Halil VURAL

(Hacettepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Mirjana Bojanić-Rašović

(Montenegro Üniversitesi)

Prof. Dr. Sanja Radonjić

(Crne Gore Üniversitesi)

Prof. Dr. Hakan KOÇ

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Prof. Dr. Ali İrfan İLBAŞ

(Erciyes Üniversitesi)

Doç. Dr. Halil YALÇIN

(Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)

Doç. Dr. Nene Meltem KEKLİK

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Doç. Dr. Emin Burçin ÖZVURAL

(Çankırı Karatekin Üniversitesi)

Doç. Dr. Ferda SARI

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ

(Uşak Üniversitesi)

Prof. Dr. Ümran ÇİÇEK

(Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi)

Doç. Dr. Müge HENDEK ERTOP

(Kastamonu Üniversitesi)

Doç. Dr. Zeynep Mine HASDEMİR

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Doç. Dr. Eda DEMİROK SONCU

(Ankara Üniversitesi)

Doç. Dr. Ahmed Menevşeoğlu

(Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi)

Doç. Dr. Üzeyir KEMENT

(Ordu Üniversitesi)

Doç. Dr. Mustafa IŞKIN

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Burcu AKTAŞ

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Hatice Aybüke KARAOĞLAN

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Hatice BEKÇİ

(Kayseri Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Sevim MAZLUM

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Zehra Seba KESKİN

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Belma ŞENOL YILMAZ

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Özlem YALÇINÇIRAY

(İstanbul Arel Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Mithat KURBAN

(Hakkari Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi İrem DAMAR

(Trakya Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Tuğba DEDEBAŞ

(Afyon Kocatepe Üniversitesi)

Gözde ÖZDOĞAN

(University College Dublin)

Arş. Gör. Duygu ASLAN TÜRKER

(Erciyes Üniversitesi)

Arş. Gör. Dr. Bülent BAŞYİĞİT

(Harran Üniversitesi)

Öğr. Gör. Esen Bilge BİÇER

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

Öğr. Gör. Onur SEVİNDİK

(Çukurova Üniversitesi)

Öğr. Gör. Dilara ŞEN

(Ankara Üniversitesi)

Arş. Gör. Gizem ÖZLÜK ÇITAK

(Hitit Üniversitesi)

Öğr. Gör. Nurullah OKUYAN

(Sivas Cumhuriyet Üniversitesi)

PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY

ICONFOOD'24 3rd International Congress on Food Researches
16-18 Ekim, 2024
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye

Askorbik Asit Mikrokapsüllerinin Fizikokimyasal Özellikleri ve Antioksidan Aktivitesinin Değerlendirilmesi
Evaluation of the Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Ascorbic Acid Microcapsules

Doç. Dr. Tuğça BİLENER KOÇ¹
Öğr. Gör. Ülkühan BAĞIŞ²
Prof. Dr. İhsan KARABULUT³

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye
²Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda İşleme Bölümü, Gıda Kalite Kontrolü ve Analizi Programı, Sivas, Türkiye
³Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye

Participants: H1-Fundalga E.B.M., H1-Özlem..., H1-Dilekhan BAĞIŞ, H1-Ercan TAYAN, H1-Moderatör-Doç.Dr. Mağ..., H1-AYŞE AYAYDIN, H1-Tuba SARI, H1-Hayatı Güneş ADOĞU, Aşhan Özcan H1

ERZİNCAN TULUM PEYNİRİ VE RAF ÖMRÜ ÇALIŞMALARI
ICONFOOD'24, SİVAS

FAİMA YENİCE
Erzincan Sınav Yabancı Dil Enstitüsü,
Mühendislik ve Mimari Fakültesi,
Gıda Mühendisliği, Erzincan
f.yenice@erzincan.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi ZEYNEP AKŞİT
Erzincan Sınav Yabancı Dil Enstitüsü,
Turizm ve Otelcilik Meslek Yüksekokulu,
Açık program, Erzincan
zeynep.akshit@erzincan.edu.tr

Participants: Zeynep Akşit, H1-Özlem..., H1-Fatma YENİCE, H1-CEREN BEKTAŞ, H1-MERİZE BAKI, zeynep akşit, H1-Nurten Cen..., Serap Toprak D..., H1-Nurten Cengiz, Serap Toprak Döğül, H1-Dr. Samet Ö..., H1-Andaç Koç, H1-Dr. Samet Öztürk, H1-Andaç Koç

PHOTO GALLERY

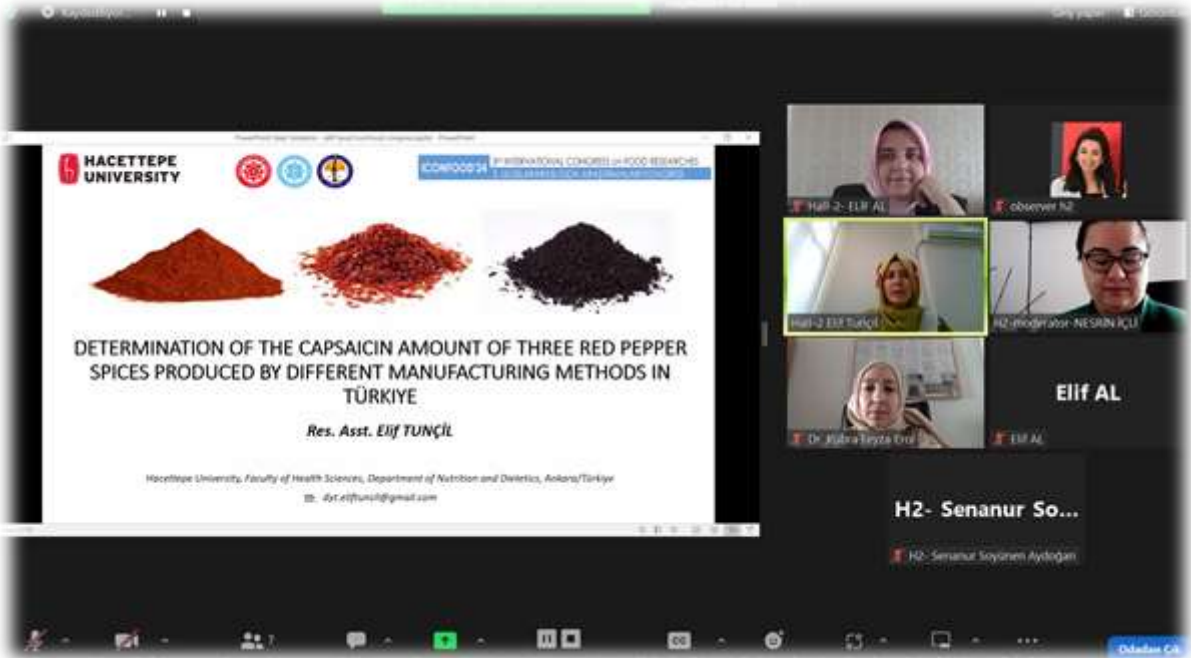


PHOTO GALLERY

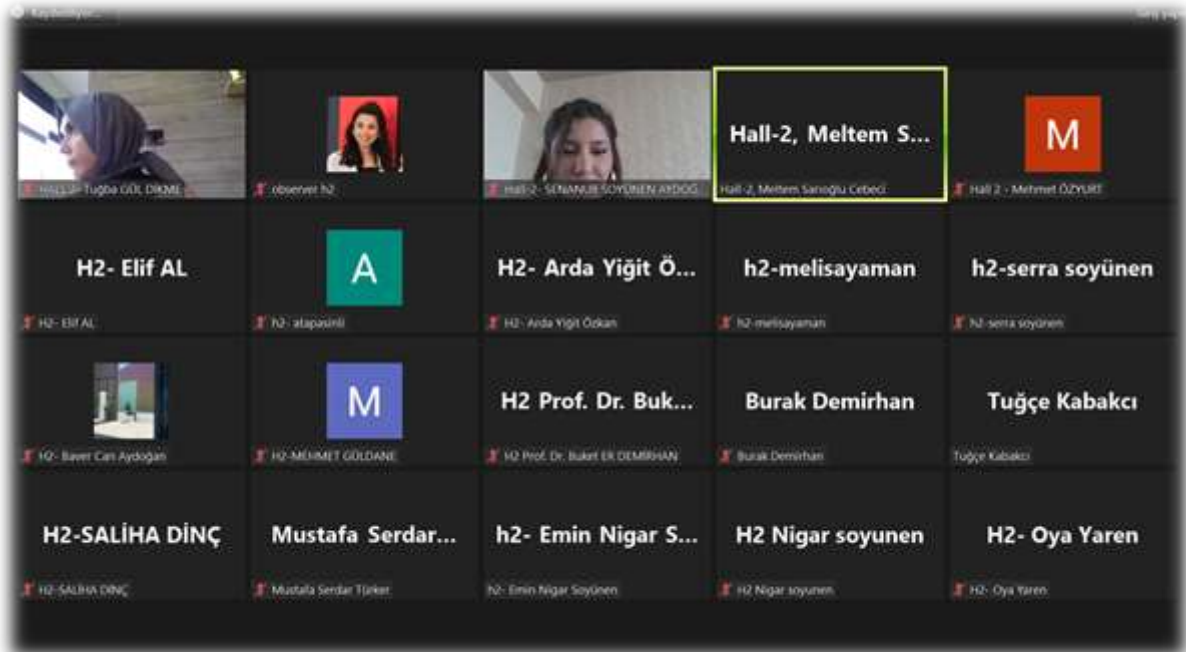
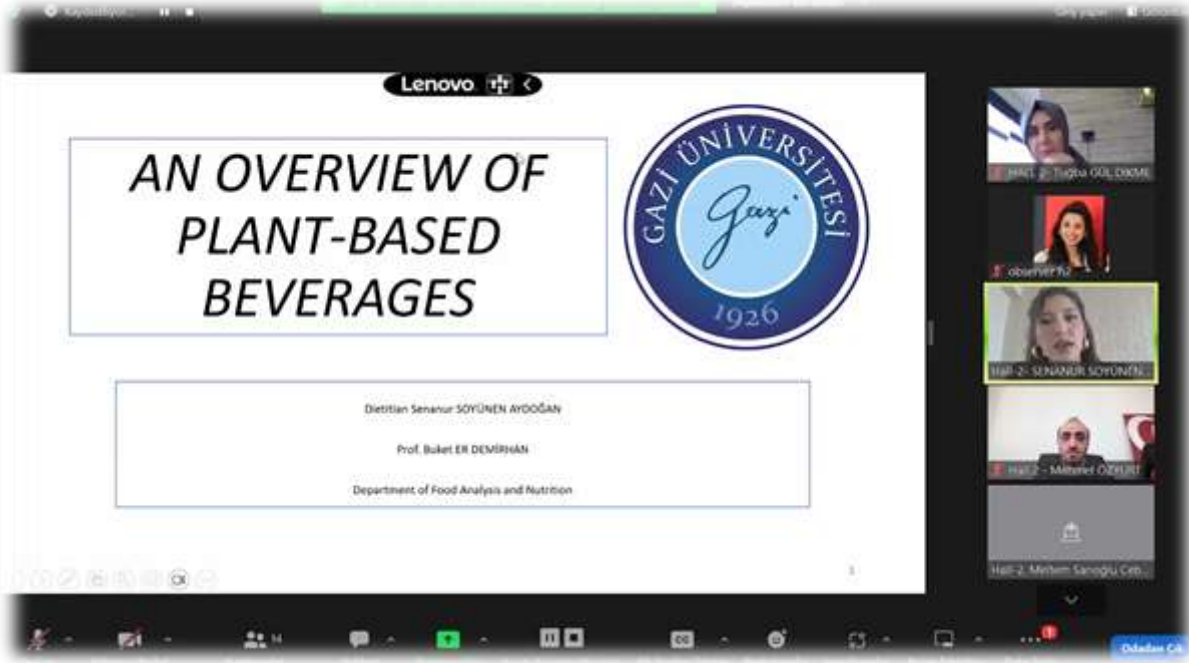


PHOTO GALLERY

The screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a presentation slide with the following content:

YENİ BİR FONKSİYONEL İÇECEK OLARAK FERMENTE SEMİZOTU (PORTULACA OLERACEA L.) SUYU

Tuğba Gül DİKME
Öğr. Gör. Dr. Harran Üniversitesi, Siverek MYO, Gıda Teknolojisi Programı, Şanlıurfa, Türkiye.

Hakiye ASLAN
Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık MYO, Gıda İşleme Bölümü, Bingöl, Türkiye.

On the right side of the Zoom window, there is a list of participants:

- HALL 2- TUĞBA GÜL DİKME
- obierwP2
- Hall-2- SENAN...
- Hall-2- SENANER SOYON...
- Hall-2, Meltem...
- Hall-2, Meltem Sarıoğlu...
- H2-Hakiye ASL...
- H2-HAKIYE ASLAN

The screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a presentation slide with the following content:

Gıda Güvensizliğinin Nedenleri

Gıda güvensizliğinin nedenleri arasında ekonomik faktörler, iklim değişikliği ve sosyal eşitsizlikler ön plandadır. Artan gıda fiyatları ve düşük gelir, bireylerin sağlıklı ve yeterli gıdaya erişimini sınırlamaktadır (Hadley et al., 2009). Göçmen hananeler ve kırsal kesimde yaşayan bireyler, gıda fiyatlarındaki dalgalanmalardan en çok etkilenen gruplardır (Loopstra, 2014).

Pandemi, gıda güvensizliğini artıran önemli bir faktör olmuştur. Örneğin, Kanadada gıda güvensizliği oranları pandemi öncesine göre belirgin bir şekilde artmıştır (Pitukky & Garrigue, 2022). İklim değişikliğinin de tarımsal üretim üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır ve bu durum özellikle kırsal bölgelerde gıda güvensizliğini artırmaktadır (Salinas Socas et al., 2022).

On the right side of the Zoom window, there is a video feed of a participant:

Hall 2 - Meltem ÖZVU...

PHOTO GALLERY



ver Hall... Hall-4 Serap...

DONDURMA-SÜTLÜ... - bu bilgisayar konumuna kaydedildi

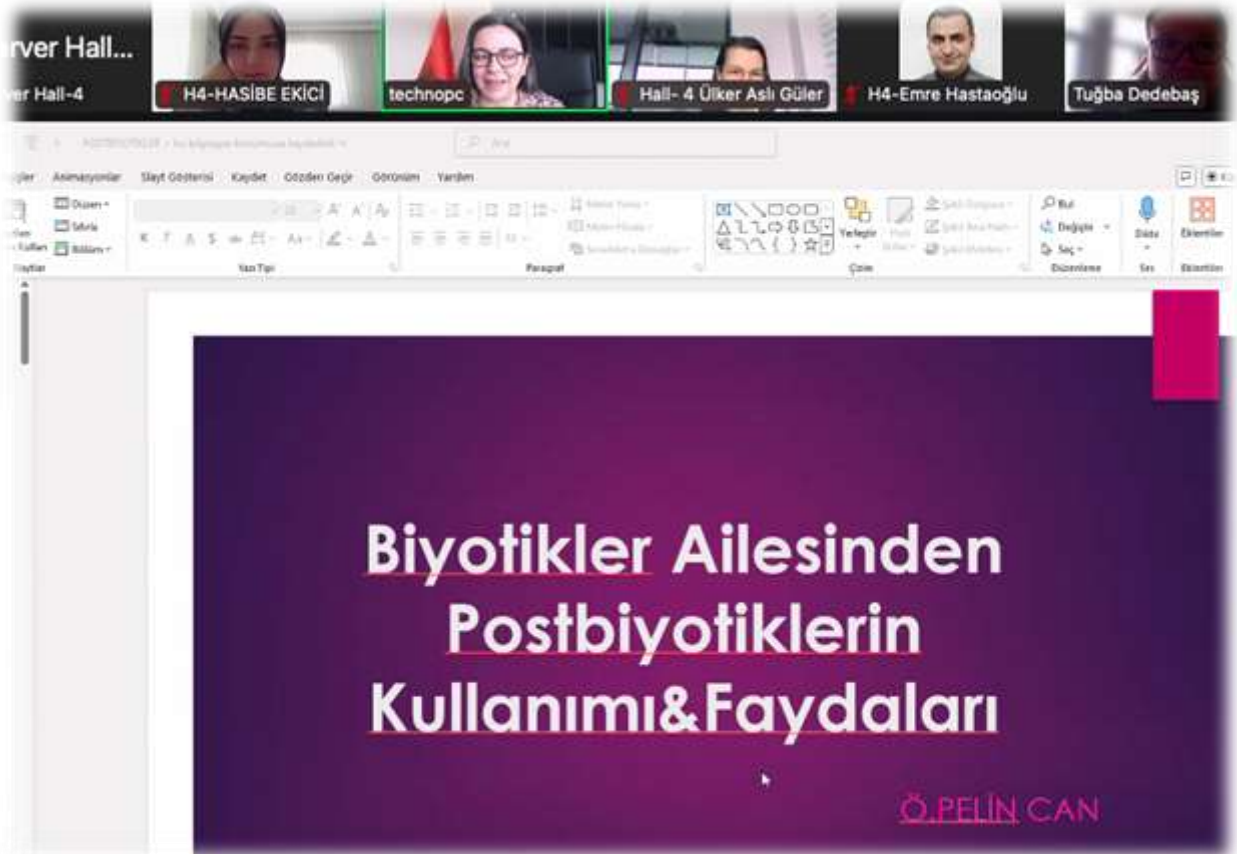
Arta

Çiz Tasarım Geçişler Animasyonlar Slayt Gösterisi Kaydet Gözden Geçir Görünüm Yardım Kaydet Teams de Sun

Slaytları Yeniden Kullan Slaytlar Yanı Tipi Paragraf Çizim Şekiller Yerleştir Düzeneleme Dikte Eklenir Tasarım Ses Eklenir

GİRİŞ

- Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği kapsamında 2005 yılında yürürlüğe giren Dondurma Tebliği'nde, dondurma şu şekilde tanımlanmaktadır: "Dondurma karışımı, tat ve çeşidine göre süt ve/veya süt ürünleri, içme suyu, şeker ve izin verilen katkı maddelerini içerir. Ayrıca isteğe bağlı olarak salep, yumurta ve/veya yumurta ürünleri, aroma maddeleri ve çeşni maddeleri gibi bileşenler de eklenebilir. Karışım, pastörizasyon sonrası uygun tekniklerle işlenip dondurularak, yumuşak veya sertleştirilmiş halde tüketiciye sunulan üründür." (Anonim, 2005).
- Dondurma, özellikle sıcak yaz günlerinde serinlemek için herkes tarafından beğenilerek tüketilen bir süt ürünü olmasının yanı sıra,



ver Hall... ver Hall-4 H4-HASİBE EKİCİ technopc Hall- 4 Ülker Aslı Güler H4-Emre Hastaoğlu Tuğba Dedebaş

DONDURMA-SÜTLÜ... - bu bilgisayar konumuna kaydedildi

Arta

Çiz Animasyonlar Slayt Gösterisi Kaydet Gözden Geçir Görünüm Yardım Düzeneleme Ses Eklenir Dikte Eklenir Tasarım Ses Eklenir

Biyotikler Ailesinden Postbiyotiklerin Kullanımı & Faydaları

Ö. PELİN CAN

PHOTO GALLERY



Giriş

Et, insan beslenmesinin temel unsurlarından biridir. Farklı kültürler, dini inançları ve coğrafi konumları doğrultusunda çeşitli hayvan türleri tüketilmektedir.

Türk toplumları, tarihsel süreç içerisinde yerleşik hayata geçişle birlikte sığır etini tercih etmiş, zamanla küçükbaş hayvan ve kanatlı etler de popülerlik kazanmıştır. Ç



Turizm Sektörü

Yüksek Hızlı

Turizm sektörü, gelişmiş ve hızla büyüyen ülkelerde en hızlı büyüyen sektörlerden biridir.

Toplumsal Etkileşim

Turizm, toplumların etkileşiminde önemli rol oynamaktadır.

Küresel Etkilenme

Turizm sektörü, küresel ve bölgesel olumsuzluklardan en hızlı etkilenen sektörlerdendir.



PHOTO GALLERY

Hall... H-4-Hamma... **Hall-4 Dr V. H...** Nikita Sharma Hall-4 Dr. Na... Dipali Sharma
H-4 H-4-Hammadi amina Hall-4 Dr V. H. Badiye Nikita Sharma Hall-4 Dr. Nayyab Ma... Dipali Sharma



Red Weaver Ants

Species

- ❖ *Oecophylla smaragdina**
- ❖ Widespread across Asia, Australia
- ❖ Traditional use in Indigenous cultures
- ❖ Known for nest-building and aggressive behavior

Dr V. H. Badiye



er Hall... Hall-4 Dr V. H... **Hall 5, Jayeoba Olakunle** Hall-4 Dr. Na...
Hall-4 Beghdadi fedwa Hall-4 Dr V. H. Badiye Hall-4 Dr. Nayyab Ma... Faiz Shaikh

Jayeoba Olakunle - PowerPoint

DESIGN TRANSITIONS ANIMATIONS SLIDE SHOW REVIEW VIEW

Layout* Reset Section* Slides Font Paragraph Drawing Editing

INTRODUCTION

- ▶ Around 80% Of the global population uses plant-based traditional medicine, with 25% of modern drugs derived from plants (WHO, 2014).
- ▶ An estimated 250,000 to 500,000 plant species exist, vital for disease management in traditional systems (Borris, 2018; Alves *et al.*, 2016).
- ▶ Herbal mixtures in Nigeria use plant-based ingredients like leaves, roots, and seeds from local medicinal plants for their healing properties (Okoli *et al.*, 2010).

PHOTO GALLERY

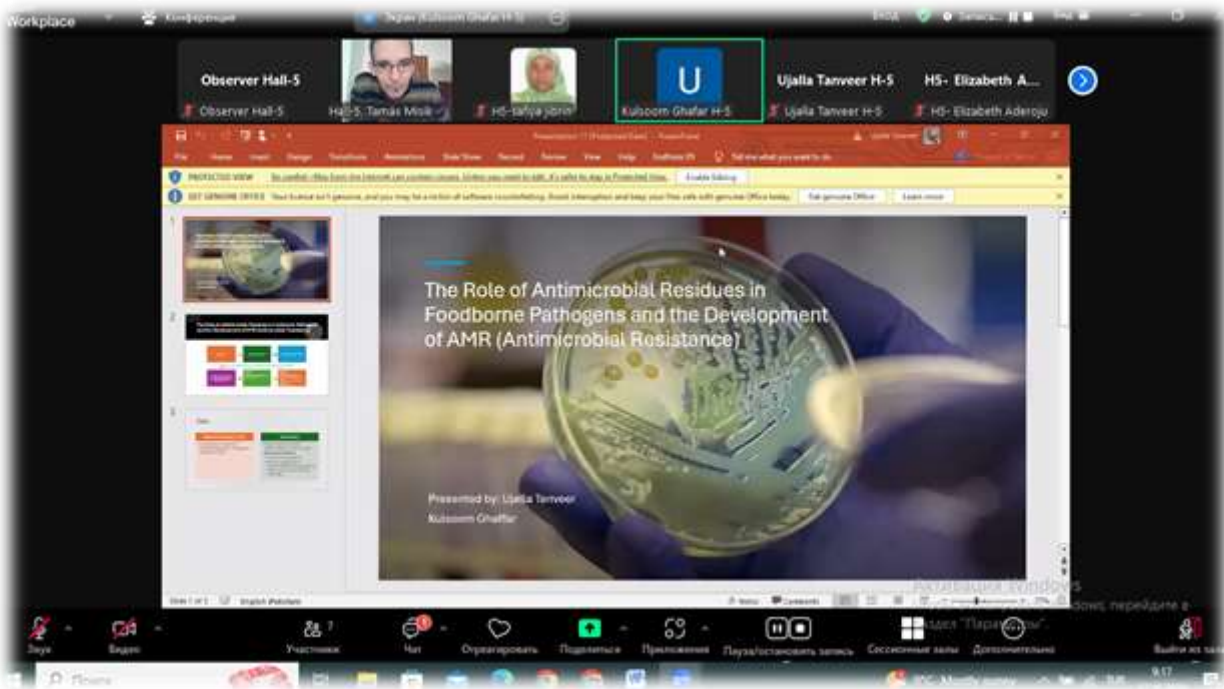
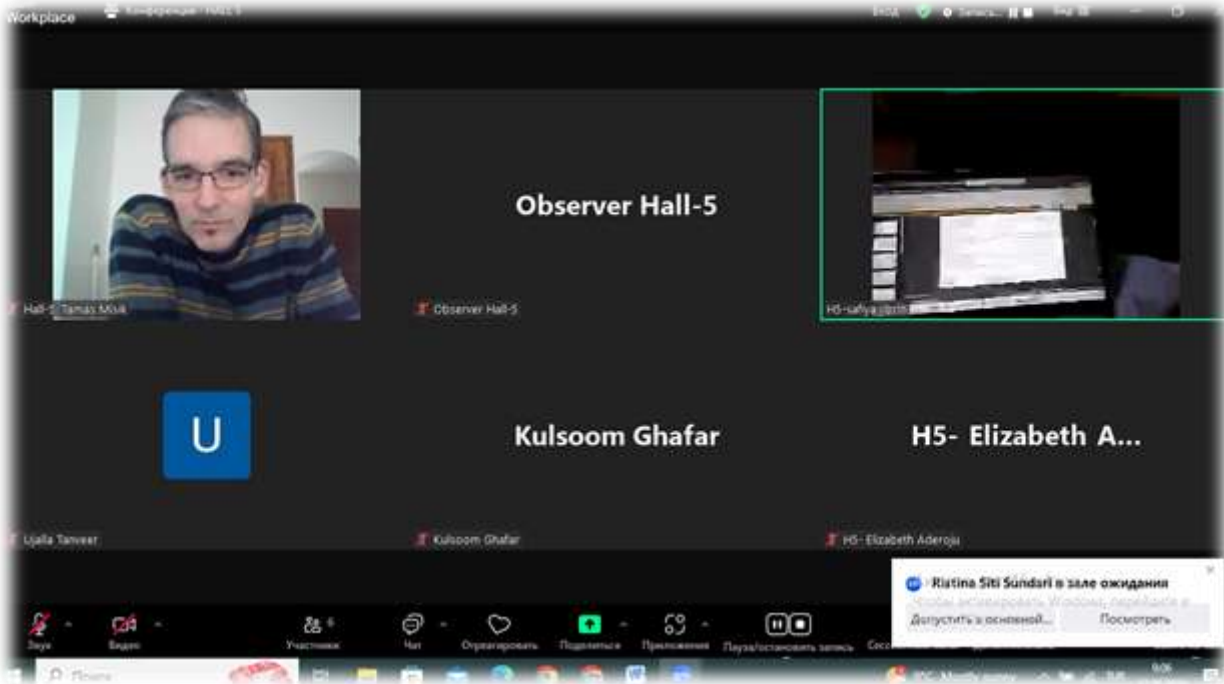


PHOTO GALLERY

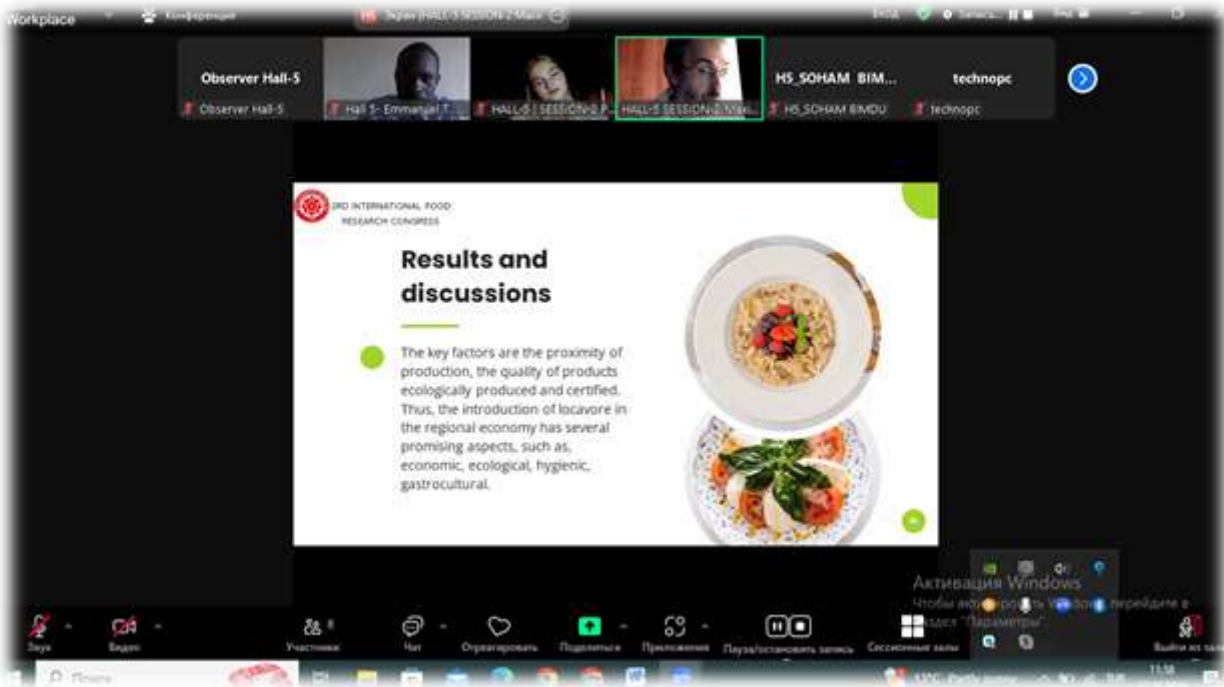


PHOTO GALLERY

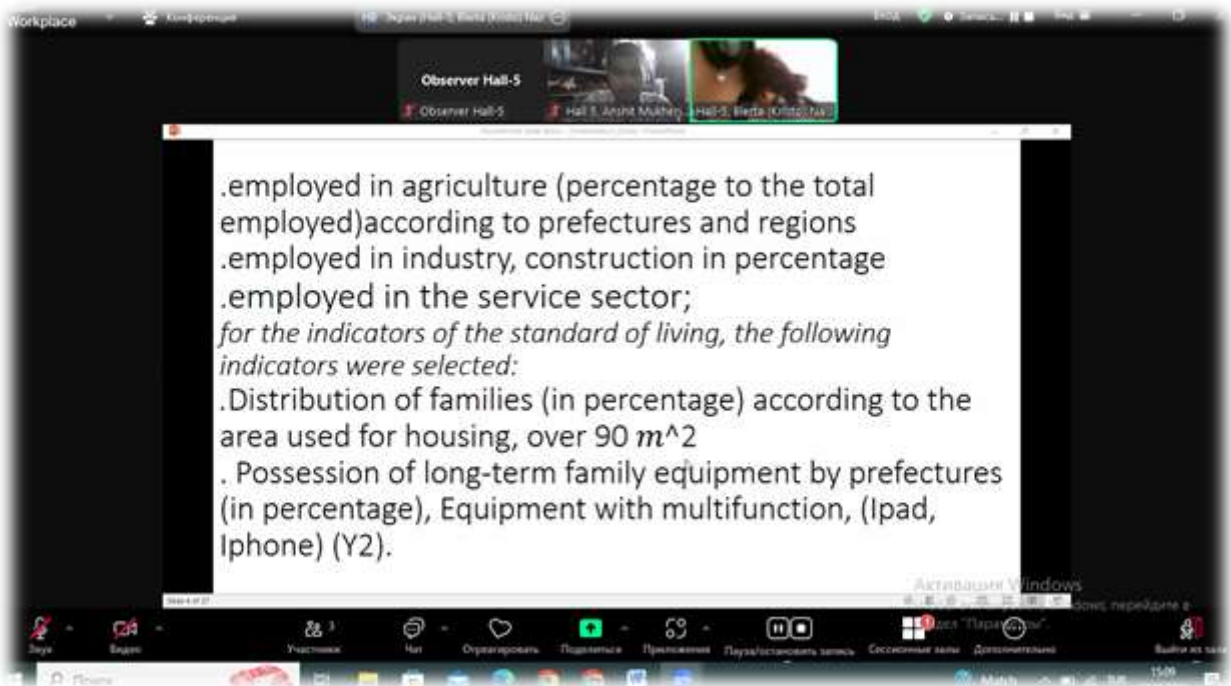
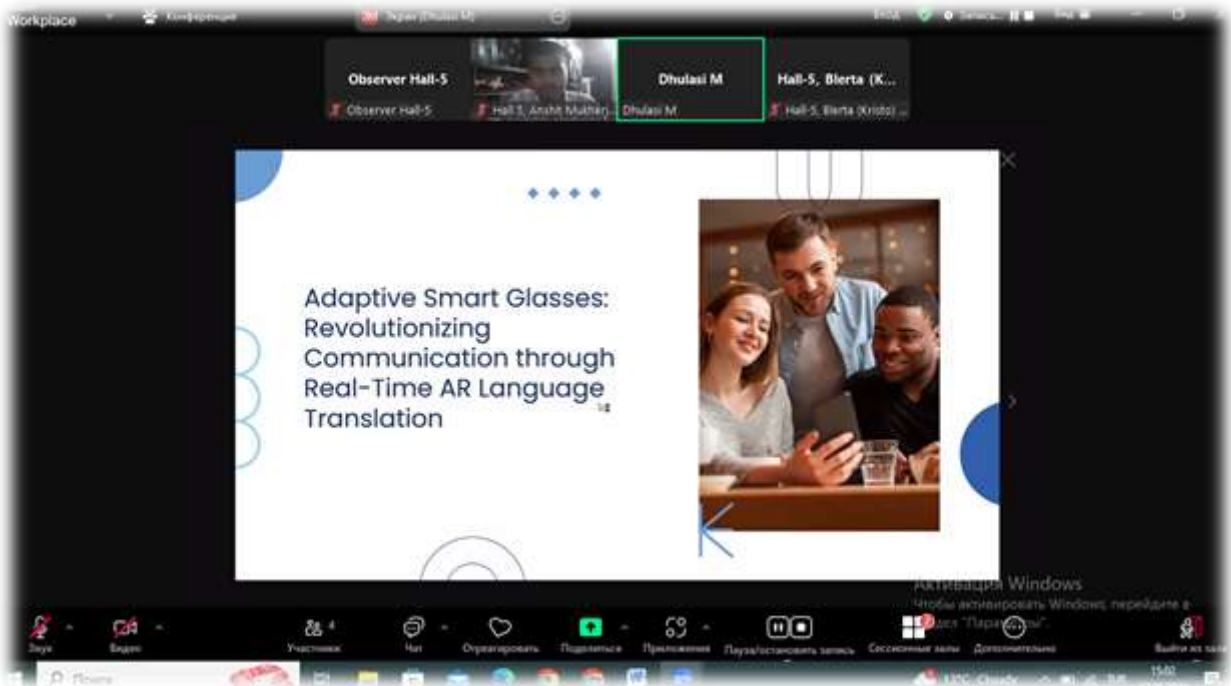


PHOTO GALLERY

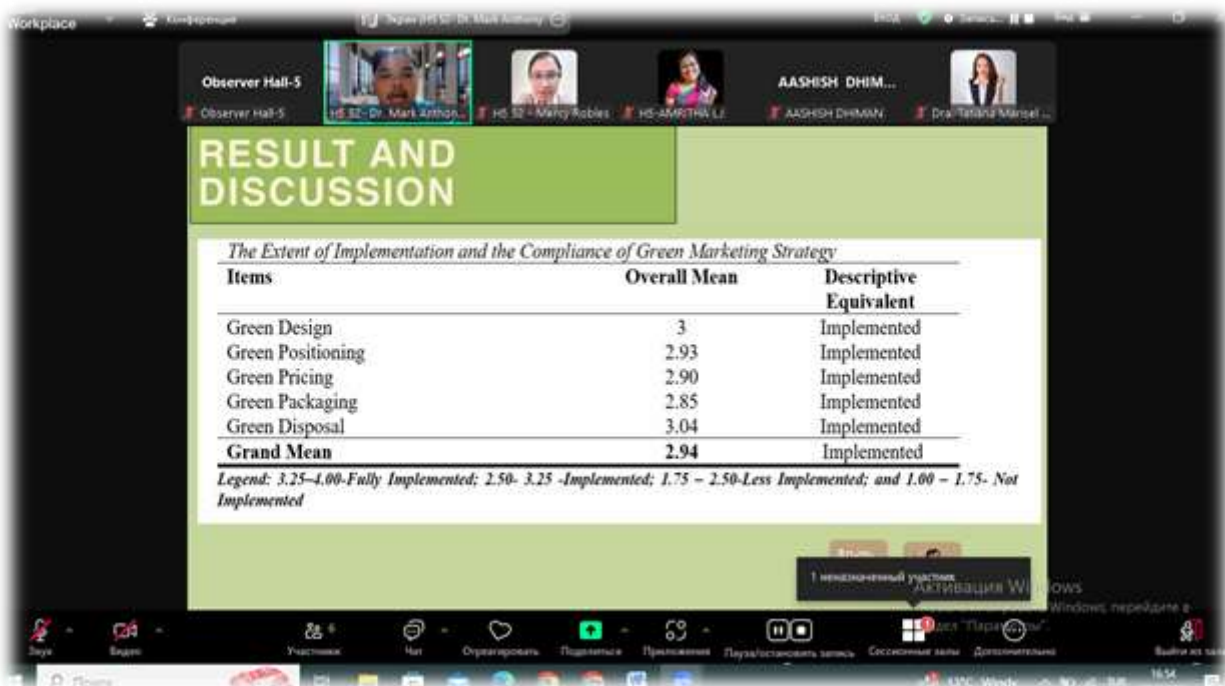
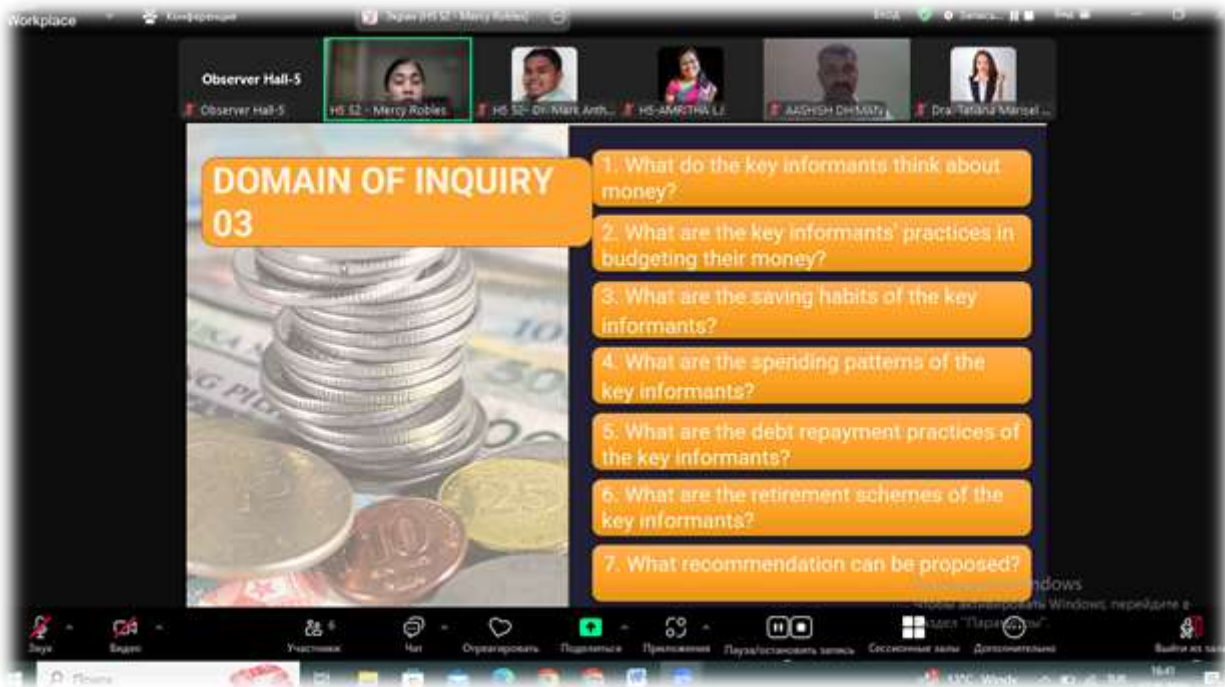


PHOTO GALLERY

er Hall...   **sadaf rashidi**  Hall5/Session...

Hall-5 H-5 moderator Irina... Marianys Neves sadaf rashidi Hall-5 Areej Tanveer Hall5/Session3 Noe...

comproscipite - PowerPoint sadaf rashidi


Transitions Animations Slide Show Record Review View Help Tell me what you want to do

Font Paragraph Drawing

What are Molecular Sieves

Molecular sieves are materials with highly porous structures that can selectively adsorb small molecules like water vapor. They include materials like zeolites, MOFs, and carbon molecular sieves, which are used in various applications due to their high adsorption efficiency.



er Hall...  **Dr Oluwabus...** **sadaf rashidi**  Hall5/Session...

Desktop abstract [Compatibility Mode] - Word ana Drobot

Home Layout References Mailings Review View Help EndNote Table Design Table Layout Tell me what you want to do

Font Paragraph Styles

Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages,
Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2556-6233>
anadrobot@yahoo.com, +400746141649

ABSTRACT

The purpose of this paper is to understand Japanese traditional sweets, called in their language *wagashi*, as part of what Baciu (2012) has called the culture identity manifestations grid, including symbols, values, rituals, traditions and practices, as well as personalities. The Japanese traditional sweets clearly correlate with the rituals, traditions, and practices, once we consider those sweets which are part of *wagashi* that are served during the Japanese tea ceremony, called *namagashi*, literally translated as raw sweets. *Namagashi*, or *jo-namagashi*, indeed consists of rice flour, as well as of a sweet bean paste filling, and they are available in their raw, uncooked form. What is more these sweets are made into shapes to represent the current season, and moulded by the hand. They are moulded by hand in such a way as to look like small pieces of art. This is because the ingredients for these sweets are softer than for other types of sweets from the *wagashi* category, allowing them to take the wanted shapes. The red or white bean paste is soft, but, most of all, it is light and easily enjoyed even by those that do not have a sweet tooth. The red or white bean paste functions as part of a sweet treat for the Japanese, while in the West it is considered savory instead. Those having these treats enjoy the beauty of each season. Focusing on each season means focusing on the here and now, a practice present in Zen Buddhist meditation and in haiku poetry writing, where there should be a *kigo*, or a clue as to the season where the haiku poem is written and when nature is observed.

Keywords: Zen Buddhism, present moment, ephemeral, culinary arts.

PHOTO GALLERY

Observer Hall... **A**
Observer Hall-5 hall 5, session 4-ADIL R...

3rd INTERNATIONAL CONGRESS ON FOOD RESEARCHES Adil - PowerPoint

Dessin Conception Transitions Animations Diaporama Enregistrer Révision Affichage Aide Rechercher des outils adaptés

Police Paragraphes Dessin Édition Compléments RRSlib Library



3rd INTERNATIONAL CONGRESS ON FOOD RESEARCHES
16-17-18 OCTOBER 2024 / SIVAS, TÜRKİYE

VALORIZATION OF OLIVE OIL WASTE BY USING NEW BIOCHEMICAL STRATEGIES

ROUKBANI Adil, FAIZ khaoula, GHAFFOULI Chaymae, LOUASTE Bouhra
Laboratory of Biotechnology, Environment, Agri-food and Health, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Fez, Morocco.

er Hall... **A** Dr Irvboje Ol...

Meivir conference ppt - Saved to this PC

Transitions Animations Slide Show Record Review View Help

Font Paragraph Drawing File Edit Add-ins

Growth Performance of Chili Pepper under the Rain Shelter Microclimate Condition



Meivir Thalli
Master Student
Padjadjaran University
Indonesia

3rd INTERNATIONAL CONGRESS
on FOOD RESEARCHES

PHOTO GALLERY

Workplace

Observer Hall-6 Farhan Ahmad Hall 6, Teodora... hasna hajaj

Observer Hall-6 MAZHS Abdelhadi hall Farhan Ahmad Hall 6, Teodora Kubric Chaymae CHAFFOULL... hasna hajaj

Introduction

Material and methods

Results and discussion

Conclusion

Winemaking and waste production

Wastewater

Marc, wastewater

Red wines

Stemming & Crushing

Stems, pits, wastewater

White wines

Fermentation

Pressing

Pressing

Fermentation

Lees, yeast, wastewater

Clarification

Aging / Storing

Filtration

Bottling / Corking

Wastewater

Wastewater

Filter aid, Wastewater

Wastewater

winemaking process and waste production (Botzanello et al., 2018)

1 неизвестный элемент. АКТИВАЦИЯ WINDOWS Windows, перейдите в

Участники Чат Оценить Поддержать Присоединиться Личная история Сессии на сайте Дополнительно Выйти из зала

Workplace

Observer Hall-6 Farhan Ahmad Hall 6, Teodora... hasna hajaj

Observer Hall-6 Farhan Ahmad Hall 6, Teodora Kubric MAZHS Abdelhadi hall Farhan Ahmad Hall 6, Teodora Kubric Chaymae CHAFFOULL... hasna hajaj

DEEP EUTECTIC SOLVENTS (DES)

- At the beginning of this century, deep eutectic solvents (DES) appeared as a new class of green solvents;
- DES is a combination of two or more solids that form a eutectic liquid mixture at a temperature lower than the melting point of each compound that is part of the DES;
- The intersection of the eutectic temperature and the eutectic composition gives the eutectic point

LIQUID

T_{m1}

T_{m2}

T_e

T_0

T_1

x_1

x_2

1

0

L

$L + S_1$

$L + S_2$

$S_1 + S_2$

Активация WINDOWS Windows, перейдите в

Участники Чат Оценить Поддержать Присоединиться Личная история Сессии на сайте Дополнительно Выйти из зала

PHOTO GALLERY

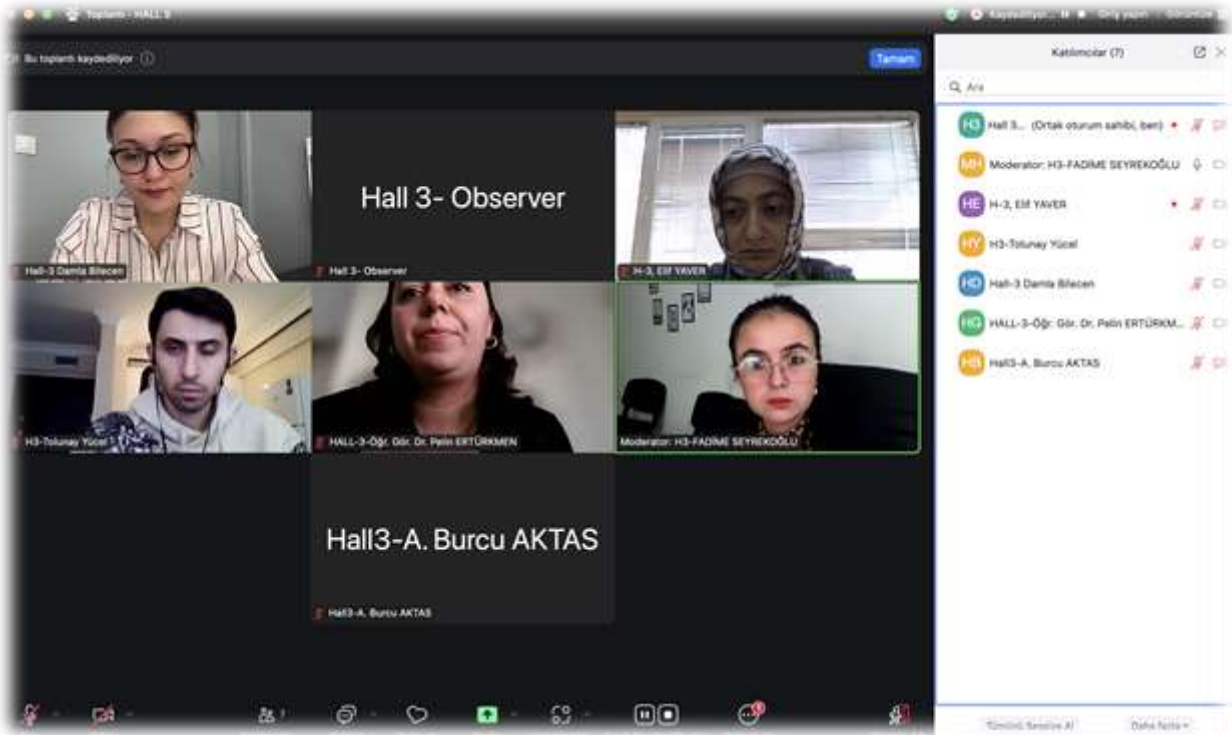


PHOTO GALLERY

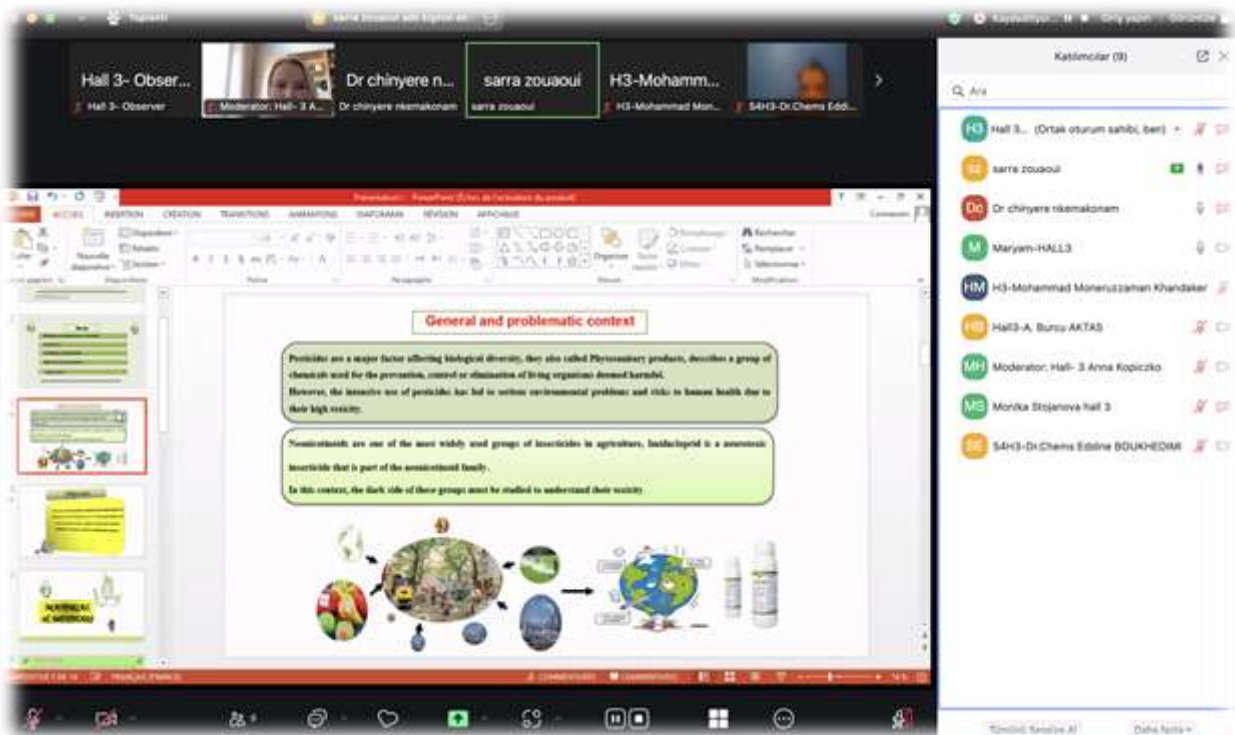
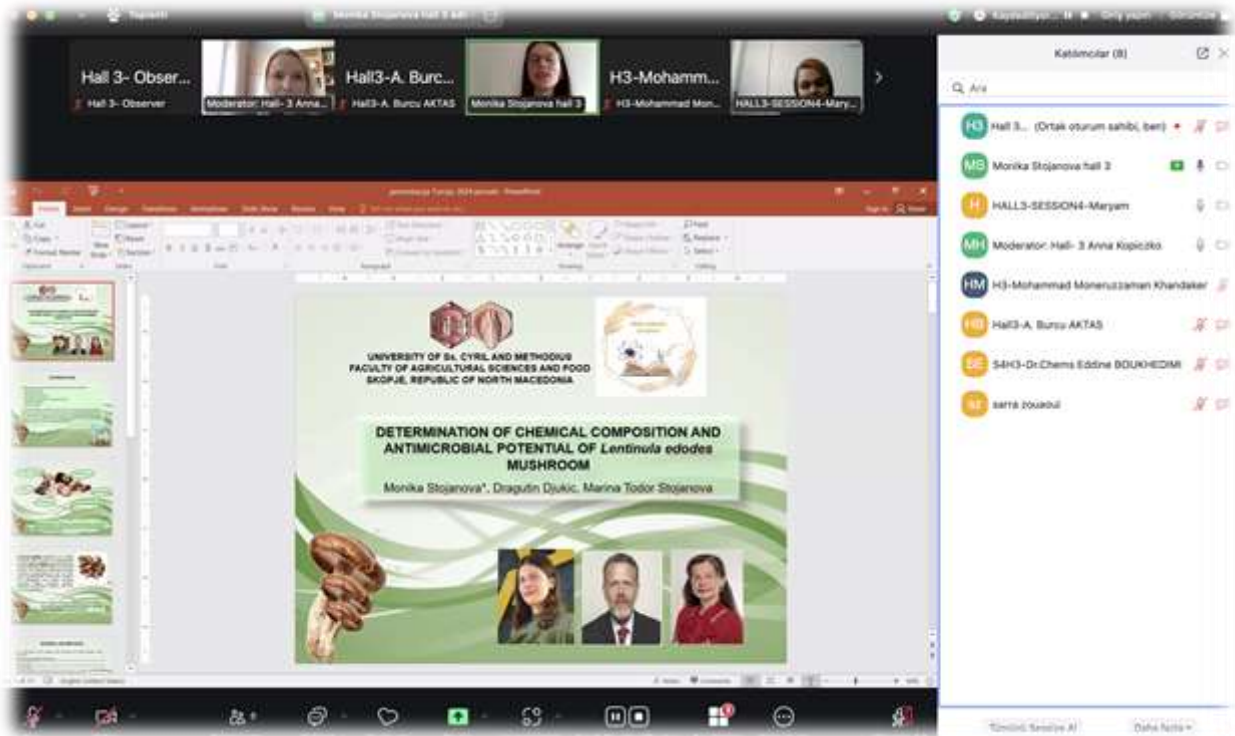
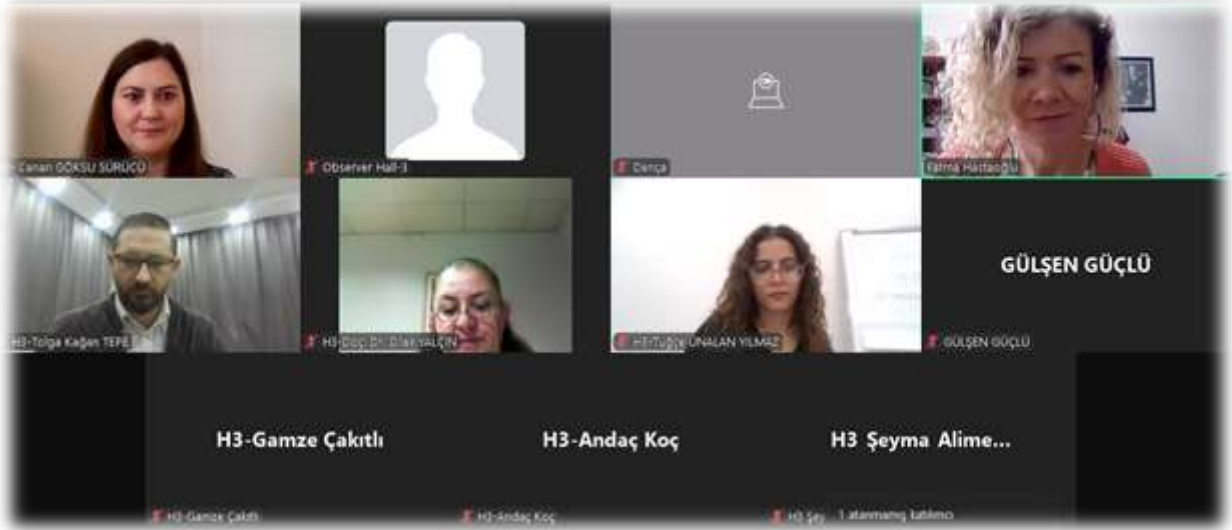


PHOTO GALLERY



UZAY BESLENMESİNİN GELİŞİMİ THE EVOLUTION OF SPACE NUTRITION

- 20. yüzyılın ortalarında başlayan uzay keşiflerinden bu yana, astronotların beslenmesi zorlu koşullarda gerekli besinleri sağlamak için yenilikçi yaklaşımlar gerektiren önemli bir sorun olmuştur.
- İlk uzay yiyecekleri basit, kolayca saklanabilen, tüpler içinde püre haline getirilmiş yiyecekler ve küçük küplerdi.
- Bu erken dönemdeki öğünler, temel beslenmeye ve atık miktarının en aza indirilmesine odaklanıyordu.

- Since the dawn of space exploration in the mid-20th century, feeding astronauts has been a critical challenge.
- Space missions required innovative approaches to ensure that astronauts could receive the necessary nutrients in harsh conditions.
- The first space foods were simple, easy-to-store items like tubes of pureed food and small cubes.
- These early meals focused on basic nutrition and minimal waste.



PHOTO GALLERY



Gestasyonel Diabetes Mellitus (GDM)

- Gebeliğin ikinci yarısında ortaya çıkan ve hiperglisemi ile birlikte seyreden bir hastalıktır.
- Dünya çapında, GDM'nin bildirilen yaygınlığı <%1 ile %28 arasında değişmektedir.
- GDM, insülin direnci ve bozulmuş pankreas β -hücre fonksiyonu ile karakterizedir ve gelecekteki diyabetin (tip2 diyabet) iyi bilinen bir ön habercisidir.
- *It is a disease that occurs in the second half of pregnancy and is accompanied by hyperglycemia.*
- *Worldwide, the reported prevalence of GDM varies between <1% and 28%.*
- *GDM is characterized by insulin resistance and impaired pancreatic β -cell function and is a well-known precursor to future diabetes (type 2 diabetes).*





3rd INTERNATIONAL CONGRESS ON FOOD RESEARCHES

16-17-18 OCTOBER 2024 / SIVAS, TÜRKİYE

CONGRESS PROGRAM

Participant Countries (24): Türkiye, India, Egypt, Bangladesh, Ethiopia, Morocco, Romania, Pakistan, Nigeria, South Africa, Algeria, Macedonia, Malaysia, Iran, Georgia, Indonesia, Poland, Iraq, Portugal, Ukraine, Serbia, Spain, Hungary, Greece

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ✓ To be able to attend a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session.
- ✓ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ✓ The Zoom application can be used without registration.
- ✓ The application works on tablets, phones and PCs.
- ✓ The participant must be connected to the session 15 minutes before the presentation time.
- ✓ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ✓ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- ✓ Make sure your computer has a microphone and is working.
- ✓ You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- ✓ **Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.**
- ✓ Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

Before you login to Zoom please indicate your name_surname and HALL number,
exp. Hall-1, Merve KIDIRYUZ

-Opening Ceremony-

Date: 16.10.2024

Time (Ankara): 10:00-10:30

In-person Venue: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi 4 Eylül Kültür Merkezi

Online: <http://youtube.com/onlineseminer>

Assoc. Prof. Dr. Meryem GÖKSEL SARAÇ
Sivas Cumhuriyet University
CHAIR OF CONGRESS

Prof. Dr. Özlem Pelin CAN
Sivas Cumhuriyet University
Director of Food Studies on Application and Research Center
CO-CHAIR OF THE CONGRESS

Prof. Dr. Ahmet ŞENGÖNÜL
Rector of Sivas Cumhuriyet University
HONORARY PRESIDENT OF THE CONGRESS



The poster for the 3rd International Congress on Food Researches (ICONFOOD'24) features a blue and white color scheme. At the top, three logos are displayed: a red circular logo with a white flower, a blue circular logo with a white gear, and a purple circular logo with a white figure. Below the logos, the text "ICONFOOD'24" is written in large blue letters, followed by "3RD INTERNATIONAL CONGRESS ON FOOD RESEARCHES" in smaller blue letters. The tagline "Future of Food" is written in a cursive font. A blue horizontal bar contains the text "CONGRESS PANEL SESSION". Below this bar, three circular portraits of speakers are shown: Prof. Dr. Ayla SOYER (striped shirt), Prof. Dr. Mustafa TAYAR (white shirt), and Prof. Dr. Haçim KELEBEK (dark suit). Each portrait is accompanied by a small circular logo. Below the portraits, the names and topics of the speakers are listed. At the bottom left, a calendar icon indicates the date "OCTOBER 16, 2024" and the time "10.30-12.00". A QR code is provided for more information, along with the website "iconfood.cumhuriyet.edu.tr" and the hashtag "#WorldFoodDay". At the bottom right, a circular portrait of Prof. Dr. Özlem Pelin CAN is shown, with the text "MODERATOR Prof. Dr. Özlem Pelin CAN" next to it.

Prof. Dr. Ayla SOYER
"Future Food Production:
New Foods and
Innovative Technologies"

Prof. Dr. Mustafa TAYAR
"Food from Past to Future"

Prof. Dr. Haçim KELEBEK
"Black Garlic: Production,
Stability, Functional
Properties and Applications"

DATE
OCTOBER 16, 2024

TIME
10.30-12.00

MODERATOR
Prof. Dr. Özlem Pelin CAN

#WorldFoodDay
For More Information:
iconfood.cumhuriyet.edu.tr

-Closing Ceremony-

Time (Ankara): 16:30-17:00

16.10.2024 | SESSION-1



Ankara Local Time: 13.30-14.20



Sivas Cumhuriyet Üniversitesi 4 Eylül Kültür Merkezi

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Emre HASTAOĞLU

Title	Author(s)	Affiliation
THE EFFECT OF WHITE CHERRY STEM ON PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF MUFFIN CAKES	Assist. Prof. Dr. Tuğba DEDEBAŞ Emine TECEM	Afyon Kocatepe University TÜRKİYE
GELATINE/CMC/CHITOSAN FILM ACTIVATED BY ROSEMARY ESSENTIAL OIL AND ZNO NANOPARTICLE AS A PACKAGING MATERIAL IN CHICKEN MEAT	MSc. Ezgi ERYİĞİT ARSLAN Assoc. Prof. Dr. Eda DEMİROK SONCU	Ankara University TÜRKİYE
THE POTENTIAL OF BIOACTIVE COMPONENTS AND THEIR APPLICATION IN THE ENHANCEMENT OF VARIOUS FOODS	Murat İŞÇİ Assist. Prof. Dr. Hatice Aybüke KARAOĞLAN	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
FERMENTATIVE LACTIC ACID PRODUCTION FROM PISTACHIO SHELL BY PROTIC IONIC LIQUID PRETREATMENT	Assist. Prof. Dr. Simel BAĞDER ELMACI Ekin Selin ŞAHİN Zeynep Sude ERDOĞAN Dilan GENÇ Helin Eysan ATAY Res. Assist. Zeynep Yaren PEHLİVAN	Ankara University TÜRKİYE Çukurova University TÜRKİYE

16.10.2024 | SESSION-2



Ankara Local Time: 14.30-15.20



Sivas Cumhuriyet Üniversitesi 4 Eylül Kültür Merkezi

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Ayşe Burcu Aktaş

Title	Author(s)	Affiliation
PLANT BASED PROTEINS	Şeyma Alime BAKIRCI Lect. Dr. Ertürk BEKAR Assoc. Prof. Dr. Perihan YOLCI ÖMEROĞLU Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR	Bursa Uludağ University TÜRKİYE
EVALUATION OF THE TOTAL PHENOLIC CONTENT, ANTIOXIDANT ACTIVITY, AND MINERAL CONTENT OF LONICERA CAUCASICA	Assist. Prof. Dr. Kübra CİNAR TOPCU Dr. Pınar ANLAR Assoc. Prof. Dr. Özlem ÇAKIR Assoc. Prof. Dr. Abdurrahman SEFALI	Bayburt University TÜRKİYE Atatürk University TÜRKİYE Bayburt University TÜRKİYE Bayburt University TÜRKİYE
EFFECT OF VARIOUS PLANT POWDERS ON THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF GLUTEN-FREE BREADS PRODUCED USING BLACK CHICKPEA FLOUR	Tuğba ARSLANHAN Assist. Prof. Dr. Hatice Aybüke KARAOĞLAN	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
PROTECTION OF GASTRONOMY AND CULTURAL HERITAGE DIGITAL ARCHIVING OF TRADITIONAL FLAVOURS	Res. Assist. Şefahat EYCE	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE

16.10.2024 | SESSION-3



Ankara Local Time: 15.30-16.20



Sivas Cumhuriyet Üniversitesi 4 Eylül Kültür Merkezi

Moderator: Assist. Prof. Dr. Hatice Aybüke KARAOĞLAN

Title	Author(s)	Affiliation
BLUE-GREEN SUPERFOOD: BIOCHEMICAL COMPOSITION AND BIOACTIVE PROPERTIES OF LABORATORY-GROWN AND COMMERCIAL SPIRULINA PLATENSIS	Dr. Türkan UZLAŞIR Prof. Dr. Haşim KELEBEK Hatice Kübra ŞAŞMAZ	Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University TÜRKİYE
INVESTIGATION ON SOME CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SUNFLOWER OIL DURING DEEP-FAT FRYING	Merve Yavuz Taştepe Assoc. Prof. Dr. Ayşe Burcu Aktaş	Sivas Provincial Directorate of Agriculture and Forestry TÜRKİYE Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
INVESTIGATION OF THE EFFECT OF COMBINED TREATMENT OF MENTHA LONGIFOLIA L. ON CELL CYCLE IN COLON CANCER	Gonca KABAK Lect. Zuhâl TUNÇBİLEK Assoc. Prof. Dr. Ayça TAŞ Prof. Dr. Yavuz SİLİĞ	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE Yıldızeli Vocational School TÜRKİYE Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF POSTGRADUATE THESES IN THE FIELD OF MOLECULAR GASTRONOMY	Res. Assist. Şefahat EYCE	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
EVALUATION OF ANTI-CANCER ACTIVITY OF POSTBIOTICS OBTAINED FROM KEFİR ON STOMACH CANCER CELLS	Fidan KILIÇ Assoc. Prof. Dr. Ayça TAŞ	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE

17.10.2024 | HALL-1 | SESSION-1



Ankara Local Time: 09⁰⁰-11⁰⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Müge HENDEK ERTOP

Title	Author(s)	Affiliation
THE EFFECT OF FLOUR ON THE NOODLE PROPERTIES: A COMPARATIVE STUDY OF PURPLE FLOUR AND PURPLE WHEAT FLOUR	Assist. Prof. Dr. Fundagül EREM	Zonguldak Bülent Ecevit University TÜRKİYE
EVALUATION OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ASCORBIC ACID MICROCAPSULES	Assoc. Prof. Dr. Tuğça BİLENLER KOÇ Lect. Ülkühan BAĞIŞ Prof. Dr. İhsan KARABULUT	İnönü University TÜRKİYE Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE İnönü University TÜRKİYE
EFFECT OF NITROGEN DOSAGES INTERACTION IN DIFFERENT IRRIGATION SYSTEMS ON PROTEIN CONTENT IN SUGAR BEET LEAVES	Ş. Rüveyda KARKI Oğuzhan ULU Ayşe ATILGAN	Kayseri Şeker A.Ş., TÜRKİYE
PARAMETERS AFFECTING THE PERFORMANCE OF VITAMIN B12 ANALYSIS BY HPLC	Lect. Dr. Hayriye Göknur AĞCA-KÜÇÜKAYDIN Lect. Dr. Göksel TIRPANCI SIVRI Prof. Dr. Cemile ÖZCAN Prof. Dr. Ömer ÖKSÜZ	Kırklareli University TÜRKİYE Tekirdağ Namık Kemal University TÜRKİYE Kırklareli University TÜRKİYE Tekirdağ Namık Kemal University TÜRKİYE
OBTAINING DEIONIZED SUGAR AS AN ALTERNATIVE GLUCOSE SYRUP FROM LIQUID WASTES OF NATURAL COLORING PROCESS AND DETERMINING THE POSSIBILITIES OF THE USAGE IN MODEL FOODS	Burcu TÜZÜN Assoc. Prof. Dr. İlyas ATALAR Ayşe APAYDIN Assoc. Prof. Dr. Ömer Said TOKER Prof. Dr. İbrahim PALABIYIK Prof. Dr. Nevzat KONAR	Eskişehir Osmangazi University TÜRKİYE Yıldız Technical University TÜRKİYE Tekirdağ Namık Kemal University TÜRKİYE Ankara University TÜRKİYE
THE EFFECT OF DIFFERENT COCOA ALKALIZATION CONDITIONS ON THE QUALITY PARAMETERS OF COCOA MILK DRINKS	Ayşe APAYDIN Assoc. Prof. Dr. İlyas ATALAR Burcu TÜZÜN Prof. Dr. Nevzat KONAR	Eskişehir Osmangazi University TÜRKİYE Ankara University TÜRKİYE
EFFECTS OF CONJUGATION APPLICATIONS ON TECHNO-FUNCTIONAL PROPERTIES OF PLANT PROTEINS	Tuba SARI Assoc. Prof. Dr. İlyas ATALAR	Eskişehir Osmangazi University TÜRKİYE
SOME PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF CUP CAKES INCORPORATED IN DRIED ELDERBERRY POMACE AND ELDERFLOWER	Assoc. Prof. Dr. Müge HENDEK ERTOP Ashhan ÖZASLAN	Kastamonu University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

17.10.2024 | HALL-2 | SESSION-1



Ankara Local Time: 09⁰⁰-11⁰⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Didem BERBER

Title	Author(s)	Affiliation
A GENERAL EVALUATION OF YOZGAT PROVINCE GEOGRAPHICALLY INDICATION PRODUCTS IN ONLINE PRINTING PRESS	Res. Assist. Dr. Handan AYTEKİN	Yozgat Bozok University TÜRKİYE
STUDIES ON GASTRONOMY CITIES IN THE UNESCO CREATIVE CITIES NETWORK: DOCUMENT ANALYSIS	Res. Assist. Dr. Handan AYTEKİN	Yozgat Bozok University TÜRKİYE
FUNCTIONAL GRANOLA BAR PRODUCTION	Assoc. Prof. Dr. Didem BERBER Lect. Kübra TOPALOĞLU GÜNAN Hüseyin YALLAGÖZ	Maltepe University TÜRKİYE
BISCUIT PRODUCTION FOR DISASTERS AND EMERGENCIES	Lect. Kübra TOPALOĞLU GÜNAN Lect. Seda ÇAKMAK KAVSARA Lect. Tuğçe BOĞA Assist. Prof. Dr. Özlem AKTÜRK GÜMÜŞAY Assoc. Prof. Dr. Didem BERBER	Maltepe University TÜRKİYE
PROBLEMS ENCOUNTERED IN THE CATERING SECTOR	Assist. Prof. Dr. Gülden KILIÇ Rümeysa KÜYÜK Büşra ARSLAN Prof. Dr. İlkin YÜCEL ŞENGÜN	Alanya University TÜRKİYE Ege University TÜRKİYE
EVALUATION OF FATTY ACIDS and FAT QUALITY INDEXES IN FISH	Assist. Prof. Dr. Esra BALIKÇI	Yozgat Bozok University TÜRKİYE
INCORPORATION OF BLACK CHOKEBERRY (ARONIA MELANOCARPA L.) EXTRACTS INTO BREAD FORMULATIONS: EFFECTS ON GLYCEMIC INDEX, ANTIOXIDANT PROPERTIES, AND IN VITRO BIOACCESSIBILITY OF BIOACTIVE COMPOUNDS	Assist. Prof. Dr. Gözde KUTLU	Ankara Medipol University TÜRKİYE
PHENOLIC ACID PROFILE ALTERATIONS IN AQUEOUS AND ETHANOLIC STEVIA EXTRACTS ACROSS SEQUENTIAL PURIFICATION STAGES	Yeşim KAPI Assist. Prof. Dr. Hatice Reyhan ÖZİYCI Prof. Dr. Mustafa KARHAN	Akdeniz University TÜRKİYE Antalya Bilim University TÜRKİYE Akdeniz University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.

17.10.2024 | HALL-3 | SESSION-1



Ankara Local Time: 09⁰⁰-11⁰⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Fatma HASTAOĞLU

Title	Author(s)	Affiliation
A USEFUL OPTION FOR INCLUDING CEREAL IN A GLUTEN-FREE DIET: SORGHUM	Dr. Canan GÖKSU SÜRÜCÜ	Ministry of Agriculture and Forestry Ankara TÜRKİYE
STEAM ASSISTED COOKING IN THE OVEN AND EFFECTS OF STEAM ON FOOD QUALITY	Tuğçe ÜNALAN YILMAZ	Haier Europe Eskisehir, TÜRKİYE
HARNESSING MICROALGAE IN SPACE MISSIONS: AN ESSENTIAL NUTRITIONAL RESOURCE WITH INNOVATIVE PRODUCTION TECHNIQUES	Assoc. Prof. Dr. Dilek YALÇIN Prof. Dr. İlkay AÇIKGÖZ ERKAYA Assist. Prof. Dr. İsmail Hakkı TEKİNER	Başkent University TÜRKİYE Kırşehir Ahi Evran University TÜRKİYE Haliç University TÜRKİYE
DETERMINATION OF ANTIOXIDANT AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF WATER EXTRACTS OF TEUCRIUM POLIUM L. ON FOODBORNE PATHOGENS BACILLUS CEREUS AND ESCHERICHIA COLI O157:H7	MSc. Denca TOKER Dr. Orcun TOKSOZ Assoc. Prof. Dr. Didem BERBER Prof. Dr. N. Cenk SESAL	Marmara University TÜRKİYE
THE MORE INFORMATION AGENT: THE INTELLIGENT FOOD PACKAGING	Lect. Dr. Tolga Kağan TEPE Assist. Prof. Dr. Fadime Begüm TEPE	Giresun University TÜRKİYE
KETOGENIC DIET AND ALZHEIMER'S	Assoc. Prof. Dr. Fatma HASTAOĞLU	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
HYPOGEUSIA IN CHEMOTHERAPY PATIENTS	Assoc. Prof. Dr. Fatma HASTAOĞLU	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
INVESTIGATION OF THE STABILITY OF PHENOLIC COMPOUNDS DURING THE STORAGE PERIOD OF FUNCTIONAL DRIED FRUIT PRODUCTS ENRICHED WITH BIOACTIVE COMPOUNDS FROM GREEN TEA AND PRESERVED BY HEAT TREATMENT	Gamze ÇAKITLI	Food Textile Industry Import Export Investment A.Ş. İzmir TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

17.10.2024 | HALL-4 | SESSION-1



Ankara Local Time: 09⁰⁰-11⁰⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Assist. Prof. Dr. Tuğba DEDEBAŞ

Title	Author(s)	Affiliation
CONTENT ANALYSIS OF UNDERGRADUATE THESIS STUDIES ON ICE CREAM AND VEGETABLE FAT MILK ICE SAMPLES; 2004-2024	Hasibe EKİCİ Assoc. Prof. Dr. Meryem GÖKSEL SARAÇ	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
DEEP LEARNING IN FOOD	Prof. Dr. Özlem Pelin CAN	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
USES OF POSTBIOTICS	Prof. Dr. Özlem Pelin CAN	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
ALTERNATIVE MEAT TYPE: RABBIT MEAT	Assoc. Prof. Dr. Emre HASTAOĞLU	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
FOOD FRIENDLY HOTEL CONCEPT	Assoc. Prof. Dr. Emre HASTAOĞLU	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
MICRO PLASTICS IN DRINKING WATER AND THEIR EFFECTS ON HUMAN HEALTH	Serap EMEK Prof. Dr. Ülker Ash GÜLER	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
BIOGENEIC TASTE AND ODOUR MANAGEMENT FROM WATER SOURCE TO TREATMENT PLANT, THROUGH DISTRIBUTION SYSTEMS TO CONSUMERS	Prof. Dr. Ülker Ash GÜLER	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

17.10.2024 | HALL-5 | SESSION-1



Ankara Local Time: 09⁰⁰-11⁰⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Tamás Misik

Title	Author(s)	Affiliation
INFLUENCE OF EXTENSION AND FORMAL EDUCATION ON INCOME OF RICE PROCESSORS IN BOSSO AND CHANCHAGA LOCAL GOVERNMENT AREA OF NIGER STATE, NIGERIA	Jibrin, S Ahmed, I. I Umaru, A Shehu, M. Egamana, M. N. EZE, C. P	Federal University NIGERIA
EFFECT OF INPUT SUBSIDIES ON OUTPUT OF RICE FARMERS UNDER VALUE CHAIN DEVELOPMENT PROGRAMME IN NIGER STATE, NIGERIA	YISA, E.N. Muhammad, H.U. Tsado, J.H. Ajayi, O.J.	Federal University of Technology NIGERIA
PRODUCTION OF BIODIESEL FROM SOYABEANS AS AN ALTERNATIVE TO FOSSIL FUELS	Anas Muazu Abdullahi Haruna Abubakar Danyaya	Federal Polytechnic Daura NIGERIA
THE ROLE OF ANIMICROBIAL RESIDUES IN FOODBORNE PATHOGENS AND THE DEVELOPMENT OF AMR (ANTIMICROBIAL RESISTANCE)	Ujalla Tanveer Kulsoom Ghaffar	University of Agriculture Faisalabad PAKISTAN MNS University of Agriculture Multan PAKISTAN
INSECTICIDAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS FROM SALVIA OFFICINALIS AGAINST ECTOMYELOIS CERATONIAE ZELLER (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) MAIN PEST OF DATES	SelmaAdouane Mohamed Seghir Mehaoua JoseTudela	Mohamed Khider University ALGERIA Mohamed Khider University ALGERIA University of Murcia SPAIN
SUSTAINABILITY RESTAURANTS AND GOOD PRACTICES IN NORTHEASTERN HUNGARY	Tamás Misik Zoltán Nagy Rita Domjänné Nyizsalovszki	Eszterházy Károly Catholic University HUNGARY
INNOVATION OF OREGANO LEAVES (PLECTRANTHUS AMBOINICUS SPRENG) AND GINGER (ZINGIBER OFFICINALE) ENHANCEMENT TO AGRIBUSINESS VARIANT OF ODORLESS SALTED DUCK EGGS	Ristina Siti Sundari Budhi Wahyu Fitriadi Reny Hidayati	University of Perjuangan Tasikmalaya INDONESIA
AI-POWERED SMART AGRICULTURE FOR FOOD SAFETY AND SUPPLY CHAIN SECURITY	AYODELE Oluwakemi Sade SEYI-AYODELE Ayomide Lewis BAMIDELE Gbekele Iyanu	Kogi State College of Education Technical NIGERIA
MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF COMMERCIALY PREPARED TIGER NUT DRINK SOLD IN ILORIN SOUTH LOCAL GOVERNMENT AREA OF KWARA STATE, NIGERIA	SUNDAY AWE ELIZABETH OLUBUNMI ADEROJU	Kwara State University NIGERIA

**All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
 Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
 Kindly keep your cameras on till the end of the session.**

17.10.2024 | HALL-6 | SESSION-1



Ankara Local Time: 09⁰⁰-11⁰⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Subhashish Dey

Title	Author(s)	Affiliation
APPLICATIONS OF FOOD COLOR AND BIO-PRESERVATIVES IN THE FOOD AND ITS EFFECT ON THE HUMAN HEALTH	Subhashish Dey	Seshadri Rao Gudlavalleru Engineering College INDIA
EFFICACY OF THE TRADITIONAL USE OF OLIVE LEAVES DECOCTION AS ANTI-DIABETIC AGENT IN GERIATRICS	Amany Mohamed Basuny Lamiaa N Abdelaaty Catherine K.B. Zakhari Raghda Roshdy Sayed Hussein Mohamed Ragab Ahmed Mohamed Sayed Ali Galal Ali	October 6 University EGPYT Beni-Suef University EGPYT
UNLOCKING WHEAT RESILIENCE: GENOMIC AND GENOME EDITING ADVANCES AGAINST MAGNAPORTHE ORYZAE PATHOTYPE TRITICUM	Tofazzal Islam	Rahman Agricultural University BANGLADESH
THE EFFECT OF TOTAL QUALITY MANAGEMENT PRACTICES ON INNOVATION: EVIDENCE FROM SELECTED AGRICULTURAL TECHNICAL AND VOCATIONAL EDUCATION TRAINING COLLEGES IN ETHIOPIA	Sintayehu Assefa Yirga (Ph.D.) Misrak Ayalew Beshir	Hawassa University ETHIOPIA
LEVERAGING ETHNOBOTANY AND THE PHARMACOLOGICAL PROPERTIES OF MEDICINAL PLANTS FOR INNOVATIVE FOOD ADDITIVES" ; CASE OF CHAMAEROPS HUMILIS	Khadija BENAMAR Saad Ibsnouda Koraichi Kawtar Fikri-Benbrahim	Ben Abdellah University MOROCCO
EXPLORNG THE IMPORTANCE OF DIETARY CONSIDERATIONS FOR CANINE HEALTH	Ştefania Elena Degeratu	University of Bucharest ROMANIA
SUPPLEMENTATION OF DIFFERENT TYPES OF BIOCHAR IN DIETS OF CATLA CATLA: EFFECTS ON CARCASS COMPOSITION, HEMATOLOGY, AND MINERAL STATUS	Muhammad Amjad Syed Makhdoom Hussain Adnan Khalid Esha Razzaq Muhammad Mahmood Ulfat batool Ajwa Nazar	Government College University PAKISTAN
ANTAGONISTIC EFFECTS OF ORANGE PEEL METHANOLIC EXTRACT ON SELECTED BACTERIA AND FUNGI ISOLATES FROM CORN GRAINS	Shitu, S. Ishaya, J. Philip, J. I.	School of Applied Sciences NIGERIA
ISOLATION AND PREVALENCE OF VIBRIO PARAHAEMOLYTICUS FROM READY-TO-EAT FRUIT COCKTAILS SOLD IN PUBLIC MARKETS WITHIN OGHARA NEXUS	Bright E. Igere Uchechukwu U. Nwodo	Delta State University NIGERIA University of Fort Hare SOUTH AFRICA

**All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
 Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
 Kindly keep your cameras on till the end of the session.**

17.10.2024 | HALL-1 | SESSION-2



Ankara Local Time: 11³⁰-13³⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Assist. Prof. Dr. Zeynep AKŞİT

Title	Author(s)	Affiliation
THE USE OF AROMATIC PLANTS IN FOOD SAFETY AND AS NATURAL PRESERVATIVES	Serap TOPRAK DÖŞLÜ Lect. Dr. Nurten CENGİZ	Mardin Artuklu University TÜRKİYE Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University TÜRKİYE
MOLECULARLY IMPRINTED POLYMERS (MIPS) IN FOOD ANALYSIS	Lect. Dr. Nurten CENGİZ	Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University TÜRKİYE
INVESTIGATION OF pH AND PRESSURE EFFECTS ON HAZELNUT PROTEIN MODIFICATION	Hatice ELEN Assoc. Prof. Dr. İlyas ATALAR Assoc. Prof. Dr. Furkan Türker SARICAOĞLU Prof. Dr. Osman GÜL Prof. Dr. M. İrfan AKSU Prof. Dr. Nevzat KONAR	Eskişehir Osmangazi University TÜRKİYE Eskişehir Osmangazi University TÜRKİYE Bursa Teknik University TÜRKİYE Kastamonu University TÜRKİYE Ataturk University TÜRKİYE Ataturk University TÜRKİYE
THE EFFECTS OF INFRARED DRYING ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF COCONUT (COCOS NUCIFERAL.) AND PROCESS OPTIMIZATION	Ceren BEKTAŞ Assoc. Prof. Dr. Onur KETENOĞLU	Eskişehir Osmangazi University TÜRKİYE
REAL-TIME DETECTION OF GLUTEN CONTAMINATION IN FOOD POWDERS USING NEAR-INFRARED SPECTROSCOPY AND MACHINE LEARNING	Assist. Prof. Dr. Samet ÖZTÜRK	Gümüşhane University TÜRKİYE
ERZINCAN TULUM AND CHEESE AND SHELF LIFE STUDIES	Fatma YENİCE Assist. Prof. Dr. Zeynep AKŞİT	Erzincan Binali Yıldırım University TÜRKİYE
PHENOLIC COMPOUNDS IN FOOD WASTE	Sena AKBAŞ Assist. Prof. Dr. Zeynep AKŞİT	Erzincan Binali Yıldırım University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

17.10.2024 | HALL-2 | SESSION-2



Ankara Local Time: 11³⁰-13³⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Prof. Dr. Sibel SİLİCİ

Title	Author(s)	Affiliation
THE ROLE OF PROBIOTICS ON HEALTH	Assist. Prof. Dr. Çağlar AKÇALI	Mardin Artuklu University TÜRKİYE
THE ROLE OF ESSENTIAL OILS IN FOOD PRESERVATION AND HEALTH	Assist. Prof. Dr. Çağlar AKÇALI Assist. Prof. Dr. Serap TOPRAK DÖŞLÜ	Mardin Artuklu University TÜRKİYE
ALTERNATIVE PROTEIN SOURCE: EDIBLE INSECTS	Assist. Prof. Dr. Tuba Eda ARPA ZEMZEMOĞLU Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU	Gümüşhane University TÜRKİYE
ADAPTOGENIC PLANTS: AS AN ALTERNATIVE TO COPING WITH STRESS	Assist. Prof. Dr. Tuba Eda ARPA ZEMZEMOĞLU	Gümüşhane University TÜRKİYE
QUINOA, A FUNCTIONAL FOOD AND ITS EFFECTS ON HEALTH	Assist. Prof. Dr. Duygu MATARACI DEĞİRMENCİ	Ordu University TÜRKİYE
EFFECTS OF POMEGRANATE, A FUNCTIONAL FOOD, ON HEALTH	Assist. Prof. Dr. Duygu MATARACI DEĞİRMENCİ	Ordu University TÜRKİYE
CHANGES IN BIOACTIVITY AND EXIN LAYER OF POLEN FERMENTED WITH KOMBUCHA AND GREEN TEA	Prof. Dr. Sibel SİLİCİ	Erciyes University TÜRKİYE
ENDOCRINE DISRUPTING EFFECT OF HONEY BEE PRODUCTS (ROYAL JELLY AND APILARNİL)	Prof. Dr. Sibel SİLİCİ	Erciyes University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.

17.10.2024 | HALL-3 | SESSION-2



Ankara Local Time: 11³⁰-13³⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Handan GÜLER

Title	Author(s)	Affiliation
EXTRACTION METHODS, ANALYSES AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF ROSEMARY (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	Dr. Seçil KARAHÜSEYİN Assist. Prof. Dr. Merve NENNİ	Çukurova University TÜRKİYE
UTILIZATION AND ANALYSIS OF MODERN EXTRACTION TECHNIQUES IN MEDICINAL PLANTS	Assist. Prof. Dr. Merve NENNİ Dr. Seçil KARAHÜSEYİN	Çukurova University TÜRKİYE
FUNCTION AND STRUCTURE OF OSTEOPONTIN, A BIOACTIVE PROTEIN IN HUMAN MILK	Büşra SEVİM Assoc. Prof. Dr. Evrim GÜNEŞ ALTUNTAŞ	Ankara University TÜRKİYE
COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF DIFFERENT METHODS IN OBTAINING POSTBIOTIC FROM LACTIC ACID BACTERIA	Amtalsaboor ALMAHBASHI Assoc. Prof. Dr. Evrim GÜNEŞ ALTUNTAŞ	Ankara University TÜRKİYE
ESTROGEN, PROGESTERONE IN PREGNANT COW'S MILK AND WOMEN'S HEALTH	Assoc. Prof. Dr. Hale UYAR HAZAR Seçkin KAYA	Bitlis Eren University TÜRKİYE
THE INVESTIGATION OF MIGRATION RISKS IN BAMBOO-MELAMINE MATERIALS AND ARTICLES	Assoc. Prof. Dr. İsra TOPTANCI Fatma TÜRKMEN Mehmet KILINÇER Alev POLAT YAZICI Kübra KELEŞ	Istanbul Food Control Laboratory Directorate İstanbul TÜRKİYE
FOODS THAT IMPROVE BREAST MILK QUALITY	Assoc. Prof. Dr. Handan GÜLER Assoc. Prof. Dr. Ferdağ YILDIRIM	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
CAN GESTATIONAL DIABETES BE PREVENTED WITH A GLUTEN-FREE DIET?	Assoc. Prof. Dr. Handan GÜLER Assoc. Prof. Dr. Mine BEKAR	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.

17.10.2024 | HALL-4 | SESSION-2



Ankara Local Time: 11³⁰-13³⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Dr.Faiz Muhammad Shaikh

Title	Author(s)	Affiliation
IMPACT OF FOOT PRINTS ON FOOD SECURITY ENVIRONMENT SUSTAINABILITY ON CHICK PEA CROP: A CASE STUDY SUKKUR SINDH-PAKISTAN	Dr. Faiz Muhammad Shaikh Rasool Bux Junejo Syed Mehtab Ali Shah Muhammad Zafar Wassan Tanweer channa	Professor-University of Larkano PAKISTAN
FOOD SECURITY IN PAKISTAN : PERFORMANCE AND CHALLENGES: A CASE STUDY OF SINDH PAKISTAN	Dr.Faiz Muhammad Shaikh Rasool Bux Junejo Syed Mehtab Ali Shah Muhammad Zafar Wassan Tanweer channa	Professor-University of Larkano PAKISTAN
EVALUATION OF THE ACTIVITY OF ARGAN PLANT EXTRACTS (ANTICHOLINESTERASE)	Imane HAOUAME Hamdi BENDIF Nadjim SEMCHEDDINE Amina hamadi	Université Mohamed Boudiaf ALGERIA Laboratoire d'Ethnobotanique et Substances Naturelles ALGERIA
RED WEAVER ANTS: A SUSTAINABLE AND NUTRITIOUS FOOD SOLUTION FOR THE FUTURE	V.H. Badiye N.S. Sharma D.R. Sharma	Shri Mathuradas Mohota College of Science INDIA
DEVELOPMENT OF FORMULATION CONTAINING HERBAL EXTRACT OF RANDIA DUMETORUM LAMK AND ITS EVALUATION FOR ANTI-FUNGAL ACTIVITY	Shubham Sharma Prof. Sunil Gupta	Mangalayatan University INDIA
ISOLATION AND IDENTIFICATION OF MICROORGANISMS FROM HERBAL MIXTURE SOLD IN MALETE METROPOLIS	Ajiboye, A. E. Olakunle, O. J.	Kwara State University NIGERIA Federal Polytechnic Offa NIGERIA
ZINC OXIDE NANOPARTICLES IMPACT ON GERMINATION PARAMETERS, NUTRITIONAL QUALITY, YIELD AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF TRITICUM AESTIVUM	Nayyab Mansoor Ayesha Younus	Government college women university PAKISTAN
SOWING QUALITIES OF RADISH SEEDS WHEN USING GROWTH REGULATORS	Shchetyna Serhii Kichigina Olga	Uman National University of Horticulture UKRAINE Institute of Agroecology and Environmental Management of the National Academy of Agrarian Sciences of UKRAINE
INHIBITION OF RHIZOCTONIA SOLANI, THE CAUSATIVE AGENT OF BROWN RHIZOCTON DISEASE, BY AN ACTINOBACTERIA STRAIN ISOLATED FROM ALGERIAN SAHARAN SOIL	Fedwa BEGHADADI El-Hadj DRICHE	Hassiba Benbouali University of Chlef ALGERIA
THE EFFECT OF BANANA PEEL MEAL ON THE GROWTH PERFORMANCE, CARCASS CHARACTERISTICS, AND DIGESTIBILITY IN BROILERS	Shahid Ali Rajput	Muhammad Nawaz Shareef University of Agriculture PAKISTAN

**All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
 Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
 Kindly keep your cameras on till the end of the session.**

17.10.2024 | HALL-5 | SESSION-2



Ankara Local Time: 11³⁰-13³⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Prof. Dr. Olena A. Lykholat

Title	Author(s)	Affiliation
ROLE OF GAUB (DIOSPYROS PEREGRINA) FRUIT PREPARATION IN THE IMMUNE CELL ACTIVATION DURING ACUTE LYMPHOBLASTIC LEUKEMIA	Soham Bindu Pradeep R Oishi Mukherjee Roshni Bibi Koustav Sarkar	SRM Institute of Science and Technology INDIA
DUAL ROLE OF LACTIC ACID BACTERIA CULTURES FOR FERMENTATION AND CONTROL OF PATHOGENIC BACTERIA IN FRUIT ENRICHED FERMENTED MILK	M.R. Adedayo Kate Rachael Imeje	Kwara State University NIGERIA
NANOCELLULOSE DERIVED FROM AGRICULTURAL BIOWASTE BY-PRODUCTS—SUSTAINABLE SYNTHESIS, BIOCOMPATIBILITY, BIOMEDICAL APPLICATIONS, AND FUTURE PERSPECTIVES: A REVIEW	R. Thiruchelvi Dr. P. Saravanan Dr. M. Chamundeeswari	St. Joseph's College of Engineering INDIA
ANTIBIOTIC RESISTANCE OF BACTERIA ISOLATED FROM POULTRY DUNGS	Emmanuel Tomisin Bello Olatunji Matthew Kolawole Faith Feranmi Folahan Oluwaseun Grace Famoroti Shalom Olaoluwa Olawepo	Ilorin University NIGERIA IHE Delft Institute for Water Education NETHERLANDS Newland Polytechnic and College of Health Technology NIGERIA Kwara State University NIGERIA
PROTECTIVE EFFECT OF GSPE ON AFB1-INDUCED OXIDATIVE STRESS, AND APOPTOSIS THROUGH MITOCHONDRIAL PATHWAY IN THE IMMUNE ORGAN OF BROILERS	Shahid Ali Rajput	Muhammad Nawaz Shareef University of Agriculture PAKISTAN
LOCAVORE AS AN ELEMENT OF HEALTH PSYCHOLOGY	Prof. Dr. Olena A. Lykholat PhD, Tetyana Y. Lykholat Lecturer, Maksim O. Kvitko Prof. Dr. Yuriy V. Lykholat	University of Customs and Finance UKRAINE Oles Honchar Dnipro National University UKRAINE Kryvyi Rih State Pedagogical University UKRAINE
TOBACCO GROWTH ENABLEMENT BY INDOLE ACETIC ACID (IAA) FOR THE CONTROL OF SOIL ORGANIC POLLUTION	Anyasi, R.O.	Department of Environmental Science University of SOUTH AFRICA
TOURISM AS A CATALYST FOR ORGANIC FARMING AND AGRO-ENTREPRENEURSHIP IN NIGERIA	Sadiq, M.S Singh, I.P Ahmad, M.M Sani, B.S Yusuf, K.B	Federal University NIGERIA
THE IMPORTANCE OF FOOD SECURITY THROUGH AGRO-TECHNOLOGICAL INNOVATION: A CASE STUDY ON THE DEVELOPMENT OF RICE IN MOROCCO	Elwahab Fathalah Ziri Rabea Brhadda Najiba Sedki Mohamed	University Ibn Toufail MOROCCO Regional Center of Agricultural Research of Kenitra MOROCCO

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.

17.10.2024 | HALL-6 | SESSION-2



Ankara Local Time: 11³⁰-13³⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Kristina Tomska

Title	Author(s)	Affiliation
ORGANIC FOOD CONSUMPTION AND ATTENTION PERFORMANCE IN 10-13 MOROCCAN PRIMARY STUDENTS FROM KHEMISSSET	Mohcin Elkhafir Miloud Chakit Abdechahid Loukili Youssef Aboussaleh	Ibn Tofail University MOROCCO
MICROBIOLOGICAL QUALITY ASSESSMENT OF DRIED BEEF STORED IN DIFFERENT PACKAGING MATERIALS	Adamu Ahmad Abubakar Olaleye Oladimeji Olanipekun Saka Habeeb Kayode Abdullahi Tafida Ibrahim Ahmed Kyari Yerima Bala Ibrahim Farida Umar Ahmad	Nigerian Stored Products Research Institute NIGERIA
SOY PRODUCTS PROCESSING AND FOOD ALLERGIES	Sabina Khanam	Kanpur University INDIA
ISOLATION AND IDENTIFICATION OF PSEUDOMONAS SYRINGE PV SYRINGE CAUSAL AGENT OF BACTERIAL SPECK OF TOMATO CROP	Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE1	Hassiba Benbouali University ALGERIA
WHEY PROTEIN: A FUNCTIONAL INGREDIENT FOR LIVER HEALTH AND ENZYME MODULATION	Kristina Tomska	University St. Kliment Ohridski MACEDONIA
EFFECT OF SOME PLANT EXTRACTS, PLANT OILS AND TRICHODERMA SPP. ON TOMATO FUSARIUM WILT DISEASE	Ajiwe, S. T.	Ajayi Crowther University NIGERIA
EVALUATION OF COMBINED APPLICATION OF IODINE, IRON AND ZINC IN THE MANAGEMENT OF FUSARIUM WILT (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>)	Babatunde, A. J. Ajiwe, S. T. Adelaja, T. P	Federal University of Agriculture NIGERIA
RECENT SUCCESSES IN THE CONTROL OF FUSARIUM WILT OF TOMATO USING NANOPARTICLES: A REVIEW	Ajiwe, S. T. Oyelakin, F. O.	Ajayi Crowther University NIGERIA
EFFECT OF FUNGAL FERMENTATION ON IMPROVING THE NUTRIENT COMPONENTS OF ALBIZIA LEBBECK PODS	Majekodunmi Racheal Adedayo Awoyiola Zipporah Boluwatife	Kwara State University NIGERIA

**All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
 Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
 Kindly keep your cameras on till the end of the session.**

18.10.2024 | HALL-1 | SESSION-3



Ankara Local Time: 09⁰⁰-11⁰⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Assist. Prof. Dr. Hatice Aybüke KARAOĞLAN

Title	Author(s)	Affiliation
EXAMINATION OF KYRGYZ CUISINE WITHIN THE FRAMEWORK OF GASTRONOMY INTERACTION: YOZGAT PROVINCE EXAMPLE	Assist. Prof. Dr. Muhabbet ÇELİK	Yozgat Bozok University TÜRKİYE
FOOD LEGISLATION AND EVALUATION OF THE CURRENT SITUATION	Assist. Prof. Dr. Mehmet ağlar FIRAT	Erzincan Binali Yıldırım University TÜRKİYE
IMPORTANCE, DETERMINATION, AND ALTERNATIVE APPLICATIONS OF EMAMEKTIN BENZOATE RESIDUE IN FISH	Lect. Dr. Utku DURAN Assist. Prof. Dr. Sinem OLAK	Zonguldak Bülent Ecevit University TÜRKİYE
THE IMPORTANCE OF GROWTH FACTORS IN BUFFALO MILK	B�şra Şahin Lect. Dr. Utku DURAN Assist. Prof. Dr. Sinem OLAK	Ondokuz Mayıs University TÜRKİYE Zonguldak Bülent Ecevit University TÜRKİYE
INVESTIGATION OF ANTIOXIDANT AND TOTAL PHENOLIC CONTENTS OF TAPIOCA STARCH-BASED FILMS	Lect. Dr. Nilay KAHYA Akile İrem KARAPINAR Assoc. Prof. Dr. Nevin ÖZTEKİN	İstanbul Technical University TÜRKİYE
TRADITIONAL FRUIT SNACKS OF ERZINCAN: "SEFTALI (PEACH) SARUCU" AND "UZUM (GRAPE) SARUCU"	Lect. Dr. Mehmet Ali SALIK	Bingöl University TÜRKİYE
COLLAGEN: HEALTH EFFECTS, TECHNOLOGICAL PROPERTIES, AND USAGE POTENTIAL IN THE FORTIFICATION OF DAIRY PRODUCTS	Lect. Dr. Mehmet Ali SALIK	Bingöl University TÜRKİYE
THE EFFECT OF ETHYLENE VINYL ALCOHOL BARRIER ON MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGED CHICKEN MEAT PRODUCTS	Buse RENKLİ Rabia EZEN Bet�l Durak ER	Keskinoğlu Poultry and Breeding Enterprises San. Tic. A.Ş Mnaisa TÜRKİYE
THE EFFECTS OF MILKING HYGIENE ON RESIDUE ISSUES IN DAIRY CATTLE ENTERPRISES	Dr. G�l Banu ÇİÇEK BİDECİ	Ministry of Agriculture and Livestock Kastamonu TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.

18.10.2024 | HALL-2 | SESSION-3



Ankara Local Time: 09⁰⁰-11⁰⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Nesrin İÇLİ

Title	Author(s)	Affiliation
DETERMINATION OF THE CAPSAICIN AMOUNT OF THREE RED PEPPER SPICES PRODUCED BY DIFFERENT MANUFACTURING METHODS IN TÜRKİYE	Lect. Elif TUNÇİL	Hacettepe University TÜRKİYE
NUTRITIONAL ASSESSMENT, BIOACCESSIBILITY OF ANTIOXIDANTS, AND ANTIDIABETIC POTENTIAL OF THE TRADITIONALLY USED WILD PLANT BERBERIS CRATAEGINA DC.	Assist. Prof. Dr. Kübra Feyza EROL	University of Health Sciences İstanbul TÜRKİYE
POISONOUS MUSHROOMS AND POISONING SYMPTOMS	Assoc. Prof. Dr. Nesrin İÇLİ	Kastamonu University TÜRKİYE
ROYAL JELLY AND IMMUNITY REGULATORY EFFECTS	Assoc. Prof. Dr. Nesrin İÇLİ	Kastamonu University TÜRKİYE
A FUNCTIONAL FOOD: ENRICHED BREAD	Elif AL Assoc. Prof. Dr. Burak DEMİRHAN	Gazi University TÜRKİYE
ARTIFICIAL MEAT	Elif AL Assoc. Prof. Dr. Burak DEMİRHAN	Gazi University TÜRKİYE
NUTRITIONAL APPROACHES IN CANDIDA INFECTIONS	Elif POLAT Assist. Prof. Dr. Nazife YILMAZ	Erzincan Binali Yıldırım University TÜRKİYE
THE ROLE OF AKKERMANSIA MUCINIPHILA IN NUTRITION	Edanaz ADAŞIROĞLU Assist. Prof. Dr. Nazife YILMAZ	Erzincan Binali Yıldırım University TÜRKİYE
INVESTIGATION OF EMULSION PROPERTIES DEPENDING ON STORAGE TIME OF MAYONNAISE PREPARED AT DIFFERENT TEMPERATURES USING THERMOMIX	Duygu Başkaya SEZER	Amasya University TÜRKİYE
FTIR CHARACTERIZATION OF SUPERCRITICAL CO ₂ EXTRACT FROM PEANUT SKIN	Tülin EKER Pınar KADİROĞLU	Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University TÜRKİYE Osmaniye Korkut Ata University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

18.10.2024 | HALL-3 | SESSION-3



Ankara Local Time: 09⁰⁰-11⁰⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Assist. Prof. Dr. Fadime SEYREKOĞLU

Title	Author(s)	Affiliation
NOVEL COOKIE FORMULATIONS DEVELOPED WITH FLAXSEED MEAL AND WILD FRUITS	Doç. Dr. Elif YAVER Prof. Dr. Asuman KAN	Konya Technical University TÜRKİYE
THE INHIBITION POTENTIAL OF PROBIOTIC LACTOBACILLUS REUTERI CULTURE AND EDIBLE FILM SOLUTION AGAINST DIFFERENT PATHOGENS	Lect. Dr. Pelin ERTÜRKMEN Asst. Prof. Dr. Damla Bilecen ŞEN	Burdur Mehmet Akif Ersoy University TÜRKİYE
EVALUATION AND SOME PARAMETERS IN EGGS COATED WITH MATERIALS PREPARED FROM COTTONSEED OIL AND CARNAUBA WAX	Assist. Prof. Dr. Fadime SEYREKOĞLU Assoc. Prof. Dr. Gözde KILINÇ	Amasya University TÜRKİYE
APPLICATION OF METALIC NANOPARTICLES IN FOOD INDUSTRY	Assist. Prof. Dr. Tolunay YÜCEL Assist. Prof. Dr. Fadime SEYREKOĞLU	Amasya University TÜRKİYE
THE IMPACT OF PROXIMATE COMPOSITION OF FOOD ON THE MICROPLASTIC BIOACCUMULATION	Assoc. Prof. Dr. Elif Tuğçe AKSUN TÜMERKAN	Ankara Yıldırım Beyazıt University TÜRKİYE
THE INTERACTIONS BETWEEN CLIMATE CHANGE AND MICROPLASTIC IN FOOD CHAIN	Assoc. Prof. Dr. Elif Tuğçe AKSUN TÜMERKAN	Ankara Yıldırım Beyazıt University TÜRKİYE
METHODS TO REDUCE THE PRESENCE OF BIOGENIC AMINES IN FOODS	Lect. Özge KILIÇ TOSUN Prof. Dr. Ahmet Hilmi ÇON	Ondokuz Mayıs University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.

18.10.2024 | HALL-4 | SESSION-3



Ankara Local Time: 09⁰⁰-11⁰⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Labiba ZERARI

Title	Author(s)	Affiliation
FOOD SECURITY IN GREECE . THE EXISTING SITUATION AND PROSPECTS	PaschalidisCh.,D PetropoulosD.,P. PaschalidisD.,Ch SotiropoulosS.,S Giannatou M. L.,D., Papakonstantinou	University of the Peloponnes GREECE CGK Consulting Ltd GREECE University of the Peloponnes GREECE Customer Service Officer of Piraeus Bank GREECE Engineering Agronomist Freelancer GREECE
FOOD SITUATION ANALYSIS IN THE MODERN WORLD	PaschalidisCh.,D PetropoulosD.,P. PaschalidisD.,Ch SotiropoulosS.,S Giannatou M. L.,D., Papakonstantinou	University of the Peloponnes GREECE CGK Consulting Ltd GREECE University of the Peloponnes GREECE Engineering Agronomist Freelancer GREECE
"COMPARATIVE STUDY OF THE BEHAVIOR OF THREE VARIETIES OF 'PHASEOLUS VULGARIS L.' BEAN SOWN IN POLLUTED SOIL FROM AN UNCONTROLLED LANDFILL SITE"	Labiba ZERARI Saoussene CHERNINE Chahira RETEM Leila HAMDI Amir BRINIS	Badji Mokhtar University ALGERIA Badji Mokhtar-Annaba University ALGERIA
VERTICAL FARMING IN URBAN LANDSCAPES: ARCHITECTURAL APPROACHES TO SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS.	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University ALGERIA
EDIBLE CITIES: ARCHITECTURAL APPROACHES TO INTEGRATING FOOD PRODUCTION INTO THE URBAN FABRIC	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University ALGERIA
FROM FARM TO TABLE: ARCHITECTURAL APPROACHES TO STREAMLINING SUSTAINABLE FOOD DISTRIBUTION	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University ALGERIA
FROM WASTE TO RESOURCE: ARCHITECTURAL INNOVATIONS FOR SUSTAINABLE FOOD WASTE MANAGEMENT IN URBAN AREAS	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University ALGERIA
WAYS TO REDUCE PATULIN TOXIN IN APPLE JUICE	Zahra Rezapour Narges Fathabadibozcheloei	Islamic Azad University IRAN
BIOACTIVE MOLECULES, ANTIOXIDANT EGCG POLYPHENOLS EXTRACT OF GREEN TEA CAMELLIA SINENSIS L.	AMROUCHE Zoheir Marie laure Fauconnier Laribi Habchi Hassiba	University of Khemis Miliana ALGERIA University of Liege- BELGIUM University of Blida ALGERIA
INFLUENCES OF THE ENVIRONMENT ON THE PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DIFFERENT APPLE VARIETIES	Hassane Boudad Abdelmajid Haddioui Mentag Rachid El Fazazi Kaoutar Mohamed Elkadi Jamal Charafi	National Institute of Agricultural Research MOROCCO

**All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
 Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
 Kindly keep your cameras on till the end of the session.**

18.10.2024 | HALL-5 | SESSION-3



Ankara Local Time: 09⁰⁰-11⁰⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Irina-Ana DROBOT

Title	Author(s)	Affiliation
THE ROLE OF THE MIND DIET IN NEURODEGENERATIVE DISEASE PREVENTION AND CARDIOVASCULAR HEALTH	Mónika Fekete Noémi Mózes Andrea Lehoczki János T Varga	Semmelweis University BUDAPEST Semmelweis University BUDAPEST National Institute for Haematology and Infectious Diseases HUNGARY Semmelweis University BUDAPEST
THE INFLUENCE OF SPRING BARLEY AND OATS ON THE AGGRESSIVENESS OF A PHYTOPATHOGENIC ISOLATE	Liliia Havryliuk Dmytro Gentosh Olena Bashta	National University of Life and Environmental Sciences UKRAINE
MICROBIOME-TARGETED VETERINARY DIET: ENHANCING PET HEALTH THROUGH NUTRITION	Areej Tanveer Muhammad Hamza Muneer Kashif Hussain Maryam Bashir	MNS University PAKISTAN
DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN ATMOSPHERIC WATER HARVESTING SYSTEM RUNNING TITLE: INNOVATIVE AWH SYSTEM DESIGN	Sadaf Rashidi Jafar Massah Akbar Arab Hoseini	Tehran University IRAN
EFFECTS OF ORAL ADMINISTRATION OF SCENT LEAF ON THE LIVER HISTOLOGY OF BROILER CHICKENS	Akinlade, O. O Irivboje, O.A Okusanya, P.O	Federal Polytechnic Ilaro NIGERIA
JAPANESE CULTURE FEATURES IN WAGASHI, OR TRADITIONAL SWEETS	Irina-Ana DROBOT	Technical University of Civil Engineering Bucharest ROMANIA
"EFFECTS OF WASTE MUSHROOM BIOMASS ON MACROMOLECULAR COMPOSITION OF MARIGOLD"	Piotr SALACHNA Łukasz ŁOPUSIEWICZ Agnieszka ZAWADZIŃSKA Ireneusz OCHMIAN Marcelina KRUPA-MALIKIEWICZ	West Pomeranian University of Technology Szczecin POLAND University of Economics and Human Sciences in Warsaw POLAND West Pomeranian University of Technology Szczecin POLAND
SUSTAINABLE MANAGEMENT OF GASTRONOMIC EVENTS: SCOPING REVIEW	Marianys FERNÁNDEZ, PhD. Candidate Prof. Nuno BAPTISTA, Phd. Prof. Mário ANTÃO, PhD.	Universidad de Sevilla PORTUGAL Polytechnic University PORTUGAL Universidade Lusíada de Lisboa PORTUGAL
GROWTH PERFORMANCE OF CHILI PEPPER UNDER RAIN SHELTER MICROCLIMATE CONDITION	Meivie Tivalli Kusumiyati Kusumiyati Shazma Anwar	Universitas Padjadjaran INDONESIA The University of Agriculture Peshawar PAKISTAN
THE YIELD RESPONSE OF PISTACHIO TREES TO FOLIAR SPRAY OF SOME MICRO-NURRIENTS AT TIME OF POST-BLOOM	Akbar Soliemanzadeh Vahid Mozafari	Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center IRAN Vali-e-Asr University of Rafsanjan IRAN

**All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
 Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
 Kindly keep your cameras on till the end of the session.**

18.10.2024 | HALL-6 | SESSION-3



Ankara Local Time: 09⁰⁰-11⁰⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Teodora Kukrić

Title	Author(s)	Affiliation
THE APPLICATION OF BIOSENSOR IN DETECTION OF FOOD CONTAMINANTS	Shaapera, Aondoakura	Federal University Wukari NIGERIA
ASSESSING MICROBIAL CONTAMINATION ON SURFACES IN A YOGHURT FACTORY: IMPACT ON PRODUCT SAFETY	Belaidi Chanez Bouayad Leila Boudjit Rosa Lakhdara Nedjoua	Constantine 1 University ALGERIA "Laboratory of Food Hygiene and Quality Insurance System (HASAQ), Higher National Veterinary School ALGERIA" Constantine 1 University ALGERIA
ANTIFUNGAL STUDY OF SELECTED HYDROPHOBIC DEEP EUTECTIC SOLVENTS	Teodora Kukrić Prof. Dr. Boris Popović	Novi Sad University SERBIA
ASSESSMENT OF MOROCCAN CONSUMERS' PREFERENCES AND INFLUENCING FACTORS FOR FISH PROCESSED PRODUCTS CONSUMPTION	Chaymae GHAFLOULI Khaoula FAIZ Adil ROUKBANI Prof. Dr. Bouchra	Sidi Mohammed Ben Abdellah University MOROCCO
CHEMOPROFILING AND ANTIOXIDANT POTENTIAL OF OLIVE POMACE EXTRACT	Khaoula FAIZ Chaymae GHAFLOULI Adil ROUKBANI Abdelhadi MAZRHA Mohammed MERZOUKI Mohammed BENLMLIH Bouchra LOUASTÉ	Sidi Mohammed Ben Abdellah University MOROCCO
ANTIOXYDANT ACTIVITY OF GRAPE POMACE	Abdelhadi MAZRHA Malika AMMARI Khaoula FAIZ Fatimaezzahrae Mrizak Chaymae GHAFLOULI Adil ROUKBANI Bouchra LOUASTÉ Mohammed MERZOUKI	Sidi Mohammed Ben Abdellah University MOROCCO
ASSESSMENT AND MAPPING SOIL ORGANIC MATTER USING THE EM38 AND MSP3 SENSORS: A FOCUS ON THE MODELLING APPROACHES	Hajjaj Hasna Ibno Namr Khalid El Aissaoui Abdellah Bel-lahbib Sanae	Chouaib Doukkali University MOROCCO Chouaib Doukkali University MOROCCO National Institute of agronomic Research MOROCCO
FOOD SELF-SUFFICIENCY IN THE FACE OF CLIMATE CHANGE: EMPIRICAL EVIDENCE FROM NIGERIA	Abdulsalam, R.Y. Egwuma, H. Mukhtar, U. H. Abdulazeez	Dutse Federal University NIGERIA Ahmadu Bello University NIGERIA
SUNFLOWER SEED'S ROLE IN CARDIOVASCULAR HEALTH	Mr Fareed Afzal Mr Asjid Hanan Malik Sumaiya Haroon	Gulab Devi Educational Complex PAKISTAN

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.

18.10.2024 | HALL-1 | SESSION-4



Ankara Local Time: 11³⁰-13³⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Aysun YÜCETEPE

Title	Author(s)	Affiliation
INTERFACIAL ADSORPTION AND STABILIZATION OF PICKERING EMULSIONS BY PLANT GUMS	Res. Assist. Dr. Duygu ASLAN TÜRKER	Erciyes University TÜRKİYE
EFFECTS OF DRYING METHODS ON THE POWDER PROPERTIES OF CAMELINA (CAMELINA SATIVA (L.) CRANTZ.) SEED PROTEIN CONCENTRATES	Assist. Prof. Dr. Fatma KORKMAZ	Balıkesir University TÜRKİYE
PLANT PROTEIN-BASED EDIBLE FILMS LOADED WITH BIOACTIVE COMPOUNDS FOR FOOD PACKAGING	Lect. Dr. Elif Meltem İŞÇİMEN	Erciyes University TÜRKİYE
PHYTOCHEMICAL COMPOSITION AND THERAPEUTIC PROPERTIES OF ARTEMISIA L.	Beyza KABA Prof. Dr. İlkey KOCA	Ondokuz Mayıs University TÜRKİYE
USE OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY IN SENSORY ANALYSE OF FOODS	Res. Assist. Andaç KOÇ Prof. Dr. Ali Coşkun DALGIÇ	Gaziantep University TÜRKİYE
SOME CHEMICAL, PHYSICAL AND SENSORY PROPERTIES OF GLUTEN-FREE BREADS SUPPLEMENTED WITH CHICKPEA AND DRY BEAN FLOURS	Gözde KARABULUT Ece PEKER Yasemin FELEKOĞLU ÖRCÜN Assist. Prof. Dr. Ezgi ÖZGÖREN ÇAPRAZ Assoc. Prof. Dr. Fatma IŞIK	Uyar Holding Yozgat TÜRKİYE Uyar Holding Yozgat TÜRKİYE Uyar Holding Yozgat TÜRKİYE Pamukkale University TÜRKİYE Pamukkale University TÜRKİYE
OPTIMIZATION OF EXTRACTION CONDITIONS OF SARGASSUM ACICULARIS PROTEINS: INVESTIGATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PROTEIN EXTRACTS	Assoc. Prof. Dr. Aysun YÜCETEPE Assist. Prof. Dr. Emine Şükran OKUDAN Prof. Dr. Beraat ÖZÇELİK	Aksaray University TÜRKİYE Akdeniz University TÜRKİYE Istanbul Technical University TÜRKİYE
DEVELOPMENT OF EDIBLE FILMS BASED ON PEA PROTEIN ISOLATE ENRICHED WITH ESSENTIAL OIL OF PINUS PINASTER RESIN	Res. Assist. Dr. Huriye Gözde CEYLAN	Adıyaman University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

18.10.2024 | HALL-2 | SESSION-4



Ankara Local Time: 11³⁰-13³⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Prof. Dr. Meltem SARIOĞLU CEBECİ

Title	Author(s)	Affiliation
AN OVERVIEW OF PLANT-BASED BEVERAGES	Senanur SOYÜNEN AYDOĞAN Prof. Dr. Buket ER DEMİRHAN	Gazi University TÜRKİYE
NUTRITIONAL QUALITY, HEALTH EFFECTS AND SAFETY OF MICROGREENS	Senanur SOYÜNEN AYDOĞAN Prof. Dr. Buket ER DEMİRHAN	Gazi University TÜRKİYE
IMPROVING FOAM PROPERTIES OF SOY PROTEIN ISOLATE: TAGUCHI-DEAR HYBRID OPTIMIZATION	Assist. Prof. Dr. Mehmet GÜLDANE	Sakarya University TÜRKİYE
PRODUCTION OF MULBERRY POWDER USING MICROWAVE-ASSISTED FOAM MAT DRYING	Assist. Prof. Dr. Mehmet GÜLDANE	Sakarya University TÜRKİYE
FERMENTED PURSLANE (PORTULACA OLERACEA L.) JUICE AS A NOVEL FUNCTIONAL BEVERAGE: A REVIEW	Lect. Dr. Tuba Gül DİKME Assist. Prof. Dr. Hakiye ASLAN	Harran University TÜRKİYE Bingöl University TÜRKİYE
FOOD INSECURITY AND HEALTH OUTCOMES IN VULNERABLE GROUPS: A LITERATURE REVIEW	Lect. Mehmet ÖZYURT	Mardin Artuklu University TÜRKİYE
EVALUATION OF SUGAR INDUSTRY WASTES FOR WASTEWATER TREATMENT	Prof. Dr. Meltem SARIOĞLU CEBECİ	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
AGRICULTURE: THE PERENNIAL PRIORITY OF THE EUROPEAN UNION	Prof. Dr. Süreyya Yiğit	New Vision University GEORGIA
HARNESSING CARBON DOTS FOR SMART AND SUSTAINABLE FOOD PACKAGING	Assoc. Prof. Dr. Saliha DİNÇ	Selçuk University TÜRKİYE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

18.10.2024 | HALL-3 | SESSION-4



Ankara Local Time: 11³⁰-13³⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Prof. (Assoc.) PhD. Anna KOPICZKO

Title	Author(s)	Affiliation
RELATIONSHIP OF CONSUMPTION DAIRY PRODUCTS AND NUTRITIONAL STATUS WITH FOREARM BONE MINERAL DENSITY IN ADOLESCENT CAUCASIAN BOYS: CROSS-SECTIONAL STUDY	Prof. (Assoc.) PhD. Anna KOPICZKO PhD Student Jakub BAŁDYKA PhD Student Wiktoria PIETRZAK	Józef Piłsudski University POLAND
DETERMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF Lentinula edodes MUSHROOM	Dr. Monika Stojanova Acad. Prof. Dr. Dragutin A. Djukic Prof. Dr. Marina T. Stojanova	Association for Scientific-research, Educational and Cultural Activities NORT MACEDONIA University of Kragujevac SERBIA University of Ss. Cyril and Methodius NORT MACEDONIA
THE INFLUENCE OF GROWING MEDIA COMBINATION ON MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY AND GROWTH PERFORMANCE OF STEVIA REBAUDIANA	Mohammad Moneruzzaman Khandaker Nur Aqilah Binti Abdullah	Universiti Sultan Zainal Abidin MALAYSIA
NEONICOTINOIDS AND BRAIN HEALTH: DISRUPTIONS IN LEARNING, MEMORY, AND BEHAVIOR FROM CHRONIC EXPOSURE	Sarra Zouaoui Rachid Rouabhi	Echahid Larbi tebessi University ALGERIA
PROXIMATE COMPOSITION AND SENSORY PROPERTIES OF FERMENTED CONDIMENT (DAWADAWA) FROM BLENDS OF SOYBEAN AND MORINGA SEED	Onyekwelu, Chinyere Nkemakonam Izuchukwu, Chinyere Grace	Department of Food Technology NIGERIA
CHANGES IN ANTIOXIDANT COMPOUNDS OF FRESH JUJUBE (ZIZIPHUS JUJUBA) FRUIT AFTER COLD STORAGE	Farid MORADINEZHAD Maryam DOROSTKAR	Birjand University IRAN Ferdowsi University IRAN
COMPARISON OF 1-MCP AND HIGH CO ₂ POSTHARVEST APPLICATION IN EXTENDING THE SHELF-LIFE OF FRESH APRICOT FRUIT	Maryam Dorostkar Yahya Selahvarzi Ali Tehranifar Farid Moradinezhad	Ferdowsi University IRAN Birjand University IRAN
PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND QUALITY OF STORED SEEDLESS BARBERRY FRUIT FROM THE MAIN PRODUCTION AREAS OF IRAN	Farid MORADINEZHAD Maryam DOROSTKAR Razieh NIAZMAND	Birjand University IRAN Ferdowsi University IRAN
DOES THE GENDER HAVE AN IMPACT ON THE CONSUMPTION OF ORGANIC FOODS?	Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI	University of Tizi Ouzou ALGERIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.

18.10.2024 | HALL-4 | SESSION-4



Ankara Local Time: 11³⁰-13³⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Major Gheorghe GIURGIU

Title	Author(s)	Affiliation
EFFECTS OF SUPERVISION AND TRAINING ON ENTREPRENEURSHIP DEVELOPMENT IN SOKOTO STATE - NIGERIA	Ph.D. Mulikat FolashadeUsman	Usmanu Danfodiyo University NIGERIA
EFFECT OF THE DIFFERENT LEVELS OF THE CRUDE PROTEIN ON BODY GROWTH, BLOOD PARAMETERS AND MEAT QUALITY IN PEKIN DUCK	Aftab Hussain Dr. Asia Iqbal Dr. Arshad Jvaid Dr. Sehrish Sadia	University of Veterinary and Animal Sciences INDIA
EXTRACTION AND TECHNOLOGICAL APPLICATIONS OF ROSEMARY ESSENTIAL OIL	Dr. Muhammad Imran	Government College University PAKISTAN
HARVESTING ANTIOXIDANTS: TECHNIQUES AND EFFICACY IN FRUITS AND VEGETABLES	Muhammad Tayyab Arshad Ali Ikram Muhammad Ahmad	Lahore University PAKISTAN
AGRI-FOOD TOURISM AND LOCAL CUISINE IN NIGERIA	Sadiq, M.S Singh, I.P Ahmad, M.M Sani, B.S Yusuf, K.B	Federal University NIGERIA
GUT MICROBIOTA MEDIATES THE IMMUNOMODULATOR EFFECT OF DIETARY COCOA: IMPACT OF POLENODERM	Major Gheorghe GIURGIU Prof. Dr. Med. Manole COJOCARU	Deniplant-Aide Sante Medical Center ROMANIA Titu Maiorescu University ROMANIA
ENHANCING CASHEW APPLE UTILIZATION: A STUDY ON EXTRACTION METHODS AND TANNIN REDUCTION	Vinh PHAN THI KHANH Anh TRAN THI PHUONG Bao NGUYEN	Nha Trang University VIETNAM
STUDIES ON THE PRODUCTION, PROXIMATE COMPOSITION AND CHEMICAL PRESERVATION OF TIGER NUT MILK, USING SODIUM AZIDE AS AN ADDITIVES	Halimatu Ibrahim Dr. Ahmed Lawal Mashi, PhD Dr. Abubakar sani PhD Mal. Magaji Ilu barde	Umaru Musa Yar'adua University NIGERIA
GROWTH, PRODUCTION, AND FRUIT QUALITY OF TOMATO PLANTS GROWN IN AN INTERCROPPING SYSTEM UNDER DROUGHT STRESS	Rana CHOUKRI Mohamed FAIZE Ali SKALLI Mourad BAGHOUR	University Mohammed I MOROCCO University Chouaïb Doukkali MOROCCO
EVALUATION OF NUTRITIONAL PROPERTIES OF COMPLEMENTARY FOOD PRODUCED FROM SELECTED SPICES, BAMBARA NUT AND MAIZE BLENDS	Nwakalor Chizoba Nkiru	Federal Polytechnic NIGERIA

**All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
 Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
 Kindly keep your cameras on till the end of the session.**

18.10.2024 | HALL-5 | SESSION-4



Ankara Local Time: 11³⁰-13³⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Adeyinka Elizabeth Ajiboye

Title	Author(s)	Affiliation
BIOPRESERVATIVE ACTIVITY OF CRUDE BACTERIOCIN PRODUCED BY LACTIC ACID BACTERIA FROM SELECTED FERMENTED FOOD SAMPLES AGAINST SOME FOODBORNE PATHOGENIC BACTERIA	Adeyinka Elizabeth Ajiboye Majekodunmi Racheal Adedayo Fatima Mojisola Akanbi	Kwara State University NIGERIA Government College University PAKISTAN
ADULTERATION OF MEAT: A CRITICAL ISSUE FOR PUBLIC HEALTH	Muhammad Bilal Hussain Marwa Waheed Farhan Saeed Muhammad Afzaal Bushra Niaz	Government College University PAKISTAN Riphah International University PAKISTAN
THE VALORIZATION OF OLIVE OIL WASTE BY THE USE OF NEW BIOCHEMICAL STRATEGIES	Adil ROUKBANI Khaoula FAIZ Chaymae GHAFFOULI Prof. Dr. Bouchra LOUASTÉ	Sidi Mohammed Ben Abdellah University MOROCCO
BIOTECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN CULTURED MEAT PRODUCTION: TECHNIQUES AND APPLICATIONS	Madalina Alexandra DAVIDESCU Alexandru USTUROI	"Ion Ionescu de la Brad" University of ROMANIA
SUSTAINABLE TEA INNOVATION: HARNESSING ORANGE RIND AND PINEAPPLE CORE FOR FUNCTIONAL BEVERAGE DEVELOPMENT	Kukwa, R.E. Ngunjoh, C.E. Leke, L	Benue State University NIGERIA
FOOD PRESERVATION AND SAFETY: THE ROLE OF ESSENTIAL OILS	Chaymae GHAFFOULI Khaoula FAIZ Adil ROUKBANI Bouchra LOUASTE	Sidi Mohammed Ben Abdellah University MOROCCO
PREPARATION OF HYDROGEL BEADS CONTAINING PLANT EXTRACT	Imdadul Hossain Molla	I. K. Gujral Punjab Technical University INDIA
EFFECT OF FORTIFICATION OF LETTUCE AND GERMINATED CHICKPEA FLOUR ON COOKING, FUNCTIONAL AND TEXTURAL PROPERTIES OF PASTA	NEHA	I. K. Gujral Punjab Technical University INDIA
EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT AND ANTIDIABETIC ACTIVITY (IN VITRO) OF POLYPHENOLIC EXTRACTS OF ILLICIUM VERUM	Hamza BELKHODJA Abderrahmane REMIL Fatima Zohra LABBACI Khaoula SACI Nawel CHERGUI	University of Mustapha Stambouli ALGERIA
DISPLACEMENT DUE TO ARMED BANDITRY AND ITS EFFECTS ON FOOD SECURITY: A COMPREHENSIVE REVIEW	Sadiq, M.S Singh, I.P Ahmad, M.M Sani, B.S Yusuf, K.B	Federal University NIGERIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.

18.10.2024 | HALL-6 | SESSION-4



Ankara Local Time: 11³⁰-13³⁰



ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 161616

Moderator: Dr. K.R.Padma

Title	Author(s)	Affiliation
SINCE THE BEGINNING OF HUMAN HISTORY, FOOD, NUTRITION, AND BEVERAGES ARE VITAL PARTNERS: FACTS AND INTERPRETATIONS	K.R.Padma K.R.Don	
THE MICROCLIMATE OF SCREEN HOUSE: AN OPTIMAL ENVIRONMENT FOR GROWTH, DISEASE RESISTANCE, AND QUALITY FRUIT DEVELOPMENT IN SOLANACEOUS CROPS (CHERRY TOMATO AND CHILI)	Farhan Ahmad Kusumiyati Kusumiyati Mochamad Arief Soleh Muhammad Rabnawaz Khan Ristina Siti Sundari	Universitas Padjadjaran INDONESIA Faculty of Crop Production Sciences PAKISTAN Faculty of Crop Production Science PAKISTAN Universitas Perjuangan INDONESIA
EFFECT OF DEFENSE ENZYMES ON THE GROWTH OF <i>Bipolaris maydis</i> ON MAIZE (<i>Zea mays</i> L.)	Vignesh K Sathiya Aravindan V Sunil Suriya M	Palar Agricultural College INDIA Annamalai University INDIA
ABOUT AGRI-FOOD GOVERNANCE AND QUALITY – INSIGHTS FROM BULGARIA 1	Hrabrin Bachev Bozhidar Ivanov	Institute of Agricultural Economics BULGARIA
SUSTAINABLE STRATEGIES FOR BOOSTING TOMATO FOOD VALUE: MITIGATING COPPER TOXICITY WITH CHITOSAN AND NANOSILVER	Marcelina KRUPA-MALKIEWICZ Ireneusz OCHMIAN Sylwia CZARNECKA	West Pomeranian University POLAND
PREVALENCE OF INTERNAL PARASITES IN LOCAL CHICKEN IN KARBALA PROVINCE/IRAQ	Firas Alali Marwa Jawad Asaad Sh. M. Alhesnawi Ali alshimry	College of Veterinary Medicine IRAQ University of Kerbala IRAQ
INVESTIGATING THE EFFECTS OF HOT WATER SOAKING ON THE PROXIMATE AND ANTI-NUTRITIONAL COMPOSITION OF MORINGA (<i>Moringa oleifera</i>) LEAVE	Abdulrauf Rukayat Titilayo	Federal University of Technology Minna NIGERIA
ALLELOCHEMICAL EFFECT ON <i>AVERRHOA CARAMBOLA</i> L. IN ANATOMICAL ARCHITECTURE ON WHEAT GROWTH	Syeda Sabika Zahra Naqvi Syed Mohsan Raza Shah Zaheer Abbas Laiba Hameed Amjad Hussain Muhammad.Farooq Muhammad Imran Rafique	University of Education PAKISTAN
EFFECT OF DEFENSE ENZYMES ON THE GROWTH OF <i>Bipolaris oryzae</i> ON RICE (<i>Oryza sativa</i> L.)	Vignesh K Sathiya Aravindan V Sunil Suriya M	Palar Agricultural College INDIA Annamalai University INDIA
THE YIELD RESPONSE OF PISTACHIO TREES TO FOLIAR SPRAY OF SOME MICRO-NUTRIENTS AT TIME OF POST-BLOOM	Akbar Soliemanzadeh Vahid Mozafari	Soil and Water Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandar-e-Abbas IRAN Vali-e-Asr University of Rafsanjan IRAN

**All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
 Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
 Kindly keep your cameras on till the end of the session.**

CONTENTS

AUTHOR	TITLE	No
NWAKALOR CHIZOBA NKIRU	EVALUATION OF NUTRITIONAL PROPERTIES OF COMPLEMENTARY FOOD PRODUCED FROM SELECTED SPICES, BAMBARA NUT AND MAIZE BLENDS	1
Sadiq, M.S. Singh, I.P. Ahmad, M.M. Sani, B.S. Yusuf, K.B.	AGRI-FOOD TOURISM AND LOCAL CUISINE IN NIGERIA	12
AYODELE Oluwakemi Sade AJAYI, Ebenezer Akinyemi SEYI-AYODELE Ayomide Lewis	AI-POWERED SMART AGRICULTURE FOR FOOD SAFETY AND SUPPLY CHAIN SECURITY	24
Edanaz ADAŞIROĞLU Nazife YILMAZ	THE ROLE OF AKKERMANSIA MUCINIPHILA IN NUTRITION	32
Tuba Eda ARPA ZEMZEMOĞLU Huri İLYASOĞLU	ALTERNATIVE PROTEIN SOURCE: EDIBLE INSECTS	38
Handan GÜLER Ferdağ YILDIRIM	FOODS THAT IMPROVE BREAST MILK QUALITY	48
Serap TOPRAK DÖŞLÜ Nurten CENGİZ	THE USE OF AROMATIC PLANTS IN FOOD SAFETY AND AS NATURAL PRESERVATIVES	56
Beyza KABA İlkay KOCA	PHYTOCHEMICAL COMPOSITION AND THERAPEUTIC PROPERTIES OF ARTEMISIA L.	64
Hrabrin BACHEV Bozhidar IVANOV	ABOUT AGRI-FOOD GOVERNANCE AND QUALITY – INSIGHTS FROM BULGARIA	80
Utku Duran Sinem Çolak	IMPORTANCE, DETERMINATION, and ALTERNATIVE APPLICATIONS of EMAMECTIN BENZOATE RESIDUE IN FISH	92
Elif Tuğçe Aksun Tümerkan	THE INTERACTIONS BETWEEN CLIMATE CHANGE AND MICROPLASTIC IN FOOD CHAIN	100
Tuğba DEDEBAŞ Emine TECEM	THE EFFECT OF WHITE CHERRY STEM ON PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF MUFFIN CAKES	105
Seçil KARAHÜSEYİN Merve NENNİ	EXTRACTION METHODS, ANALYSES AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF ROSEMARY (Rosmarinus officinalis L.)	112
Hale UYAR HAZAR Seçkin KAYA	ESTROGEN, PROGESTERONE IN PREGNANT COW'S MILK AND WOMEN'S HEALTH	119
Murat İŞÇİ Hatice Aybüke KARAOĞLAN	THE POTENTIAL OF BIOACTIVE COMPONENTS AND THEIR APPLICATION IN THE ENHANCEMENT OF VARIOUS FOODS	127
Gözde KUTLU	INCORPORATION OF BLACK CHOKEBERRY (ARONIA MELANOCARPA L.) EXTRACTS INTO BREAD FORMULATIONS: EFFECTS ON GLYCEMIC INDEX, ANTIOXIDANT PROPERTIES, AND IN VITRO BIOACCESSIBILITY OF BIOACTIVE COMPOUNDS	139
Elif POLAT Nazife YILMAZ	NUTRITIONAL APPROACHES IN CANDIDA INFECTIONS	153

Sadiq, M.S . Singh, I.P. Ahmad, M.M. Sani, B.S . Yusuf, K.B.	DISPLACEMENT DUE TO ARMED BANDITRY AND ITS EFFECTS ON FOOD SECURITY: A COMPREHENSIVE REVIEW	160
Meivie Tivalli Kusumiyati Kusumiyati Shazma Anwar	GROWTH PERFORMANCE OF CHILI PEPPER UNDER THE RAIN SHELTER MICROCLIMATE CONDITION	166
Irina-Ana DROBOT	JAPANESE CULTURE FEATURES IN WAGASHI, OR TRADITIONAL SWEETS	173
Duygu Başkaya Sezer	INVESTIGATION OF EMULSION PROPERTIES DEPENDING ON STORAGE TIME OF MAYONNAISE PREPARED AT DIFFERENT TEMPERATURES USING THERMOMIX	179
Elif TUNÇİL	DETERMINATION OF THE CAPSAICIN AMOUNT OF THREE RED PEPPER SPICES PRODUCED BY DIFFERENT MANUFACTURING METHODS IN TÜRKİYE	188
Elif YAVER Asuman KAN	NOVEL COOKIE FORMULATIONS DEVELOPED WITH FLAXSEED MEAL AND WILD FRUITS	194
Emre HASTAOĞLU	FOOD FRIENDLY HOTEL CONCEPT	200
Emre HASTAOĞLU	ALTERNATIVE MEAT TYPE: RABBIT MEAT	204
Mohammad Moneruzzaman Khandaker Nur Aqilah Binti Abdullah	THE INFLUENCE OF GROWING MEDIA COMBINATION ON MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY AND GROWTH PERFORMANCE OF STEVIA REBAUDIANA	209
FATMA YENİCE ZEYNEP AKŞİT	ERZINCAN TULUM AND CHEESE AND SHELF LIFE STUDIES	212
Tuğba Gül DİKME Hakiye ASLAN	FERMENTED PURSLANE (PORTULACA OLERACEA L.) JUICE AS A NOVEL FUNCTIONAL BEVERAGE: A REVIEW	222
Akbar Soliemanzadeh Vahid Mozafari	THE YIELD RESPONSE OF PISTACHIO TREES TO FOLIAR SPRAY OF SOME MICRO-NURRIENTS AT TIME OF POST-BLOOM	232
Monika Stojanova Dragutin A. Djukic Marina T. Stojanova	DETERMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF Lentinula edodes MUSHROOM	235
Mónika Fekete Noémi Mózes Andrea Lehoczi Tamás Csípő János T Varga	THE ROLE OF THE MIND DIET IN NEURODEGENERATIVE DISEASE PREVENTION AND CARDIOVASCULAR HEALTH	243
Mehmet Ali SALIK	COLLAGEN: HEALTH EFFECTS, TECHNOLOGICAL PROPERTIES, AND USAGE POTENTIAL IN THE FORTIFICATION OF DAIRY PRODUCTS	248
Mehmet Ali SALIK	TRADITIONAL FRUIT SNACKS OF ERZINCAN: “SEFTALI (PEACH) SARUCU” AND “UZUM (GRAPE) SARUCU”	256
Muhabbet ÇELİK	EXAMINATION OF KYRGYZ CUISINE WITHIN THE FRAMEWORK OF GASTRONOMY INTERACTION: YOZGAT PROVINCE EXAMPLE	263
Nurten CENGİZ	MOLECULARLY IMPRINTED POLYMERS (MIPS) IN FOOD ANALYSIS	271
SENA AKBAŞ ZEYNEP AKŞİT	PHENOLIC COMPOUNDS IN FOOD WASTE	277

Mehmet Çağlar FIRAT	FOOD LEGISLATION AND EVALUATION OF THE CURRENT SITUATION	285
Özge KILIÇ TOSUN Ahmet Hilmi ÇON	METHODS TO REDUCE THE PRESENCE OF BIOGENIC AMINES IN FOODS	293
Handan GÜLER Mine BEKAR	CAN GESTATIONAL DIABETES BE PREVENTED WITH A GLÜTEN-FREE DIET?	304
Hasibe EKİCİ Meryem GÖKSEL SARAÇ	CONTENT ANALYSIS OF UNDERGRADUATE THESIS STUDIES ON ICE CREAM AND VEGETABLE FAT MILK ICE SAMPLES; 2004-2024	311
Gül den KILIÇ Rümeysa KÜYÜK Büşra ARSLAN İlkin YÜCEL ŞENGÜN	PROBLEMS ENCOUNTERED IN THE CATERING SECTOR	322
Fatma HASTAOĞLU	HYPOGEUSIA IN CHEMOTHERAPY PATIENTS	343
Fatma HASTAOĞLU	KETOGENIC DIET AND ALZHEIMER'S	349
Sibel SİLİCİ	ENDOCRINE DISRUPTING EFFECT OF HONEY BEE PRODUCTS (ROYAL JELLY AND APILARNIL)	353
Aysun Yüce te pe Emine Şükran Okudan Beraat Özçelik	OPTIMIZATION OF EXTRACTION CONDITIONS OF SARGASSUM ACICULARIS PROTEINS: INVESTIGATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PROTEIN EXTRACTS	367
Elif Tuğçe Aksun Tümerkan	THE INTERACTIONS BETWEEN CLIMATE CHANGE AND MICROPLASTIC IN FOOD CHAIN	375
AbdulRauf Rukayat Titilayo	INVESTIGATING THE EFFECTS OF HOT WATER SOAKING ON THE PROXIMATE AND ANTI-NUTRITIONAL COMPOSITION OF MORINGA (Moringa oleifera) LEAVE	381
Tuba Eda ARPA ZEMZEMOĞLU	ADAPTOGENIC PLANTS: AS AN ALTERNATIVE TO COPING WITH STRESS	396
Kubra Feyza Erol	NUTRITIONAL ASSESSMENT, BIOACCESSIBILITY OF ANTIOXIDANTS, AND ANTIDIABETIC POTENTIAL OF THE TRADITIONALLY USED WILD PLANT BERBERIS CRATAEGINA DC.	404
Büşra Şahin Utku Duran Sinem Çolak	THE IMPORTANCE OF GROWTH FACTORS IN BUFFALO MILK	415
Mehmet GÜLDANE	IMPROVING FOAM PROPERTIES OF SOY PROTEIN ISOLATE: TAGUCHI-DEAR HYBRID OPTIMIZATION	432
Tolunay YÜCEL Fadime SEYREKOĞLU	APPLICATION OF METALIC NANOPARTICLES IN FOOD INDUSTRY	439
Serap EMEK Ülker Aslı GÜLER	MICRO PLASTICS IN DRINKING WATER AND THEIR EFFECTS ON HUMAN HEALTH	445
Merve NENNİ Seçil KARAHÜSEYİN	UTILIZATION AND ANALYSIS OF MODERN EXTRACTION TECHNIQUES IN MEDICINAL PLANTS	457
YISA, E.N. Muhammad, H.U. Tsado, J.H. Ajayi, O.J.	EFFECT OF INPUT SUBSIDIES ON OUTPUT OF RICE FARMERS UNDER VALUE CHAIN DEVELOPMENT PROGRAMME IN NIGER STATE, NIGERIA	463
Meltem SARIOĞLU CEBECİ	VALUATION OF SUGAR INDUSTRY WASTES FOR WASTEWATER TREATMENT	471

Müge HENDEK ERTOP Aslihan ÖZASLAN	SOME PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF CUP CAKES INCORPORATED IN DRIED ELDERBERRY POMACE AND ELDERFLOWER	481
Özlem Pelin CAN	USES OF POSTBIOTICS	496
Özlem Pelin CAN	DEEP LEARNING IN FOOD	500
Fadime SEYREKOĞLU Gözde KILINÇ	EVALUATION OF SOME PARAMETERS IN EGGS COATED WITH MATERIALS PREPARED FROM COTTONSEED OIL AND CARNAUBA WAX	504
Anyasi, R.O.	TOBACCO GROWTH ENABLEMENT BY INDOLE ACETIC ACID (IAA) FOR THE CONTROL OF SOIL ORGANIC POLLUTION	510
Tamás Misik Zoltán Nagy Rita Domjáné Nyizsalovszki	SUSTAINABILITY RESTAURANTS AND GOOD PRACTICES IN NORTH-EASTERN HUNGARY.	519
V.H. Badiye N.S. Sharma D.R. Sharma	"RED WEAVER ANTS: A SUSTAINABLE AND NUTRITIOUS FOOD SOLUTION FOR THE FUTURE"	525
Saliha DİNÇ	HARNESSING CARBON DOTS FOR SMART AND SUSTAINABLE FOOD PACKAGING	532
SHAAPER, AONDOAKURA	THE APPLICATION OF BIOSENSOR IN DETECTION OF FOOD CONTAMINANTS	537
Gül Banu ÇİÇEK BİDECİ	THE EFFECTS OF MILKING HYGIENE ON RESIDUE ISSUES IN DAIRY CATTLE ENTERPRISES	554
Duygu MATARACI DEĞİRMENCİ	QUINOA, A FUNCTIONAL FOOD AND ITS EFFECTS ON HEALTH	566
Çağlar AKÇALI	THE ROLE OF PROBIOTICS ON HEALTH	572
Duygu MATARACI DEĞİRMENCİ	EFFECTS OF POMEGRANATE, A FUNCTIONAL FOOD, ON HEALTH	582
Mehmet ÖZYURT	FOOD INSECURITY AND HEALTH OUTCOMES IN VULNERABLE GROUPS: A LITERATURE REVIEW	588
Çağlar AKÇALI Serap TOPRAK DÖŞLÜ	THE ROLE OF ESSENTIAL OILS IN FOOD PRESERVATION AND HEALTH	597
Tuğça BİLENLER KOÇ Ülkühan BAĞIŞ İhsan KARABULUT	EVALUATION OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ASCORBIC ACID MICROCAPSULES	606
Kübra CİNAR TOPCU Pınar ANLAR Özlem ÇAKIR Abdurrahman SEFALI	EVALUATION OF THE TOTAL PHENOLIC CONTENT, ANTIOXIDANT ACTIVITY, AND MINERAL CONTENT OF LONICERA CAUCASICA	614
Nesrin İÇLİ	ROYAL JELLY AND IMMUNITY REGULATORY EFFECTS	622
Fundagül EREM	THE EFFECT OF FLOUR ON THE NOODLE PROPERTIES: A COMPARATIVE STUDY OF PURPLE FLOUR AND PURPLE WHEAT FLOUR	632
Nesrin İÇLİ	POISONOUS MUSHROOMS AND POISONING SYMPTOMS	641
Ülker Aslı GÜLER	BIOGENIC TASTE AND ODOR MANAGEMENT FROM WATER SOURCE TO TREATMENT PLANT, FROM DISTRIBUTION SYSTEMS TO THE CONSUMER	650
Tolga Kağan TEPE Fadime Begüm TEPE	THE MORE INFORMATION AGENT: THE INTELLIGENT FOOD PACKAGING	660

Sadiq, M.S Singh, I.P Ahmad, M.M Sani, B.S Yusuf, K.B	TOURISM AS A CATALYST FOR ORGANIC FARMING AND AGRO-ENTREPRENEURSHIP IN NIGERIA	667
Handan AYTEKİN	STUDIES ON GASTRONOMY CITIES IN THE UNESCO CREATIVE CITIES NETWORK: DOCUMENT ANALYSIS	686
Handan AYTEKİN	A GENERAL EVALUATION OF YOZGAT PROVINCE GEOGRAPHICALLY INDICATION PRODUCTS IN ONLINE PRINTING PRESS	694
Buse RENKLİ Rabia EZEN Betül DURAK ER	THE EFFECT OF ETHYLENE VINYL ALCOHOL BARRIER ON MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGED CHICKEN MEAT PRODUCTS	700
Sarra Zouaoui Rachid Rouabhi	NEONICOTINOIDS AND BRAIN HEALTH: DISRUPTIONS IN LEARNING, MEMORY, AND BEHAVIOR FROM CHRONIC EXPOSURE	714
Sibel SİLİCİ	CHANGES IN BIOACTIVITY AND EXIN LAYER OF POLEN FERMENTED WITH KOMBUCHA AND GREEN TEA	719
Farhan Ahmad Kusumiyati Kusumiyati Mochamad Arief Soleh Muhammad Rabnawaz Khan Ristina Siti Sundari	THE MICROCLIMATE OF SCREEN HOUSE: AN OPTIMAL ENVIRONMENT FOR GROWTH, DISEASE RESISTANCE, AND QUALITY FRUIT DEVELOPMENT IN SOLANACEOUS CROPS (CHERRY TOMATO AND CHILI)	725
Huriye Gözde CEYLAN	DEVELOPMENT OF EDIBLE FILMS BASED ON PEA PROTEIN ISOLATE ENRICHED WITH ESSENTIAL OIL OF PINUS PINASTER RESIN	733
Mehmet GÜLDANE	PRODUCTION OF MULBERRY POWDER USING MICROWAVE-ASSISTED FOAM MAT DRYING	743
Jibrin, S Ahmed, I. I Umaru, A Shehu, M. Egamana, M. N. EZE, C. P	INFLUENCE OF EXTENSION AND FORMAL EDUCATION ON INCOME OF RICE PROCESSORS IN BOSSO AND CHANCHAGA LOCAL GOVERNMENT AREA OF NIGER STATE, NIGERIA.	751
Sadaf Rashidi Jafar Massah Akbar Arab Hoseini Ali Sharif Paghaleh	A COMPREHENSIVE REVIEW OF MOLECULAR SIEVE ADSORBENTS AND THEIR ROLE IN ENHANCING ATMOSPHERIC WATER HARVESTING SYSTEMS	757
Bright E. Igere	ISOLATION AND PREVALENCE OF <i>VIBRIO</i> <i>PARAHAEMOLYTICUS</i> FROM READY-TO-EAT FRUIT COCKTAILS SOLD IN PUBLIC MARKETS WITHIN OGHARA NEXUS, NIGERIA	762

EVALUATION OF NUTRITIONAL PROPERTIES OF COMPLEMENTARY FOOD PRODUCED FROM SELECTED SPICES, BAMBARA NUT AND MAIZE BLENDS

NWAKALOR CHIZOBA NKIRU

Department of food technology Federal polytechnic oko, anambra state, nigeria

Abstract

This study was carried out to investigate the nutritional composition and sensory qualities of complementary food produced from blends of Maize, Bambara groundnut and selected spices. Flours were produced from maize, Bambara groundnut, ginger and turmeric using traditional methods. The complementary food blends were formulated by mixing maize flour, Bambara nut flour, ginger powder and turmeric powder in the ratios of 100:0:0:0, 85:10:5:0, 70:20:10:0, 85:10:0:5 and 70:20:0:10 to obtain samples AAA, BBB, CCC, DDD and EEE respectively. These blends were evaluated for their nutritive value using standard methods. Sensory evaluation was also carried out to assess the acceptability of the blends. Results obtained showed that some significant difference ($p < 0.05$) existed in their quality parameters. The proximate analysis showed that the samples contained 15.02 – 20.27% moisture, 4.53-6.82% ash, 7.23 – 7.68% protein, 3.15 – 3.58% fat, 0.11 – 9.76% crude fiber and 55.50 – 60.21% carbohydrates. The overall acceptability results showed that sample AAA (7.50) was the most preferred after the control sample (7.88) in the attributes assessed closely followed by samples BBB (7.08) while sample EEE (5.82) was the least accepted. It was therefore concluded that Bambara nut, ginger and turmeric could be potential cheap sources of alternative supplements to whole maize flour in the production of complementary foods. Consequently, their formulation could alternatively replace most commercial complementary food products, and as such play a key role in the diets of infants in Nigeria and in the world at large.

Keywords: complementary food, bambara nut, maize, spices.

INTRODUCTION

Complementary foods are any nutrient containing foods or liquids other than breast milk given to young children during the period of complementary feeding (6–24 months) (Folorunso et al., 2018). According to Ujioghene et al. (2021), complementary food are also known as infant foods and are mostly produced from plant products which includes cereals (such as wheat, maize and rice), roots and tubers (such as cassava, yam and potatoes), legumes (such as soybeans, cowpeas, bambara groundnuts) and several others. Ojinnaka et al. (2013) stated that complementary foods are generally introduced between the ages of six months to three years old as breastfeeding is discontinued.

Complementary food can be made by using one or a combination of more than one plant product. It comes in different forms (such as porridge and pap) depending on the location, culture and the staple foods that are available (Bolarinwa et al., 2016). In Africa, complementary food comes in the form of fermented grains or roots, cooked and mashed into a fine porridge while in Nigerian, the main weaning diet is a cereal pap made from maize, millet, sorghum. Their mode of preparations has not been optimized to provide the required nutrients. Hence, consumption of these starchy gruels which are inadequate in protein, energy, essential amino acids, and micronutrients has been the major cause of nutrient-related

illnesses, weak immunological response, and retarded body growth in infants (James et al., 2018). However, nutritionists and food scientists at individual and organizational levels have been working toward the provision of nutritious, cheap, and readily available dietary supplements for young children in the developing world. Ingredients used for such formulations are derived from dietary staples available and affordable in the region of interest.

Maize (*Zea mays*) is a staple food for about 50% of the sub-saharan African population (Olaniyan, 2015). It is the most widely grown cereal in the world and ranks third among major cereal crops after wheat and rice (Farnia et al., 2014). It is predominantly composed of starch (60 - 75%), and is an excellent source of vitamins (including fat soluble vitamin E) and minerals. However the protein content of maize is very low constituting only about 9 - 12% when compared with other grains (Otunola et al., 2012). Maize grain can be consumed fresh by boiling or roasting. It may also be traditionally processed by wet or dry milling into a variety of food products such as pap, solid gel, mashed maize, kokoro, popcorn etc. (Olanipekun et al., 2015). Among these products from maize, pap is the one of the most popular because of its use as a complementary food. But just as with other mainly maize-based food products, prolonged consumption of this food is associated with protein deficient nutritional status like protein-energy malnutrition (PEM) and kwashiorkor in children (Arise et al., 2019). Fortification of pap with a cheap protein-rich food material like bambara groundnut can be a way out.

Bambara groundnut (*Vigna subterranea*) is among the legumes that are widely cultivated in Nigeria and it is underutilized. It has not been adequately exploited, as human food because of constraints like hard to cook phenomenon, strong beany flavour, presence of anti-nutrients and poor dehulling and milling characteristics (Ewuola et al., 2015). Arise et al. (2015) noted that the seed makes a complete food, as it contains sufficient quantities of protein, carbohydrate and fat. Its seeds contain about 15 - 27% protein, which is high in lysine (6.5 – 6.8%) and a reasonable amount of methionine (1.8%) normally found limiting in legumes (Arise et al., 2017). In addition, bambara groundnut is known to contain 63% carbohydrates, 18% oil and the fatty acid content is predominantly linoleic, palmitic and linolenic acids (Ewuola et al., 2015). According to Murevanhema and Jideani (2013), bambara nuts contain a number of beneficial minerals that are required in food products, such as potassium, calcium, sodium, iron and magnesium. The seeds have been reported to contain some anti-nutrients which can be reduced or removed by different processing methods (Arise et al., 2019).

Recently, interest in the use of indigenous spices including ginger and turmeric in formulation of food products had grown rapidly because of the increasing consumer's awareness on functional foods. Ginger and turmeric are spices whose beneficial roles in treating serious medical conditions such as allergy, constipation, diabetic wounds, inflammation, excessive blood clotting and sinusitis in addition to treating minor illnesses such as cough, cold and runny nose have been reported (Oragwu and Maduekwe, 2021). These spices are rich in vitamins, minerals and also contain bioactive ingredients which are responsible for their acclaimed beneficial effects (Adebayo-Oyetero et al., 2012; Oragwu and Maduekwe, 2021).

Despite the beneficial aspects of plants as sources of local complementary foods, a few problems are often associated with their products. Some these problems include high cost of commercial products, low nutrient composition and short shelf life of the locally formulated complementary food. Thus, combination of maize, bambara nut and spices (ginger and turmeric) in formulation of complementary foods, will not only improve its nutrient composition but is also expected to extend its shelf life since ginger and turmeric have been reported to possess some antimicrobial properties (Oragwu and Maduekwe, 2021). This study

therefore, seek to investigate the feasibility of producing acceptable and nutritionally improved complementary food from blends maize, bambara nut and spices.

Aim and Objectives

The aim of this study was to evaluate the nutritional and sensory quality of complementary food from maize, bambara nut, ginger and turmeric. The specific objectives of the study include:

1. To produce flours from maize and bambara nut.
2. To produce ginger and turmeric powder.
3. To formulate complementary foods from the blends of these flours and powders.
4. To determine the proximate composition and energy values of these products.
5. To evaluate the sensory acceptability of the products.
- 6.

MATERIALS AND METHODS

Source of Material

Maize grains, turmeric and ginger, will be purchased from Eke Ekwuluobia market, Anambra State while bambara groundnut will be purchased from a local market in Enugu State. All the raw materials will be packaged in a clean bag and taken to the Food Processing Laboratory of Department of Food Technology, Federal Polytechnic Oko, Anambra State, Nigeria; for further processing. All chemicals to be used will be of analytical grade.

Processing of Fermented Maize

Fermented maize will be produced following the methods described in the study of Folorunso et al. (2018) with slight modification. Two kilograms of yellow maize will be cleaned by hand picking to remove dirt, stones and unwanted materials. It will then be steeped in clean water for 48hrs in a plastic container with covers. The water will be decanted after 48hrs and the maize washed 3 times in water to reduce fermenting odour after which it will be wet-milled using grinding machine. The milled slurry will be sieved using muslin cloth, which separates the pomace from the filtrate. The filtrate will be allowed to settle after which the clear filtrate will be decanted while the residue will be bagged to further remove any remaining water. The residue which is the pap will be dried for 48hours in a cabinet drier at 50°C. The dry fermented maize powder will be packaged in an airtight container prior to further use.

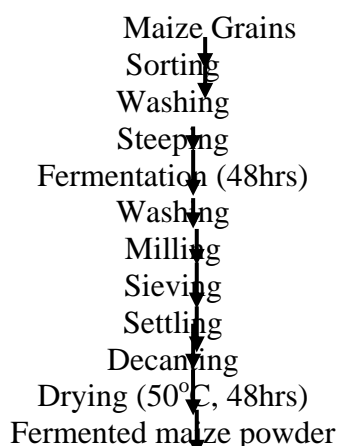


Fig. 1: Flow chart for the production of fermented maize powder.

Processing of Bambara Groundnut Flour

This will be done according to the method described by Ujiroghene et al. (2021) with slight modification. Bambara groundnut seeds will be sorted and washed to remove stones and other extraneous materials. The bambara groundnut seeds will be steeped in tap water at 28°C

for a period of 72hrs to loosen the seed coat. The kernels will be dehulled using traditional pestle and mortar. After dehulling, the grains will be washed and the hulls removed. The grains will be dried in a cabinet drier at 100°C for 10hrs and the dried kernels will be winnowed to remove the remaining lighter materials. The dehulled bambara groundnut kernels will be milled into flour using hammer mill, after which it will be sieved to obtain finer flours. The flour will be packaged in an airtight container prior to further use.

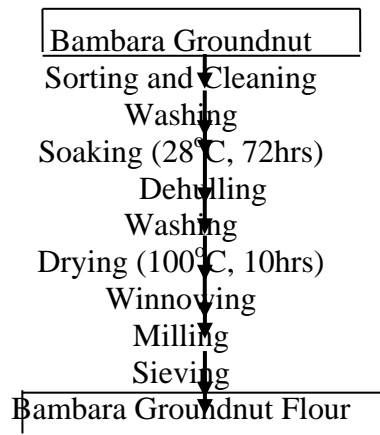


Fig. 2: Flow chart for the processing of bambara groundnut flour.

Processing of Ginger and Turmeric Powder

The method described by Oragwu and Maduekwe (2021) will be used in the production of ginger and turmeric powder with slight modification. The rhizomes of ginger and turmeric will be carefully washed with clean water. They will then be peeled and steamed for 10 minutes to remove the raw odour. It will later be dried in the cabinet dryer at a temperature of 65 °C for 48hrs. The dried rhizomes will be polished to remove rough surface by handpicking before it will be finally milled into powder, sieved and packaged prior to further use.

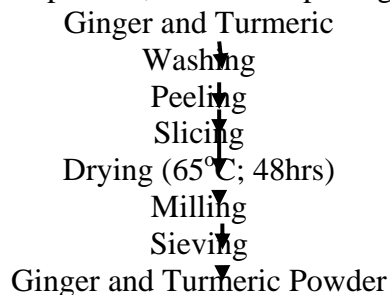


Fig.3: Flow chart for the production of ginger and turmeric powder.

Formulation of Complementary Food Blends

The experimental work will be conducted using different levels of blending ratios as shown in the Table 1 below to obtain complementary foods. Whole (100%) fermented maize powder will serve as the control.

Table 1: Formulation of Complementary Foods

S/N	Maize Flour	Bambaranut Flour	Ginger Powder	Turmeric powder
1.	100	0	0	0
2.	85	10	5	0
3.	70	20	10	0
6.	85	10	0	5
7.	70	20	0	10

Proximate Analysis

The proximate analysis of the complementary food samples will be carried out using the analytical methods of AOAC (2012).

Sensory Evaluation

This sensory evaluation will be performed using the method of Iwe (2002). A panel of 20 students (male and female) of Federal polytechnic Oko, Anambra State will be used for the sensory evaluation of the complementary food. The different blends of the product will be evaluated by panelists after it was reconstituted in warm water for colour, taste, texture, flavour and general acceptability. The scoring will be based on a 9 Point Hedonic Scale ranging from 1 (extremely dislike) to 9 (extremely like) and 5 (neither like nor dislike). The samples will be presented in identical containers coded with 3 digit random numbers with each sample having a different number. The samples will be presented all at once.

Statistical Analysis

All measurements will be carried out in triplicate. The data generated will be analyzed using statistical program SPSS (version 22.0) and significant difference will be compared by Analysis of Variance test (ANOVA) following Duncan's multiple range tests at the significance level of 5%.

RESULTS AND DISCUSSION**Proximate composition of complementary food produced from maize, bambara groundnut and selected spices.**

The results of the proximate composition of the complementary food produced from maize, bambara groundnut and selected spices are shown in Table 2. The percentage moisture composition of the samples ranged from 15.02 – 20.27%. Sample EEE recorded the highest moisture content and is significant different ($p < 0.05$) from other samples. Statistically, no significant difference ($p > 0.05$) was observed in the moisture contents of samples AAA, BBB and CCC which had values of 15.69%, 15.61% and 15.02% respectively. This is an indication that the blending ratios did not affect the moisture content of these samples. The percentage moisture obtained in this study is higher compared to 6.30 – 9.01% and 1.49 – 3.80% reported by Adebayo-Oyetero et al. (2012) and Uche et al. (2020) for complementary food produced from sorghum-walnut-ginger and maize-pigeon pea blends respectively. In a similar study, Folorunso et al. (2018) also reported lower moisture content ranging from 5.80 – 10.10% for complementary food formulated from maize, soybeans, ginger and turmeric. The higher moisture content observed in the present study could be attributed to the variety, agronomic or environmental condition of the raw materials utilized in this study. Differences

in the processing and drying methods adopted may also have contributed to the varied results. The moisture content recorded in all samples were above the acceptable limits 10% for moisture in weaning foods as reported in the study of Adebayo-Oyetero et al. (2012). Low moisture content is desirable for extending the shelf-life of food products, while high moisture contents in food products encourages microbial growth and subsequent spoilage (Amankwah et al., 2009). Thus, the high moisture content observed in the present study is undesirable as it may lead to early spoilage of the complementary food.

Table 2: Proximate composition (%) of complementary food produced from maize, bambara groundnut and selected spices.

Sample	Moisture	Ash	Protein	Fat	Fibre	CHO
AAA	15.69 ^c ±0.3	6.53 ^{bc} ±0.0	7.27 ^{bc} ±0.3	3.48 ^b ±0.0	8.39 ^b ±0.1	58.64 ^b ±0.20
BBB	15.61 ^c ±0.5	6.58 ^{ab} ±0.0	7.24 ^{bc} ±0.1	3.68 ^a ±0.1	9.76 ^a ±0.2	56.59 ^c ±0.47
CCC	15.02 ^c ±0.0	6.30 ^c ±0.26	7.68 ^a ±0.03	3.27 ^c ±0.1	7.53 ^d ±0.2	60.21 ^a ±0.40
DDD	19.36 ^b ±0.4	6.82 ^a ±0.18	7.47 ^{ab} ±0.0	3.15 ^c ±0.1	7.69 ^d ±0.1	55.50 ^d ±0.71
EEE	20.27 ^a ±0.6	4.53 ^d ±0.06	7.23 ^c ±0.06	3.58 ^a ±0.2	8.06 ^c ±0.1	56.33 ^{cd} ±0.51

*Values are means ± standard deviation. Means with the same superscript in the same column are not significantly different ($p < 0.05$). **Keys:** **AAA** = 100:0:0:0 Maize-Bambara groundnut-Ginger-Turmeric; **BBB** = 85:10:5:0 Maize-Bambara groundnut-Ginger-Turmeric; **CCC** = 70:20:10:0 Maize-Bambara groundnut-Ginger-Turmeric; **DDD** = 85:10:0:5 Maize-Bambara groundnut-Ginger-Turmeric; **EEE** = 70:20:0:10 Maize-Bambara groundnut-Ginger-Turmeric

The results of the ash content also showed that there were some significant differences ($p < 0.05$) among all samples. Sample DDD recorded the highest value of ash content (6.82%) while EEE was lowest with a value of 4.53%. This is not in agreement with the ranged of values (0.23 – 0.57% and 1.06 – 1.36%) reported by Ojinnaka et al. (2013) for soybean-cocoyam complementary food and Bintu et al. (2016) for maize-cowpea-bambara groundnut weaning food respectively. The varied results may be attributed to the differences in the composition of raw materials used. The ash content is an indication of the amount of minerals in a food sample. It is the inorganic residue remaining after the removal of water and organic matter by heating in the presence of oxidizing agent (Folorunso et al., 2018). Evidence has shown that addition of food ingredients brings about an improvement of the nutritive value of food (Wokeh et al., 2017). The high ash content of sample DDD suggests that it will provide more minerals in the complementary food than the other samples. Consequently, an individual feeding on a food with high ash content would not be mineral deficient.

The protein content of the formulated complementary foods ranged from 7.23% to 7.68% with sample EEE having the least value while sample CCC had the highest value. Some significant differences ($p < 0.05$) existed among the samples. There were little observable effects of inclusion of both bambara groundnut and the selected spices on the protein content of the complementary food. This observation is contrary to the findings of Awolu and Olokunsusi (2017) as well as the findings of Ujiroghene et al. (2021) who noted that incorporation of bambara groundnut flour in complementary food drastically improved the protein content of the products with their respective values ranging from 33.73 – 40.83% and 19.90 – 32.13%. Bambara groundnut being a leguminous seed rich in protein (15 - 27%) (Arise et al., 2017); is expected to improve the protein content of the product, however, the reason for the low protein content obtained in study could not be explain but may probably be

due to experimental error as well as influence of processing methods used. According to Kelechi-Obisike et al. (2020), the protein content of complementary foods are set at a minimum of 6% and should typically not exceed 15% when all other factors (which may include losses during cooking) are considered. Considering this, the result for protein obtained in the present study still fell within this range; indicating that it will be fit to be used as weaning food. The capacity of dietary protein to support maintenance and growth of body tissues is dependent on the quantity and proportion of essential amino acids contained in the protein hence when vegetable source proteins regarded as incomplete proteins as in cereals and legumes are mixed, protein complementation improves the biological value of such foods (Adenuga, 2010).

The fat content of the formulated complementary food ranged from 3.15 – 3.68% with sample BBB having the highest value (3.68%) while sample DDD had the least value (3.15%). The results in Table 4.1 showed that no significant difference ($p>0.05$) existed between samples CCC (3.27%) and DDD (3.15%) as well as sample BBB (3.68%) and EEE (3.58%) but the significantly differed ($p<0.05$) from that of sample AAA (3.48%). The fat contents obtained in this study are similar to 3.66% reported by Bintu et al. (2016) for white maize-cowpea-bambara groundnut weaning food; higher than 1.22 – 1.93% reported by Ojinnaka et al. (2013) for soybean-cocoyam complementary food and lower than 5.91 – 8.25% reported by Uche (2020) for maize-pigeon pea complementary food. The variations in these results could be due to differences in the composition of raw materials used. Ujiroghene et al. (2021) stated that fat contributes to energy value of food as well as provide essential fatty acid for efficient neurological, immunological and functional developments in infants. However, high levels of fat in food products could lead to rancidity in foods and development of unpleasant compounds (Folorunso et al., 2018). The low fat content obtained in this study is advantageous because it will contribute to shelf stability of the product.

Fibre is an indigestible component of plant material, known to be important for the improvement of roughage as well as the contribution of healthy condition of the intestine. It is naturally expected that the crude fibre of infant should be low due to the fact that food with high fibre content tends to cause indigestion in infants (Muresinghe et al., 2013). The fibre content of the products ranged from 7.53% in sample CCC to 9.76% in sample BBB. There was significant difference ($p<0.05$) in the crude fibre composition of the samples except for samples CCC and DDD which were statistically the same ($p>0.05$). These values are higher than 0.26 – 0.81% reported for maize, bambara groundnut and cowpea complementary food (Ewuola et al., 2015). Variation in the raw materials used could be the reason for contradicting results obtained. According to the report of Ujiroghene et al. (2021), fibre content of infant cereals should be at a range of 0.3% to 2.5%. Overall, the result of this study showed that the fibre content of the samples exceeded the required quantity for infants. In as much as dietary fibre helps to regulate bowel movement, softens faeces and increase faecal bulk hence preventing constipation, when in excess, it may decrease appetite in infants and young children (Abeshu, 2016).

There was significant difference ($p<0.05$) in the carbohydrate content of the products. Carbohydrate content of the complementary foods ranged from 55.50% to 60.21%. Sample DDD had the lowest carbohydrate content (55.50%) while the CCC had the highest value (60.21%). There was no definite trend for the percentage carbohydrate obtained in this study as the level of substitution of maize flour with bambara groundnut, ginger and turmeric increased. This is not in line with the reports of Folorunso et al. (2018) who observed that the carbohydrate content of maize complementary food decreased from 77.30 – 41.71% as the level of inclusion of soybean powder increased. The relatively high carbohydrate content of the formulated complementary foods indicates that the food will provide infants with the

required calorie. **Sensory qualities of complementary food produced from maize, bambara groundnut and selected spices.**

The sensory properties of the complementary foods produced from maize, bambara groundnut and selected spices are presented in Table 3. The mean score for the colour of the formulated complementary foods ranged from 5.65 – 8.50 with the control sample (AAA) having the highest score while the sample containing 70% maize, 20% bambara groundnut and 10% turmeric powder (EEE) had the least value. Although some significant differences ($p < 0.05$) existed amongst the samples, the acceptability of the colour of the complementary food decreased with the increasing substitution of maize powder with bambara groundnut, ginger and turmeric. The panelists however, rated the colour of the samples containing both 5% and 10% turmeric powder lower probably because of their bright yellow colour as they were all familiar with the creamy colour associated with complementary food produced from maize grains. This is contrary to the observation of Folorunso et al. (2018) who reported that the panelist preferred complementary food containing turmeric powder when compared to other samples. This variation may be attributed to the different perceptions of the panelists.

Flavour is an integral part of taste and general acceptance of drinks before it is put in the mouth. It is therefore an important parameter when testing acceptability of complementary foods blends (Folorunso et al., 2018). Results of sensory evaluation indicated that the flavour of the formulations slightly varied significantly ($p < 0.05$) from each other. Their mean scores ranged from 5.20 in sample EEE to 7.85 in the control sample (AAA). As observed for colour of the products, the flavour the turmeric spiced complementary foods were the least accepted. The sensations of taste and smell are functions of flavor which is a complex of sensations. It is the flavor of a food that ultimately determines its acceptance or rejection, even though its appearance evokes the initial response (Iwe, 2007).

Table 3: Sensory qualities of complementary food produced from maize, bambara groundnut and selected spices.

Samples	Colour	Flavour	Mouthfeel	Taste	Overall Acceptability
AAA	8.50 ^a ±0.76	7.85 ^a ±0.81	8.35 ^a ±0.59	7.90 ^a ±0.79	8.15 ^a ±0.38
BBB	8.10 ^a ±0.79	7.50 ^{ab} ±1.1	7.10 ^b ±1.07	6.65 ^b ±1.09	7.34 ^b ±0.66
CCC	7.35 ^b ±1.04	6.95 ^b ±1.19	7.50 ^b ±0.95	7.10 ^b ±0.97	7.23 ^b ±0.69
DDD	6.85 ^b ±1.60	6.80 ^b ±1.11	7.15 ^b ±0.93	6.70 ^b ±1.21	6.81 ^b ±0.97
EEE	5.65 ^c ±1.50	5.20 ^c ±0.74	5.40 ^c ±1.90	4.50 ^c ±1.70	5.16 ^c ±0.62

*Values are means ± standard deviation. Means with the same superscript in the same column are not significantly different ($p < 0.05$). **Keys:** AAA = 100:0:0:0 Maize-Bambara groundnut-Ginger-Turmeric; BBB = 85:10:5:0 Maize-Bambara groundnut-Ginger-Turmeric; CCC = 70:20:10:0 Maize-Bambara groundnut-Ginger-Turmeric; DDD = 85:10:0:5 Maize-Bambara groundnut-Ginger-Turmeric; EEE = 70:20:0:10 Maize-Bambara groundnut-Ginger-Turmeric

The mouth feel is very important in a complementary food as it will determine the amount of food an infant would consume since they can only swallow a smooth gruel not a coarse one (Ojinnaka et al., 2013). The mouthfeel of sample AAA (control) was the most accepted with a score of 8.35 and it differed significantly ($p < 0.05$) from the rest of the samples. However, no significant difference ($p > 0.05$) was observed in the mouthfeel of samples BBB (7.10), CCC (7.50) and DDD (7.15). Their mean scores were significantly higher than that of sample EEE (5.40) which is the least accepted. The panelist noted that all the samples containing

either ginger or turmeric powder gave peppery mouthfeel after they were consumed which is a characteristic feature of both ginger and turmeric. This observation is not in line with the reports of Ojinnaka et al. (2013) who noted that incorporation of ginger in soy-cocoyam based complementary food did not significantly affect the mouthfeel.

The mean scores for the taste of the formulated complementary food ranged from 4.50 in sample EEE to 7.90 in sample AAA (control). The score for sample AAA (7.90) significantly differed ($p < 0.05$) from the rest of the samples. The results in Table 4.2 showed that inclusion of up to 10% turmeric powder in 70:20 maize-bambara groundnut complementary food significantly decreased its acceptability in terms of taste.

The overall acceptability scores of the samples in their ascending order are 5.16, 6.81, 7.23, 7.34 and 8.15 for samples EEE, DDD, CCC, BBB and AAA respectively. There was no significant difference ($p > 0.05$) in the overall acceptability scores of samples BBB, CCC and DDD but they are significantly ($p < 0.05$) higher than that of sample EEE and lower than that of sample AAA (control). This indicates that inclusion of bambara groundnut, ginger and turmeric at up to 20%, 10% and 5% levels respectively did not adversely affect the acceptability of the formulated complementary food.

CONCLUSION AND RECOMMENDATION

Conclusion

The study has also shown that nutrient dense complementary food can be produced from blends of maize, bambara groundnut, ginger and turmeric. The results of this study showed that the formulated products are rich source of ash, protein, crude fibre and carbohydrate that nutritionally can improve the nutritional requirements of a child if used as a complementary food. In sensory attributes, the evaluated products competed favourably with the control sample in terms of colour, flavour, mouthfeel, taste and overall acceptability with the exception of the sample containing 10% turmeric powder (EEE). It can therefore be concluded that bambara groundnut, ginger and turmeric could be potential cheap sources of alternative supplements to whole maize flour in the production of complementary foods. Consequently, their formulation could alternatively replace most commercial complementary food products, and as such play a key role in the diets of infants in Nigeria and in the world at large.

5.2 Recommendation

The study recommends incorporation of bambara groundnut, ginger and turmeric in formulation of complementary foods since they improved the nutritional properties of the product. This complementary meal is also recommended for adult consumers too.

Further investigations should be done in order to determine the effect of these raw materials on the vitamin, minerals and phytochemical constituents of the product.

REFERENCES

- Adebayo-Oyetero, A. O.; Olatidoye, O. P.; Ogundipe, O. O.; Akande, E. A. and Isaiah, C. G. (2012). Production and quality evaluation of complementary food formulated from fermented sorghum, walnut and ginger. *Journal of Applied Bioscience*, 54: 3901-3910.
- AOAC (2012). Association of official analytical chemist. 18th ed. Washington, DC: AOAC.
- Arise A. K., Akintayo O. O., Dauda A. O. and Adeleke B. A. (2019). Chemical, functional and sensory qualities of abari (maize-based pudding) nutritionally improved with bambara groundnut (*Vigna subterranea*). *Ife Journal of Science* 21 (1): 165-173.
- Arise AK, Amonsou EO and Ijabadeniyi OA (2015). Influence of extraction methods on functional properties of protein concentrates prepared from South African bambara groundnut landraces. *International Journal of Food Science & Technology* 50 (1): 70-76.

- Arise, A. K., Alashi, A. M., Nwachukwu, I. D., Malomo, S. A., Aluko, R. E., and Amonsou, E. O. (2017). Inhibitory properties of bambara groundnut protein hydrolysate and peptide fractions against angiotensin-converting enzymes, rennin and free radicals. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97: 2834-2841.
- Bolarinwa, I. F., Olajide, J. O., Oke, M. O. and Olaniyan, S. A. (2016) Production and quality evaluation of complementary food from malted millet, Plantain and Soybean Blends. *Food Science*; 2(1): 1-7.
- Ewuola, G. O., Ibrionke, S. I. and Fashakin, J. B. (2015). Formulation and Nutritional Evaluation of Maize, Bambara Groundnut and Cowpea Seeds Blends Complementary Food. *American Journal of Food and Nutrition*, 3(4): 101-105.
- Farnia, A., Mansouri, M., Farnia, A. and Branch, B. (2014). Study on morphological characteristics of maize (*Zea mays* L.) cultivars under different plant densities. *India Journal of Natural Sciences*, 5: 8391-8397.
- Folorunso, A. A., Ayetigbo, G. F. and Afolabi, W. A. O. (2018). Evaluation of Nutritional and Sensory Quality of Complementary Food from Selected Spices, Soy and Maize Blends. *European Journal of Nutrition & Food Safety*; 8(4): 291-299.
- Iwe, M. O. (2002). A handbook of sensory methods and analysis. Pub. Ro-jaunt Comm. Ser. Ltd., Enugu, Nigeria. 1-73.
- James, S., Akosu, N. I, Maina, Y. C., Baba, A. I., Nwokocha, L., Amuga, S. J., Audu, Y., Yemmy, M. and Omeiza, M. (2018). Effect of addition of processed bambara nut on the functional and sensory acceptability of millet-based infant formula. *Food Sci Nutr*. 2018;6:783–790.
- Kelechi-Ebisike, V. O, Solomon, M. D., Jaryum, K. H., Ebisike, K. J., Mshelia, P. and Danjin, M. (2020). Energy/Macronutrient Density and Sensory Evaluation of Formulated Complementary Foods for use in Low-Income Populations in Northern Nigeria". *Acta Scientific Nutritional Health* 4.3 (2020): 116-121.
- Murevanhema, Y. Y. and Jideani, V. A. (2013). Potential of bambara groundnut (*Vigna subterranean* (L.) Verdc) milk as a probiotic beverage: a review. *Critical Review Food Science Nutrition*; 53(9):954-967.
- Murevanhema, Y.Y. and Jideani, V.A. (2013), "Potential of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) milk as a probiotic beverage", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(9): 67-72.
- Ojinnaka, M. C., Ebinyasi, C. S., IHEMEJE, A. and Okorie, S. U. (2013). Nutritional Evaluation of Complementary Food Gruels Formulated from Blends of Soybean Flour and Ginger Modified Cocoyam Starch. *Advance Journal of Food Science and Technology*; 5(10): 1325-1330.
- Olanipekun, O., Olapade, O., Suleiman, P. and Ojo, S. (2015). Nutrient and sensory analysis of abari made from composite mixture of kidney bean flour and maize flour. *Sky Journal of Food Science*, 4 (2): 019- 023.
- Olaniyan, A. B. (2015). Maize: Panacea for hunger in Nigeria. *African Journal of Plant Science*, 9: 155-174.
- Oragwu, I. P. and Maduekwe, N. P. (2021). Comparative Studies on the Phytochemical Properties of Tumeric (*Curcuma longa*) and Ginger (*Zingiberofficinale* Roscoe). *International Journal of Research and Scientific Innovation*; 8(1): 107-112.
- Otunola, E., Sunny-Roberts, E., Adejuyitan, J. and Famakinwa, A. (2012). Effects of addition of partially defatted groundnut paste on some Properties of 'kokoro'(a popular snack made from maize paste). *Agriculture and Biology Journal of North America*, 3: 280-286.
- Pruthi (2016) Processing and preservation of ginger. *Journals of spices and Aromatic Crops* 1(1), 1-19.

- Uche, O. C. (2020). Physicochemical Characteristics, Anti-nutritional/ Phytochemical Properties of Germinated/Malted Complementary Foods Based on Maize and Pigeon Pea Flour in Eastern Nigeria. *Ann Food Processing and Preservation* 4(1): 1-10.
- Ujirohene, O. J., Izuwa, I. and Akenzua, J. (2021). Evaluation of the Quality Characteristics of Complementary Food from Whole Maize Fortified with Bambara Groundnut and Tiger Nut. *Asian Food Science Journal*; 20(8): 41-51.

AGRI-FOOD TOURISM AND LOCAL CUISINE IN NIGERIA

Sadiq, M.S.

Department of Agricultural Economics and Agribusiness, FUD, Dutse, Nigeria

Singh, I.P.

Department of Agricultural Economics, SKRAU, Bikaner, India

Ahmad, M.M.

Department of Agricultural Economics and Extension, BUK, Kano, Nigeria

Sani, B.S.

PhD Scholar, Department of Agricultural Economics and Agribusiness, FUD, Dutse, Nigeria

Yusuf, K.B.

Graduate Student, Department of Agricultural Extension and Development, FUD, Dutse, Nigeria

ABSTRACT

Agri-food tourism is an emerging sector globally, integrating agriculture, tourism, and food experiences into a unique travel and economic development niche. In Nigeria, a country with diverse cultural heritage and agricultural resources, the potential for agri-food tourism is vast. Local cuisine in Nigeria, which reflects the nation's varied cultural landscape, serves as a critical component of the tourism experience, attracting both domestic and international tourists. This research review paper explores the intersection of agri-food tourism and local cuisine in Nigeria, highlighting the opportunities, challenges, and impacts of this sector on rural development, cultural preservation, and economic growth. By examining case studies, existing literature, and empirical data, this paper provides insights into how agri-food tourism can be harnessed to promote sustainable development in Nigeria.

Keywords: Agriculture; Food; Local cuisine; Tourism; Nigeria

INTRODUCTION

Agri-food tourism, often referred to as agritourism or culinary tourism, has gained traction as a significant aspect of the tourism industry (**Chika, 2020**). It involves tourists visiting farms, food markets, and other agricultural sites to experience the production and consumption of local foods. This form of tourism is not just about food; it is a holistic experience that includes learning about farming practices, interacting with local producers, and indulging in authentic, locally-produced cuisine (**Nigerian Tourism Development Corporation (NTDC), 2021**). Agri-food tourism offers a pathway for rural communities to diversify their economies, preserve their cultural heritage, and promote environmental sustainability (**Ajayi, 2020; Okunlola, 2021**).

Nigeria, Africa's most populous country, is endowed with vast agricultural resources, a rich cultural heritage, and diverse culinary traditions (**NTDC, 2021**). The country's cuisine is deeply rooted in its agricultural practices, which vary significantly across its different regions (**Olusola, 2018**). Nigerian cuisine is characterized by its use of local ingredients, traditional cooking methods, and distinct flavors (**Ajayi, 2020**). From the spicy jollof rice of the

southwest to the pounded yam and egusi soup of the southeast, Nigerian food is a reflection of the country's cultural diversity. This paper aims to:

1. Explore the concept of agri-food tourism in the Nigerian context.
2. Assess the role of local cuisine in promoting agri-food tourism.
3. Identify the potential benefits and challenges of agri-food tourism for rural development and cultural preservation.
4. Discuss the strategies needed to harness the potential of agri-food tourism in Nigeria for sustainable economic growth.

RESEARCH METHODOLOGY

Nigeria has a tropical climate with two main seasons: a wet season from April to October, and a dry season from November to March. The southern region experiences heavy rainfall and high humidity, while the northern region is drier and hotter, with semi-arid conditions. Geographically, Nigeria is located in West Africa, bordered by the Atlantic Ocean to the south. The landscape varies from coastal plains in the south to savannas in the central region and semi-arid Sahel in the north. The Niger and Benue rivers are significant features, supporting fertile floodplains. Agro-ecologically, Nigeria is divided into zones: the humid forest in the south, the derived savanna, the Guinea savanna, the Sudan savanna, and the Sahel savanna in the north. These zones support diverse agricultural activities, from crop farming in the south to livestock rearing in the north. Economically, Nigeria is oil-dependent, with oil contributing the majority of foreign exchange earnings. However, agriculture is crucial, employing 70% of the workforce and contributing around 24% to GDP. The economy faces challenges such as infrastructure deficits, regional disparities, and the need for diversification. Using current reports and articles as references, the present study was systematically analyzed to generate some insightful insights into agri-food tourism and local cuisine in Nigeria.

RESULTS AND DISCUSSION

Conceptual Framework

Agri-Food Tourism

Agri-food tourism is a niche within the broader tourism sector that focuses on the intersection of agriculture and food. It is often associated with rural tourism and includes activities such as farm stays, food festivals, wine tours, and visits to local food markets. Agri-food tourism allows tourists to experience the agricultural and culinary heritage of a destination, providing them with an authentic and immersive experience (**Olusola, 2018**).

In Nigeria, where agriculture is a significant part of the economy, agri-food tourism has the potential to create new opportunities for rural communities (**Ekpo, 2019**). The country's diverse agricultural landscape, which includes the cultivation of crops such as yams, cassava, cocoa, and palm oil, as well as livestock farming, offers a rich tapestry of experiences for tourists. Agri-food tourism can also serve as a platform for promoting local food products, supporting small-scale farmers, and preserving traditional farming practices (**United Nations World Tourism Organization (UNWTO), 2018**).

Local Cuisine

Local cuisine is a vital aspect of cultural tourism, as food is often a reflection of a community's history, traditions, and way of life (**Okunlola, 2021**). Nigerian cuisine is diverse and varies significantly from one region to another, influenced by factors such as geography, climate, and cultural practices. The cuisine is known for its bold flavors, use of spices, and reliance on locally-sourced ingredients. Common staples include rice, yams, beans, and maize, while popular dishes include jollof rice, pounded yam, fufu, and soups made with vegetables, meat, and fish.

Local cuisine plays a crucial role in the agri-food tourism experience, as it provides tourists with an opportunity to taste and learn about the food traditions of a particular region (**Okunlola, 2021**). In Nigeria, food is often associated with celebrations, rituals, and social gatherings, making it an integral part of the country's cultural identity. Promoting local cuisine through agri-food tourism can help preserve traditional food practices, support local food producers, and enhance the overall tourism experience.

The Nexus between Agri-Food Tourism and Local Cuisine

The relationship between agri-food tourism and local cuisine is symbiotic. Agri-food tourism offers a platform for showcasing local cuisine, while local cuisine enhances the appeal of agri-food tourism. This nexus is particularly relevant in Nigeria, where food is deeply embedded in the country's cultural fabric (**Ekpo, 2019**). By promoting local cuisine through agri-food tourism, Nigeria can attract food enthusiasts and cultural tourists, boosting the country's tourism sector and supporting rural development.

Agri-Food Tourism in Nigeria: Opportunities and Potential

Nigeria's Agricultural Diversity

Nigeria's diverse agro-ecological zones provide a wide range of agricultural products, from grains and tubers in the north to fruits and vegetables in the south (**Chika, 2020**). The country's agriculture sector is characterized by small-scale farming, with the majority of farmers engaged in subsistence agriculture. However, Nigeria also has a growing number of commercial farms, particularly in the production of crops such as cocoa, palm oil, and rubber. This agricultural diversity presents significant opportunities for agri-food tourism. Tourists can visit farms to learn about the cultivation and harvesting of various crops, participate in food production activities, and taste fresh, locally-produced food. For example, cocoa farms in Ondo and Cross River states offer opportunities for tourists to learn about cocoa farming and chocolate production. Similarly, palm oil plantations in the Niger Delta region can provide tourists with an insight into the production of one of Nigeria's key agricultural exports.

Cultural Heritage and Culinary Diversity

Nigeria's cultural diversity is reflected in its cuisine, which varies from region to region (**Okunlola, 2021**). Each ethnic group in Nigeria has its own traditional foods and cooking methods, creating a rich culinary tapestry (**Okpara, 2015**). For example, the Yoruba people of the southwest are known for their use of spices and peppers, while the Igbo people of the southeast are known for their soups made with vegetables and palm oil. The Hausa people of the north have a cuisine that includes grains such as millet and sorghum, as well as meat dishes such as suya (spiced grilled meat).

This culinary diversity offers a unique selling point for agri-food tourism in Nigeria. Food festivals, cooking classes, and food tours can be organized to showcase the country's rich culinary heritage. Tourists can visit local markets to sample street food, dine in traditional restaurants, and even participate in cooking workshops to learn how to prepare Nigerian dishes. By promoting local cuisine through agri-food tourism, Nigeria can attract food enthusiasts and cultural tourists from around the world.

Rural Development and Economic Opportunities

Agri-food tourism can serve as a catalyst for rural development in Nigeria. By attracting tourists to rural areas, agri-food tourism can create new economic opportunities for local communities (**Federal Ministry of Agriculture and Rural Development (FMARD), 2019**). This can include the development of farm stays, bed and breakfast accommodations, and local food markets. Agri-food tourism can also provide a platform for small-scale farmers to sell their produce directly to consumers, increasing their income and reducing their reliance on middlemen.

Moreover, agri-food tourism can help diversify the rural economy, reducing the dependence on traditional farming activities (**World Bank**, 2019). By integrating tourism into the agricultural sector, rural communities can benefit from additional sources of income, creating a more resilient and sustainable economy (**Food and Agriculture Organization (FAO)**, 2020). This is particularly important in Nigeria, where many rural areas suffer from poverty and underdevelopment.

Promoting Sustainable Agriculture and Environmental Conservation

Agri-food tourism can also promote sustainable agriculture and environmental conservation in Nigeria. By encouraging tourists to visit farms and learn about traditional farming practices, agri-food tourism can raise awareness about the importance of sustainable agriculture. This can include promoting organic farming, agroecology, and other environmentally-friendly farming practices.

In addition, agri-food tourism can support the conservation of Nigeria's natural resources, such as forests, rivers, and wildlife. For example, ecotourism initiatives that combine agri-food tourism with conservation efforts can provide tourists with an opportunity to learn about the importance of preserving Nigeria's biodiversity. This can include activities such as bird watching, wildlife tours, and visits to nature reserves, combined with experiences related to local food production.

Challenges Facing Agri-Food Tourism in Nigeria

Infrastructure and Accessibility

One of the major challenges facing agri-food tourism in Nigeria is the lack of infrastructure and accessibility in rural areas. Many of Nigeria's agricultural regions are located in remote areas with poor road networks, limited public transportation, and inadequate accommodation facilities. This can make it difficult for tourists to access these areas and participate in agri-food tourism activities.

Improving infrastructure in rural areas is crucial for the development of agri-food tourism in Nigeria. This includes building better roads, improving public transportation, and developing tourist facilities such as hotels, restaurants, and visitor centers. In addition, efforts should be made to enhance the connectivity between rural and urban areas, making it easier for tourists to travel from cities to rural destinations.

Limited Awareness and Promotion

Another challenge facing agri-food tourism in Nigeria is the limited awareness and promotion of this sector. Many potential tourists, both domestic and international, are not aware of the opportunities for agri-food tourism in Nigeria. In addition, there is a lack of marketing and promotion of Nigerian cuisine as a tourist attraction.

To address this challenge, there is a need for more effective marketing and promotion of agri-food tourism in Nigeria. This can include the development of promotional materials such as brochures, websites, and social media campaigns that highlight the country's agri-food tourism offerings. In addition, partnerships between the government, tourism agencies, and local communities can help promote agri-food tourism and attract more tourists to Nigeria.

Lack of Policy and Institutional Support

The development of agri-food tourism in Nigeria also requires strong policy and institutional support. Currently, there is limited government support for agri-food tourism, and the sector is not well-integrated into Nigeria's tourism and agricultural policies. This can hinder the growth of agri-food tourism and limit its potential to contribute to rural development and economic growth.

To address this challenge, the Nigerian government should develop policies that support the growth of agri-food tourism. This can include providing financial incentives for farmers and rural communities to engage in agri-food tourism, as well as creating regulatory frameworks that promote sustainable tourism practices. In addition, efforts should be made to integrate

agri-food tourism into Nigeria's broader tourism and agricultural strategies, ensuring that the sector receives the necessary support and resources.

Cultural Sensitivity and Community Involvement

Cultural sensitivity is another important consideration in the development of agri-food tourism in Nigeria. Many rural communities in Nigeria have strong cultural traditions and may be wary of outsiders coming into their communities. It is essential to ensure that agri-food tourism is developed in a way that respects local cultures and traditions and involves local communities in the planning and implementation of tourism activities.

Community involvement is crucial for the success of agri-food tourism in Nigeria. Local communities should be actively engaged in the development of tourism activities, and their needs and concerns should be taken into account. This can include providing training and capacity-building for local residents to participate in tourism activities, as well as ensuring that the benefits of tourism are shared equitably within the community.

Food Safety and Quality Standards

Food safety and quality standards are critical considerations in agri-food tourism, as tourists expect to consume safe and high-quality food during their travels. In Nigeria, there are concerns about food safety and hygiene practices, particularly in rural areas where food is often produced and prepared under informal conditions.

To address this challenge, efforts should be made to improve food safety and quality standards in Nigeria's agri-food tourism sector. This can include providing training for farmers and food producers on best practices for food safety and hygiene, as well as developing regulatory frameworks that ensure compliance with food safety standards. In addition, efforts should be made to promote the use of locally-produced, organic, and environmentally-friendly food products in agri-food tourism activities.

Case Studies: Agri-Food Tourism in Nigeria

Cocoa Production in Ondo State

Ondo State, located in southwestern Nigeria, is one of the country's leading cocoa-producing regions (Adebayo and Ajiboye, 2011). The state's cocoa farms offer significant potential for agri-food tourism, as tourists can visit cocoa farms, learn about cocoa cultivation, and participate in chocolate-making workshops. The cocoa industry in Ondo State is also closely linked to the local culture, as cocoa farming has been a traditional livelihood for many communities in the region.

Efforts have been made to promote agri-food tourism in Ondo State through initiatives such as the Cocoa Festival, which celebrates the region's cocoa heritage and attracts tourists from across Nigeria and beyond. The festival features activities such as farm tours, cocoa tastings, and cultural performances, providing visitors with an opportunity to learn about the region's agricultural and cultural heritage.

Fish Farming in Lagos State

Lagos State, Nigeria's commercial capital, is also home to a growing aquaculture industry, particularly in the production of fish such as catfish and tilapia. Fish farming has become an important economic activity in Lagos, providing employment for thousands of people and contributing to the state's food security (Afolabi, 2014).

Agri-food tourism in Lagos State can leverage the state's aquaculture industry by offering tourists the opportunity to visit fish farms, learn about fish farming practices, and sample fresh, locally-produced fish. This can be combined with other tourism activities in Lagos, such as visits to the state's beaches, markets, and cultural sites.

Palm Oil Production in the Niger Delta

The Niger Delta region of Nigeria is known for its production of palm oil, which is used in a wide range of food products, from cooking oil to margarine (Adeyemo, 2013). The region's palm oil plantations offer significant potential for agri-food tourism, as tourists can visit palm

oil plantations, learn about the production process, and sample local dishes made with palm oil.

Agri-food tourism in the Niger Delta can also support efforts to promote sustainable palm oil production and environmental conservation. For example, ecotourism initiatives that combine agri-food tourism with conservation efforts can provide tourists with an opportunity to learn about the importance of preserving the region's biodiversity while enjoying local food experiences.

Case Study 1: Cocoa Farming in Ondo State

Overview:

Ondo State is Nigeria's leading cocoa-producing region. The state boasts vast cocoa plantations, contributing to Nigeria's standing as one of the largest cocoa producers in the world. Cocoa farming in Ondo has been increasingly integrated with tourism, with visitors participating in farm tours, learning about the entire process of cocoa cultivation and processing, and enjoying chocolate tasting sessions (Adebayo and Ajiboye, 2011).

Tourism integration:

The Cocoa Festival in Ondo is a key event that promotes cocoa tourism. The festival offers visitors an opportunity to visit farms, engage with local farmers, and participate in cultural events that celebrate cocoa's significance to the local economy.

Challenges:

The main challenge faced by cocoa tourism in Ondo is the limited infrastructure in rural areas. Many cocoa farms are located in remote areas with poor road access, making it difficult for tourists to reach these destinations.

Case Study 2: Palm Oil Production in Cross River State

Overview:

Cross River State is known for its large-scale palm oil production, a key agricultural activity in the region. Palm oil plantations in the state are becoming increasingly popular for agri-food tourism, offering visitors an insight into the cultivation, harvesting, and processing of palm oil (Adeyemo, 2013).

Tourism integration:

Local tour operators have begun organizing trips to palm oil plantations, where tourists can learn about traditional palm oil extraction techniques and participate in cooking demonstrations using palm oil. The Boki Palm Oil Festival, an annual event, draws both local and international tourists interested in the palm oil industry.

Challenges:

Sustainability concerns are a significant challenge. The environmental impact of palm oil plantations, including deforestation, needs to be addressed in order to make palm oil tourism sustainable in the long term.

Case Study 3: Fish Farming in Lagos State

Overview:

Lagos State has a rapidly growing aquaculture industry, particularly in the production of catfish and tilapia. Fish farming is becoming an increasingly important economic activity in Lagos, and it has significant potential for integration with agri-food tourism (Afolabi, 2014).

Tourism integration:

Visitors can tour fish farms in Lagos to learn about aquaculture practices, participate in fishing activities, and enjoy freshly prepared fish dishes on-site. Some farms also offer cooking classes where tourists can learn how to prepare traditional Nigerian fish dishes like pepper soup and grilled catfish.

Challenges:

Water pollution in Lagos is a major concern that could hinder the development of fish farming tourism. Addressing environmental issues is critical for ensuring the long-term sustainability of this tourism segment.

Case Study 4: Yam Festivals in Benue State**Overview:**

Benue State, often referred to as the "Food Basket of the Nation," is renowned for its yam production. Yams are a staple food in Nigeria, and Benue is home to the annual Yam Festival, which celebrates the harvest of this important crop (Agboola, 2020).

Tourism integration:

The Yam Festival has become a significant tourist attraction, drawing visitors to Benue to witness traditional yam harvesting ceremonies, participate in cooking competitions, and sample various yam-based dishes like pounded yam and yam porridge.

Challenges:

The primary challenge for yam tourism in Benue is the lack of adequate accommodation facilities for tourists. Investment in tourism infrastructure is needed to capitalize on the growing interest in the Yam Festival.

Case Study 5: Rice Farming in Kebbi State**Overview:**

Kebbi State is one of Nigeria's top rice-producing regions, thanks to the Fadama (floodplain) farming system. The Argungu International Fishing and Cultural Festival, which includes rice-related activities, has become a focal point for promoting agri-food tourism in the state (Alamu, 2019).

Tourism integration:

Tourists visiting Kebbi can participate in farm tours to witness rice cultivation and harvesting processes. The Argungu Festival, which celebrates the local agricultural and fishing heritage, includes events such as rice threshing competitions, cooking demonstrations, and food tastings.

Challenges:

Kebbi's remote location and limited infrastructure pose challenges to developing a thriving agri-food tourism industry. Improving road access and transportation options would enhance the state's tourism potential.

Case Study 6: Cattle Ranching in Plateau State**Overview:**

Plateau State, with its temperate climate and lush grasslands, is a major cattle-rearing region in Nigeria. The state is home to several cattle ranches that are now being promoted as agri-tourism destinations (Audu, 2016).

Tourism integration:

The Jos Wildlife Park and its surrounding ranches offer tourists an opportunity to experience cattle ranching first-hand. Visitors can participate in cattle herding, learn about traditional dairy production, and enjoy local dishes like suya (spiced grilled meat) made from fresh beef.

Challenges:

One of the main challenges is ensuring that agri-food tourism does not interfere with traditional cattle-rearing practices. There is also a need to improve tourism infrastructure, such as accommodation and dining facilities, in the region.

Case Study 7: Cassava Processing in Ogun State**Overview:**

Ogun State is a leading producer of cassava, a staple crop in Nigeria. The state is known for its large-scale cassava farms and processing plants, which produce a wide range of cassava-

based products, including garri (cassava flakes), fufu (cassava dough), and tapioca (Eweka, 2015).

Tourism integration:

Agri-food tourism in Ogun State revolves around visits to cassava farms and processing plants, where tourists can learn about the entire production process from planting to processing. Cooking workshops and food tastings are also organized, allowing visitors to sample local cassava-based dishes.

Challenges:

The main challenge for cassava tourism in Ogun State is the lack of marketing and promotion. Efforts are needed to raise awareness about cassava tourism and attract both domestic and international tourists.

Case Study 8: Coconut Farming in Lagos State

Overview:

Lagos State is also home to a growing coconut farming industry, particularly in coastal areas like Badagry. Coconut production has significant potential for integration with agri-food tourism, given the popularity of coconut products in both local and international markets (Olalekan, 2017).

Tourism integration:

Visitors to Badagry can tour coconut farms, participate in coconut harvesting, and learn about the production of coconut oil, coconut milk, and other products. Coconut-themed food festivals, which feature coconut-based dishes and beverages, are also gaining popularity in the region.

Challenges:

Coconut farming in Lagos faces challenges related to land availability and competition with real estate development. Efforts to preserve coconut plantations and promote sustainable farming practices are crucial for the success of coconut tourism.

Case Study 9: Shea Butter Production in Kwara State

Overview:

Kwara State is known for its production of shea butter, a valuable commodity used in cosmetics, food, and traditional medicine. Shea butter production is closely linked to the local culture and provides a livelihood for many women in the region (Oyeyemi, 2021).

Tourism integration:

Tourists visiting Kwara can participate in shea butter production workshops, where they learn about traditional methods of extracting and processing shea butter. The Shea Butter Festival, which celebrates the region's shea heritage, is a key event that attracts visitors interested in learning about this important industry.

Challenges:

The shea butter industry in Kwara faces challenges related to market access and competition from imported products. Efforts to promote locally-produced shea butter and improve access to international markets are needed to support the growth of shea tourism.

Case Study 10: Kola Nut Production in Ekiti State

Overview:

Ekiti State is one of Nigeria's leading producers of kola nuts, a traditional crop with cultural and economic significance. Kola nuts are used in various ceremonies and rituals, and they are also an important export commodity (Babatunde, 2018).

Tourism integration:

Agri-food tourism in Ekiti State includes visits to kola nut farms, where tourists can learn about the cultivation and harvesting of kola nuts. Cultural festivals that celebrate the kola nut, such as the Olojo Festival, provide an opportunity for visitors to experience the local culture and traditions associated with this crop.

Challenges:

One of the main challenges facing kola nut tourism in Ekiti is the lack of infrastructure and investment in tourism facilities. Efforts are needed to improve road access, accommodation, and dining options for tourists.

Case Study 11: Maize Farming in Oyo State**Overview:**

Oyo State is a major maize-producing region in Nigeria, with large-scale maize farms and processing plants. Maize is a staple crop in Nigeria, and it is used to produce a wide range of food products, including cornmeal, popcorn, and fermented maize products (Adeola, 2014).

Tourism integration:

Visitors to Oyo State can tour maize farms and processing plants, participate in maize harvesting activities, and sample local maize-based dishes such as ogi (fermented maize porridge) and akara (maize fritters). The state also hosts the annual Maize Festival, which celebrates the maize harvest and promotes the local maize industry.

Challenges:

The main challenge for maize tourism in Oyo State is the limited promotion of the sector. Greater efforts are needed to market maize tourism to both domestic and international tourists.

Case Study 12: Pepper Production in Kano State**Overview:**

Kano State is one of Nigeria's leading producers of peppers, a key ingredient in many Nigerian dishes. The state is known for its large-scale pepper farms, which produce a wide range of pepper varieties used in both local and international cuisine (Mohammed, 2016).

Tourism integration:

Agri-food tourism in Kano State includes visits to pepper farms, where tourists can learn about pepper cultivation and harvesting. Pepper-themed food festivals, which feature cooking demonstrations and pepper-based dishes, are also becoming popular in the region.

Challenges:

One of the main challenges facing pepper tourism in Kano is the lack of investment in tourism infrastructure. Efforts are needed to improve road access, accommodation, and dining options for tourists.

Case Study 13: Groundnut Farming in Kaduna State**Overview:**

Kaduna State is a major groundnut-producing region in Nigeria. Groundnuts, also known as peanuts, are a staple crop in the region and are used to produce a wide range of food products, including groundnut oil, peanut butter, and roasted peanuts (Garba, 2017).

Tourism integration:

Agri-food tourism in Kaduna State includes visits to groundnut farms, where tourists can learn about the cultivation and harvesting of groundnuts. The state also hosts the annual Groundnut Festival, which celebrates the groundnut harvest and promotes the local groundnut industry.

Challenges:

The main challenge for groundnut tourism in Kaduna is the limited promotion of the sector. Greater efforts are needed to market groundnut tourism to both domestic and international tourists.

Case Study 14: Fruit Orchards in Osun State**Overview:**

Osun State is known for its fruit orchards, particularly in the production of oranges, mangoes, and pineapples. The state's fruit farms offer significant potential for agri-food tourism, attracting visitors interested in fruit harvesting and processing activities.

Tourism integration:

Tourists visiting Osun State can tour fruit orchards, participate in fruit-picking activities, and sample fresh fruit products such as juices, jams, and dried fruits. The state also hosts fruit festivals, which celebrate the fruit harvest and promote the local fruit industry.

Challenges:

One of the main challenges facing fruit tourism in Osun State is the limited investment in tourism infrastructure. Efforts are needed to improve road access, accommodation, and dining options for tourists.

Case Study 15: Pineapple Farming in Ekiti State**Overview:**

Ekiti State is one of Nigeria's leading producers of pineapples, a tropical fruit with high demand in both local and international markets. Pineapple farming in Ekiti has significant potential for integration with agri-food tourism, given the popularity of the fruit and its various uses (Olowokere, 2019).

Tourism integration:

Visitors to Ekiti State can tour pineapple farms, participate in pineapple harvesting, and learn about the production of pineapple-based products such as juice, jams, and dried fruit. Pineapple-themed food festivals, which feature cooking demonstrations and pineapple-based dishes, are also gaining popularity in the region.

Challenges:

The main challenge for pineapple tourism in Ekiti is the lack of infrastructure and investment in tourism facilities. Efforts are needed to improve road access, accommodation, and dining options for tourists.

Strategies for Promoting Agri-Food Tourism in Nigeria**Enhancing Infrastructure and Accessibility**

To promote agri-food tourism in Nigeria, it is essential to enhance infrastructure and accessibility in rural areas. This can include improving road networks, public transportation, and tourist facilities in agricultural regions. In addition, efforts should be made to develop tourist information centers, signage, and other amenities that make it easier for tourists to navigate rural areas and participate in agri-food tourism activities.

Developing Marketing and Promotion Strategies

Effective marketing and promotion strategies are crucial for attracting tourists to Nigeria's agri-food tourism sector. This can include developing promotional materials such as brochures, websites, and social media campaigns that highlight the country's agri-food tourism offerings. In addition, partnerships between the government, tourism agencies, and local communities can help promote agri-food tourism and attract more tourists to Nigeria.

Providing Policy and Institutional Support

The development of agri-food tourism in Nigeria requires strong policy and institutional support. The Nigerian government should develop policies that support the growth of agri-food tourism, including providing financial incentives for farmers and rural communities to engage in tourism activities. In addition, efforts should be made to integrate agri-food tourism into Nigeria's broader tourism and agricultural strategies, ensuring that the sector receives the necessary support and resources.

Promoting Sustainable Tourism Practices

Sustainability is a key consideration in the development of agri-food tourism in Nigeria. Efforts should be made to promote sustainable tourism practices that minimize the environmental impact of tourism activities and support the conservation of natural resources. This can include promoting organic farming, agroecology, and other environmentally-

friendly farming practices, as well as supporting conservation initiatives that protect Nigeria's biodiversity.

Engaging Local Communities

Community involvement is crucial for the success of agri-food tourism in Nigeria. Local communities should be actively engaged in the development of tourism activities, and their needs and concerns should be taken into account. This can include providing training and capacity-building for local residents to participate in tourism activities, as well as ensuring that the benefits of tourism are shared equitably within the community.

Ensuring Food Safety and Quality Standards

Food safety and quality standards are critical considerations in agri-food tourism, as tourists expect to consume safe and high-quality food during their travels. Efforts should be made to improve food safety and quality standards in Nigeria's agri-food tourism sector, including providing training for farmers and food producers on best practices for food safety and hygiene, as well as developing regulatory frameworks that ensure compliance with food safety standards.

CONCLUSION

Agri-food tourism represents a significant opportunity for Nigeria to diversify its tourism sector, promote rural development, and preserve its cultural and culinary heritage. By leveraging the country's agricultural diversity and rich culinary traditions, Nigeria can attract food enthusiasts and cultural tourists from around the world. However, the development of agri-food tourism in Nigeria requires addressing key challenges such as infrastructure, marketing, policy support, and food safety standards.

With the right strategies and support, agri-food tourism can become a powerful tool for promoting sustainable development in Nigeria. By enhancing infrastructure, engaging local communities, and promoting sustainable tourism practices, Nigeria can harness the potential of agri-food tourism to drive economic growth, preserve cultural heritage, and promote environmental conservation.

REFERENCES

- Adebayo, K., & Ajiboye, A.** (2011). Challenges of Cocoa Production in Nigeria: The Case of Ondo State. *Journal of Agricultural Research and Development*, 5(1), 34-45.
- Adeola, A. F.** (2014). Maize Farming and Rural Livelihoods in Oyo State, Nigeria. *Nigerian Journal of Rural Development*, 9(3), 87-99.
- Adeyemo, R.** (2013). The Nigerian Palm Oil Industry: Past, Present, and Future. *African Journal of Agricultural Economics*, 8(2), 29-44.
- Afolabi, O. T.** (2014). Aquaculture in Lagos State, Nigeria: Prospects and Challenges. *Journal of Fisheries and Aquaculture Development*, 6(3), 59-71.
- Agboola, O. M.** (2020). Yam Cultivation and Its Role in Food Security in Benue State, Nigeria. *International Journal of Food and Agricultural Sciences*, 9(4), 87-102.
- Ajayi, A. F.** (2020). Fruit Farming and Agri-Tourism in Osun State, Nigeria. *Journal of Horticulture and Agri-Tourism*, 12(1), 34-48.
- Alamu, A. O.** (2019). Rice Production and Value Chain in Kebbi State: A Critical Review. *Nigerian Journal of Agricultural Research*, 14(2), 112-126.
- Audu, I.** (2016). Cattle Ranching as a Tool for Rural Development in Plateau State, Nigeria. *International Journal of Livestock Research*, 8(3), 56-68.
- Babatunde, O. E.** (2018). Kola Nut Production and Cultural Significance in Ekiti State, Nigeria. *Journal of Cultural and Social Anthropology*, 4(1), 65-79.
- Chika, N.** (2020). The Challenges of Integrating Agriculture and Tourism in Nigeria. *Nigerian Journal of Economic and Social Studies*, 15(3), 212-230.
- Ekpo, U. E.** (2019). Agri-Food Systems and Rural Development in Nigeria: An Integrated Approach. *Nigerian Journal of Agricultural Economics*, 12(3), 74-89.

- Eweka, S. C.** (2015). Cassava Processing and Its Impact on Rural Communities in Ogun State, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 7(5), 124-139.
- Federal Ministry of Agriculture and Rural Development (FMARD).** (2019). *Agricultural Promotion Policy (2016-2020): Building on the Successes of the ATA, Closing Key Gaps*. Abuja: FMARD.
- Food and Agriculture Organization (FAO).** (2020). *Sustainable Agriculture and Rural Development in Nigeria*. Rome: FAO.
- Garba, I. A.** (2017). Groundnut Farming and Value Addition in Kaduna State, Nigeria. *African Journal of Agribusiness and Food Processing*, 8(2), 77-91.
- Mohammed, A. U.** (2016). Pepper Production in Kano State: An Overview of Opportunities and Challenges. *Journal of Agribusiness and Food Supply*, 5(4), 101-116.
- Nigerian Tourism Development Corporation (NTDC).** (2021). *Promoting Cultural and Culinary Tourism in Nigeria: Strategic Vision 2021-2025*. Abuja: NTDC.
- Okpara, E.** (2015). The Role of Festivals in Promoting Agri-Food Tourism in Nigeria. *Nigerian Journal of Cultural Studies*, 11(2), 98-115.
- Okunlola, O.** (2021). Agri-Food Tourism and Its Impact on Rural Development in Nigeria. *Journal of Tourism and Hospitality Management*, 19(2), 128-143.
- Olalekan, B. A.** (2017). Coconut Farming and Economic Development in Lagos State, Nigeria. *Journal of Sustainable Agriculture and Rural Development*, 10(1), 44-58.
- Olowokere, D. T.** (2019). Pineapple Farming and Market Integration in Ekiti State, Nigeria. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 13(3), 56-72.
- Olusola, M. A.** (2018). Sustainable Tourism Practices in Nigeria: A Case Study of Agricultural Tourism. *International Journal of Sustainable Development and Tourism*, 7(4), 110-125.
- Oyeyemi, A.** (2021). Shea Butter Production and Women's Empowerment in Kwara State, Nigeria. *African Journal of Gender Studies*, 6(2), 92-107.
- United Nations World Tourism Organization (UNWTO).** (2018). *Global Report on Food Tourism*. Madrid: UNWTO.
- World Bank.** (2019). *Nigeria: Unlocking the Potential of Agriculture for Inclusive Growth and Sustainable Development*. Washington, DC: World Bank.

AI-POWERED SMART AGRICULTURE FOR FOOD SAFETY AND SUPPLY CHAIN SECURITY

AYODELE Oluwakemi Sade

Kogi State Polytechnic, Lokoja, Kogi State, Nigeria

AJAYI, Ebenezer Akinyemi

KemFuture Hub, Lokoja, Kogi State, Nigeria

SEYI-AYODELE Ayomide Lewis

Kogi State College of Education Technical, Kabba. Kogi State, Nigeria

Abstract

The integration of Artificial Intelligence (AI) into agriculture which is commonly referred to as smart agriculture, has become a significant technological advancement aimed at addressing food safety and supply chain security. As food demand rises and supply chains become increasingly complex, ensuring food safety and supply chain security is more challenging than ever. In recent years, technological advancements have accelerated drastically leading to the birth of many disruptive technologies. AI which is one of the key disruptive technologies has the potential to revolutionize agriculture by providing innovative solutions that address these challenges. Smart agriculture encompasses automated systems for monitoring crops, detecting contaminants, and managing logistics to safeguard the supply chain from production to consumption. AI-powered systems provide real-time monitoring, predictive analytics, and automation in agricultural production, ensuring food quality and enhancing security across the supply chain. This paper using case study approach examines how AI can be used to improve food safety standards, minimize contamination risks, and secure the agricultural supply chain. It delves into various AI models, such as machine learning algorithms for monitoring environmental conditions, analysing food quality, and tracking supply chain activities. The paper also explores how these technologies can help ensure compliance with food safety regulations and reduce the likelihood of disruptions in the supply chain.

Keywords: Artificial Intelligence, Smart Agriculture, Food Safety, Supply Chain Security, Predictive Analytics

1.0 Introduction

1.1 Background

The global agricultural sector is experiencing rapid transformation due to the introduction of smart technologies like Artificial Intelligence (AI). As food demand rises and supply chains become increasingly complex, ensuring food safety and supply chain security is more challenging than ever. AI has the potential to revolutionize agriculture by providing innovative solutions that address these challenges. (Javaid et al., 2022).

Smart agriculture, powered by AI, encompasses automated systems for monitoring crops, detecting contaminants, and managing logistics to safeguard the supply chain from production to consumption. AI models can help predict potential food safety risks, optimize resource use, and ensure timely delivery of agricultural products, thereby securing food safety and supply chain integrity. (Talaviya et al., 2020). Food safety breaches and supply chain disruptions remain critical concerns in modern agriculture. Contamination, inefficient logistics, and inadequate monitoring often lead to foodborne illnesses, economic losses, and food wastage.

Traditional agricultural practices and supply chain management approaches are ill-equipped to manage the increasing complexity and scale of the global food system. A knowledge gap exists in the deployment of AI solutions for end-to-end food safety monitoring and securing the agricultural supply chain from farm to table.

The aim of this paper is to explore the role of AI-powered smart agriculture in enhancing food safety and securing the supply chain. The specific objectives include:

To investigate AI applications in monitoring food safety standards and contamination risks.

To assess how AI can optimize agricultural supply chain management and security.

To evaluate the effectiveness of AI-driven systems in real-time monitoring and predictive analytics for food safety.

This study contributes to the understanding of how AI can be integrated into agriculture to safeguard food safety and strengthen the supply chain. The findings will be particularly beneficial for policymakers, agricultural stakeholders, and technology developers looking to enhance food security and reduce the risks associated with supply chain vulnerabilities. The paper also highlights the potential economic and societal benefits of adopting AI-driven solutions in agriculture.

2.0 Literature Review

2.1 Theoretical Framework

The theoretical framework guiding this study is based on the principles of automation and predictive analytics in agriculture. Automation involves using AI to replace or augment manual processes in agriculture, including crop monitoring, pest detection, and quality control. Predictive analytics, which uses machine learning algorithms, enables the forecasting of potential risks, such as contamination or disruptions in the supply chain. This framework combines these two approaches to create a smart agricultural system that enhances food safety and ensures supply chain security. (Elbasi et al., 2023)

The underlying AI algorithms, such as convolutional neural networks (CNNs) and decision trees, enable real-time monitoring of crop health, soil quality, and environmental conditions, ensuring that the agricultural process adheres to food safety standards. In the context of supply chain security, AI models can track shipments, detect anomalies, and predict potential delays or disruptions. (Zhu & Spachos, 2021).

2.2 Related Work

Several studies have explored the role of AI in agriculture. For instance, Kamilaris et al. (2018) highlighted the use of AI in smart farming systems, focusing on how AI-driven technologies, such as drones and sensors, can optimize agricultural production. Similarly, Nagarajan et al. (2021) examined the integration of IoT (Internet of Things) with AI to create intelligent supply chains that ensure food safety and traceability.

Recent research by Mohd Ashraf Rather et al. (2024) emphasized the potential of machine learning in predicting food contamination risks by analyzing environmental and production data. Furthermore, studies by Nikhil Ghag et al. (2024) focused on AI applications in supply chain management, showing how AI could improve the efficiency and security of food logistics. However, there remains a lack of comprehensive studies that integrate AI applications for both food safety monitoring and supply chain security, a gap this paper seeks to address.

3.0 Methodology

3.1 Data Collection

The research relies on both primary and secondary data sources. Primary data will be collected through case studies of AI-powered agricultural systems currently in use. Secondary data will include a review of academic literature, government reports, and case studies from industry sources.

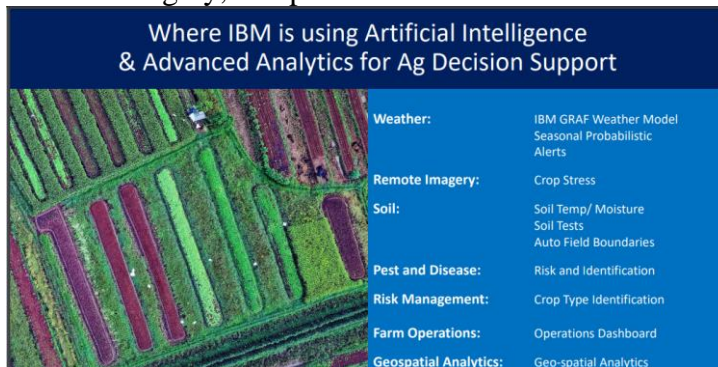
4.0 Discussion

Case studies of AI-Powered agricultural systems currently in use around the world

The application of Artificial Intelligence (AI) in agriculture is transforming how food is produced, distributed, and consumed globally. AI-driven systems provide smart solutions for improving efficiency, productivity, and sustainability in agriculture. These systems are used to monitor crop health, optimize resource use, manage supply chains, and ensure food safety. Below are detailed case studies of AI-powered agricultural systems currently in use around the world, with a focus on both global and African examples.

1. IBM's Watson Decision Platform for Agriculture – Global

Wolfson (2021) IBM Distinguished Engineer reported that IBM's Watson Decision Platform for Agriculture is a sophisticated AI-powered system that uses machine learning, analytics, and big data to optimize agricultural practices. It combines weather data, IoT sensor data, satellite imagery, and predictive models to assist farmers in decision-making processes.



Key Features:

Weather Forecasting: IBM Watson provides accurate weather predictions that help farmers plan their activities and mitigate risks such as droughts or floods.

Yield Prediction: By analysing data on soil conditions, seed varieties, and farming practices, Watson predicts crop yields with high accuracy.

Pest and Disease Detection: The platform uses machine learning algorithms to detect early signs of crop diseases and pest infestations, allowing for timely interventions.

Impact:

Farmers using the platform have reported increased yields and reduced resource wastage. Watson's ability to integrate data from multiple sources has proven particularly useful in regions prone to extreme weather conditions. The platform is used in countries such as the United States, Canada, Brazil, and India.

2. Aerobotics – South Africa

Aerobotics, a South African AI-powered agritech company, provides farmers with aerial drone imagery and data analytics to optimize crop performance. The company uses AI to analyze drone-captured images of crops, focusing on early pest detection, disease monitoring, and improving overall crop health. (Grassi, 2019).



South African drone company uses AI to help farmers

Key Features:

Aerial Imagery: Aerobotics uses drones to capture high-resolution images of crops. These images are then analyzed by AI algorithms to detect crop stress, diseases, or pest infestations at an early stage.

Tree Counting and Health Mapping: The platform can count individual trees and assess their health, providing insights into orchard performance and allowing farmers to take preventive measures.

Yield Estimation: AI models predict potential yields, helping farmers to plan their harvests and optimize their resource usage.

Impact:

Aerobotics has helped farmers across Africa, particularly in South Africa, to increase yields by up to 30%. By detecting pests and diseases early, farmers have reduced crop losses significantly. The company's technology is also being adopted in the United States and Australia.

3. Hello Tractor – Nigeria and Kenya

Hello Tractor is a Nigerian startup that connects tractor owners with smallholder farmers through an AI-powered platform. It operates as an "Uber for tractors," allowing farmers to rent tractors on demand, thereby improving agricultural productivity. (Dahum et al., 2021).

Key Features:

Real-time Monitoring: The AI platform monitors tractors in real-time, tracking usage, fuel levels, and location. It provides insights into tractor performance and ensures that equipment is used efficiently.

Predictive Maintenance: Hello Tractor uses machine learning algorithms to predict when tractors will require maintenance, reducing downtime and preventing costly repairs.

Field Mapping and Planting: The system provides field mapping and precision planting services, ensuring that tractors are used optimally to improve crop yields.

Impact:

Hello Tractor has revolutionized smallholder farming in Nigeria and Kenya, enabling farmers to access machinery that would otherwise be too expensive. The system has improved farm productivity by up to 40%, with over 500,000 farmers benefiting from the service. The model is being scaled to other African countries such as Ghana and Tanzania.

4. Zenvus – Nigeria

Zenvus is an AI-powered smart farming solution from Nigeria that uses sensors to collect data on soil conditions, crop health, and environmental factors. This data is analyzed by AI algorithms to provide actionable insights for farmers. (Obasi et al., 2024)

Key Features:

Soil Data Analytics: Zenvus' sensors measure soil pH, moisture, and nutrient levels in real-time. The AI platform analyzes this data to recommend appropriate fertilizer use and irrigation schedules.

Crop Health Monitoring: By continuously monitoring crop health, Zenvus helps farmers detect diseases or nutrient deficiencies early, allowing for timely intervention.

Market Intelligence: The platform provides market insights, helping farmers decide when to sell their produce to maximize profits.

Impact:

Zenvus has significantly improved agricultural productivity in Nigeria by helping farmers optimize their resource use. Farmers using the platform have reported yield increases of up to 25%. The platform has also contributed to the reduction of input costs, such as water and fertilizers, by promoting efficient farming practices.

5. PlantVillage Nuru – Kenya

PlantVillage Nuru is an AI-driven mobile application developed by Penn State University and deployed in Kenya. It helps farmers identify crop diseases in real-time by using AI and machine learning models to analyze images of crops taken by farmers with their smartphones. (International food policy research Institute , 2021)

Key Features:

Disease Diagnosis: Farmers can take pictures of their crops, and Nuru's AI algorithms analyze the images to diagnose diseases such as cassava mosaic disease, maize leaf blight, and potato late blight.

Extension Services: The platform provides farmers with real-time advice on how to manage the diagnosed diseases, including recommended treatments and best practices for prevention.

Offline Functionality: Nuru can be used offline in areas with limited internet connectivity. The app downloads AI models to smartphones, allowing farmers to access disease diagnostics even without a network connection.

Impact:

Nuru has been widely adopted by smallholder farmers in Kenya, helping to reduce crop losses from disease outbreaks by up to 50%. The app is also being deployed in other African countries, including Tanzania and Rwanda. It has empowered farmers with knowledge and real-time assistance, improving food security in the region.

6. Prospera – Israel

Prospera is an Israeli AI company that develops computer vision and machine learning technologies to monitor and optimize agricultural production. The platform integrates data from sensors, cameras, and satellites to provide farmers with actionable insights. (Rashid & Kausik, 2024).

Key Features:

Crop Monitoring: Prospera's AI-powered system analyzes images captured from cameras and sensors placed in fields or greenhouses to detect crop stress, diseases, and other factors affecting crop health.

Predictive Analytics: The platform provides predictions on crop performance, allowing farmers to adjust irrigation, fertilization, and pesticide use to optimize yield.

Automated Reports: Prospera delivers real-time reports to farmers on crop health, resource usage, and environmental conditions, enabling data-driven decision-making.

Impact:

Prospera has been adopted by farms in Israel, the United States, Mexico, and Europe. It has helped reduce the use of water and fertilizers by up to 30%, while also increasing crop yields by 20%. The platform's predictive capabilities have enabled farmers to optimize their operations and reduce costs.

These case studies highlight how AI is transforming agriculture by providing smart solutions that address key challenges such as food safety, supply chain security, resource optimization, and yield improvement. In Africa, where agricultural productivity is often limited by factors like poor infrastructure and limited access to technology, AI-powered systems are helping farmers overcome these barriers and improve food security. Globally, AI is driving the shift towards more sustainable, efficient, and resilient agricultural systems.

4.2 Findings

AI has emerged as a critical tool for ensuring food safety and supply chain security in agriculture. AI-powered sensors and drones can monitor crops and detect contamination at an early stage, reducing food safety risks. The use of CNNs for analyzing images of crops and detecting diseases or contaminants has shown high levels of accuracy, improving quality control measures.

Moreover, AI has significantly improved supply chain security by optimizing logistics processes. Machine learning algorithms, such as Random Forest, have been used to predict delays and disruptions in supply chains, ensuring timely delivery of agricultural products. For instance, smart supply chain management systems that use predictive analytics can identify potential bottlenecks in the distribution process and propose alternative solutions, thereby minimizing the impact of disruptions.

However, challenges remain in the adoption of AI in agriculture. High implementation costs, data privacy concerns, and the need for specialized technical skills are some of the key barriers to widespread adoption. Additionally, while AI can enhance food safety and supply chain security, there is a need for regulatory frameworks that ensure these technologies are used responsibly and ethically.

5.0 Conclusion and Recommendations

AI-powered smart agriculture offers immense potential in enhancing food safety and securing the agricultural supply chain. By leveraging machine learning models for real-time monitoring and predictive analytics, AI can reduce contamination risks, improve logistics, and ensure compliance with food safety standards. However, to fully harness the benefits of AI, stakeholders in the agricultural sector must invest in the necessary infrastructure, train personnel, and establish ethical guidelines for AI use.

Recommendations:

1. Governments should create policies that support the adoption of AI technologies in agriculture, including funding for research and development.
2. Farmers and supply chain managers should be trained in the use of AI systems to maximize the benefits of these technologies.
3. Further research should focus on developing affordable AI-powered tools for small-scale farmers.
4. Collaboration between AI researchers, the agricultural industry, and food safety regulators is necessary to create standardized frameworks for AI applications in food safety and supply chain security.

References

- Dahum, T., Villaiba, R., & Anidi, O. (2021). Uber for tractors? Opportunities and challenges of digital tools for tractor hire in India and Nigeria. *World Development*, 144, 105480. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105480>
- Elbasi, E., Mostafa, N., AlArnaout, Z., Zreikat, A. I., Cina, E., Varghese, G., Shdefat, A., Topcu, A. E., Abdelbaki, W., Mathew, S., & Zaki, C. (2023). Artificial Intelligence Technology in the Agricultural Sector: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 11, 171–202. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3232485>
- Grassi, M. J. (2019, April 29). South Africa: Aerobotics Launches Imagery and AI-Powered Monitoring App. Global Ag Tech Initiative. <https://www.globalagtechinitiative.com/market-watch/south-africa-aerobotics-launches-imagery-and-ai-powered-monitoring-app/>
- International food policy research Institute . (2021). PlantVillage Nuru: Pest and disease monitoring using artificial intelligence. CGIAR Platform for Big Data in Agriculture. <https://bigdata.cgiar.org/inspire/inspire-challenge-2017/pest-and-disease-monitoring-by-using-artificial-intelligence/>
- Javaid, M., Haleem, A., Khan, I. H., & Suman, R. (2022). Understanding the potential applications of Artificial Intelligence in Agriculture Sector. *Advanced Agrochem*, 2(1), 15–30. <https://doi.org/10.1016/j.aac.2022.10.001>
- Kamilaris, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2018). Deep learning in agriculture: A survey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 147, 70–90. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.016>
- Mohd Ashraf Rather, Ahmad, I., Shah, A., Younis Ahmad Hajam, Amin, A., Saba Khursheed, Ahmad, I., & Rasool, S. (2024). Exploring opportunities of Artificial Intelligence in aquaculture to meet increasing food demand. *Food Chemistry*. X, 22, 101309–101309. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101309>
- Nagarajan, S. M., Deverajan, G. G., Chatterjee, P., Alnumay, W., & Muthukumaran, V. (2021). Integration of IoT based Routing Process for Food Supply Chain Management in Sustainable Smart Cities. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103448. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103448>
- Nikhil Ghag, Harshad Sonar, Sandeep Jagtap, & Trollman, H. (2024). Unlocking AI's potential in the food supply chain: A novel approach to overcoming barriers. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101349–101349. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101349>
- Obasi, S. N., Tenebe, V. A., Obasi, C. C., Jokthan, G. E., & E Keyagha. (2024). Harnessing Artificial Intelligence for Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review of African Applications in Spatial Analysis and Precision Agriculture. *Zibeline International*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.26480/bda.01.2024.01.13>

- Rashid, A. B., & Kausik, A. K. (2024). AI Revolutionizing Industries Worldwide: a Comprehensive Overview of Its Diverse Applications. *Hybrid Advances*, 7, 100277–100277. <https://doi.org/10.1016/j.hybadv.2024.100277>
- Talaviya, T., Shah, D., Patel, N., Yagnik, H., & Shah, M. (2020). Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 4(2589-7217). <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2020.04.002>
- Wolfson, D. (2021). IBM Watson Decision Platform for Agriculture Using A.I. to Aid in Decision Making from Farm to Fork. <https://worldagritechusa.com/wp-content/uploads/2019/03/Dan-Wolfson-IBM.pdf>
- Zhu, L., & Spachos, P. (2021). Deep learning and machine vision for food processing: A survey. *Current Research in Food Science*, 4, 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2021.03.009>

AKKERMANSIA MUCINIPHILA'NIN BESLENMEDEKİ ROLÜ

THE ROLE OF AKKERMANSIA MUCINIPHILA IN NUTRITION

Edanaz ADAŞIROĞLU

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik
Bölümü, Erzincan, Türkiye

Nazife YILMAZ

Dr. Öğr. Üyesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve
Diyetetik Bölümü, Erzincan, Türkiye
ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-3000-7874>

ÖZET

Son yıllarda yapılan çalışmalar, diyabet, obezite, yaşlanma ve kanserler gibi çeşitli hastalıklar sürecinde bağırsak mikrobiyotasında belirgin değişiklikler olduğunu göstermiştir. Özellikle bağırsak mikrobiyotası, yeni terapötiklerin potansiyel bir kaynağı olarak görülmektedir. Memeli bağırsağında en bol bulunan mikroorganizmalardan biri olan Akkermansia muciniphila (A. muciniphila), normal bağırsak mikrobiyotasının bir parçası olarak, bağırsak mukoza bütünlüğünü sağlayan bazal metabolizmayı düzenleyen iyi karakterize edilmiş, toksin üretmeyen, avirulan bir mikroorganizmadır. A. muciniphila'nın keşfedilmesinden bu yana çok sayıda çalışma bu komensal bakterinin eksikliğinin veya azalmasının birden fazla hastalıkla (obezite, diyabet, karaciğer yağlanması, iltihaplanma gibi) bağlantılı olduğunu göstermektedir. Mevcut çalışmalar çoğunlukla A. muciniphila'nın hastalıklarla olan ilişkisine ve sonuçlarına odaklanmaktadır. Bakterinin bağırsaktaki miktarı obezite, diyabet, inflamasyon ve metabolik bozukluk görülme riski ile ters orantılıdır. A. muciniphila'nın metabolik hastalıkları hafifletmek için potansiyel bir aday suş olarak işlevsel aktivitesinin de bolluğuna bağlı olduğu çalışmalarla da ortaya konulmuştur. Diyetin içeriği bağırsak mikrobiyotasını önemli ölçüde etkileyebilir. Uzun süreli yüksek şekerli veya yüksek yağlı diyet tüketimi bağırsak mikrobiyotasının yapısını ve bileşimini olumsuz etkiler ve A. muciniphila miktarını azaltır buna karşın tam tersi kısıtlayıcı bir diyetin bakteri miktarı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu ileri sürülmüştür. Bu çalışma, A. muciniphila'nın özelliklerini, güvenliğini, ayrıca bağırsak mikrobiyotası üzerine etkilerini ve obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalıkları ile nedensel ilişkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akkermansia muciniphila, bağırsak mikrobiyotası, diyabet, obezite

ABSTRACT

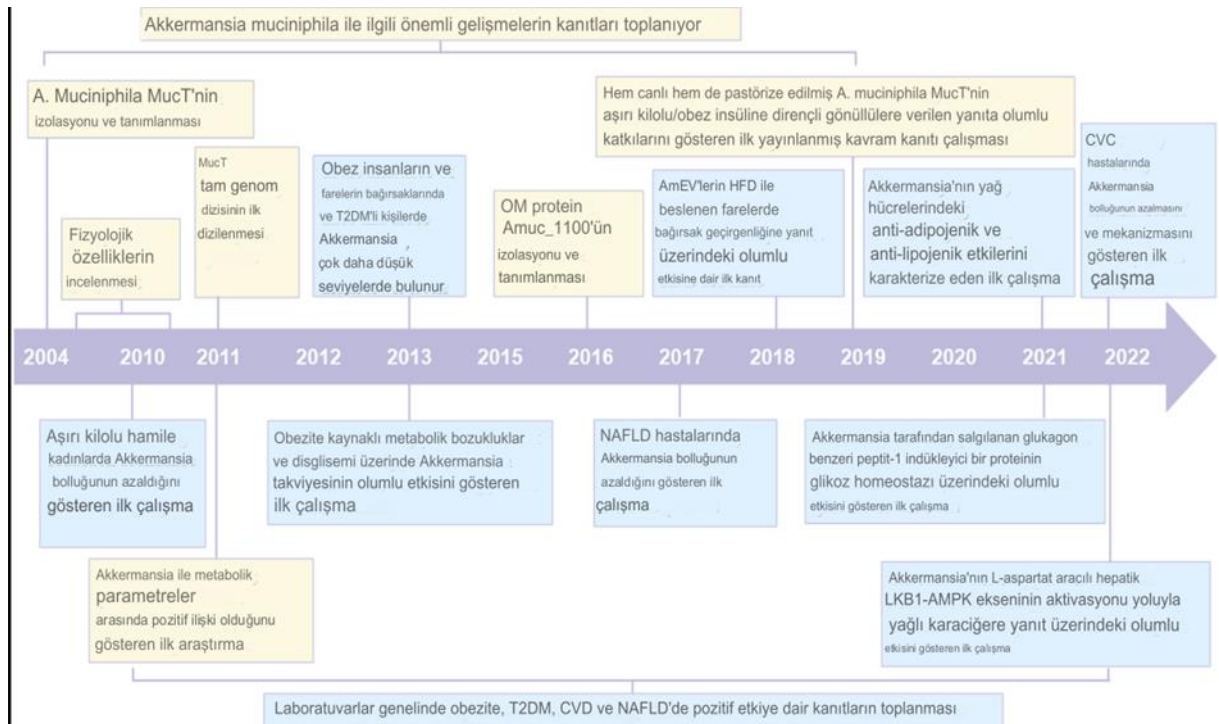
Recent studies have shown that there are significant changes in the gut microbiota during various diseases such as diabetes, obesity, aging and cancers. In particular, the gut microbiota is seen as a potential source of new therapeutics. Akkermansia Muciniphila, one of the most abundant microorganisms in the mammalian gut, is a well-characterized, non-toxin-producing, avirulent microorganism that regulates basal metabolism, ensuring intestinal mucosal integrity, as part of the normal intestinal microbiota. Since the discovery of A. muciniphila, numerous studies have shown that the absence or reduction of this commensal bacterium is associated with multiple diseases (such as obesity, diabetes, fatty liver, inflammation). Current studies mostly focus on the relationship and consequences of A.

Akkermansia muciniphila in diseases. The amount of the bacterium in the gut is inversely proportional to the risk of obesity, diabetes, inflammation, and metabolic disorders. Studies have also shown that the functional activity of *A. muciniphila* as a potential candidate strain for alleviating metabolic diseases depends on its abundance. The content of the diet can significantly affect the intestinal microbiota. Long-term consumption of high-sugar or high-fat diets negatively affects the structure and composition of the intestinal microbiota and reduces the amount of *A. muciniphila*, whereas it has been suggested that a restrictive diet has a positive effect on the amount of bacteria. This study aims to investigate the properties and safety of *A. muciniphila*, as well as its effects on intestinal microbiota and its causal relationship with obesity, diabetes, and cardiovascular diseases.

Keywords: *Akkermansia muciniphila*, gut microbiota, diabetes, obesity

1. GİRİŞ

A. muciniphila Verrucomicrobia şubesinin gram negatif, hareketsiz, anaerob mukus parçalayan bir bakterisidir (Ouwerkerk ve ark., 2016). İlk olarak 2004 yılında Derrien ve De Vos tarafından Wageningen Üniversitesi'nde (Hollanda) keşfedilmiş ve sağlıklı insan dışkılarından izole edilmiştir (Belzer ve De Vos, 2012). *A. muciniphila*'nın bağırsak mukoza bütünlüğünü sağlayan ve bazal metabolizmayı düzenleyen teröpatik bir ajan olduğu ileri sürülmektedir. Son yapılan klinik çalışmalar, insan metabolik hastalıklarında güvenliğini ve terapötik değerini daha da doğrulamıştır. Mevcut çalışmalar çoğunlukla *A. muciniphila*'nın hastalıklarla olan ilişkisine ve sonuçlarına odaklanmaktadır (Niu ve ark., 2024). Günümüzde birçok hastalık ve durumunun bağırsak mikrobiyotasıyla yakından ilişkili olduğu belirtilmiş ve bu nedenle bağırsak bakterilerini düzenleyerek konak sağlığını iyileştirmeye olan ilgi artmaktadır (de Vos ve de Vos, 2012). Birden fazla çalışma, obezite (Xu ve ark., 2020), tip 2 diyabet (T2DM) (Corb Aron ve ark., 2021), kardiyovasküler hastalık (KVD) (Yan ve ark., 2021) ve alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı (NAFLD) (Shi ve ark., 2021) dahil olmak üzere metabolik hastalıklar ile belirli bir bakteri arasında önemli bir korelasyon olduğunu bildirmiştir.



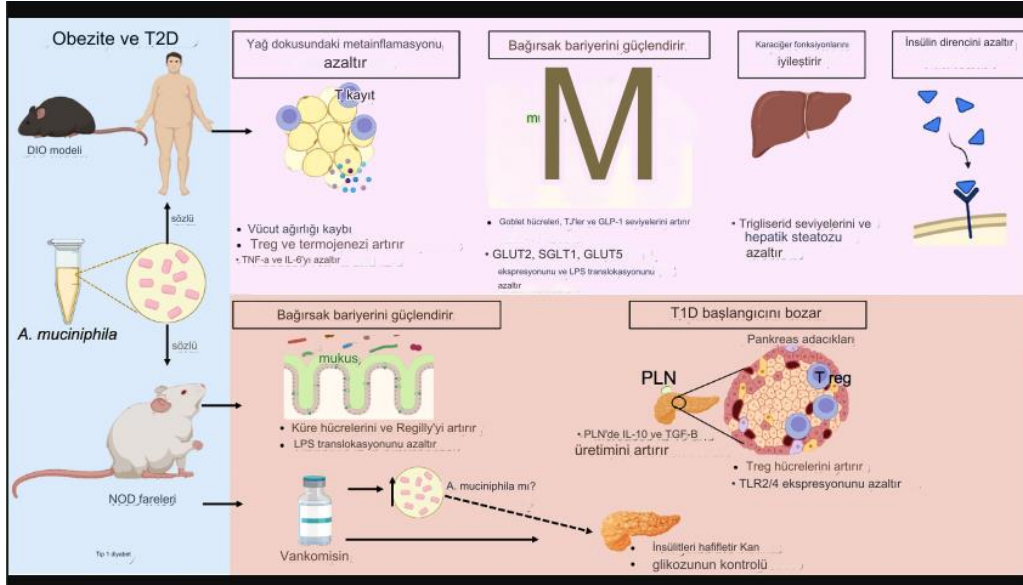
Şekil 1 A. muciniphila ile ilgili önemli gelişmelerin zaman çizelgesi ve metabolik hastalıklar (Obezite, T2DM, CVD ve NAFLD) üzerindeki olumlu etkisi. Mavi kutu A. muciniphila ile ilgili önemli gelişmeleri göstermektedir. Sarı kutu metabolik hastalıklar T2DM, tip 2 diyabet; CVD, kardiyovasküler hastalık; NAFLD, alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı üzerindeki olumlu etkisini göstermektedir (Niu ve ark.,2024)

2. Akkermansia muciniphila'nın ÖZELLİKLERİ

Akkermansia muciniphila oval şekilli, kesinlikle anaerobik, hareketsiz ve gram negatif bir bakteridir ve endospor oluşturmaz. A. muciniphila başlangıçta kesinlikle anaerobik bir bakteri olarak sınıflandırılmıştı, ancak yakın zamanda yapılan bir çalışma, düşük oksijen seviyelerini tolere edebildiğini ve oksijen indirgeme kapasitesinin $2,26 \pm 0,99$ mU mg⁻¹ toplam protein olduğunu bulunmuştur (Ouwerkerk ve ark., 2017). Tarihsel olarak 2004 yılında Hollanda'daki Wageningen Üniversitesi'nde insan dışkısında yeni bir mukus parçalayıcı mikrop ararken keşfedilmiştir (Derrien ve ark.,2004). Başlıca gastrointestinal sistemin dış mukus tabakasını kolonize eder ve bağırsak sistemindeki dağılımı eşitsizdir, en yüksek bolluk çekumdadır (Rodriguez ve ark.,2015). Bakterinin ilk izole edildiği yerde insan bağırsak florasıdır (Derrien ve ark.,2004). Ayrıca Akkermansia benzeri türlerin sindirim sisteminin ağız boşluğu, anne sütü, pankreas, safra sistemi, ince ve kalın bağırsaklar ve apandisit gibi farklı anatomik bölgelerinde mevcut olduğu bulunmuştur(Ludwig ve ark.,2004). A. muciniphila'nın büyüme parametrelerine odaklanıldığında, büyümenin 20 ila 40 °C sıcaklıklar ve 5,5–8,0 pH değerleri arasında gözlemlendiği bilinmektedir. Bununla birlikte, optimum büyüme sıcaklığı ve pH sırasıyla 37 °C ve 6,5'tir(Derrien ve ark.,2004).

3. Akkermansia muciniphila'nın HASTALIKLARLA OLAN İLİŞKİSİ

Artmış vücut kitle indeksi (VKİ), metabolik sendrom, kardiyovasküler hastalık, tip II diyabet ve kanser gibi obezite ile ilişkili hastalıklar için önemli bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir (Everard ve ark.,2013; Singh ve ark., 2013; Lauby-Secretan ve ark.,2016). Çalışmalar, bağırsak mikrobiyotasının obezite ve glikoz ve/veya lipid metabolizması bozukluklarında önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur (Duncan ve ark., 2008; Ridaura ve ark.,2013). Yapılan çalışmalar sonucu A. muciniphila, karbon ve nitrojenin tek kaynağı olarak musini kullanabilen ve "Yeni nesil probiyotiklerden" biri olarak kabul edilen bir bakteri türüdür (Derrien ve ark.,2008). Yakın zamanda yapılan bir çalışma, A. muciniphila bolluğunun HFD (yüksek yağ) ile beslenen farelerde azaldığını ortaya koydu; bu da kilo alımı, artan inflamasyon, yağ dokularında lipid metabolizması genlerinin artan ifadesi ve obez farelerde kan belirteçlerinin (örn. lipid ve glikoz) artmış seviyesi ile güçlü bir şekilde ilişkili bulunmuştur (Schneeberger ve ark., 2015).



Şekil 1: A.muciniphila'nın obezite, T2DM ve T1DM üzerindeki düzenleyici etkileri (Rodrigues ve ark.,2022).

A.muciniphila'nın obezite ve glikoz metabolizmasındaki rolüne ek olarak, inflamasyon modülasyonunda da rol oynadığı bazı çalışmalar ile desteklenmiştir. Yang ve ark.'nın yaptığı çalışma sonuçları, HFD (yüksek yağ) grubunda TNF-a, IL-6, MCP-1, TLR2 ve TLR4 kolon mRNA düzeylerinin normal gruba göre önemli ölçüde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Tersine, IL-10 geninin kolon ekspresyonu önemli ölçüde daha düşüktü. HFD grubunun A. muciniphila'ya maruz kalması, TLR2 mRNA düzeyini önemli ölçüde azalttığı ve TNF-a ve MCP-1 genlerinin ekspresyonunu aşağı düzenlediğini ortaya çıkarmıştır. (Yang ve ark.,2020). Başka bir çalışma, A. muciniphila miktarının kolon kanseri olan insanlarda önemli ölçüde azaldığını ve takviyesinin, kolon dokusunda M1 benzeri makrofajların genişlemesi yoluyla ApcMin/+ farelerde kolon tümör oluşumunu engelleyebileceğini doğruladı (Fan ve ark., 2021).

Probiyotik bakterilerin liziz olması sonucu lizatlarından salınan deoksiribonükleik asit, ribonükleik asit, kısa zincirli yağ asitleri, hücre duvarları bileşenleri, sitoplazmik bileşenler, enzimler, antimikrobiyal peptitler, polisakkaritler ve organik asitler içeren çözünür komponentler ve canlı bakterilerin fermantasyon sırasında matris salgıladığı biyoaktif bileşenlere Postbiyotik adı verilmektedir. Postbiyotikler canlı mikroorganizmalar içermediği için, tüketimleriyle ilişkili risk düzeylerinin düşük olduğu kabul edilmektedir. Postbiyotikler, klinik, teknolojik ve ekonomik yönden ilgili sorunların üstesinden gelmek amacıyla, probiyotiklerin alternatif terapötik ajanlar olarak kabul edilmektedir (Dışhan ve ark., 2022). Postbiyotikler olarak adlandırılan A. muciniphila bakteriyel ürünleri veya salgılanan proteinlerinin kronik inflamatuvar ve metabolik hastalıklara karşı yeni tedavi araçları olarak umut verici hedefler olduğu kanıtlanmıştır (Rodrigues ve ark.,2022).

Ancak A. muciniphila'nın popülasyondaki güvenliği ve etkinliği daha fazla klinik çalışma ile daha fazla doğrulanmalıdır.

4.SONUÇ

Bu çalışmalar neticesinde A. Muciniphila'nın obezite, Tip 2 diyabet, kanser ve bağırsak mikrobiyotasıyla bağlantılı olan hastalıklar üzerinde olumlu etkileri görülmüştür. A. muciniphila'nın metabolik hastalıklar ve tümör immünoterapisindeki rolü yaygın olarak kabul görmüştür, ancak bağırsak iltihabındaki, özellikle de inflamatuvar bağırsak hastalığında probiyotik rolü hala birçok tartışmaya sahiptir. A. muciniphila'nın, özellikle mikrobiyota popülasyonuna katkıda bulunan yararlı bakterilerden biri olarak yeni nesil probiyotikler olarak geliştirilmesi beklenmektedir. Fakat yeni keşfedilen ve araştırılan bir bakteri olduğu

aynı zamanda insanlar üzerinde çalışmaları yetersiz olduğundan ötürü daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Belzer, C., & De Vos, W. M. (2012). Microbes inside—from diversity to function: the case of Akkermansia. *The ISME journal*, 6(8), 1449-1458.
- Corb Aron, R. A., Abid, A., Vesa, C. M., Nechifor, A. C., Behl, T., Ghitea, T. C., ... & Bungau, S. (2021). Recognizing the benefits of pre-/probiotics in metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus considering the influence of akkermansia muciniphila as a key gut bacterium. *Microorganisms*, 9(3), 618.
- de Vos, W.M., and de Vos, E.A. (2012) Role of the intestinalmicrobiome in health and disease: from correlation to cau-sation. *Nutr Rev* 70(Suppl. 1): S45–S56
- Derrien, M., Collado, M. C., Ben-Amor, K., Salminen, S., & de Vos, W. M. (2008). The Mucin degrader Akkermansia muciniphila is an abundant resident of the human intestinal tract. *Applied and environmental microbiology*, 74(5), 1646-1648.
- Derrien, M., Vaughan, E. E., Plugge, C. M., & de Vos, W. M. (2004). Akkermansia muciniphila gen. nov., sp. nov., a human intestinal mucin-degrading bacterium. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 54(5), 1469-1476.
- Dışhan, A., Gönülalan, Z., & Dokuzcu, D. (2022). Mevcut Postbiyotik Sınıfları ve Sağlık Etkileşimleri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 50(1), 83-91.
- Duncan, S. H., Lobley, G. E., Holtrop, G., Ince, J., Johnstone, A. M., Louis, P., & Flint, H. J. (2008). Human colonic microbiota associated with diet, obesity and weight loss. *International journal of obesity*, 32(11), 1720-1724.
- Everard, A., Belzer, C., Geurts, L., Ouwerkerk, J. P., Druart, C., Bindels, L. B., ... & Cani, P. D. (2013). Cross-talk between Akkermansia muciniphila and intestinal epithelium controls diet-induced obesity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 110(22), 9066-9071.
- Fan, L., Xu, C., Ge, Q., Lin, Y., Wong, C. C., Qi, Y., ... & Wang, L. (2021). A. muciniphila suppresses colorectal tumorigenesis by inducing TLR2/NLRP3-mediated M1-like TAMs. *Cancer immunology research*, 9(10), 1111-1124.
- Lauby-Secretan, B., Scoccianti, C., Loomis, D., Grosse, Y., Bianchini, F., & Straif, K. (2016). Body fatness and cancer—viewpoint of the IARC Working Group. *New England journal of medicine*, 375(8), 794-798.
- Ludwig, W., Strunk, O., Westram, R., Richter, L., Meier, H., Yadhukumar, A., ... & Schleifer, K. H. (2004). ARB: a software environment for sequence data. *Nucleic acids research*, 32(4), 1363-1371.
- Niu, H., Zhou, M., Zogona, D., Xing, Z., Wu, T., Chen, R., ... & Xu, X. (2024). Akkermansia muciniphila: a potential candidate for ameliorating metabolic diseases. *Frontiers in Immunology*, 15, 1370658.
- Ouwerkerk, J. P., van der Ark, K. C., Davids, M., Claassens, N. J., Finestra, T. R., de Vos, W. M., & Belzer, C. (2016). Adaptation of Akkermansia muciniphila to the oxic-anoxic interface of the mucus layer. *Applied and environmental microbiology*, 82(23), 6983-6993.
- Ouwerkerk, J.P., Aalvink, S., Belzer, C., and De Vos, W.M. (2017) Preparation and preservation of viable Akkermansia muciniphila cells for therapeutic interventions. *Benef Microbes* 8: 163–169.
- Ridaura, V. K., Faith, J. J., Rey, F. E., Cheng, J., Duncan, A. E., Kau, A. L., ... & Gordon, J. I. (2013). Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice. *Science*, 341(6150), 1241214.
- Rodrigues, V. F., Elias-Oliveira, J., Pereira, Í. S., Pereira, J. A., Barbosa, S. C., Machado, M. S. G., & Carlos, D. (2022). Akkermansia muciniphila and gut immune system: a good

- friendship that attenuates inflammatory bowel disease, obesity, and diabetes. *Frontiers in immunology*, 13, 934695.
- Rodriguez, C., Taminiau, B., Brévers, B., Avesani, V., Van Broeck, J., Leroux, A., ... & Daube, G. (2015). Faecal microbiota characterisation of horses using 16 rDNA barcoded pyrosequencing, and carriage rate of *Clostridium difficile* at hospital admission. *BMC microbiology*, 15, 1-14.
- Schneeberger, M., Everard, A., Gómez-Valadés, A. G., Matamoros, S., Ramírez, S., Delzenne, N. M., ... & Cani, P. D. (2015). *Akkermansia muciniphila* inversely correlates with the onset of inflammation, altered adipose tissue metabolism and metabolic disorders during obesity in mice. *Scientific reports*, 5(1), 16643.
- Singh, G. M., Danaei, G., Farzadfar, F., Stevens, G. A., Woodward, M., Wormser, D., ... & Prospective Studies Collaboration (PSC). (2013). The age-specific quantitative effects of metabolic risk factors on cardiovascular diseases and diabetes: a pooled analysis. *PloS one*, 8(7), e65174.
- Xu, Y., Wang, N., Tan, H. Y., Li, S., Zhang, C., & Feng, Y. (2020). Function of *Akkermansia muciniphila* in obesity: interactions with lipid metabolism, immune response and gut systems. *Frontiers in microbiology*, 11, 219.
- Yang, M., Bose, S., Lim, S., Seo, J., Shin, J., Lee, D., ... & Kim, H. (2020). Beneficial effects of newly isolated *Akkermansia muciniphila* strains from the human gut on obesity and metabolic dysregulation. *Microorganisms*, 8(9), 1413.

ALTERNATİF PROTEİN KAYNAĞI: YENİLEBİLİR BÖCEKLER

ALTERNATIVE PROTEIN SOURCE: EDIBLE INSECTS

Dr. Öğr. Üyesi Tuba Eda ARPA ZEMZEMOĞLU

Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,
Gümüşhane.

Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU

Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,
Gümüşhane.

ÖZET

Son yıllarda, doğal kaynaklarının azalması, insan nüfusundaki artış ve protein kaynaklarının yetersizliği alternatif protein kaynaklarına olan ilgiyi arttırmıştır. Bu çalışmanın amacı, alternatif bir protein kaynağı olarak yenilebilir böcekler ile ilgili kapsamlı ve sistematik bir inceleme sunmaktır. Yüzyıllardır yenilebilir böcekler dünyanın birçok yerinde insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Yenilebilir böceklerin besin değeri böceğin türü, çevresel koşullar ve beslenme gibi faktörlerden etkilense de dengeli bir amino asit içeriğine sahip yüksek kaliteli protein kaynağı olarak kabul edilmektedirler. Esansiyel yağ asitleri, mikro elementler ve diğer biyoaktif bileşikler bakımından zengin olan yenilebilir böcekler, besleyici bileşenler açısından oldukça değerlidir. Çoğu böcek, potasyum, kalsiyum, demir, magnezyum ve selenyum gibi mikro besin elementleri bakımından zengindir. Böcekler, sığır, domuz ve tavuktan daha fazla demir ve kalsiyum içermektedir. Besin değerinin yanı sıra, böcek proteinleri köpüklenme, emülsifiye etme ve jelleşme gibi geniş bir yelpazede fonksiyonel özelliklere sahiptirler. Bu durum gıda endüstrisinde kullanım ve sürdürülebilirlik için önemlidir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün, böcek kaynaklarının kullanımına yönelik son dönemdeki teşvikleri, böceklerin gıda veya gıda bileşeni olarak kullanımına yönelik ilgiyi artırmıştır. Sürdürülebilirlik açısından küresel protein açığını giderilmesinde yenilebilir böcekler diğer hayvansal protein kaynaklarına karşı en güçlü alternatifi olabilir. Tüketicilerin kabulünü artırmak için, böceklerden elde edilecek proteini, toz, un veya fraksiyon formunda tüketime sunmak etkili bir yöntem olabilir. Ancak, böceklerin farklı gıdalara entegre edilebilmesi için, çeşitli işlem ve işleme yöntemlerinin ardından fonksiyonel özelliklerinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Gelecekte, böcek proteini tüketimi, sadece hızlı nüfus artışı ve kaynak yetersizliği olan bölgelerde gıda güvenliğini sağlamak için değil, aynı zamanda yüksek besin değerine sahip, sürdürülebilir gıda üretimini iyileştirmek için de dikkat çekici olacaktır. Böcek proteinlerinin fonksiyonel özelliklerine yönelik araştırmalar devam etmektedir. Böcek proteinlerinin yapı-fonksiyon ilişkisini ve bu fonksiyonların böcek işleme süreci ile tüketici kabulünü nasıl artırabileceğini açıklığa kavuşturmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: yenilebilir böcekler, sürdürülebilirlik, protein

ABSTRACT

In recent years, the depletion of natural resources, the increase in human population, and the insufficiency of protein sources have heightened interest in alternative protein sources. The aim of this study is to provide a comprehensive and systematic review of edible insects as an alternative protein source. For centuries, edible insects have been used in human nutrition in various parts of the world. Although the nutritional value of edible insects is influenced by factors such as the species of insect, environmental conditions, and diet, they are considered a high-quality protein source with a balanced amino acid profile. Rich in essential fatty acids, micronutrients, and other bioactive compounds, edible insects are highly valuable in terms of their nutritional components. Most insects are rich in micronutrients such as potassium, calcium, iron, magnesium, and selenium. Insects contain more iron and calcium than beef, pork, and chicken. In addition to their nutritional value, insect proteins exhibit a wide range of functional properties, such as foaming, emulsifying, and gelling, which are important for their use and sustainability in the food industry. Recent encouragement by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) for the use of insect resources has increased interest in using insects as food or food ingredients. From a sustainability perspective, edible insects could be the strongest alternative to other animal protein sources in addressing the global protein deficit. To enhance consumer acceptance, offering insect-derived protein in forms such as powder, flour, or fractions could be an effective approach. However, to integrate insects into various foods, their functional properties must be thoroughly evaluated following various processing methods. In the future, insect protein consumption will not only be notable for ensuring food security in regions with rapid population growth and resource scarcity but also for improving sustainable food production with high nutritional value. Research on the functional properties of insect proteins continues. Further studies are needed to clarify the structure-function relationship of insect proteins and how these functions, along with processing methods, can enhance consumer acceptance.

Keywords: edible insects, sustainability, alternative protein

GİRİŞ

Günümüzde artan insan nüfusu ile birlikte protein eksikliği küresel bir sorun haline gelmiştir. Bu soruna yönelik sürdürülebilir alternatiflerden biri, yenilebilir böcekler olarak görülmektedir. Asya, Afrika ve Latin Amerika da dahil olmak üzere birçok kıtada yenilebilir böcekler yüzyıllardır insan beslenmesinde önemli bir besin kaynağı olarak tüketilmektedir. Şimdiye kadar 2100'den fazla böcek türü yenilebilir olarak belirlenmiştir (Jantzen da Silva Lucas vd., 2020; Pasini vd., 2017). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün böcek kaynaklarının kullanımına yönelik son dönemdeki teşviği, böceklerin gıda veya gıda bileşeni olarak kullanılmasına ve gıda bilimlerinde yeni bir araştırma konusu haline gelmesine neden olmuştur (Jantzen da Silva Lucas vd., 2020). Yenilebilir böceklerin iyi bir protein kaynağı olmalarının yanı sıra en dikkat çeken özellikleri, üretimlerinin maliyetli olmaması, diğer hayvansal protein kaynaklarının üretiminden daha az su gerektirmesi ve sera gazı emisyonun daha az olmasıdır (Pan vd., 2022). Böcek yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği, böcekleri küresel protein eksikliğini gidermek için potansiyel alternatif protein kaynaklarından biri haline getirmektedir (Berggren vd., 2019). Böceklerin besin bileşimi, tür, gelişim aşaması, çevre koşulları ve beslenmeye bağlı olarak önemli ölçüde değişiklik gösterse de (Kouřimská vd., 2016) genel olarak dengeli amino asit içeriğine sahiptirler ve yüksek kaliteli protein kaynağı olarak kabul edilirler. Temel yağ asitleri, mikroelementler ve diğer biyoaktif bileşikler açısından da zengin olan böcekler, beslenme açısından büyük faydalar sağlar (Elhassan vd.,

2019). Bitkisel ve hayvansal proteinlerle karşılaştırıldığında, böceklerin besin değeri, toplam protein içeriği, esansiyel amino asit bileşimi ve protein verimliliği açısından daha kaliteli proteinlere sahip olduğu görülmektedir (Kim vd., 2020). Böceklerin yeni bir protein alternatifi olmalarında en büyük engel tüketici kabulünün dünya genelinde düşük olmasıdır. Bu durum büyük ölçüde kültürel alışkanlıklar ve önyargularla ilişkilidir (Mancini vd., 2019). Alışkanlıkları değiştirmek ve önyarguları yıkmak için, böceklerden protein elde etmek ve onları insan tüketimine toz, un veya hidrolizat halinde sunmak etkili bir yöntem olabilir. Ancak böceklerin farklı gıdalara dahil edilebilmesi için, uygulanan çeşitli işlemler ve işlemler sonrasında fonksiyonel özelliklerinin titizlikle değerlendirilmesi gerekmektedir. Böceklerin büyük bir biyolojik çeşitliliği ve biyokütleyle sahip olmaları onları yeni biyoaktif peptitlerin geliştirilmesi için büyük bir doğal kaynak haline getirmektedir. Birçok çalışma, böcek peptitlerinin/polipeptitlerinin antihipertansif, antioksidan, antidiyabetik ve antimikrobiyal aktiviteler sergilediğini göstermektedir (Pan vd., 2022). Bu çalışmanın amacı, alternatif bir protein kaynağı olarak yenilebilir böcekler ile ilgili kapsamlı ve sistematik bir inceleme sunmaktır.

Protein Kaynağı Olarak Kullanılan Böcek Türleri

İpekböceği Pupası (*Bombyx mori*)

İpek böceği pupası birçok ülkede besinsel faydaları dolayısıyla tüketilmektedir. Çin'de çok uzun yıllardan beri tüketilmektedir. Japonya'da bazı dağ bölgelerinde ipek böceği pupası önemli bir protein kaynağı olarak görülmektedir (Tomotake vd., 2010). Shimizu vd., (1998), *Bombyx mori*'den çeşitli savunma proteinleri izole etmiş ve amino asit dizilerini belirlemişlerdir. Bu proteinler arasında lebocin ve moricin adı verilen yeni antibakteriyel proteinler ile hemocytin adı verilen yeni bir lektin bulunmaktadır. Bu lektinin, memelilerdeki von Willebrand faktörünün böcek homoloğu olduğu belirtilmiştir. Lebocin ve moricinin antibakteriyel mekanizmaları analiz edilmiş ve bu proteinlerin bakteriyel zarlarında iyon kanalları oluşturma yetenekleri, bakteriyel enfeksiyona karşı savunmada önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir. Tıbbi çalışmalar, ipekböceği pupası proteini tüketiminin, kardiyovasküler hastalıklar (hipertansiyon ve hiperlipidemi) (Sun vd., 2021) ve kanser (hepatoma ve mide kanseri) (Weixin vd., 2019) gibi birçok hastalık riskinin azalmasıyla ilişkili olabileceğini göstermiştir. Ayrıca, enzimatik olarak üretilen ipekböceği pupası hidrolizatının, anjiyotensin-I dönüştürücü enzim (ACE) aktivitesini inhibe etme (Wu vd., 2015), antioksidan aktivite (Khammuang vd., 2022), immünomodülatör aktivite (Li vd., 2019), hiperkolesterolemi iyileştirme (Sun vd., 2021) ve antitümör aktivitesi gibi çeşitli biyoaktif özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Pan vd., 2022).

Çekirge (*Acheta domesticus*)

Çekirgeler, gıda endüstrisinde güvenli ve çevresel açıdan sürdürülebilir, yüksek biyolojik değere sahip bir seçenek olarak yeni bir protein ve besin kaynağı olarak dikkat çeken yenilebilir böceklerden biridir.

Kuru ağırlık olarak *Acheta domesticus*, yüksek sindirilebilirliğe sahip önemli bir protein kaynağıdır. Aynı zamanda doymuş yağ asitleri (palmitik ve stearik asitler) açısından zengin olmakla birlikte özellikle doymamış yağ asitleri (oleik ve linoleik asitler) bakımından da zengindir (Bawa vd., 2020). Çekirgeler, önemli miktarda makro ve mikro besin elementlerini içerirler. Kalsiyum (Ca), potasyum (K), magnezyum (Mg), fosfor (P), sodyum (Na), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) gibi mikro besinler ile riboflavin (B2), pantotenik asit (B5), biotin (B7) ve folat (B9) gibi vitaminler açısından da zengin birer

kaynaklılar (Magara vd., 2021; Pilco-Romero vd., 2023). Teknolojik açıdan bakıldığında, çekirgelerin proteinlerinin çözünürlüğü, su tutma ve jel/emülsiyon oluşturma yeteneği sayesinde işlenmiş gıdalarda kullanılma potansiyeli bulunmaktadır. Ayrıca, tahıl türevi ürünlere, ununun dahil edilmesi, ürünlerin besin değerini artırmakta ve büyük bir potansiyele sahip büyüyen bir endüstri oluşturmaktadır (Pilco-Romero vd., 2023). Patrignani vd., (2020), gıda ürünleri için çekirge tozu hidrolizatları hazırlamak üzere *Yarrowia lipolytica* ve *Debaryomyces hansenii* maya türlerini kullanmıştır. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında hidrolizatların, daha düşük kitin içeriğine, daha yüksek antibakteriyel aktiviteye ve sağlığı destekleyen moleküllere sahip olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca, bu türler, proteolitik aktivite ve serbest amino asitlerin salınması nedeniyle hidrolizatların sindirilebilirliğini artırmış ve çekirge tozunun duyuusal özelliklerini iyileştirmiştir.

Kara Asker Sineği Larvaları (*Hermetia illucens*)

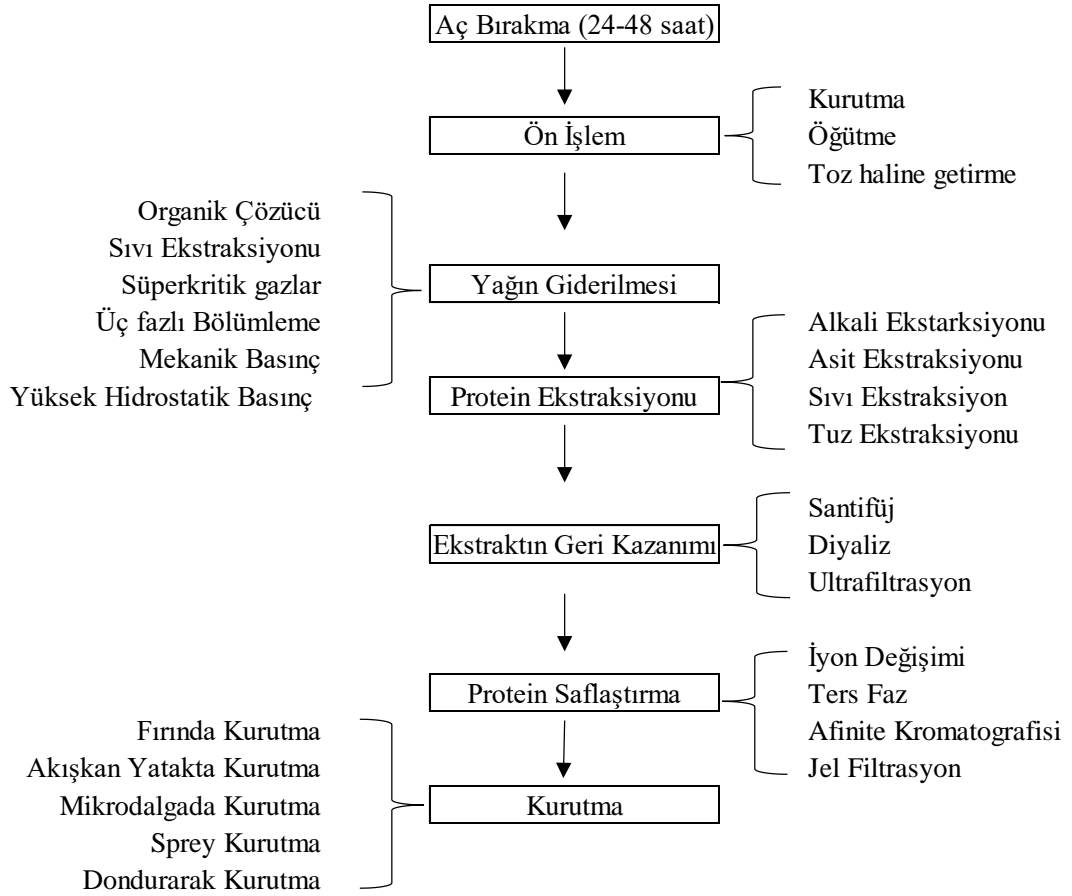
Hermetia illucens, hem besinsel açıdan hem de atıkların ayrıştırılmasında önemli rollere sahip yenilebilir bir böcektir (Mintah, vd., 2019). Kara Asker Sineği, yağ ve protein açısından zengindir; ayrıca lif, mineraller, vitaminler gibi diğer bileşenler bakımından da iyi bir kaynaktır ve gıdaların besin değerini artırabileceği düşünülmektedir (Kim vd., 2022). Firmansyah vd., (2019), siyah asker sineği larvalarından enzimatik hidrolizle elde edilen protein hidrolizatının biyoaktif bir hidrolizat olarak potansiyelini araştırmışlardır. Siyah asker sineği larvalarının %25,6 protein ve %35,5 lipit içerdiğini belirlemişlerdir. Yağdan arındırılmış biyokütle temel alındığında, protein hidrolizatının verimi %10,70 ve üretkenliği 21 mg/L/parti olarak bildirmişlerdir. Protein konsantrasyonu 240-310 µg/ml arasında değişirken, hidroliz derecesi %10–43 aralığında değişmiştir. Protein hidrolizatının amino asit bileşimi de belirlenmiş ve ağırlıklı olarak lizin (%8,0), lösin (%7,7) ve valin (%7,2) içermektedir. Bu protein hidrolizatının, 2,2-difenil-2-pikrilhidrazil serbest radikallerini %72,6 oranında inhibe etme ve IC50 değeri %0,84 olan antioksidan aktivitesi ile biyoaktif hidrolizat olarak kullanılma potansiyeline sahip olabileceğini belirtmişlerdir.

Un Kurdu (*Tenebrio molitor*)

Un kurtları (*Tenebrio molitor* larvaları), tenebrionidae ailesine aittir ve genellikle depolanmış tahıllarla beslenmeleri nedeniyle zararlı olarak kabul edilirler (Cho vd., 2020). Ancak bu larvalar yenilebilir olup, diyet proteini kaynağı olarak küresel olarak dikkat çekmektedir. Un kurtları hızlı büyür ve ucuz maliyetle çoğaltılabilirler. Önemli olan, sarı un kurtlarının inorganik atıkları kullanma konusunda güçlü bir yeteneğe sahip olmalarıdır (Dong vd., 2021). Yenilebilir böcekler arasında, un kurdu larvaları yüksek besin değerleri (yüksek protein, yağ ve mineral içerikleri) ve gıda endüstrisinde uygulanabilirlikleri nedeniyle yeni bir gıda olarak kabul edilmektedir (Brai vd., 2022; Rivero-Pino vd., 2021). Un kurtlarının besin kalitesi, diğer geleneksel et kaynaklarına benzerlik gösterir (Costa vd., 2020). Un kurtları yaklaşık %46 protein ve %35 yağ içerir ve amino asit bileşimleri, insan ve hayvanların besin ihtiyaçlarını karşılayabilir (Cho vd., 2020). Ayrıca, un kurtları insan sağlığı için faydalı, antihipertansif (Brai vd., 2022) antioksidan (Cho vd., 2020) ve immünomodülatör (Dong vd., 2021) gibi bazı biyoaktif işlevlere sahiptirler (Pan vd., 2022).

Böceklerden Protein Eldesi İçin Uygulanan Yöntemler

Böceklerden protein elde etmek için uygulanan işlemler Tablo 1’de verilmiştir.



Tablo 1: Böceklerden Protein Ekstraksiyonu (Queiroz vd., 2023)

Aç Bırakma:

Böcekler işlenmeden önce protein verimini arttırmak, kontaminantları azaltmak ve sindirim sistemi temizliği için 24 ile 48 saat arasında aç bırakılmaları önerilir (Zielińska ve ark., 2018). Mishyna ve arkadaşları (2019), *Schistocerca gregaria* çekirge larvaları ve *Apis mellifera* bal arısı pupalarını kontaminasyondan korumak için 24 saat aç bıraktıklarını belirtmişlerdir. Sindirim sistemi temizliği için *Protaetia brevitarsis* larvaları 24 saat aç bırakılmış ve bu sürenin en verimli süre olduğu bildirilmiştir (Khampakool vd., 2020).

Ön İşlem

Protein ekstraksiyonu sırasında ham maddenin nemini azaltmak ve daha ince bir toz elde etmek için ön işlem uygulanması gerekmektedir. Ön işlem olarak kurutma, öğütme ve toz haline getirme basamakları uygulanmaktadır. Bu işlemin asıl amacı proses sırasında protein verimliliğini artırmaktır. Kurutma işlemi, gıdada bozulmaya neden olan suyun uzaklaştırılmasını sağladığı için raf ömrünü uzatır. Bu nedenle böcekler ilk olarak kurutulurlar, öğütülür ve daha sonra solventlerle temas yüzeyini artırmak için ince toz haline getirilir (Queiroz vd., 2023). Kurutma işlemi, protein izolasyonu/saflaştırma sürecinin başlangıcında veya son aşamasında uygulanabilir. Melgar-Lalanne ve arkadaşları, böcekler üzerinde geleneksel ve dondurarak kurutma yöntemlerini denemişlerdir. Laboratuvar

ölçeğinde ondurarak kurutma, böceklerin kurutulması için yaygın bir yöntemdir. Bu süreçte, dondurulmuş örneklerden sublimasyon ve vakum yoluyla su uzaklaştırılmıştır. Böylelikle böcekler renk, tat, koku ve fiziksel formlarında önemli bir değişiklik olmadan kurutulmuştur. Bu kurutma yöntemleri, böceklerin besinsel, kimyasal ve işlevsel özellikleri üzerindeki etkilerini doğrulamak için sürekli olarak değerlendirilmektedir. Farklı kurutma teknolojileri *Tenebrio molitor* üzerinde uygulanmış ve bu yöntemlerin besin stabilitesi ve olası lipit oksidasyonu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, kullanılan yöntemlerin besin bileşenlerini potansiyel olarak değiştirebileceği ve mikrodalga, akışkan yatak ve vakum ile kurutma işlemlerinde protein çözünürlüğünün azaltılabileceği bildirilmiştir. Ayrıca, 4-hidroksi-2-nonenal üretiminin yüksek olması nedeniyle dondurularak kurutulmuş örneklerde lipit oksidasyonunun daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Mikrodalga ve vakum fırını yöntemlerinin böcek kurutmak için geleneksel yöntemlere göre daha avantajlı olduğunu bildirmişlerdir (Kröncke vd., 2018).

Yağın Giderilme

Kuru toz hale gelmiş böcek unundan yağın giderilmesi işlemi, protein ekstraksiyonunu optimize etmek için uygulanmaktadır. Farklı yağ giderme yöntemi ile farklı özelliklere sahip protein elde edebilmek mümkündür. Böceklerden yağın uzaklaştırılması için kullanılan bazı yöntemler şunlardır; organik çözücüler ile ekstraksiyon, sıvılarla ekstraksiyon, süperkritik CO₂ ile ekstraksiyon, üç fazlı ayırma, mekanik basınç ve hidrostatik basınç ile ekstraksiyondur. Süperkritik CO₂ ekstraksiyonu, ipekböceğinin yağsızlaştırılması için alternatif bir yöntem olarak Yang ve ark., (2013) tarafından uygulanmıştır. Purschke ve ark., (2017), *Tenebrio molitor* için Süperkritik CO₂ ekstraksiyonunun yağın %95'ini ekstrakte edebildiğini bildirmişlerdir. Geleneksel çözücü ekstraksiyonu ile karşılaştırıldığında, Süperkritik CO₂ yöntemi, örnek oksidasyonunun azalması, ısıl kararsız (termolabil) metabolitlerin ekstraksiyonu ve çözücü içermeyen kalıntıların elde edilmesi gibi avantajlar sunmaktadır (Mariod vd., 2010). *Protaetia brevitarsis*'ten ekstrakte edilen proteinlerin özellikleri ve fonksiyonelliği üzerindeki, sulu yağ ayırma ve organik çözücüler (metanol, etanol ve n-hekzan %99) kullanılarak yapılan yağsızlaştırma işlemlerinin etkisinin araştırıldığı çalışmada; yağsızlaştırma verimliliği, amino asit bileşimi, protein çözünürlüğü ve teknik özellikler, n-hekzan kullanılarak yağsızlaştırılan proteinlerde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Etanol ile yağsızlaştırılan proteinler, köpürme kapasitesi ve emülsifiye etme kapasitesi açısından benzer sonuçlar göstermiştir. Organik çözücüler kullanıldığında yüzey hidrofobikliği azalmış ve aşırı yağ içeriği, ekstrakte edilen proteinlerin fonksiyonel özelliklerini olumsuz etkilemiştir (Kim ve ark., 2021). Bolat ve ark., (2021), iki yenilebilir böcek türü olan *Acheta domesticus* (ev cırcırı) ve *Tenebrio molitor*'u (sarı un kurdu) yüksek hidrostatik basınç uygulayarak yağsızlaştırmışlardır. Yüksek hidrostatik basınç ekstraksiyonunun farklı sıcaklıklarda böcek tozlarının protein içeriği, çözünürlük, su ve yağ bağlama kapasitesinde olumlu değişimlere neden olduğunu bildirmişlerdir.

Süpernatant Geri Kazanımı ve Ekstraksiyon

Protein ekstraksiyonunda verimlilik, ekstraksiyon öncesindeki işlemlere, böceğin türüne, yaşam evresine ve beslenmesine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca, örnek konsantrasyonu, pH, tuz ekleme, sıcaklık ve ekstraksiyon süresi, protein ekstraksiyonunu optimize etmek için dikkate alınması gereken kritik parametrelerdir. Proteinler genellikle pH ve iyonik kuvvetin değiştirilmesi yoluyla diğer bileşenlerden ayrılır, bu da protein çözünürlüğünü artırır. Çoğu gıda matrisinin, böcekler de dahil olmak üzere, izoelektrik noktası (pI) pH 4 ile 5 arasında olduğundan, pH değerinin yüksek olduğu durumlarda protein yüzeyleri çoğunlukla yüklüdür. Bu, proteinler arasında elektrostatik itişme teşvik eder ve protein-su etkileşimini artırarak daha yüksek çözünürlük sağlar (Lam vd., 2018; Singhal vd., 2017). Yapılan çalışmalarda; sarı un

kurdu proteinleri için pH 4.0-5.0 (Yi vd., 2017), ipekböceği krizalitleri için pH 5.0 (Yang vd., 2013), Bombyx mori için pH 2.7-4.5 olarak belirlenmiştir (Wang vd., 2011). İyonik kuvvet, ekstraksiyon sırasında protein çözünürlüğünü değiştirmek için ayarlanabilecek bir diğer parametredir. Düşük tuz konsantrasyonlarında (NaCl, 0.5-1 M), tuz iyonları protein yüzeyinde "kalkan" görevi görerek protein-su etkileşimini ve çözünürlüğünü artırır. Bu yöntem, "salting-in" olarak da adlandırılır (Doung-Ly vd., 2014). NaCl konsantrasyonunun Tenebrio molitor protein ekstraksiyonu üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışma, pH 8.0'de suda çözünür protein oranının %0.1 olduğunu ve %1'lik NaCl ilavesi ile protein çözünürlüğünün %94.7'ye yükseldiğini bildirmişlerdir (Yi vd., 2016).

Böcek proteinlerinin çözdürülmesi için en yaygın yöntem, alkali eklenmesi ve ardından izoelektrik noktada proteinlerin asit ile çöktürülmesidir (Benjamin vd., 2020). Siyah cırcır böceği (Gryllus assimilis) protein izolatının yapısını, jelleşme ve köpüklenme özelliklerini, değişken iyonik güçte (0 ile 0,5 M NaCl arası) ve farklı sıcaklık uygulamalarında (65, 75, 85, 90 ve 95 °C, 15 dakika) değerlendiren bir çalışmada, NaCl olmadan yapılan ısıl işlemler, proteinlerin ikincil yapısını önemli ölçüde değiştirmezken, yüzey hidrofobikliklerini artırmıştır. Öte yandan, NaCl varlığında uygulanan ısıl işlem, α -heliks yapısının içeriğinde ve proteinlerin yüzey hidrofobikliğinde azalmaya yol açmıştır. NaCl ile takviye edilmiş ya da edilmemiş ve 75 ve 95 °C'de 15 dakika ısıl işlem görmüş dispersiyonların köpüklenme özelliği, peynir altı suyu protein izolatu dispersiyonu ile benzerlik göstermiştir. Ayrıca, 90 °C'de 15 dakika ısıl işlem görmüş böcek protein izolatu dispersiyonunun kritik jelleşme konsantrasyonu %6,5 w/w olup, bu da peynir altı suyu protein izolatu ile karşılaştırılabilir düzeydedir ve gıda uygulamaları için teknolojik potansiyelini ortaya koymaktadır (Santiago vd., 2021).

Kurutma

Protein denatürasyonunu önlemek için süpernatant, dondurarak kurutulabilir veya membran filtrasyon sisteminde daha fazla saflaştırılabilir. Ultrafiltrasyon, protein denatürasyonu riskinin azalmasına yardımcı olur ve bu yöntem, diafiltrasyon ile birleştirildiğinde %65 oranında protein konsantrasyonu veya %90 saflıkta protein izolatu üretilmesini sağlayabilir (Gravel vd., 2020). Ancak, bu yöntemlerin böcek proteinleri için literatürde henüz derinlemesine incelenmemiş olması nedeniyle, böcek proteinlerinin boyutu ve özellikleri üzerine daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Sonuç

Böcek proteinleri, dünya nüfusunun artan gıda ihtiyacını karşılamak için umut verici özelliklere sahiptirler. Geleneksel protein kaynaklarına kıyasla daha sürdürülebilir bir şekilde endüstriyel ölçekte üretilebilirler. Yenilebilir böcekler, sağlıklı bir beslenme için gerekli tüm amino asitleri içeren zengin bir protein kaynağıdır ve protein açısından zengin gıda bileşenleri olarak işlenebilirler. Ayrıca, sağlığa faydalı birçok özelliğe sahiptirler. Sürdürülebilirliğinin devam etmesi için tüketici tarafından kabul görmesi önemlidir. Bu nedenle tüketici kabulünü artıracak yeni politikalara ihtiyaç vardır.

Kaynakça

Jantzen da Silva Lucas, A.; Menegon de Oliveira, L.; da Rocha, M.; Prentice, C. Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds. *Food Chem.* **2020**, *311*, 126022.

Pasini, G.; Cullere, M.; Vegro, M.; Simonato, B.; Dalle Zotte, A. Potentiality of protein fractions from the house cricket (*Acheta domesticus*) and yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) for pasta formulation. *LWT* **2022**, *164*, 113638.

- Berggren, A.; Jansson, A.; Low, M. Approaching Ecological Sustainability in the Emerging Insects-as-Food Industry. *Trends Ecol. Evol.* **2019**, *34*, 132–138.
- Kouřimská, L.; Adámková, A. Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS J.* **2016**, *4*, 22–26.
- Kim, T.-K.; Yong, H.I.; Chun, H.H.; Lee, M.-A.; Kim, Y.-B.; Choi, Y.-S. Changes of amino acid composition and protein technical functionality of edible insects by extracting steps. *J. Asia-Pac. Entomol.* **2020**, *23*, 298–305.
- Elhassan, M.; Wendin, K.; Olsson, V.; Langton, M. Quality Aspects of Insects as Food-Nutritional, Sensory, and Related Concepts. *Foods.* **2019**, *8*, 95.
- Mancini, S.; Moruzzo, R.; Riccioli, F.; Paci, G. European consumers' readiness to adopt insects as food. A review. *Food Res. Int.* **2019**, *122*, 661–678.
- Pan, J., Xu, H., Cheng, Y., Mintah, B. K., Dabbour, M., Yang, F., ... & Ma, H. (2022). Recent insight on edible insect protein: Extraction, functional properties, allergenicity, bioactivity, and applications. *Foods*, *11*(19), 2931.
- Tomotake, H., Katagiri, M., & Yamato, M. (2010). Silkworm pupae (*Bombyx mori*) are new sources of high quality protein and lipid. *Journal of nutritional science and vitaminology*, *56*(6), 446-448.
- Yamakawa, M., & Tanaka, H. (1999). Immune proteins and their gene expression in the silkworm, *Bombyx mori*. *Developmental & Comparative Immunology*, *23*(4-5), 281-289.
- Shimizu, I., Yamakawa, Y., Minamoto, T., & Sakamoto, K. (1998). Cloning of genes encoding the visual pigments in the silkworm, *Bombyx mori*. *Applied entomology and zoology*, *33*(1), 199-204.
- Bawa, M., Songsermpong, S., Kaewtapee, C., & Chanput, W. (2020). Effect of diet on the growth performance, feed conversion, and nutrient content of the house cricket. *Journal of Insect Science*, *20*(2).
- Magara, H. J. O., Niassy, S., Ayieko, M. A., Mukundamago, M., Egonyu, J. P., Tanga, C. M., et al. (2021). Edible crickets (Orthoptera) around the world: Distribution, nutritional value, and other benefits—a review. *Frontiers in Nutrition*, *7*.
- Patrignani, F.; Parrotta, L.; Del Duca, S.; Vannini, L.; Camprini, L.; Dalla Rosa, M.; Schlüter, O.; Lanciotti, R. Potential of *Yarrowia lipolytica* and *Debaryomyces hansenii* strains to produce high quality food ingredients based on cricket powder. *LWT* **2020**, *119*, 108866.
- Pilco-Romero, G., Chisaguano-Tonato, A. M., Herrera-Fontana, M. E., Chimbo-Gándara, L. F., Sharifi-Rad, M., Giampieri, F., ... & Álvarez-Suárez, J. M. (2023). House cricket (*Acheta domesticus*): A review based on its nutritional composition, quality, and potential uses in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, *104226*.
- Sun, S.; Wang, W.; Wang, N.; Zhang, Y.; Zhu, Z.; Li, X.; Wang, J.; Chen, Q.; Ahmed Sadiq, F.; Yang, H.; et al. HPP and SGQR peptides from silkworm pupae protein hydrolysates regulated biosynthesis of cholesterol in HepG2 cell line. *J. Funct. Foods* **2021**, *77*, 104328.
- Weixin, L.; Lixia, M.; Leiyuan, W.; Yuxiao, Z.; Haifeng, Z.; Sentai, L. Effects of silkworm pupa protein hydrolysates on mitochondrial substructure and metabolism in gastric cancer cells. *J. Asia-Pac. Entomol.* **2019**, *22*, 387–392.
- Khammuang, S.; Sarnthima, R.; Sanachai, K. Purification and identification of novel antioxidant peptides from silkworm pupae (*Bombyx mori*) protein hydrolysate and molecular docking study. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* **2022**, *42*, 102367.
- Li, Z.; Zhao, S.; Xin, X.; Zhang, B.; Thomas, A.; Charles, A.; Lee, K.S.; Jin, B.R.; Gui, Z. Purification and characterization of a novel immunomodulatory hexapeptide from alcalase hydrolysate of ultramicro-pretreated silkworm (*Bombyx mori*) pupa protein. *J. Asia-Pac. Entomol.* **2019**, *22*, 633–637.
- Wu, Q.; Jia, J.; Yan, H.; Du, J.; Gui, Z. A novel angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitory peptide from gastrointestinal protease hydrolysate of silkworm pupa

- (*Bombyx mori*) protein: Biochemical characterization and molecular docking study. *Peptides* 2015, 68, 17–24.
- Firmansyah, M., & Abduh, M. Y. (2019). Production of protein hydrolysate containing antioxidant activity from *Hermetia illucens*. *Heliyon*, 5(6).
- Mintah, B.K.; He, R.; Dabbour, M.; Xiang, J.; Agyekum, A.A.; Ma, H. Techno-functional attribute and antioxidative capacity of edible insect protein preparations and hydrolysates thereof: Effect of multiple mode sonochemical action. *Ultrason. Sonochem.* **2019**, 58, 104676.
- Kim, T.-K.; Lee, M.H.; Yong, H.I.; Kang, M.-C.; Jung, S.; Choi, Y.-S. Porcine myofibrillar protein gel with edible insect protein: Effect of pH-shifting. *LWT* **2022**, 154, 112629.
- Cho, H.R.; Lee, S.O. Novel hepatoprotective peptides derived from protein hydrolysates of mealworm (*Tenebrio molitor*). *Food Res. Int.* **2020**, 133, 109194
- Dong, Z.; Lin, Y.; Wu, H.; Zhang, M. Selenium accumulation in protein fractions of *Tenebrio molitor* larvae and the antioxidant and immunoregulatory activity of protein hydrolysates. *Food Chem.* **2021**, 334, 127475.
- Brai, A.; Immacolata Trivisani, C.; Vagaggini, C.; Stella, R.; Angeletti, R.; Iovenitti, G.; Francardi, V.; Dreassi, E. Proteins from *Tenebrio molitor*: An interesting functional ingredient and a source of ACE inhibitory peptides. *Food Chem.* **2022**, 393, 133409.
- Rivero-Pino, F.; Espejo-Carpio, F.J.; Pérez-Gálvez, R.; Guadix, A.; Guadix, E.M. Effect of ultrasound pretreatment and sequential hydrolysis on the production of *Tenebrio molitor* antidiabetic peptides. *Food Bioprod. Process.* **2020**, 123, 217–224.
- Costa, S.; Pedro, S.; Lourenço, H.; Batista, I.; Teixeira, B.; Bandarra, N.M.; Murta, D.; Nunes, R.; Pires, C. Evaluation of *Tenebrio molitor* larvae as an alternative food source. *NFS J.* **2020**, 21, 57–64.
- Queiroz, L. S., Silva, N. F. N., Jessen, F., Mohammadifar, M. A., Stephani, R., de Carvalho, A. F., ... & Casanova, F. (2023). Edible insect as an alternative protein source: A review on the chemistry and functionalities of proteins under different processing methods. *Heliyon*, 9(4).
- Zielińska, E., Karaś, M., & Baraniak, B. (2018). Comparison of functional properties of edible insects and protein preparations thereof. *Lwt*, 91, 168-174.
- Mishyna, M., Martinez, J. J. I., Chen, J., & Benjamin, O. (2019). Extraction, characterization and functional properties of soluble proteins from edible grasshopper (*Schistocerca gregaria*) and honey bee (*Apis mellifera*). *Food Research International*, 116, 697-706.
- Khampakool, A., Soisungwan, S., You, S., & Park, S. H. (2020). Infrared assisted freeze-drying (IRAFD) to produce shelf-stable insect food from *Protaetia brevitarsis* (white-spotted flower chafer) larva. *Food Science of Animal Resources*, 40(5), 813.
- Melgar-Lalanne, G., Hernández-Álvarez, A. J., & Salinas-Castro, A. (2019). Edible insects processing: Traditional and innovative technologies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(4), 1166-1191.
- Kröncke, N., Bösch, V., Woyzichowski, J., Demtröder, S., & Benning, R. (2018). Comparison of suitable drying processes for mealworms (*Tenebrio molitor*). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 50, 20-25.
- Yang, R., Zhao, X., Kuang, Z., Ye, M., Luo, G., Xiao, G., ... & Xiong, Z. (2013). Optimization of antioxidant peptide production in the hydrolysis of silkworm (*Bombyx mori* L.) pupa protein using response surface methodology. *J. Food Agric. Environ*, 11(1), 952-956.
- Purschke, B., Stegmann, T., Schreiner, M., & Jäger, H. (2017). Pilot-scale supercritical CO₂ extraction of edible insect oil from *Tenebrio molitor* L. larvae—Influence of extraction conditions on kinetics, defatting performance and compositional properties. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(2), 1600134.

- Mariod, A. A., Abdelwahab, S. I., Gedi, M. A., & Solati, Z. (2010). Supercritical carbon dioxide extraction of sorghum bug (*Agonoscelis pubescens*) oil using response surface methodology. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87(8), 849-856.
- Bolat, B., Ugur, A. E., Oztop, M. H., & Alpas, H. (2021). Effects of high hydrostatic pressure assisted degreasing on the technological properties of insect powders obtained from *Acheta domesticus* & *Tenebrio molitor*. *Journal of Food Engineering*, 292, 110359.
- Lam, A. C. Y., Can Karaca, A., Tyler, R. T., & Nickerson, M. T. (2018). Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality. *Food reviews international*, 34(2), 126-147.
- Wang, W., Wang, N., Zhou, Y., Zhang, Y., Xu, L., Xu, J., ... & He, G. (2011). Isolation of a novel peptide from silkworm pupae protein components and interaction characteristics to angiotensin I-converting enzyme. *European Food Research and Technology*, 232, 29-38.
- Singhal, A., Karaca, A. C., Tyler, R., & Nickerson, M. (2016). Pulse proteins: from processing to structure-function relationships. *Grain legumes*, 55, 00.
- Yi, L., Van Boekel, M. A. J. S., & Lakemond, C. M. M. (2017). Extracting *Tenebrio molitor* protein while preventing browning: effect of pH and NaCl on protein yield. *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(1), 21-31.
- Duong-Ly, K. C., & Gabelli, S. B. (2014). Salting out of proteins using ammonium sulfate precipitation. In *Methods in enzymology* (Vol. 541, pp. 85-94). Academic Press.
- Santiago, L. A., Fadel, O. M., & Tavares, G. M. (2021). How does the thermal-aggregation behavior of black cricket protein isolate affect its foaming and gelling properties?. *Food Hydrocolloids*, 110, 106169.
- Gravel, A., & Doyen, A. (2020). The use of edible insect proteins in food: Challenges and issues related to their functional properties. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 59, 102272.

ANNE SÜTÜNÜN KALİTESİNİ ARTIRAN BESİNLER

FOODS THAT IMPROVE BREAST MILK QUALITY

Doç. Dr. Handan GÜLER

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Sağlık Programları
Bölümü Sivas/Türkiye
0000-0002-7474-3160

Doç. Dr. Ferdağ YILDIRIM

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Sağlık Programları
Bölümü Sivas/Türkiye
0000-0002-0488-3088

ÖZET

Anne sütü, hemen hemen her yenidoğanın ve ilk altı aylık bebeğin büyüme ve gelişimi için en temel besin kaynağıdır. Bebek için ne zaman almak isterse hazır olması, sindiriminin kolay olması, içeriğinin günün vaktine ve bebeğin yaşına göre değişmesi, hem her zaman taze hem de temiz olması ve hiçbir ödeme gerektirmemesi anne sütünün eşsizliğini ortaya temel özelliklerdir. İçerdiği öğeler annenin beslenmesinden ve aldığı besinlerden doğrudan etkilenmektedir. Bu nedenle anne sütünün kalitesini artırmak ve bebeğe daha fazla besin sağlamak için annenin beslenme şekli ve aldığı besinler büyük bir öneme sahiptir. İçeriğinin % 87'si su olan anne sütünün miktarının yeterli olabilmesi için kadının su tüketimine (günlük ortalama 2,5-3 litre su) dikkat etmesi, bitki çayları ve sebze çorbaları gibi sıvı alımını artıran besinler tüketmesi ve sütün kalitesini artıran bazı önemli besin grupları bilerek ve bilinçli olarak alması önemlidir. Anne sütünün içeriğinde büyük bir rol oynayan besin gruplarından birisi sağlıklı yağlar ve Omega-3 yağ asitleridir. Somon gibi yağlı balıklar, ceviz, keten tohumu ve chia tohumu gibi besinler bu yağların zengin kaynaklarıdır. Omega-3 yağ asitleri bebeğin beyin gelişimi için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, bu tür sağlıklı yağlar annenin enerji seviyesini artırarak laktasyonu destekler. Anne sütü içeriğinde rol oynayan diğer bir besin grubu ise proteinler ve demir içeriği yüksek olan besinlerdir. Bu grup kadının süt üretimini artırmanın yanı sıra genel sağlık durumunu da destekler. Et, yumurta, baklagiller, ıspanak ve tavuk gibi besinler bu gruba örnek olarak verilebilir. Özellikle kırmızı et ve baklagiller, demir eksikliği riskini azaltarak hem annenin hem de bebeğin gereksinim duyduğu besin öğelerini sağlar. Ayrıca, yeterli miktarda protein tüketimi anne sütünün besleyici değerini artırır. Bebeğin bağışıklık sistemi ve kemik gelişimi için olmazsa olmaz A ve B12 vitaminleri havuç, patates ve yeşil yapraklı sebzeler, et, balık ve süt ürünleri tüketilerek anne sütünde artırılabilir. Bu derlemenin amacı anne sütünün kalitesini artıran besinleri araştırmak ve alan yazın doğrultusunda tartışmaktır.

Anahtar Kelimeler: Anne sütü, Anne sütünün kalitesi, Emzirmede beslenme, Kadın doğum hemşireliği, Pediatri hemşireliği

ABSTRACT

Breast milk is the most basic source of nutrition for the growth and development of almost every newborn and baby in the first six months. The basic features that reveal the uniqueness of breast milk are that it is ready for the baby whenever he wants to take it, it is easy to digest,

its content changes according to the time of day and the age of the baby, it is always fresh and clean, and it does not require any payment. The elements it contains are directly affected by the mother's diet and the nutrients it takes. Therefore, in order to increase the quality of breast milk and provide more nutrients to the baby, the mother's diet and the nutrients she takes are of great importance. In order for the amount of breast milk, which is 87% water, to be sufficient, it is important for the woman to pay attention to her water consumption (an average of 2.5-3 liters of water per day), to consume foods that increase fluid intake such as herbal teas and vegetable soups, and to knowingly and consciously consume some important food groups that increase the quality of milk. One of the food groups that play a major role in the content of breast milk is healthy fats and Omega-3 fatty acids. Oily fish such as salmon, walnuts, flaxseed and chia seeds are rich sources of these fats. Omega-3 fatty acids are critical for baby's brain development. In addition, these types of healthy fats support lactation by increasing the mother's energy level. Another food group that plays a role in the content of breast milk is foods high in protein and iron. This group supports the woman's general health as well as increasing her milk production. Foods such as meat, eggs, legumes, spinach and chicken can be given as examples of this group. Red meat and legumes in particular reduce the risk of iron deficiency and provide the nutrients that both the mother and the baby need. In addition, consuming sufficient amounts of protein increases the nutritional value of breast milk. Vitamins A and B12, which are essential for the baby's immune system and bone development, can be increased in breast milk by consuming carrots, potatoes and green leafy vegetables, meat, fish and dairy products. The aim of this review is to investigate the foods that increase the quality of breast milk and to discuss them in line with the literature.

Keywords: Breast milk, Quality of breast milk, Nutrition during breastfeeding, Obstetric nursing, Pediatric nursing.

GİRİŞ

İnsanlığın var olduğu günden itibaren hemen her toplumda ve kültürde anne sütü yenidoğan için tek besin kaynağı olarak görüldü, emzirme dönemi önemsendi ve annenin beslenmesine özen gösterildi. Anne sütü ile ilgili araştırmalar Amerikan Pediatri Akademisinin 1978 yılında anne sütü ve emzirmenin önemi kabul etmesiyle başladı. Araştırmalar, anne sütünün bebeği bazı hastalıklardan (obezite, astım, tip 1 ve tip 2 diyabet, SIDS/ani bebek ölümü, nekrotizan enterokolit, vb.) koruduğunu ve IQ'yu olumlu yönde etkilediğini gösterdi. Bu kanıtlar anne sütünün önemini giderek artırdı ve DSÖ, Amerikan Pediatri Akademisi, Neonatoloji Hemşireleri Derneği ve Yenidoğan Hemşireleri Ulusal Birliği gibi kuruluşlar yenidoğanların ilk altı ay yalnızca anne sütü ile beslenmesini ve bebeğin iki yıl boyunca emzirilmesini önerdi (Yüksel ve Yılmaz, 2021). Bebek için doğal bir besin olan anne sütü, bebeğin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan, her türlü enerji ve besin ögesini (sıvı, karbonhidrat, protein, yağ, vitamin, vb.) içeren, sindirimi kolay, biyoaktif bileşenleri olan, enfeksiyonlara karşı koruyan ve bağışıklık sağlayan oldukça yararlı bir besindir. Temel fonksiyonu bebeği besleme olan anne sütünün fizyolojik, psikolojik, sosyal, gelişimsel ve ekonomik olarak birçok yararı bulunmaktadır. Her zaman verilmek üzere hazır, temiz, taze ve ısısı bebek için uygun olan anne sütünün içeriği bebeğin yaşına ve günün içinde bulunulan zamana göre değişebilen bir bileşime sahip karmaşık bir sıvıdır. Anne sütü, makro besinler (proteinler, karbonhidratlar ve lipitler), mikro besinler (vitaminler ve mineraller), besin olmayan biyoaktif bileşikler (antioksidanlar, büyüme faktörleri, hormonlar ve prebiyotikler) ve enfeksiyona karşı koruma sağlayan bileşenler (immünoglobulin A [IgA], laktoferrin, oligosakkaritler ve lizozim) içerir (Karbasi ve ark., 2023). Anne sütü, doğum sonrası ilk altı ay süresince bebeğin tüm gereksinimini tek başına karşılayabilen en doğal besindir. Dünya sağlık örgütü altı aylık olan

bebeklerin iki ya da üç yaşına kadar da ek gıdalar ile birlikte anne sütü almaya devam etmelerini önermektedir. Anne sütü ile beslenmenin beş yaş altı çocuk ölümlerinin önlenmesinde de en etkili müdahalelerden biri olduğu ifade edilmektedir (WHO, 2023). Anne sütü yalnızca altı aya kadar olan bebeklere değil daha büyük bebeklerinde ek gıdalarla tüketilen tamamlayıcı besinlerin yararlı etkilerini de güçlendirmektedir (Marquis ve ark. 1997).

Dünya’da ilk altı ay sadece anne sütü ile beslenme oranı %44’tür. Birçok faktörden (eğitim, çalışma durumu, aile yapısı, gelir düzeyi, gebeliğin istenme durumu, sağlık sorunu, emzirme deneyimi, kültür, vb.) etkilenen emzirme olayı; ruhsal, sosyal ve toplumsal yönleri olan kültürel bir süreçtir (Aygör ve Düdükçü, 2024). Bu nedenle her toplumda kadınlar bu süreçte farklı şekillerde beslenmekte, bu da anne sütünün kalitesini ve içerdiğini etkilemektedir. Örneğin genel anlamda süt arttırıcı anlamına gelen ve galaktagoglar olarak bilinen rezene, anason, ihlamur, adaçayı, kuşburnu, ısırgan otu, vb. bitkisel ürünler birçok kadın tarafından laktasyonu başlatmak ya da anne sütünün miktarını artırmak için kullanılmaktadır. Ülkemizde yapılan çalışmalarda da su, meyve suyu, ayran, inek sütü, rezene, lohusa şerbeti, bulgur, pekmez, tahin helvası, şekerleme, baklagil, vb.yiyecek ve içecekleri annelerin sütlerini artırmak için kullandıkları görülmektedir. Anne sütünü artırmak için verilen genel öneriler arasında; yeterli ve dengeli beslenme, yeterli sıvı alımı, uykunun süresi ve kalitesi, annenin stresten uzak durması ve dinlenmesi yer almaktadır (Önay Derin ve Özel, 2016).

Anne ve bebek sağlığı açısından oldukça riskli bir dönem olan laktasyon döneminde kadının beslenme şekli hem annenin sağlığını hem de süt kalitesini önemli düzeyde etkilemektedir. Bu dönemde kadının beslenme şekli bebeğin büyüme ve gelişmesini anne sütü yolu ile doğrudan etkilemektedir. Bu dönemde anne beslenmesinden etkilenecek üretilen anne sütünün büyük bir kısmı annenin vücut yağından üretilmektedir. Bu nedenle anne sütünün kalitesini artırmak ve bebeğe daha fazla besin sağlamak için annenin beslenme şekli dengeli, çeşitli ve besleyici olmalıdır. Anne, günlük olarak yeterli miktarda kalori almalı ve çeşitli besin gruplarından faydalanmalıdır. Annenin aldığı besinler bebek sağlığını doğrudan etkilediği için anne sütü bebekler için kalori, protein, vitamin ve mineraller açısından yeterli olmalıdır. Bu nedenle anne laktasyon döneminde yetersiz beslenilirse, bebek annenin depolarını kullanacağı için anne depoları boşalır. Annenin beslenmesi yetersiz ve dengesiz olursa hem süt miktarı hem de sütün kalitesi etkilenir. Annenin yeterli ve dengeli beslenerek besin gruplarının hepsinden uygun olarak tüketmesi, süt üretimi en üsy düzeylere çıkaracaktır. Emziren annelerin beslenme hatalarının sonucunda bebek sağlığında olumsuz etkiler görülebilmektedir. Bu nedenle laktasyon döneminde karbonhidrat, protein, yağ, vitamin ve minerallerin yeterli ve dengeli bir şekilde alınması önemlidir. Özellikle bu dönemde temel besin öğeleri kadar mikro besin öğeleri de önemlidir (Erçin ve Köseoğlu, 2022). Emziren kadınların, aldığı besin eksikliği dışında mikronutrient adı verilen ve beden için yaşam boyunca gerekli olan demir, iyot, çinko, vitamin, vb. mikro besinlerin eksiklikleri de sütün kalitesini etkiler ve mikronutrient eksikliklerinin anne sütü bileşimini ve emzirilen bebeklerin gelişimini ve beslenme durumunu etkileme olasılığı da yüksektir. Yetersiz beslenmeyi ve açlığı yenidoğan ve bebeklik döneminde engelleyecek olan anne sütünün miktarını artırmak için beslenme dışında da bazı tamamlayıcı tıp uygulamaları denenmektedir (Demirbağ ve Tokat, 2023; Turan ve ark., 2024). Ancak bu uygulamaların sütün niteliğini etkileyip etkilemediği bilinmemektedir.

Evensel bir beslenme yöntemi olan anne sütü nöronal membranların ana yapılarını oluşturan ve insan beyninin gelişimini pozitif olarak uyararak sinir sisteminin işleyişinde kritik rol oynayan dokosaheksaenoik ve araşidonik asit gibi uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerini içerir (Uyanık ve Seymen, 2024). Bebeğin gereksinimine göre hem gün içinde hem de bebek büyüdükçe içeriği değişen anne sütünün gelişiminden ve üretiminde hipofizden salgılanan hormonlar (büyüme hormonu, prolaktin, folikül stimulan hormon, lüteinizan hormon,

drenokortikotropik hormon, tiroidstimulan hormon) sorumludur ve yaklaşık 16. Gebelik haftasında kolostrum üretilmeye başlar. Doğum sonrası ilk beş gün üretilen ve kolostrum adı verilen süt 6-15. günler arasında geçiş sütü, 16. günden sonrada olgun süt adını alır. Protein oranı olgun süte göre iki kat olan kolostrumun olgun süte göre daha az yağ ve karbonhidrat içerdiği, sodyum, potasyum, magnezyum, çinko, vitamin ve klorür oranlarının yüksek olduğu bilinmektedir. Eşsiz bir besin olan kolostrum özellikle bebeği enfeksiyonlardan koruduğu ve bebeğin gastrointestinal sistem fonksiyonlarını düzenlediği için ayrı bir önem arz etmektedir. Bu nedenle de yenidoğana ilk verilecek besinin anne sütü olması önemlidir. Anne sütünde bulunan yağ asitleri bebeğin beyin, sinir sistemi ve görme fonksiyonlarının gelişimine katkı sağlamaktadır. Ayrıca bebekte gastrointestinal, solunum ve idrar yolu enfeksiyonlarını önler ve alerjilere karşı onu korur. Çalışmalar, anne sütündeki toplam lipit içeriğinin ve yağ asitlerinin birçok değişenden etkilendiğini ve bunlardan birisinin de annenin aldığı besinler olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, emziren anneler için doğum sonrası dönemde gıda tüketimi üzerine ve diyet kalitesini değerlendiren çalışmalar alan yazında yeterli değildir. Anne sütündeki en büyük enerji kaynağı lipidlerdir ve anne sütündeki toplam enerjinin %40-55'ini oluşturur. Anne sütü, çeşitli işlevler gerçekleştiren 400'den fazla farklı protein içerir; beslenme sağlar, antimikrobiyal ve immünomodülatör aktivitelere sahiptir ve ayrıca besinlerin emilimini uyarır. Üre, kreatinin, nükleotidler, serbest amino asitler ve peptitler gibi moleküllerden oluşan protein olmayan azot, sütte bulunan toplam azotun yaklaşık %25'ine katkıda bulunur. Emzirmenin erken dönemlerinde özellikle yüksek konsantrasyonlarda bulunan immünooglobulinler, anne sütünde salgısal IgA (SIgA) olarak bulunur, en baskın formdur, ardından SIgG gelir. Bunlar, bebeğin kendi bağışıklık sistemi olgunlaşırken ona immünolojik koruma sağlar. Anne sütünde, galaktoza kovalent olarak bağlı glikozdan oluşan bir disakkarit olan laktoz ile birlikte çok çeşitli farklı ve karmaşık karbonhidratlar bulunur. Oligosakkaritleri, anne sütü karbonhidratının önemli bir bileşenidir ve anne sütündeki üçüncü en büyük bileşendir (Andreas ve ark., 2015).

Annenin diyetinin anne sütü bileşimi üzerindeki etkisini araştırmak zordur. Yapılan çalışmalar annenin diyetinin çeşitliliği ile anne sütü bileşimindeki farklılıklar arasında herhangi bir korelasyon gösterilememiştir. Bu, emziren kadınların diyetindeki farklılıklara göre makro besin bileşiminin göreceli stabilitesini korumaktan sorumlu telafi edici mekanizmalarla ilgili olabilir. Bununla birlikte, anne sütündeki makro ve mikro besin içeriği ile annenin günlük besin tüketimi arasında bir ilişki vardır (Lubiech ve Twaruzek, 2020). Anne sütünün kalitesini doğrudan etkileyebileceği için emziren annelerin uygun beslenme alışkanlıkları önemlidir. Annenin diyetinin içeriği ile anne sütü bileşimi ve kalitesi arasındaki ilişki incelenmeli ve anne sütünün niteliğini artıran besinler ortaya konulmalıdır. Annelerin tükettikleri meyve, sebze ve tahıl bileşenlerinin lipit içeriğini ve yağ asitlerinin oranını etkilemektedir. Özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinin ana kaynakları balık türleri olup, bu besinlerin birincil kaynakları da ton balığı, sardalya ve somondur. Yağlı meyveler, tohumlar, sebzeler, yumurta sarısı, ahtapot ve geviş getiren hayvan eti gibi yiyecekler de omega-3'ün önemli kaynaklarıdır. Deniz ürünleri hem omega-3 ve omega-6'nın hem de çoklu doymamış yağ asitlerinin besin kaynağıdır.

Annenin meyve tüketimi yükseldikçe anne sütündeki tekli doymamış yağ asitlerinin konsantrasyonu da o kadar artmaktadır. Özellikle zeytin ve avokado gibi yağlı meyveler tekli doymamış yağ asitleri açısından zengindir. Bu nedenle, emziren anelerin yağlı meyveleri tüketmesi, anne sütündeki oleik asit gibi tekli doymamış yağ asitlerinin lipid profilini de artıracaktır. Annenin diyetinde lipit seviyeleri düşük ve tahıl seviyeleri yüksek ise bu durum doymuş doymamış yağ asitlerinin üretimini artırabilir. Annenin

Aldığı besinler anne sütünün bileşimini ve kalitesini etkilediği için emziren annelerin doymuş ve trans yağdan zengin gıdaları azaltması ayrıca tekli ve çoklu doymamış yağların tüketimini artırılması ve daha sağlıklı beslenme alışkanlıkları edinmesi önemlidir. Ayrıca sigara ve alkol

kullanımı da anne sütündeki esansiyel yağ asitlerinin oranını olumsuz yönde etkileyebilir (Freitas ve ark., 2020). Annenin alması gereken bazı mikronutrientlerin annedeki eksikliği, anne sütünde düşük konsantrasyonlara neden olabilmektedir. Özellikle tiamin (B-1), riboflavin (B-2), B-6 ve B-12 vitamini ile kolin, retinol, A vitamini, D vitamini, selenyum ve iyot önemlidir. Anne bu besinleri takviye etmek durumundadır. Buna karşılık, anne sütündeki folat, kalsiyum, demir, bakır ve çinko konsantrasyonu anne alımından nispeten etkilenmez. Doğum sonrası ilk haftalarda tiamin, B-6 vitamini ve folat konsantrasyonları daha düşük ve B-12 vitamini konsantrasyonları daha yüksektir. Ancak, en azından iyi beslenen kadınlarda, tüm B vitaminlerinin konsantrasyonları emzirmenin yaklaşık 3. haftasından sonra nispeten sabittir.

Orta düzeyde kanıtlar, emzirme sırasında anne diyetinden kaynaklanan tatların (alkol, anason/kimyon, havuç, okaliptüs, sarımsak, nane) zamana bağlı bir şekilde anne sütüne geçtiğini ve tat verdiğini göstermektedir. (Spahn ve ark., 2019). Anne sütünün kalitesi genel olarak oldukça korunur, ancak doğrudan anne beslenme alışkanlıklarından da etkilenir (Manoppo ve ark., 2022). Bunları inceleyecek olursak; tiamin, anne sütünde tiamin ve tiamin monofosfat olarak bulunur. Annede tiamin eksikliğinin olması anne sütünde vitamin konsantrasyonlarını düşürebilir. Riboflavin ise anne sütünde flavin adenin dinükleotidi olarak bulunur ve kaynağı öncelikle hayvansal gıdalar ve yeşil sebzelerdir. Anne sütündeki B6 vitamininin baskın formu ise piridoksaldır. Anne sütünde bulunan B-6 vitaminin bebeklerin büyümesinde rolü olduğu düşünülmektedir. B-12 vitamini eksikliği ve tüketilmemesi, hayvansal kaynaklı gıdaların alımının düşük olduğu yerlerde yaygındır, önemli ölçüde daha düşüktür. Annenin B-12 vitaminini yeteri düzeyde tüketmemesi ve anne sütündeki düşük B-12 vitamini; bebekte şiddetli büyüme geriliği, serebral atrofi, çok sayıda kas, davranış ve diğer gelişimsel sorunlar oluşturabilmektedir. Anne sütünde kolin fosfo- ve gliserofosfokolin olarak bulunurken, daha az miktarda serbest kolin, fosfatidilkolin ve sfingomiyelin bulunur ve toplam kolin konsantrasyonu doğum sonrası ilk haftada iki katına çıkar. Kolin hem diyetle tüketilir hem de endojen olarak sentezlenir, ancak sınırlı insan verilerine göre süttteki kolin konsantrasyonu anne alımıyla ilişkilidir. Anne sütünde folat 5-Metil tetrahidrofolat formundadır. Anne yeterli folat almasada anne sütünde folat konsantrasyonları korunur (Allen, 2012).

Genetik, çevresel faktörler ve annenin enfeksiyon durumundan etkilenen anne sütünün içeriği, annenin beslenme şekline ve aldığı gıdalardan da etkilenebilir. Emzirme döneminde gıdadaki makro besin alımının artırılması gerekir çünkü anne doğumdan sonra iyileşmek ve süt oluşumunun metabolik süreci için ekstra enerjiye gereksinim duyar. Annenin tükettiği gıda dolaylı olarak üretilen sütün kalitesini ve miktarını etkiler. Ayrıca annenin bağırsak mikrobiyotası, annenin gastrointestinal yolundan meme içi yolu kullanarak anne sütüne geçerek bebeğin mikrobiyotasını etkiler. Fonksiyonel steroller, β -sitosterol, stigmasterol, sitosterol, kampesterol ve fitosterol esterleri de dâhil olmak üzere bitki bazlı steroller veya fitosterollerdir ve bağırsak mikrobiyotasının bileşimini düzenleyerek doğrudan veya dolaylı olarak anne sütü kalitesini iyileştirmede iyi ajanlar olma potansiyeline sahiptirler. Emziren anneler, bebeklerinin büyümelerine yardımcı olmak için kendilerine verilen anne sütünün kalitesini iyileştirmek için fonksiyonel steroller tüketmelidir. Fonksiyonel sterollerin bazı gıda kaynakları arasında buğday tohumları, fıstık veya baklagiller, mısır ve soya fasulyesi bulunur (Manoppo ve ark., 2022). Anne sütü, probiyotik mikrobiyota dahil olmak üzere biyolojik olarak değerli bileşenlerin son derece önemli bir kaynağıdır (Łubiech ve Twarużek, 2020; Cortes-Macías ve ark., 2021).

Anne sütündeki en önemli yapı taşlarından olan ve sütün kalitesini doğrudan etkileyen protein ürünleri, bebeğin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan yapılardır. Annenin tükettiği ya da aldığı proteinler anne sütünün kalitesini ve besleyiciliğini artırabilir ancak anne sütündeki protein oranını etkilemez. Bebeğin sağlıklı büyümesi ve genel gelişimi için annenin günde

ortalama 70-80 gram protein alması önemlidir. Anne özellikle protein oranı yüksek olan süt, yoğurt, peynir, yumurta, et ve baklagiller gibi gıdaları laktasyon döneminde diyetine ilave etmelidir (Innis, 2007).

Anne sütünün içeriğini iyileştiren ve sütü kalitesini artıran diğer bir önemli besin maddesi de Omega-3 yağ asitleridir. Annenin diyetinde omega-3 özellikle de dokosaheksaenoik asit (DHA) gibi uzun zincirli yağ asitlerinin uygun oranlarda bulunması bebeğin beyin gelişimini artırır. Bunun yanı sıra bebeğin görme yetisini destekler (Brenna ve ark., 2007). Balık, balık yağı, keten tohumu, çia tohumu ve ceviz gibi gıdalar Omega-3 yağ asitlerinin bol miktarda bulunduğu temel gıdalar arasında sayılabilir. Bu nedenle emziren annelerin en az haftada iki kez balık tüketmesi önerilmelidir.

Anne sütünün kalitesini artıran önemli besin kaynaklarından bir diğeride vitamin ve minerallerdir. Özellikle A, D, B12 vitaminleri ile kalsiyum, çinko, demir gibi minerallerin annede yeterli oranlarda bulunması ve anne tarafından yeterli oranda tüketilmesi önemlidir. Örneğin, annenin D vitamini yetersiz oranda tüketmesi hem süt miktarını azaltabilir hem de anne sütteki D vitamini seviyelerini düşürerek bebekte kemik gelişimini olumsuz yönde etkileyebilir (Brannon ve Picciano, 2011). Bu nedenle emziren kadınların D vitamini açısından zengin gıdalar olan süt ve süt ürünlerini, yağlı balıkları ve yumurtayı tüketmesi desteklenir.

Bebeklerin sağlıklı büyümesi ve gelişimi için anne sütünde bulunması gereken bir diğer madde de antioksidanlardır. ı da içermektedir. Anne sütünde bulunan antioksidanların miktarı, annenin beslenme şekline bağlı olarak değişmektedir. Antioksidanlardan özellikle C ve E vitamini ile beta-karoten önemlidir. Narenciye, yeşil yapraklı sebzeler ve kırmızı meyveler, yüksek antioksidan içeriğine sahip obesinler olduğu için anne sütündeki antioksidan düzeyini artırmak için emziren kadınların bu besin maddelerini yeterli miktarda alması önemlidir (Allen, 1994). Ayrıca koyu yeşil yapraklı sebzeler (ıspanak, brokoli) ve turuncu sebzeler (havuç, tatlı patates) vitamin ve mineral bakımından zengin olan besinlerdir ve anne sütündeki vitamin ve mineral içeriğini artırabilir.

Süt üretimini artıran başrol oyuncusu “su”dur. Bu nedenle emziren kadınların günde en az 8-10 bardak olacak şekilde bol miktarda su içmesi çok önemlidir. Aynı zamanda, şekersiz doğal meyve suları ve bazı bitki çayları da sıvı alımını destekler.

Annenin süt kalitesini artırabilecek olan diğer ürünler ise demir, kalsiyum, folat, prebiyotik ve probiyotiklerdir. Kırmızı et, mercimek ve yeşil yapraklı sebzeler demir açısından zengin süt ürünleri, badem ve brokoli gibi besinler kalsiyumdan zengin besinlerdir. Folat (folik asit) ise emzirme döneminde kritik bir öneme sahip bir B vitamindir. DNA sentezinde ve hücre bölünmesinde önemli bir rol oynayan folat, bebeğin beyin ve omurilik gelişimini destekler. Yeşil yapraklı sebzeler, mercimek, nohut ve tam tahıllar folat açısından zengin gıdalardır. Annenin günde en az 400 mikrogram folat alması önerilmektedir (Bailey ve ark., 2015). Prebiyotik ve probiyotiklerin de anne sütünün kalitesine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Prebiyotikler yararlı bağırsak bakterilerinin beslenmesine yardımcı olarak onların sayısını artırır. Probiyotikler ise sindirim sistemini destekleyerek bağırsaklık sistemini güçlendirir. Emziren anneler öğünlerine yoğurt, kefir gibi probiyotik açısından zengin gıdaları ve prebiyotik kaynağı olan soğan, sarımsak, muz gibi besinleri eklemelidir. Bu gıdalar aynı zamanda süt yolu ile bebeğe geçerek onun sindirim sisteminin sağlıklı gelişimine yardımcı olur.

SONUÇ

Anne sütü, bebeklerin sağlıklı gelişimi için kritik bir besin kaynağıdır ve kalitesi, annenin beslenme alışkanlıklarıyla ilişkili olabilmektedir. Anne sütü kalitesini artırmak için annenin dengeli ve çeşitli bir diyet uygulaması gerekmektedir. Omega-3 yağ asitleri, vitaminler, mineraller, protein, antioksidanlar prebiyotikler ve probiyotiklerin gibi besin öğelerinin anne

diyetinde yer alması anne sütünün kalitesini yükselterek hem annenin hem de bebeğin sağlığı açısından fayda sağlayacaktır. Bu besinlerin anne sütünün kalitesi üzerindeki etkilerine yönelik çalışmalara gereksinim vardır.

KAYNAKLAR

- Allen, L. H. (1994). Maternal micronutrient malnutrition: effects on breast milk and infant nutrition, and priorities for intervention. *SCN news*, (11), 21-24.
- Allen, L. H. (2012). B vitamins in breast milk: relative importance of maternal status and intake, and effects on infant status and function. *Advances In Nutrition*, 3(3), 362-369.
- Andreas, N. J., Kampmann, B., & Le-Doare, K. M. (2015). Human breast milk: A review on its composition and bioactivity. *Early Human Development*, 91(11), 629-635.
- Aygör, H., & Düdükçü, F. T. (2024). Annelerin emzirme ve anne sütüne yönelik geleneksel uygulamaları: tanımlayıcı çalışma. *Güncel Hemşirelik Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 1-10.
- Bailey, R. L., West Jr, K. P., & Black, R. E. (2015). The epidemiology of global micronutrient deficiencies. *Annals Of Nutrition And Metabolism*, 66(Suppl. 2), 22-33.
- Brannon, P. M., & Picciano, M. F. (2011). Vitamin D in pregnancy and lactation in humans. *Annual review of nutrition*, 31(1), 89-115.
- Brenna, J. T., Varamini, B., Jensen, R. G., Diersen-Schade, D. A., Boettcher, J. A., & Arterburn, L. M. (2007). Docosahexaenoic and arachidonic acid concentrations in human breast milk worldwide. *The American journal of clinical nutrition*, 85(6), 1457-1464.
- Cortes-Macías, E., Selma-Royo, M., García-Mantrana, I., Calatayud, M., González, S., Martínez-Costa, C., & Collado, M. C. (2021). Maternal diet shapes the breast milk microbiota composition and diversity: impact of mode of delivery and antibiotic exposure. *The Journal of nutrition*, 151(2), 330-340.
- Demirbağ, C., & Tokat, M. A. (2023). Emzirmeyi desteklemenin en keyifli yolu: tamamlayıcı ve alternatif tıp uygulamaları. *Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi*, 9(Özel Sayı-1), 27-31.
- Derin, D. O., & Ozel, E. (2016). An investigation of galactagogues from the perspective of mothers who have a newborn child. *International Journal of Health Sciences and Research*, 6(5), 268-278.
- Erçin, E., & Köseoğlu, S. Z. A. (2022). Güncel bilgilerle laktasyon dönemi ve etkileyen faktörler. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 94-99.
- Freitas, R. F., Macedo, M. D. S., Lessa, A. D. C., Pinto, N. A. V. D., & Teixeira, R. A. (2020). Relationship between the diet quality index in nursing mothers and the fatty acid profile of mature breast milk. *Revista Paulista de Pediatria*, 39, e2019089.
- Karbasi, S., Mohamadian, M., Naseri, M., Yahya Hanafi-Bojd, M., Khorasanchi, Z., Morovatdar, N., ... & Ferns, G. A. (2023). The association of maternal food quality score (FQS) with breast milk nutrient content and antioxidant content of infant urine: a cross-sectional study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 23(126), 1-10.
- Innis, S. M. (2007). Human milk: maternal dietary lipids and infant development. *Proceedings of the Nutrition Society*, 66(3), 397-404.
- Łubiech, K., & Twarużek, M. (2020). *Lactobacillus* bacteria in breast milk. *Nutrients*, 12(12), 3783.
- Manoppo, J. I. C., Nurkolis, F., Gunawan, W. B., Limen, G. A., Rompies, R., Heroanto, J. P., ... & Tanjung, K. (2022). Functional sterol improves breast milk quality by modulating the gut microbiota: A proposed opinion for breastfeeding mothers. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1018153.
- Marquis, G. S., Habicht, J. P., Lanata, C. F., Black, R. E., & Rasmussen, K. M. (1997). Breast milk or animal-product foods improve linear growth of Peruvian toddlers consuming marginal diets. *The American journal of clinical nutrition*, 66(5), 1102-1109.

Spahn, J. M., Callahan, E. H., Spill, M. K., Wong, Y. P., Benjamin-Neelon, S. E., Birch, L., ... & Casavale, K. O. (2019). Influence of maternal diet on flavor transfer to amniotic fluid and breast milk and children's responses: a systematic review. *The American Journal Of Clinical Nutrition*, 109, 1003S-1026S.

Turan, İ., Gözüyeşil, E., Avcıbay, B., & Sürücü, Ş. G. (2024). Laktasyon Sürecinde Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları ve Ebelik Bakımı. *Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi*, 10(2), 129-137.

Uyanık, A., & Seymen, Ö. (2024). Neden/ne zaman/nasıl emzirme (me) liyim?. *Hitit Medical Journal*, 6(3), 356-366.

WHO, Infant and young child feeding, 20 December 2023, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/infant-and-young-child-feeding>

Yüksel, D., & Yılmaz, H. B. (2021). Emzirme ve anne sütünün tarihsel süreçteki yeri. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(1), 71-76

AROMATİK BİTKİLERİN GIDA GÜVENLİĞİNDE VE DOĞAL KORUYUCU OLARAK KULLANIMI

THE USE OF AROMATIC PLANTS IN FOOD SAFETY AND AS NATURAL PRESERVATIVES

Dr. Öğr. Üyesi Serap TOPRAK DÖŞLÜ

Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,
47100, Mardin Türkiye.

Dr. Öğr. Gör. Nurten CENGİZ

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü, 01250, Adana, Türkiye

ÖZET

Son yıllarda gıda güvenliği, tüketici sağlığı açısından büyük bir endişe kaynağı haline gelmiştir. Gıdalarda mikrobiyal gelişimi önlemek amacıyla geleneksel olarak kullanılan kimyasal koruyucuların olumsuz sağlık etkileri ve artan talep, doğal alternatiflere yönelimi artırmıştır. Bu bağlamda, aromatik bitkilerden elde edilen ekstraktlar, gıda ürünlerinde doğal koruyucular olarak önemli bir potansiyele sahiptir. Kekik, adaçayı, biberiye ve nane gibi bilinen bitkilerin yanı sıra, sarımsak, zerdeçal, zencefil, fesleğen, taze soğan ve defne yaprağı gibi aromatik bitkiler de gıda koruyuculuğunda etkili rol oynamaktadır.

Bu bitkilerde bulunan fenolik bileşikler ve uçucu yağlar, mikrobiyal büyümeyi inhibe ederek gıdaların raf ömrünü uzatır ve patojenlerin çoğalmasını engeller. Özellikle sarımsak, güçlü antimikrobiyal özellikleri ile öne çıkarken, zerdeçalın anti-inflamatuar etkileri sağlık açısından önem taşır. Fesleğen, hem lezzet katmakta hem de mikrobiyal gelişimi engelleyen bileşikler içermektedir. Biberiye ve kekik gibi bitkiler ise yüksek antioksidan içerikleriyle bilinir, bu da gıdaların tazeliğini korumaya yardımcı olur.

Aromatik bitkilerin gıdalarda kullanımı, yalnızca mikrobiyal koruma sağlamakla kalmaz, aynı zamanda kimyasal koruyuculara kıyasla daha güvenli bir seçenek sunar. Kimyasal koruyucuların aşırı kullanımı, uzun vadede kanser gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilirken, bitkisel ekstraktlar genellikle düşük toksisiteye sahip olup sağlık açısından faydalıdır. Örneğin, biberiyeden elde edilen ekstraktların güçlü antioksidan etkisi, vücuttaki serbest radikalleri azaltarak kalp hastalıkları ve kansere karşı koruma sağlar.

Sonuç olarak, aromatik bitkiler, kimyasal koruyuculara karşı güvenli ve etkili bir alternatif olarak gıda endüstrisinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Kekik, adaçayı, biberiye, sarımsak, zerdeçal, zencefil, fesleğen ve defne yaprağı gibi bitkiler, hem doğal hem de sağlıklı olmaları nedeniyle tüketicilerin bu ürünlere olan ilgisini artırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği, antimikrobiyal, aromatik bitkiler.

ABSTRACT

In recent years, food safety has become a major concern for consumer health. The negative health effects of chemical preservatives traditionally used to prevent microbial growth in food, along with increasing demand for natural alternatives, have driven the shift towards more natural solutions. In this context, extracts from aromatic plants have significant potential as natural preservatives in food products. Besides well-known plants such as thyme, sage, rosemary, and mint, other aromatic plants like garlic, turmeric, ginger, basil, green onions, and bay leaves also play an effective role in food preservation.

These plants contain phenolic compounds and essential oils that inhibit microbial growth, extending the shelf life of food and preventing the proliferation of pathogens. Garlic, in

particular, stands out for its strong antimicrobial properties, while turmeric offers important health benefits due to its anti-inflammatory effects. Basil adds flavor and contains compounds that inhibit microbial growth. Plants like rosemary and thyme are known for their high antioxidant content, which helps maintain food freshness.

The use of aromatic plants in food not only provides microbial protection but also offers a safer alternative compared to chemical preservatives. Excessive use of chemical preservatives can lead to serious health issues, such as cancer, while plant-based extracts typically have low toxicity and are beneficial to health. For example, extracts from rosemary have strong antioxidant effects, reducing free radicals in the body and protecting against heart disease and cancer.

In conclusion, aromatic plants are increasingly used in the food industry as a safe and effective alternative to chemical preservatives. Plants such as thyme, sage, rosemary, garlic, turmeric, ginger, basil, and bay leaves are gaining popularity due to their natural and healthy properties, enhancing consumer interest in these products.

Keywords: Food safety, antimicrobial, aromatic plants.

GİRİŞ

Gıda endüstrileri, gıda ürünlerinin bakteri, mantar, virüs, parazit vb. gibi farklı mikroplarla kirlenmesi nedeniyle büyük bir zorlukla karşı karşıyadır. Bu mikroplar üretim öncesi ve üretim sonrası işlemler sırasında farklı toksinler üreterek gıda maddelerini bozmaktadır. Mikotoksinler, mantar kaynaklı en güçlü ve en yaygın toksik gıda kirleticilerinden biridir ve insanlar için ciddi sağlık tehlikelerine neden olmaktadır. Gıdayı korumak ve raf ömrünü uzatmak için sentetik kimyasalların gıda koruyucuları olarak uygulanması, biyolojik uyumsuzlukları, biyolojik olarak parçalanamamaları ve çevresel açıdan sürdürülemezlikleri nedeniyle pek çok sıkıntıya yol açmaktadır (de Souza Pedrosa vd., 2021). Ayrıca gıdalarda mikrobiyal gelişimi önlemek amacıyla geleneksel olarak kullanılan kimyasal koruyucuların olumsuz sağlık etkileri ve artan talep, doğal alternatiflere yönelimi artırmıştır. Bundan dolayı işlenmiş gıdalar yerine doğal gıdaları tüketmeye yönelik yoğun bir eğilim söz konusudur (Garcia-Oliveira vd., 2021). Doğal ürünlerin toksik olmamaları, daha az yan etkiye sahip olmaları ve uygun fiyatlarla kolayca bulunabilmeleri bu yoğun eğilimin en büyük sebeplerindendir (Khan ve Ahmad, 2019). Aromatik bitkilerden elde edilen ekstraktlar, gıda ürünlerinde doğal koruyucular olarak önemli bir potansiyele sahiptir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin ve bu bitkilerden elde edilen ürünlerin üretimi ve tüketimi hem ülkemizde hem de dünya çapında hızla artmaktadır. Tüketicilerin daha az işlenmiş gıdalara olan talebi, sentetik koruyucuların kullanımına ilişkin artan endişelerle birlikte, gıda endüstrisinin ilgisini doğal koruyucu maddelere yöneltmiştir. Genel olarak güvenli (GRAS) olarak kabul edilen aromatik bitkiler, gıda endüstrisinde kullanılan kimyasal katkı maddelerine mükemmel bir alternatif olarak görülmektedir ve son yıllarda potansiyel doğal gıda koruyucu kaynakları olarak önem kazanmaktadır (Nieto, 2020; de Souza Pedrosa vd., 2021).

Aromatik Bitkilerin Gıdalarda Koruyucu Olarak Kullanımı

Tıbbi bitkilerden elde edilen özler, gıdalar için antimikrobiyal, antiinflamatuvar, bakterisidal, antiviral, antifungal ve koruyucu olarak kullanılmaktadır. Birçok bitkisel maddenin antioksidan ve antimikrobiyal özellikler göstermesi nedeniyle, gıda sistemlerinin raf ömrünü artırmak için doğal koruyucuların kullanılması umut verici bir teknoloji olarak kabul edilmektedir (Nieto, 2020).

Son yıllarda aromatik bitkilerden elde edilen ikincil metabolitler olan esansiyel yağlar yalnızca doğal yapıları nedeniyle değil, aynı zamanda gıda ve insan sağlığına faydaları gösterdikleri için kapsamlı araştırmaların odak noktası olmuştur (Ribeiro-Santos vd., 2018). Bitki yağları ve bitki özlerinin uzun yıllardır gıda koruyucu ve tıbbi tedavi edici olarak kullanıldığı bildirilmektedir

(Gökoğlu, 2019). Esansiyel yağlar, genellikle kapalı tohumlu familyalara ait bitkiler tarafından üretilen ve parfümeri, kozmetik, deterjan, farmakoloji, ve gıda endüstrisi gibi çeşitli endüstriler tarafından farklı amaçlar için kullanılabilen aromatik maddelerdir (Pavela, 2015). Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.), kekik (*Origanum vulgare* L.), tarçın (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) gibi farklı bitkilerden elde edilen çok çeşitli esansiyel yağlar gıdaların raf ömrünü uzatmak ve patojenleri, bakterileri ve küfleri etkisiz hale getirmek için sırayla gıdalara uygulanmıştır (Gaio vd., 2015, de Souza Pedrosa vd., 2021). Doğal koruyucu olan bu esansiyel yağların gıdaların duyuusal özelliklerini bozabilecekleri de unutulmamalıdır (de Souza Pedrosa vd., 2021).

Bitkiler kendilerini bakterilerden, virüslerden ve mantarlardan korumak için fitokimyasallar üretmektedirler (Niteo, 2020). Birçok bitki ve baharat özü, fenolik bileşikler gibi fitokimyasal bileşenler nedeniyle çok çeşitli bakteri, maya, küf ve virüslere karşı antimikrobiyal aktiviteye sahiptirler (Carocho vd., 2014). Bu bitki, baharat ve bunlardan elde edilen özlerin antimikrobiyal olarak rolleri, gıdanın doğal bozulma süreçlerini kontrol etmeleri ve patojenik mikroorganizmalar dahil olmak üzere gıdada mikroorganizmaların büyümesini önlemek/kontrol etmek kapasitelerinden kaynaklanmaktadır (Tajkarimi vd., 2010).

Koruyucular genellikle gıda kaynaklı hastalık riskini azaltmak için kullanılmaktadırlar. Bitkiler ve baharatlar, çoğunlukla bakteri ve mantarlardan izole edilmelerine rağmen, yeni antimikrobiyal bileşikler için alternatif kaynaklar olarak kabul edilirler (Hint vd., 2015). Yapılan çalışmalarda, antimikrobik etkinlik ile belirli bitki ve baharatlarda bulunan fenolik bileşenlerin seviyesi arasında yüksek bir korelasyon olduğu bildirilmiştir (Makwana vd., 2015). Ayrıca, bitkiler ve baharatlardaki diğer uçucu bileşenler (özellikle uçucu yağlar) bitkinin biyolojik aktivitesine de katkıda bulunabilmektedirler. Fenolik bileşikler, bitkilerde bulunan başlıca antimikrobiyal bileşenlerdir (Gökoğlu,2019). Bu bitkilerden elde edilen antimikrobiyaller soğuk plazma, ultrason, ışınlama, ultraviyole ışık, yüksek hidrostatik işlem, darbeli ışık, darbeli elektrik alanları, omik ısıtma ve ozon yöntemleri teknikleri ile uygulanmaktadır (de Souza Pedrosa vd., 2021).

Balık ürünlerinde, üzüm (*Vitis vinifera* L.) çekirdeği özütü, çay polifenollerini, kekik esansiyel yağı ve biberiye özütü, laktik asit bakterileri, Enterobacteriaceae, hidrojen sülfür üreten bakteriler (HSPB) ve kötü tatlar ürettiği bilinen psikrotrofik bakterilerin büyümesini geciktirmiştir (Rathod vd, 2021). Et ürünlerinde, tanik asit veya kateşin deve sosislerinde iyi antimikrobiyal aktivite gösterirken, biberiye ve karanfilin (*Syzygium aromaticum* L.) etanolik özütleri çiğ tavuk etindeki bozulma bakteri sayısını azaltmıştır. Sığır sosislerinde, vanilik ve ellajik asitler açısından zengin olan *Ziziphus* yaprak özütlerinin kullanımı, soğuk depolama sırasında bozulma bakterilerinin büyümesini engellemiştir (Papuc vd.,2017). Uçucu yağlar arasında, karvakrol, timol, p-simen ve γ -terpinen açısından zengin olan *Ziziphora clinopodioides* Lam.'ın uygulanması, sığır köftelerindeki bozulma bakterilerine karşı en iyi antimikrobiyal aktiviteyi göstermiştir (Pateiro vd., 2021). Patrignani vd (2018) tarafından incelendiği üzere, bitki bazlı gıdalarda, sitral, hekzanal ve 2-(E)-hekzanal, taze kesilmiş meyvelerin, meşrubatların ve meyve bazlı salataların bozulmasından sorumlu mayalara karşı antimikrobiyal aktivite göstermiştir, buna karşın sitral bazlı filmler veya kekik (*Origanum vulgare* L.) ve kekik (*Thymus vulgaris* L.) yağının yıkama adımı sırasında uygulanması, salatadaki bozulma bakteri popülasyonlarını azaltmıştır. Bitki özlerinin gıda kaynaklı patojenlere karşı antimikrobiyal etkisinin olduğu yapılan çalışmalarla belgelenmiştir.

Günümüzde çeşitli bitkilerden elde edilen doğal antioksidanların gıda endüstrisinde kullanımına artan ilgi, yapay antioksidanların güvenilirlikleri üzerinde artan endişelerden kaynaklanmaktadır (Özcan ve Arslan, 2011). Aromatik bitkiler ve uçucu yağları içerdikleri biyoaktif bileşenler nedeniyle işlevsel gıda uygulamalarında ve doğal antioksidan kullanımlarında çok önemlidir (Karadağ, 2019; Mohammed vd., 2020). Doğal antioksidanlar, yenilebilir kaplamalarda, gıda ambalajında ve çeşitli gıda ürünlerinde koruyucu filmler olarak kullanılabilir (López-Pedrouso vd., 2022). Aromatik bitkilerin, özellikle et, süt ve fırıncılık ürünleri gibi yağlı gıdalarda oksidasyonu önlemek için kullanılması, doğal antioksidan

kaynakları olarak büyük bir potansiyele sahiptir (Ribeiro-Santos vd., 2018). Baharat ve bitkilerin antioksidan kaynakları olarak kullanımını araştıran çok sayıda çalışma mevcuttur (Pehlivan ve diğerleri, 2018; Mohammed ve diğerleri, 2020).

Öjenol, kurkumin, zencefilol, karkavol, timol, yenibahar, kapsaisin ve öjenol, baharatlara antioksidan özellik kazandıran en yaygın kimyasal bileşiklerdir (Yin vd., 2012). Antioksidan kekik uçucu yağı, gıdaların bozulmasını önlemek için kullanılır (Dauçan ve Abdullah, 2017). Lipid oksidasyonu, gıdaların korunması ve depolanması sırasında meydana gelen en büyük sorunlardan biridir. Yağlarda acılaşmaya (rancidleşme), yağ içeren diğer gıdalarda renk, tat, aroma, tekstür ve kıvamda bozulmalara ve besinsel kalite-

tenin azalmasına neden olur (Ahmed ve diğerleri, 2016). Antioksidanlar, gıda endüstrisinde lipid oksidasyonunu engellemek veya azaltmak, toksik oksidasyon ürünlerinin oluşmasını engellemek, besinsel kaliteyi korumak ve gıdaların raf ömrünü uzatmak için gereklidir (Kumar ve diğerleri, 2015).

Bununla birlikte, birçok araştırmacı, gıda işlemlerinde kullanılan BHA ve BHT gibi yapay antioksidanların canlılar üzerinde kanserojen etkileri olduğunu göstermiştir. (Vandghanooni vd., 2013). Alredaie (2017) tarafından yapılan bir araştırmaya göre, kekta kullanılan 600 ppm'lik limon otu uçucu yağı, antioksidan özellikler göstererek yağın bozulmasını geciktirdiğini ve ürünün raf ömrünü uzattığını göstermektedir. Bu nedenle, limon otu yağı, BHT gibi yapay koruyucuların yerine doğal antioksidanlar olarak kullanılabilir. Biriciye uçucu yağı, özellikle et ve et ürünlerinde yağ ve protein bozulmasından kaynaklanan oksidasyonu önlemek için tercih edilir (Nieto vd., 2018).

Biberiyedeki biyolojik özelliklerin esas olarak fenolik bileşiklerden kaynaklandığı iyi bilinmektedir. Ancak, bu biyolojik özelliklerin farklı yönlerle bağlı olduğunu dikkate almak önemlidir. Fenolik ekstraktların yağları lipid oksidasyonuna karşı korumak ve duyu niteliklerini geliştirmek için zenginleştirmenin yanı sıra işlenmiş et ürünlerinde antioksidan katkı maddeleri içinde kullanılmaktadır (Skendi vd., 2022). Et endüstrisinde hem lipid oksidasyon sürecini hem de mikrobiyal büyümeyi engellemek için sentetik BHA ve BHT gibi antioksidanlar sıklıkla kullanılır (Fernandez-Lopez vd., 2005, Sebranek vd., 2005). Bu bağlamda, TBARS (tiyobarbitürik asit-reaktif maddeler) değerlerini düşürmek ve kırmızı renk kaybını azaltmak için donmuş sosis formülasyonunda yağda çözünen biberiye özü kullanılmıştır. Bu doğal katkı maddesinin dondurulmuş sucukta kalite değişikliklerini önlemede BHA/BHT sisteminden daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Sebranek vd., 2005). Ayrıca, suda çözünen biberiye ekstraktlarının, soğutulmuş depolama sırasında pişmiş hindilerde lipid oksidasyonu ve renk değişimine karşı önemli ölçüde koruma sağladığı, böylece ürünün kalitesi ve raf ömrü artar. Biberiye güçlü bir antioksidandır ve serbest radikalleri dengeleyebilen ve oksidasyon zincirini kırarak BHT ve BHA'dan dört kat daha etkili hale getiren rosmanol, rosmaridifenol, rosmarikinon ve karnosol gibi bileşikler içerir (Fernandez-Lopez vd., 2005). Rosmarinik asit ve karnosolden kaynaklı yüksek antioksidan kapasite gösteren biberiye uçucu yağının toz ekstraktı özellikle gıdalara katkı olarak kullanılır (Nieto vd., 2018).

Bakterilerin hücre zarlarının lipidleri arasında hidrofobik yapıları nedeniyle hareket eden uçucu yağlar, bakterilerin hücre duvarı yapılarını bozarak onları geçirgen hale getirirler. Membran yapısındaki bu değişiklik, iyonların ve diğer hücre materyallerinin sızmasına yol açarak hücre ölümüne neden olur (Devi vd., 2010). Staphylococcus aureus (ATCC 29213) ve Escherichia coli (ATCC 25922) bakterilerini öldürmek için lavanta (Lavandula stoechas), ada çayı (Salvia officinalis), kekik (Thymus vulgaris) ve papatya (Matricaria chamomilla) ekstrelerinin etkili olduğunu bulunmuştur (İlkimen ve Gülbandılar, 2018).

Son çalışmalarda sentetik gıda koruyucularına doğal alternatiflerin çoğu, ham veya saflaştırılmış formda bitki özleridir, çoğunlukla uçucu yağlar veya saf bileşiklerdir ve bunların çoğu eski zamanlardan beri kullanılmaktadır. Bunlar, gıda ürünlerinde doğrudan uygulama için ilgi odağı haline gelmiştir (Carocho vd., 2014). Uçucu yağlar, antimikrobiyal aktiviteleri için en

çok çalışılan bitki özleridir. Uçucu yağlar, bitki materyalinden (çiçekler, tomurcuklar, tohumlar, yapraklar, dallar, kabuklar, otlar, odun, meyveler ve kökleri) elde edilen aromatik yağlı sıvılardır. Farklı yöntemlerle elde edilebilirler, ancak uçucu yağların ticari üretimi için en yaygın olarak buhar damıtma yöntemi kullanılır (Van de Barak vd., 1999). Düşük sıcaklık ve yüksek basınçta sıvı karbondioksit kullanılarak yapılan ekstraksiyon gibi diğer ekstraksiyon yöntemleri daha doğal bir bileşik ve organoleptik profil üretir, ancak bu çok daha pahalı ve zahmetlidir (Dima ve Dima, 2015). Bu nedenle, hidrodistilasyon en çok kullanılan yöntemdir, ancak yüksek ekstraksiyon sıcaklığı bazı uçucu bileşenlerin kaybolmasına neden olabilir ve bu da antimikrobiyal özellikleri etkileyebilir. Bu, heksanla ekstrakte edilen bitkisel uçucu yağların, karşılık gelen buharla damıtılmış uçucu yağlardan daha yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiğinin gösterilmesiyle doğrulanıyor gibi görünüyor (Packiyasothy ve Kyle, 2002). Uçucu yağlar uçucudur ve bu nedenle kompozisyonlarında değişiklik olmaması için hava geçirmez kaplarda ve karanlıkta saklanmalıdır, çünkü ışık, ısı, oksidasyon ve hidrasyon gibi faktörlerden kaynaklanan hasara karşı hassastırlar. Uçucu yağlar, elde edildikleri bitkinin türüne ve alt türüne bağlı olarak 60'tan fazla ayrı bileşene sahip olabilir ve ana bileşenler bir uçucu yağın %85'ine kadarını oluşturabilirken, diğer bileşenler yalnızca eser formda bulunur (Dima ve Dima, 2015). Alkoller, esterler, fenoller, ketonlar, laktonlar, aldehitler ve oksitler gibi farklı tiplerde siklik ve siklik olmayan bileşikler içerirler. Farklı yazarlara göre, daha önce belirtildiği gibi, fenolik bileşikler esas olarak antibakteriyel özelliklerden sorumludur; Ancak, küçük bileşiklerin diğer bileşiklerle sinerjik bir etki üreterek antibakteriyel aktivitede önemli bir rol oynamaktadır (Marino vd., 2001). Bu nedenle, uçucu yağlarda bulunan kimyasal bileşiklerin büyük çeşitliliğini göz önünde bulundurarak, antimikrobiyal aktivitelerinin belirli bir etki mekanizmasına değil, bunların birkaçının mikrobiyal hücrenin farklı kısımları üzerindeki birleşik etkisine atfedebileceğini düşünmek mantıklıdır. Genel olarak, uçucu yağların bileşimleri, terpenoidler, terpenler, fenilpropenler, ketonlar, fenolikler, aldehitler, esterler, asitler, alkoller ve eterler gibi çeşitli ikincil metabolitlerin karmaşık karışımlarıdır ve bunlar genellikle antioksidan ve antimikrobiyal aktivite açısından güçlü potansiyel gösterir (Prakash vd., 2018, Al-Magtari vd., 2021).

SONUÇ

Aromatik bitkilerin koku, renk ve tatlarından dolayı gıdalarda kullanımları sınırlıdır. Bu nedenle biberiyeden kokusuz ve renksiz antioksidan bileşiklerin hazırlanması için ticari yöntemler geliştirilmiştir. Lamiaceae familyasının bitkileri gibi maddi bitkiler, koruyucu özellikleri açısından en çok çalışılanlardan bazıları olmuştur (Trivellini vd., 2016). Doğal olmaları ve kalıntı sorununa yol açmamaları nedeniyle bitki ve baharatların, özellikle organik gıda üretiminde değer bulacağı ileri sürülmektedir (Cáceres vd., 2020). Bir dizi bakteri, maya ve küfe karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olan çeşitli bitki özleri sahip oldukları fenoller, alkoller, aldehitler, ketonlar, eterler ve hidrokarbonlar dahil olmak üzere aktif bileşikler sayesinde gıdaların depolama stabilitesini artırabilirler (Cacho vd., 2016). Doğal antioksidanların gücü ve ekstraktların kalitesi, yalnızca orijinal kaynağın kalitesine (coğrafi köken, beslenme özellikleri ve depolama gibi) değil, aynı zamanda bunların ekstraksiyonu için uygulanan teknolojilere de bağlıdır. Üreticilerin doğal antioksidanların kullanması, tüketicilerin doğal içeriklere sahip daha temiz etiketli ürünlere yönelik taleplerini karşılamalarını sağlar. Ancak, doğal kökenli olmalarının onları varsayılan olarak güvenli kılmadığı bilinmelidir. Bu bileşiklerin gıda ürünlerinde kullanım koşullarını belirlemek için toksisite çalışmalarına halen ihtiyaç duyulmaktadır (Lourenço vd., 2019).

KAYNAKLAR

Ahmed, M.J.P.T., Pickova, J., Ahmad, T., Liaquat, M., Farid, A. and Jahangir, M., 2016. Oxidation of lipids in foods. *Sarhad Journal of Agriculture*, 32(3), pp.230-238.

- Al-Maqtari, Q.A., Rehman, A., Mahdi, A.A., Al-Ansi, W., Wei, M., Yanyu, Z., Phyto, H.M., Galeboe, O. and Yao, W., 2021. Application of essential oils as preservatives in food systems: challenges and future perspectives—a review. *Phytochemistry Reviews*, pp.1-38.
- Alredaie, S., 2017. KAranfil ve limon otu esansiyel yağlarının antioksidan olarak keklerin raf ömrü üzerine etkisi (Doctoral Dissertation, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Cacho, J.I., Campillo, N., Viñas, P. and Hernández-Córdoba, M., 2016. Determination of synthetic phenolic antioxidants in edible oils using microvial insert large volume injection gas-chromatography. *Food chemistry*, 200, pp.249-254.
- Carocho, M., Barreiro, M.F., Morales, P. and Ferreira, I.C., 2014. Adding molecules to food, pros and cons: A review on synthetic and natural food additives. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 13(4), pp.377-399.
- Cáceres, M., Hidalgo, W., Stashenko, E., Torres, R. and Ortiz, C., 2020. Essential oils of aromatic plants with antibacterial, anti-biofilm and anti-quorum sensing activities against pathogenic bacteria. *Antibiotics*, 9(4), p.147.
- Dauqan, E.M. and Abdullah, A., 2017. Medicinal and functional values of thyme (*Thymus vulgaris* L.) herb. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 5(2), pp.17-22.
- de Souza Pedrosa, G.T., Pimentel, T.C., Gavahian, M., de Medeiros, L.L., Pagán, R. and Magnani, M., 2021. The combined effect of essential oils and emerging technologies on food safety and quality. *Lwt*, 147, p.111593.
- Devi, K.P., Nisha, S.A., Sakthivel, R. and Pandian, S.K., 2010. Eugenol (an essential oil of clove) acts as an antibacterial agent against *Salmonella typhi* by disrupting the cellular membrane. *Journal of ethnopharmacology*, 130(1), pp.107-115.
- Dima, C. and Dima, S., 2015. Essential oils in foods: extraction, stabilization, and toxicity. *Current Opinion in Food Science*, 5, pp.29-35.
- Fernandez-Lopez, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Pérez-Alvarez, J.A. and Kuri, V., 2005. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat science*, 69(3), pp.371-380.
- Gaio, I., Saggiorato, A.G., Treichel, H., Cichoski, A.J., Astolfi, V., Cardoso, R.I., Toniazzo, G., Valduga, E., Paroul, N. and Cansian, R.L., 2015. Antibacterial activity of basil essential oil (*Ocimum basilicum* L.) in Italian-type sausage. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 10, pp.323-329.
- Garcia-Oliveira, P., Barral, M., Carpena, M., Gullón, P., Fraga-Corral, M., Otero, P., Prieto, M.A. and Simal-Gandara, J., 2021. Traditional plants from Asteraceae family as potential candidates for functional food industry. *Food & Function*, 12(7), pp.2850-2873.
- Gökoğlu, N., 2019. Novel natural food preservatives and applications in seafood preservation: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(5), pp.2068-2077.
- Hintz, T., Matthews, K.K. and Di, R., 2015. The use of plant antimicrobial compounds for food preservation. *BioMed research international*, 2015(1), p.246264.
- İlkimen, H. and Gülbandır, A., 2018. Lavanta, ada çayı, kekik ve papatya ekstralarının antimikrobiyal etkilerinin araştırılması. *Türk Mikrobiyol Cem Derg*, 48(4), pp.241-246.
- Karadağ, A., 2019. Türkiye'deki bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin antioksidan potansiyelleri ve fenolik kompozisyonları. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), pp.631-637.
- Khan, M.S.A. and Ahmad, I., 2019. Herbal medicine: current trends and future prospects. In *New look to phytomedicine* (pp. 3-13). Academic Press.
- Kumar, Y., Yadav, D.N., Ahmad, T. and Narsaiah, K., 2015. Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(6), pp.796-812.
- Lourenço, S.C., Moldão-Martins, M. and Alves, V.D., 2019. Antioxidants of natural plant origins: From sources to food industry applications. *Molecules*, 24(22), p.4132.
- López-Pedrouso, M., Lorenzo, J.M. and Franco, D., 2022. Advances in natural antioxidants for food improvement. *Antioxidants*, 11(9), p.1825.

- Makwana, S., Choudhary, R., Haddock, J. and Kohli, P., 2015. In-vitro antibacterial activity of plant based phenolic compounds for food safety and preservation. *LWT-Food Science and Technology*, 62(2), pp.935-939.
- Marino, M., Bersani, C. and Comi, G., 2001. Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae. *International journal of food microbiology*, 67(3), pp.187-195.
- Mohammed, F.S., Günal, S., Şabik, A.E., Akgül, H. and Sevindik, M., 2020. Antioxidant and Antimicrobial activity of *Scorzonera papposa* collected from Iraq and Turkey. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(5), pp.1114-1118.
- Nieto, G., Ros, G. and Castillo, J., 2018. Antioxidant and antimicrobial properties of rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.): A review. *Medicines*, 5(3), p.98.
- Nieto, G., 2020. How Are Medicinal Plants Useful When Added to Foods? *Medicines*, 7 (9), 58.
- Nieto, G., 2020. A review on applications and uses of thymus in the food industry. *Plants*, 9(8), p.961.
- Özcan, M.M. and Arslan, D., 2011. Antioxidant effect of essential oils of rosemary, clove and cinnamon on hazelnut and poppy oils. *Food chemistry*, 129(1), pp.171-174.
- Packiyasothy, E.V. and Kyle, S., 2002. Antimicrobial properties of some herb essential oils.
- Papuc, C., Goran, G.V., Predescu, C.N., Nicorescu, V. and Stefan, G., 2017. Plant polyphenols as antioxidant and antibacterial agents for shelf-life extension of meat and meat products: Classification, structures, sources, and action mechanisms. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(6), pp.1243-1268.
- Pateiro, M., Munekata, P.E., Sant'Ana, A.S., Domínguez, R., Rodríguez-Lázaro, D. and Lorenzo, J.M., 2021. Application of essential oils as antimicrobial agents against spoilage and pathogenic microorganisms in meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 337, p.108966.
- Patrignani, F., Siroli, L., Serrazanetti, D.I., Gardini, F. and Lanciotti, R., 2015. Innovative strategies based on the use of essential oils and their components to improve safety, shelf-life and quality of minimally processed fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 46(2), pp.311-319.
- Pavela, R., 2015. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: a review. *Industrial crops and products*, 76, pp.174-187.
- Pehlivan, M., Mohammed, F.S., Sevindik, M. and Akgul, H., 2018. Antioxidant and oxidant potential of *Rosa canina*. *Eurasian Journal of Forest Science*, 6(4), pp.22-25.
- Prakash, B., Kujur, A., Yadav, A., Kumar, A., Singh, P.P. and Dubey, N.K., 2018. Nanoencapsulation: An efficient technology to boost the antimicrobial potential of plant essential oils in food system. *Food control*, 89, pp.1-11.
- Rathod, N.B., Ranveer, R.C., Benjakul, S., Kim, S.K., Pagarkar, A.U., Patange, S. and Ozogul, F., 2021. Recent developments of natural antimicrobials and antioxidants on fish and fishery food products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(4), pp.4182-4210.
- Ribeiro-Santos, R., Andrade, M., Sanches-Silva, A. and de Melo, N.R., 2018. Essential oils for food application: Natural substances with established biological activities. *Food and bioprocess technology*, 11, pp.43-71.
- Sebranek, J.G., Sewalt, V.J.H., Robbins, K. and Houser, T.A., 2005. Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat science*, 69(2), pp.289-296.
- Skendi, A., Katsantonis, D.N., Chatzopoulou, P., Irakli, M. and Papageorgiou, M., 2020. Antifungal activity of aromatic plants of the Lamiaceae family in bread. *Foods*, 9(11), p.1642.
- Tajkarimi, M.M., Ibrahim, S.A. and Cliver, D.O., 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food control*, 21(9), pp.1199-1218.

- Trivellini, A., Lucchesini, M., Maggini, R., Mosadegh, H., Villamarin, T.S.S., Vernieri, P., Mensuali-Sodi, A. and Pardossi, A., 2016. Lamiaceae phenols as multifaceted compounds: bioactivity, industrial prospects and role of “positive-stress”. *Industrial Crops and Products*, 83, pp.241-254.
- Van de Braak, S.A.A.J. and Leijten, G.C.J.J., 1999. *Essential oils and oleoresins: a survey in the Netherlands and other major markets in the European Union*. CBI, centre for the promotion of imports from developing countries, Rotterdam, 116.
- Vandghanooni, S., Forouharmehr, A., Eskandani, M., Barzegari, A., Kafil, V., Kashanian, S. and Ezzati Nazhad Dolatabadi, J., 2013. Cytotoxicity and DNA fragmentation properties of butylated hydroxyanisole. *DNA and cell biology*, 32(3), pp.98-103.
- Yin, J.I.E., Becker, E.M., Andersen, M.L. and Skibsted, L.H., 2012. Green tea extract as food antioxidant. Synergism and antagonism with α -tocopherol in vegetable oils and their colloidal systems. *Food chemistry*, 135(4), pp.2195-2202.
- .

ARTEMİSİA L.'NİN FİTOKİMYASAL KOMPOZİSYONU VE TERAPÖTİK ÖZELLİĞİ

PHYTOCHEMICAL COMPOSITION AND THERAPEUTIC PROPERTIES OF ARTEMİSİA L.

Doktora Öğrencisi Beyza KABA

Doktora Öğrencisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü, Samsun, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7954-8025>

Prof. Dr. İlkay KOCA

Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,
Samsun, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6089-8586>

ÖZET

Artemisia L., Anthemideae ailesine dahil, 500'den fazla türü kapsayan bitki topluluğudur. Bu bitkiler, Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da çok yıllık ve iki yıllık otlar veya küçük çalılar şeklinde yetişebilmektedir. Artemisia türleri, anti-inflamatuar, antitümör, antispazmodik, antimikrobiyal, böcek öldürücü, antimalaryal ve antioksidan aktiviteler gösterirler. Geçmişten günümüze kadar, sıtma, hepatit, kanser, mide rahatsızlıkları gibi hastalıkları tedavi etmede, mantar, bakteri ve virüslerin neden olduğu iltihaplanma ve enfeksiyonları önlemede kullanılmışlardır. Artemisia türleri kimyasal bileşimleri bakımından birbirlerinden farklılık göstermektedirler. Bu türler, polifenoller, uçucu yağlar, kumarinler, asetlenler, alkoller, fenolik asitler, flavonoidler, monoterpenler, seskiterpenler ve türevleri gibi çok sayıda değerli fitokimyasal bileşiklere sahiptirler. Türlerin ortak özelliği, seskiterpenoid lakton içermeleridir. Artemisininin, A. annua, A. abrotanum ve A. vulgaris'te bulunan bir seskiterpenoid laktondur. 2015 yılında Nobel Tıp Ödülü'ne layık görülen sıtmanın tedavisinde etkili bir seskiterpenoid lakton olan artemisininin, A.annua'da keşfedilmiştir. Dünya sağlık örgütü (WHO), artemisinini sıtma önleyici ilaç olarak onaylamıştır. Bu madde, sıtma dışında öksürük, soğuk algınlığı ve ishal tedavisinde de başarıyla kullanılmaktadır. A. argyi, A. echegaray, A. frigida, A. fukudo, A. vulgaris, A. dracunculus, A. biennis, A. campestris gibi bazı türler birçok ülkede, alkollü içeceklerde, çorbalarda aroma verici, gıda katkı maddesi ve baharat olarak kullanılmaktadır. Bu derlemede, Artemisia L.' ye dahil türlerin özellikleri, fitokimyasal içeriği ve sağlık üzerine etkileri tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Şifalı bitki, Artemisia L., artemisininin, sağlık

ABSTRACT

Artemisia L., belonging to the Anthemideae family, encompasses over 500 species. These plants, which can grow as perennial and biennial herbs or small shrubs, are found in Asia, Europe, and North America. Species of *Artemisia* exhibit anti-inflammatory, antitumor, antispasmodic, antimicrobial, insecticidal, antimalarial, and antioxidant activities. Historically, they have been used to treat diseases such as malaria, hepatitis, cancer, and gastrointestinal disorders, and to prevent inflammation and infections caused by fungi, bacteria, and viruses. The chemical compositions of *Artemisia* species vary among themselves. These species possess a multitude of valuable phytochemical compounds including polyphenols, essential oils, coumarins, acetylenes, alcohols, phenolic acids, flavonoids, monoterpenes, sesquiterpenes, and their derivatives. A common feature among the species is the presence of sesquiterpenoid lactones. Artemisinin, found in *A. annua*, *A. abrotanum*, and *A. vulgaris*, is a sesquiterpenoid lactone. In 2015, artemisinin was recognized with the Nobel Prize in Medicine for its effectiveness in treating malaria, discovered in *A. annua*. The World Health Organization (WHO) has approved artemisinin as an anti-malarial drug. Besides malaria, this compound is successfully used in the treatment of coughs, colds, and diarrhea. Some species like *A. argyi*, *A. echegaray*, *A. frigida*, *A. fukudo*, *A. vulgaris*, *A. dracuncululus*, *A. biennis*, and *A. campestris* are used in many countries as flavor enhancers in alcoholic beverages and soups, food additives, and spices. This review discusses the characteristics, phytochemical content, and health effects of species belonging to *Artemisia L.*

Keywords: Medicinal plant, *Artemisia L.*, artemisinin, health

GİRİŞ

Şifalı bitkiler, sağlıklı bir yaşam sürdürme ve sağlığı korumada etkili ajanlardır. Bu bitkiler, doğanın insanlara armağanı olup binlerce yıldan beri insanlar tarafından ilaç olarak kullanılmaktadır. Dünyadaki tüm kültürler bitkisel ilaç hakkında kapsamlı bilgiye sahiptirler. Geleneksel tıp, "modern tıp" veya "bilimsel ilaç tedavisi"nin geliştirilmesinden önce var olan inanç ve uygulamalara dayanmaktadır. Bu uygulamalar, bir ülkenin kültürel mirasının bir parçası olup sözlü veya yazılı yolla nesilden nesile aktarılırlar (Bora ve Sharma, 2011; Abad vd., 2012).

Artemisia L., kuzey ılıman bölgelerinde bulunan küçük otlar ve çalılar cinsidir. Yaklaşık 1.000 cins ve 20.000'den fazla tür içeren en çok sayıda bitki gruplarından biri olan önemli Compositae (Asteraceae) familyasına aittir (Tablo 1) (Bora ve Sharma, 2011; Abad vd., 2012). *Artemisia* cinsinin bilimsel adının kökeniyle ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. İlki, "Artemisia" ismini, vahşi hayvanların koruyucusu ve av tanrıçası olarak kabul edilen Zeus'un kızı ve Apollon'un kız kardeşi olan Yunan tanrıçası "Artemis"ten (Romalılar için Diana) aldığıdır (Willcox, 2009; Septembre-Malaterre vd., 2020). İkincisi ise, kocasının ölümünden sonra kraliçe olarak taçlandırılan Karia Kralı'nın (Mausolus) kız kardeşi ve karısı *Artemisia*'ya atfedilir (Septembre-Malaterre vd., 2020). *Artemisia*, Anthemideae ailesine dahildir ve çoğunlukla Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da bulunan 500'den fazla türe sahiptir (Bora ve Sharma, 2011; Abad vd., 2012). Bu türler çok yıllık, iki yıllık ve yıllık otlar veya küçük çalılar şeklinde yetişmektedir (Bora ve Sharma, 2011). *Artemisia* türleri, anti-inflamatuar, antitümör, antioksidan, antispazmodik, antimikrobiyal, böcek öldürücü, antimalaryal, antifungal ve antioksidan aktiviteler gösterirler (Nigam vd., 2019). Sıtma, hepatit, kanser, mantar, bakteri ve virüslerin neden olduğu iltihaplanma ve enfeksiyonlar gibi hastalıkların tedavisinde kullanılır (Abad vd., 2012).

Tablo 1. Artemisia'nın taksonomisi (Batiha vd., 2020)

Taksonomi	
Alem	Plantae
Bölüm	Magnoliophyta
Sınıf	Magnoliopsida
Takım	Asterales
Familya	Asteraceae
Cins	Artemisia L.

Artemisia cinsi yaygın olarak “pelin otu” olarak bilinir. Pelin otu, iyi bilinen türlerinden biri olan *Artemisia absinthium* L.'yi ifade etmektedir (Septembre-Malaterre vd., 2020). Son yıllarda, *Artemisia* türleri kimyasal bileşimleri ve biyolojik aktiviteleri nedeniyle büyük ilgi uyandırmaktadır. Bu ilginin nedeni, 2015 yılında Nobel Tıp Ödülü'ne layık görülen sıtmanın tedavisinde etkili bir seskiterpenoid lakton olan *Artemisia annua*'da bulunan artemisinin keşfidir. *A. annua*'ya ek olarak, *A. abrotanum*, *A. absinthium*, *A. dracunculus* ve *A. vulgaris* de dünya çapında popülerdir (Ekiert vd., 2021). Bu derlemede bazı *Artemisia* türlerinin özellikleri, bileşimi ve sağlık açısından önemi ele alınmıştır.

ARTEMİSİA TÜRLERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Artemisia L. Antarktika hariç tüm kıtalarda coğrafi olarak yaygın olarak dağılmıştır. Cins, deniz seviyesinden yüksek rakımlara kadar her ortama uyum sağlar (Septembre-Malaterre vd., 2020). *A. abrotanum*, *A. absinthium*, *A. annua*, *A. dracunculus* ve *A. vulgaris* çoğunlukla Asya ve Avrupa'da bulunur. *A. abrotanum* ve *A. dracunculus* Orta Asya ve Akdeniz ülkelerinde yetişir. Ayrıca, *A. abrotanum* Orta ve Kuzeybatı Avrupa'da yetişirken, *A. dracunculus* Doğu Avrupa ve Kuzey Amerika'da yetişir. Batı Asya'da, *A. absinthium* ve *A. annua*'nın doğal yaşam alanları bulunur. *A. absinthium* ve *A. annua*'nın doğal yaşam alanları Kuzey ve Güney Afrika ile Avustralya'da bulunur. *A. vulgaris* türü Himalayalar, Avrupa genelinde ve Kuzey Amerika'nın sıcak bölgeleri de dahil olmak üzere Asya'nın birçok bölgesinde bulunur (Tablo 2) (Ekiert vd., 2021). Bu cinsin türleri, genellikle dik gövdelidir (Septembre-Malaterre vd., 2020). *A. abrotanum*, *A. absinthium*, *A. annua*, *A. dracunculus* 2,5 m'ye kadar uzayabilir (Ekiert vd., 2021). Yaprakların şekli türler arasında farklılık gösterebilir. Yapraklar, genellikle bölünmüş, nadiren bütün ve pürüzsüz kenarlıdır (Septembre-Malaterre vd., 2020). Çiçekler sarı olup dilli ve tüpsüdü. Çiçek salkımları, dallı salkım veya salkım benzeri şekildedir. Adı geçen türlerde meyve akenlerdir (Şekil 1) (Ekiert vd., 2021).



Şekil 1. Bazı Artemisia türlerinin görünüşü (a) *Artemisia absinthium*, (b) *Artemisia annua*, (c) *Artemisia biennis*, (d) *Artemisia campestris*, (e) *Artemisia douglasiana*, (f) *Artemisia dracunculus*, (g) *Artemisia tridentata*, (h) *Artemisia vulgaris* (Anibogwu vd., 2021)

Tablo 2. Artemisia L.'nin botanik özellikleri ve dağılımı (Ekiert vd., 2021)

Tür adı	Yükseklik	Yaprak	Çiçek	Meyve	Yayılışı
A. abrotanum	0.7–1.5 m	Üst tarafında çok sayıda örtü tüyü bulunan gri-yeşil yapraklar; yaprakların alt tarafı pürüzsüz; gövdenin alt kısmında ensiform (kılıç) bölümlerle çift pinnat; üst kısımlarda tek pinnat, üçlü, ensiform şekilli	Küçük sarı boru şeklindeki çiçekler, küresel veya oval-küresel sarkık başlarda toplanmış, salkım formda	Küçük dikdörtgen akenler	Orta Asya (Ermenistan, İran ve Rusya), Türkiye, Orta ve Kuzey Avrupa Avrupa (Arnavutluk, Hırvatistan)
A. absinthium	0.8–1.5 m	Gri-yeşil renkte, üst ve alt yüzey yoğun tüylü; uzun saplı yaprak, üçgen veya oval bıçaklı, iki veya üç yapraklı, alt yapraklar yoğun olarak bölünmemiş ve mızrak şeklinde üst yapraklar	Kapitulum çiçek salkımları yaprakların koltuklarından gevşek salkımlar halinde toplanmış açık sarı ligulat dışı çiçekler ve tübüler hermafrodit çiçekler	Kahverengi çizgili küçük akenler	Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Afrika; Kuzey ve Güney Amerika ve Avustralya
A. annua	0.3–1.0 m	Alt yapraklar tripinnatisekt, orta yapraklar bipinnatisekt, üst yapraklar mızrak şeklinde sapsız, yaprak bıçakları ensiform veya mızrak şeklinde, bıçakların kenarı tırtıklı	çiçek salkımlarında çiçek başları, küçük, küresel, sarı-yeşil, sadece boru şeklinde çiçekler	küçük, uzun akenler	Güneydoğu Avrupa, Batı Asya, Kuzey ve Güney Amerika, Avustralya
A. dracunculoides	0.5–1.5 m	Tepede üçlü, orta ve üst yapraklar mızrak şeklinde, yaprağın ucu keskin ve yaprak ayası kenarları düzgün	Sarılmış, küresel kapitulumlarda gevşek salkımlar oluşturan sarı, boru şeklindeki çiçekler	Küçük akenler	Orta Asya, Güney Avrupa, Doğu Avrupa, Kuzey Amerika
A. vulgaris	0.5–2.5 m	Alt yapraklar kısa saplı, parçalara ayrılmış ve tüylü, orta ve üst yapraklar daha küçük ve tek veya çift pinnat, yaprakların sırt tarafı koyu yeşil renkte, ventral taraf beyazımsı ve tüylü	Küçük, sarımsı veya kahverengi-kırmızı çiçekler küçük sepetlere gömülü, sürgünlerin tepesinde çok sayıda mızrak şeklinde brakte bulunan yoğun dallı salkımlar oluşturur, ligulat çiçekli ve boru şeklindeki çiçekli salkımlar	Küçük koyu kahverengi parlak akenler	Avrupa, Asya, Kuzey Amerika

ARTEMİSİA BİTKİSİNİN BİLEŞİMİ VE FİTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Artemisia türleri, karbonhidrat, besinsel lif, protein, esansiyel amino asitler, vitaminler ve mineraller açısından oldukça zengindir. Türlerle bağlı olarak genel bileşimi değişkenlik göstermektedir (Tablo 3) (Trendafilova vd., 2020).

Tablo 3. Artemisia türlerinin genel bileşimi

Bitki Türü	Bitki Kısımları	Bileşimi	Kaynak
A. absinthium	Yaprak	Protein (%27.1), TAA (%27.6), EAA(%16.1), NEAA (%11.5); Yağ (%8.34); Mineral maddeler: K (26.3 mg/g KM), Ca (11.5 mg/g KM), Mg (7.1 mg/g KM), P (7.1 mg/g KM), S (3.9 mg/g KM), Fe (0.2 mg/g KM); A vitamini (22.63 mg/kg).	Trendafilova vd., 2020
	Çiçeklenme dönemi	Protein (%18.4), Yağ (%10.5); Mineral maddeler: K (24.6 mg/g KM), Ca (4.4 mg/g KM), Mg (2.3 mg/g KM), P (3.4 mg/g KM); Vitamin A (19.38 mg/kg)	
A. annua	Gövde	Protein (%10.7), Yağ (%2.6); Mineraller: K (13.3 mg/g KM), Ca (0.9 mg/g KM), Mg (0.9 mg/g KM), P (0.7 mg/g KM); Vitamin A (11.19 mg/kg)	Trendafilova vd., 2020
A. annua	Kök	Protein (%8.23), Yağ (%2.13); Mineraller: K (11.1 mg/g KM), Ca (11.5 mg/g KM), Mg (7.1 mg/g KM), P (7.1 mg/g KM), S (3.9 mg/g KM), Fe (0.2 mg/g KM); Vitamin E (1.36 mg/kg)	Trendafilova vd., 2020
A. annua	Yaprak	Protein (24.37 mg/100 g); Yağ (%6.07); Lif (%14.2); Vitaminler: Tokoferol (%2.74)	Trendafilova vd., 2020
A. arborescens	Yapraklar	Lipidler: TFA (3.31 mg/g KM), SFA (%47.4), UFA (%52.6), MUFA (%16.3), PUFA (%36.3)	Trendafilova vd., 2020
A. argyi	Yapraklar	Protein (22.0 mg/g); Yağ (24.7 mg/g KM); Lif (39.9 mg/g KM); Mineraller: K (74.22 mg/g KM), Mg (36.64 mg/g KM), Zn (0.89 mg/g KM); C vitamini (2.09 mg/g KM)	Trendafilova vd., 2020
A. austriaca Jacq.	Aken	Lipidler: SFA (%47.43), UFA (%49.02), PUFA (%39.37)	Trendafilova vd., 2020
A. sieberi	Genç sürgün	Protein (55 mg/g KM); Lif (484 mg/g KM); Mineraller: K (13.1 mg/g KM), Ca (15.9 mg/g KM), Zn (21.2 mg/g KM)	Trendafilova vd., 2020
A. vulgaris	Yapraklar	Lipidler: TFA (13.32 mg/g KM), SFA (%15.2), UFA (%84.8), PUFA (%81.1)	Trendafilova vd., 2020
A. abyssinica	Genç sürgün	Protein (14.91 g/100g KM); Ham yağ (4.76 g/100g KM); Besinsel lif (16.07 g/100g KM); Kül (14.12 g/100g KM); Toplam karbonhidrat (55.87 g/100g KM); Enerji (302.15 kcal/100g KM); Nem (%10.34); Sakaroz (146.72 mg/100g); Glukoz (58.07 mg/100g); Fruktoz (602.13 mg/100g)	Al-Maqtari vd., 2024
A. arborescens	Genç sürgün	Protein (15.39 g/100g KM); Ham yağ (2.33 g/100g KM); Besinsel lif (12.83 g/100g KM); Kül (20.03 g/100g KM); Toplam karbonhidrat (52.06 g/100g KM); Enerji (279.09 kcal/100g KM); Nem (%10.20); Sakaroz (135.1 mg/100g); Glukoz (42.5 mg/100g); Fruktoz (-)	Al-Maqtari vd., 2024

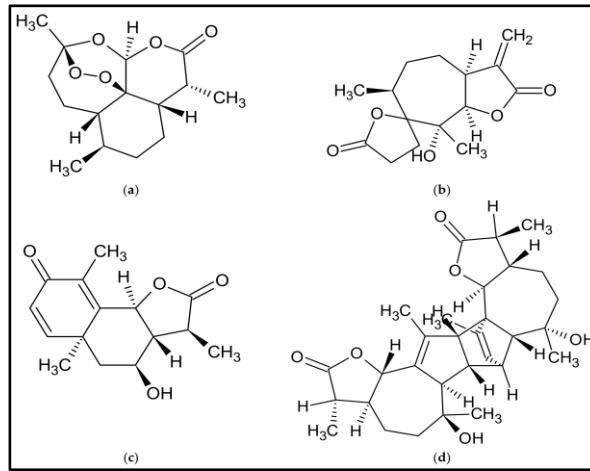
*TFA: Toplam yağ asitleri; SFA: Doymuş yağ asitleri; UFA: Doymamış yağ asitleri, PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri; MUFA: Tekli doymamış yağ asitleri; TAA: Toplam amino asitler; EAA: Esansiyel amino asitler; NEAA: Esansiyel olmayan amino asitler; KM: kuru madde

Artemisia türleri kimyasal bileşimleri bakımından birbirlerinden farklılık göstermektedir. Bu türlerin ortak bir özelliği seskiterpenoid laktonlardır. Artemisinin (Şekil 2a), A. annua, A. abrotanum ve A. vulgaris'te bulunan iyi bilinen bir seskiterpenoid laktonudur. Daha öncede ifade edildiği gibi, Artemisinin, farmasötik kimya alanında çalışan Çinli bilim insanı olan Prof. Youyou Tu tarafından keşfedilmiş ve bu bileşiğin sıtma tedavisindeki etkinliğini kanıtlanması nedeniyle 2015 Nobel Tıp Ödülü'ne layık görülmüştür (Ekiert vd., 2021).

Artemisinin suda zayıf çözünür ve asit ve bazik koşullarda kararsız olduğu, ancak 150°C'ye kadar ısıtıldığında bile nötr çözücülerde kararlı olduğu bildirilmiştir. Bu kimyasal özellikler, *A. annua*'dan elde edilen bitkisel çayların terapötik yanını ortaya koymaktadır (Carbonara vd., 2012).

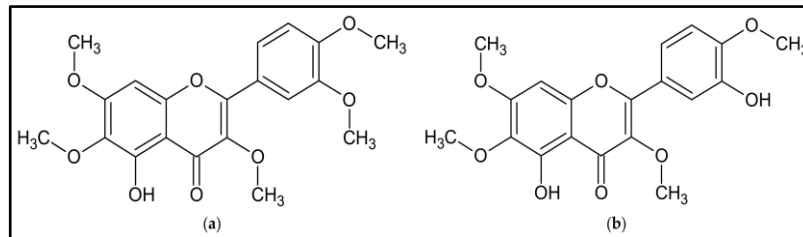
Artemisinin, en umut verici ilaç molekülü olup minimum yan etkiye sahiptir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), bunu bir sıtma önleyici ilaç olarak onaylamıştır. Sıtma dışında öksürük, soğuk algınlığı ve ishal tedavisinde de başarıyla kullanılmaktadır. Ayrıca hepatit, bazı tip kanser, iltihaplanma, bakteriyel, fungal ve viral enfeksiyonları tedavi etmede yararlanır. Antihelmintik, antiseptik, ateş düşürücü, karminatif, spazm önleyici, uyarıcı ve mide koruyucu özellikleri bildirilmiştir. Artemisinin'in HIV'e karşı *in vitro* aktivitesinin olduğu bulunmuştur. *Artemisia* bitkisi, osteoporoz ve osteoklast kaynaklı kemik hastalıklarını engellemede etkilidir. Artemisinin ve türevleri yumurtalık kanseri büyümesini ve metastazını, meme kanserlerini ve diğer çeşitli kanser türlerini önlediği bildirilmiştir (Kiani vd., 2020).

Artemisinin'e ek olarak, *A. annua*'da seskiterpenoid laktonlar artemisinik asit ve artannuin B bulunur. *A. vulgaris*'te 1,2,3,4 diepoksi-11(13)-eudesmen-12,8-olid, psilostachyin (Şekil 2b), psilostachyin C, vulgarin ve yomogin'in varlığı da bildirilmiştir. Artemisinin (Şekil 2c) ve santonin, *A. abrotanum*'da tanımlanmıştır. *A. absinthium* bitkisinde de çok çeşitli seskiterpenoid laktonların varlığı bildirilmiştir. Bu türde saptanan ana metabolit bir guaianolid dimeri olan absinthin'dir (Şekil 2d). Anabsinthin, anabsin, artabsin ve absintholide gibi diğer bileşikler de absinthin izomerleri olarak yüksek konsantrasyonlarda bulunur. *A. dracunculus*'un bitki özlerinde artemeter ve dihidroartemisinin tespit edilmiştir (Ekiert vd., 2021).



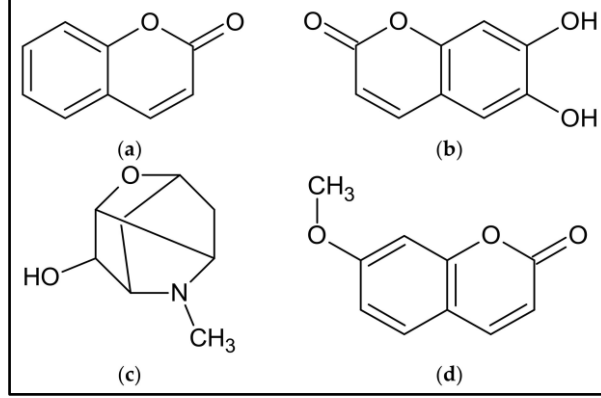
Şekil 2. *Artemisia* türlerinde bulunan seskiterpenoid laktonların kimyasal yapısı: (a) artemisinin; (b) psilostachyin; (c) artemisin; (d) absinthin (Ekiert vd., 2021)

Flavonoidler, *Artemisia* ssp.'de bulunan bir diğer önemli bileşik grubudur. Seskiterpenoid laktonlara benzer şekilde, türlerin flavonoid bileşimi birbirinden farklıdır. *Artemisia* ssp.'nin en sık listelenen flavonoidleri, *A. abrotanum*, *A. absinthium* ve *A. annua* bitkisinin özütlerinde tespit edilen artemetin (Şekil 3a) ve kastsindir (Şekil 3b) (Ekiert vd., 2021).



Şekil 3. *Artemisia* türlerinde bulunan flavonoidlerin kimyasal yapısı: (a) artemetin; (b) kastsin (Ekiert vd., 2021)

Bazı *Artemisia* türlerinde bulunan bir diğer metabolit kumarinlerdir. *A. dracunculus*'ta arethinol, aridiodiol, artemidiol, artemidin, artemidinol, dacumerin ve bunların türevleri gibi kumarinler bulunmuştur. Birçok türde, kumarin (Şekil4a), eskületin (Şekil4b), skopolin (Şekil4c) ve herniarin (Şekil4d) varlığına rastlanmıştır (Ekiert vd., 2021). *A. dracunculus* L., %1.0'dan fazla kumarin içermektedir. Kumarinlerin sentezi, gelişimin en erken evrelerinde başlar ve üç aya kadar seviye %1.3'e ulaşabilir. En yüksek kumarin içeriği 5 yaşında görülür, ardından kademeli bir düşüş olur. Kumarinlerin birikimini etkileyen önemli faktör, genetik ve yetiştirme koşullarıdır (Aglarova vd., 2008).



Şekil 4. *Artemisia* türlerinde bulunan kumarinlerin kimyasal yapısı: (a) kumarin; (b) eskületin; (c) skopolin; (d) herniarin (Ekiert vd., 2021)

Fenolik asitler, *Artemisia* bitki özütlerinde bulunan bir diğer bileşik grubudur. *Artemisia* türlerinin çoğunda, kafeik asit, p-kumarik asit, klorojenik asit, ferulik asit, rosmarinik asit, siringik asit ve vanilik asitin varlığı bildirilmiştir. Belirtilen bileşiklere ek olarak, protokatekuik asit *A. abrotanum* ve *A. vulgaris*'te de bulunmuştur. Gallik asit ve salisilik asit *A. absinthium*'da bildirilmiştir. Uçucu yağlar, *Artemisia* bitkisinin ve yapraklarının başlıca bileşenleridir. Uçucu yağlar, yüzyıllardır baharat, ilaç ve hoş kokuları şeklinde kullanılmıştır. Uçucu yağların bileşimi, bitkinin kısmı, büyüme mevsimi, bitkinin yaşı, konum, ekstraksiyon teknikleri, çözücü ve zamanlama dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlı olarak değişir (Tablo 4) (Sharifi-Rad vd., 2022).

Tablo 4. Farklı coğrafi bölgelerdeki *Artemisia* türlerinin uçucu yağ bileşimi (Sharifi-Rad vd., 2022)

Bitki türü	Kullanılan kısım	Kimyasal bileşim	Bölge/ülke
<i>Artemisia absinthium</i>	Yaprak	kafur; E-karyofilen; okaliptol; germakren D; α -kadinol	Brezilya
<i>Artemisia anethoides</i>	Genç sürgün	1,8-Sineol; terpinen-4-ol; 2-izopropiltoluen; pinokarveol	Çin
<i>Artemisia annua</i>	Genç sürgün	<i>Artemisia</i> ketonu; α -karyofilen; germakren D	Çin
<i>Artemisia arborescens</i>	Çiçek, yaprak	β -Thujone, kafur, terpinen-4-ol, germacrene D, chamazulene	İtalya
<i>Artemisia argyi</i>	Yaprak	α -Thujon; bornanon; terpinen-4-ol; cis-2-menthenol; borneol; cis-sabino; α -terpineol; β -karyofilen; karyofilen oksit; neointermedeol	Çin
<i>Artemisia campestris</i>	Genç sürgün	β -Pinen; spathulenol; α -pinen; limonen; o-simen	Fas
<i>Artemisia dracunculus</i>	Genç sürgün	p-Allilanisol; osimen (e) - β ; osimen (z) - β ; limonen	İran
<i>Artemisia gmelinii</i>	-	γ -Amorfen; izohumbertiol B; karyofilen oksit; karyofilen-4 (12), 8(13)-dien-5 α -ol; ylangenol; karyofilen; cabrevia oksit B	Rusya
<i>Artemisia herba-alba</i>	Genç sürgün	cis-Tuyon; trans-tuyon; vanilil alkol; nordavanon; cis, treo-davanafuran	Fas

Tablo 4. (devamı)

<i>Artemisia jordanica</i>	Yaprak	2,3-Dehidro-1,8-Sineol; kamfen; endo-borneol; bornil asetat; geranil izovalerat	Filistin
<i>Artemisia judaica</i>	Genç sürgün	Bütanoik asit; β -linalool; 2-sikloheksen-1-on, 3-metil-6-(1-metiletil); asenaften; davana eter	Suudi Arabistan
<i>Artemisia magellanica</i>	Genç sürgün	γ -Kostol; (Z)-en-yn-disikloeter; α -selinen; selina-4,11-dien (eudesma-4,11-dien); (E)- β -farnesen; 2-metilbütül 2-metilbütirat; (Z)- β -osimene	Arjantin
<i>Artemisia monosperma</i>	Genç sürgün	Spathulenol; yarık; β -linalool; α -sital; geranil asetat; izohomogenol; benzen, 1,2-dimetoksi-4-(1-propenil); karyofilen; aristolen; 2-propenoik asit, 3-fenil-etil ester	Suudi Arabistan
<i>Artemisia nilagirica</i>	Genç sürgün	β -Tuyon; germakren-D; β -tüyon; karyofilen; karyofilen oksit; borneol	Hindistan
<i>Artemisia pedemontana</i>	Çiçek, yaprak	α -Pinen; kamfen; p-simen; 1,8-sineol; linalool; kafur; borneol; terpinen-4-ol; viridiflorol; 1- α -terpineol	İspanya
<i>Artemisia persica</i>	Genç sürgün	Laciniata furanone E; artedouglasia oksit C; pinokarvon; trans-pinokarveol; α -pinen; 1,8-sineol; artedouglasia oksit B ve D	İran
<i>Artemisia sieversiana</i>	Genç sürgün	Santolina trien; a -tuyon; okaliptol; a -sabinen; trans-2-menten-1-ol; α -selinen, karyofillen epoksit	Çin
<i>Artemisia tournefortiana</i>	-	cis-Spiroeter; Z- p -farnesen; trans-nerolidol; kafur	Hindistan
<i>Artemisia scoparia</i>	Genç sürgün	Spathulenol; asenaften; davana eter; 2-propenoik asit, 3-fenil-etil ester	Suudi Arabistan
<i>Artemisia sieberi</i>	Genç sürgün	Asenaften; 2-sikloheksen-1-on, 3-metil-6-(1-metiletil)	Suudi Arabistan
<i>Artemisia vulgaris</i>	Genç sürgün	Germacrene D; 1,8-sineol; p -pinen; sabinen; cis-tujon; p -karyofilen; karyofillen oksit; a -humulen; davanon	Litvanya

Tueylue vd. (2009), Bayburt'ta yetişen *A. dracunculus* bitkisinin uçucu yağının bileşimini belirlemiştir. GC-MS ile yaptıkları çalışmada 11 bileşik (metilkavikol, limonen, cis- β -ocimene, trans- β -ocimene, spathulenol, α -pinenes, metil eugenol, karvakrol, eugenol, β -pinenes ve trans-anethole) belirlemiştir, uçucu yağın ana bileşiğinin (%78.96) metilkavikol (estragole) olduğunu rapor etmişlerdir.

ARTEMİSİA TÜRLERİNİN ETNOFARMAKOLOJİK KULLANIMLARI

Artemisia cinsi, uzun zamandır geleneksel Avrupa, Asya (çoğunlukla Çin ve Hindu tıbbı) ve Güney Amerika tıbbında kullanılmaktadır (Tablo 5).

Tablo 5. Bazı *Artemisia* türlerinin etnofarmakolojik kullanımları

Bitki türü	Geleneksel kullanımı	Kaynak
<i>A. abrotanum</i>	Karaciğer hastalıkları; safra kanallarının kasılma durumları için	Ekiert vd., 2021
<i>A. parviflora</i>	İştah açıcı, antiviral, idrar söktürücü, yara iyileştirici, iltihap giderici, antioksidan ve ateş düşürücü ilaç olarak yaralar, yaralanmalar, yaralar, cüzzam, öksürük, astım ve vajinit tedavisinde; ateş düşürücü, amenore, dismenore tedavisi ve safra söktürücü ajan	Bisht vd., 2021
<i>A. nilagirica</i>	Sindirim sorunları, sabah bulantısı, düzensiz adet döngüsü, tifo, epilepsi, böbrek sorunları, bronşit ve sıtma gibi hastalıkların tedavisinde, -doğum sancılarını azaltmak ve sınırlamak, kadınların adet düzensizliklerini sistematize etmek ve ayrıca kürtaj ilacı olarak	Bisht vd., 2021

Tablo 5. (devamı)

A. vulgaris	Ülser, hazımsızlık ve karaciğer sorunları gibi gastrointestinal sistemi içeren halk hekimliğinde; epilepsi, anksiyete, uykusuzluk, otonomik nevroz, genel sinirlilik ve nevrasteni tedavisinde; akupunktur tedavisiyle birlikte bir ağrı kesici olarak; toz yaprakları veya macunu cilt sorunlarında; sıtma ateşi ataklarını azaltmada	Bisht vd., 2021
A. absinthium	Kalp uyarıcısı, antelmentik, karaciğer fonksiyonu, hafıza güçlendirici olarak	Kshirsagar ve Rao, 2021
A. afra	Öksürük, soğuk algınlığı, sıtma, diyabet, mesane ve böbrek rahatsızlıkları tedavisinde	Kshirsagar ve Rao, 2021
A. annua	Ateş, fibröz, sıtma tedavisinde	Kshirsagar ve Rao, 2021
A. asiatica	Kanser, iltihap, ülserler ve enfeksiyonların etkisini azaltmada	Kshirsagar ve Rao, 2021
A. arborescens	Antienflamatuvar, antihistaminik, kan temizleyici olarak	Kshirsagar ve Rao, 2021
A. dracunculul	Antidiyabetik ve antikoagülan olarak	Kshirsagar ve Rao, 2021
A. judaica	Gastrointestinal bozuklukların tedavisinde	Kshirsagar ve Rao, 2021
A. maritima	Antelmentik, karaciğer fonksiyonu, gastrointestinal sorunları azaltmada	Kshirsagar ve Rao, 2021
A. scoparia	Antibakteriyel, antiseptik, ateş düşürücü olarak	Kshirsagar ve Rao, 2021
A. verlotiorum	Hipertansiyon tedavisinde	Kshirsagar ve Rao, 2021
A. vestita	Enflamatuvar hastalıkların tedavisinde	Kshirsagar ve Rao, 2021

Artemisia cinsinin en bilinen bitkilerinden biri olan "pelin otu", Avrupa, Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Asya'nın çeşitli bölgelerine dağılmış sarı çiçekli çok yıllık bir bitki olan *A. absinthium* L.'dir. Bitkiden antiparaziter ve gastrointestinal, iştahsızlık ve hazımsızlık gibi sorunları gidermede yararlanır. Genç sürgünleri, birçok mide bitkisel preparatı hazırlamada ve diyet takviyelerinde kullanılır. Kuzey Afrika ve Orta Doğu ülkelerinde, *A. abyssinica* Sch. Bip. ex A. Rich. halk hekimliğinde antihelmintik, antispazmodik, antiromatizmal ve antibakteriyel ajan olarak bilinir (Kshirsagar ve Rao, 2021). *A. absinthium*'un çiçekleri, Avrupa halk hekimliğinde paraziter hastalıkları ve sindirim rahatsızlıklarını tedavi etmek için kullanılmıştır. Bu türden sarılık, kabızlık, obezite, splenomegali, anemi, uykusuzluk, mesane hastalıkları, adet krampları ve yaralanmalar ve iyileşmeyen yaraları tedavi etmede yararlanılmaktadır. *A. absinthium*'un tentürü, değerli bir tonik ve sindirim yardımcısıdır. Benzer şekilde, *A. absinthium* geleneksel Hindu tıbbında (Unani), kronik ateş, hepatit ve ödem tedavisinde kullanılan "Afsanteen" ilacının ana maddesidir (Ekiert vd., 2021). Bilişsel fonksiyonu artırma ve karaciğer iltihabını azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir (Anibogwu vd., 2021). *Artemisia absinthium* türü ülkemizde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Mide rahatsızlıklarının tedavisinde, iştah açıcı ve kan temizleyici (depuaratif) özellikleriyle bilinir. Diyabet tedavisinde, tüberküloz gibi ciddi hastalıklarda, kan basıncını düşürücü etkilerinden, yara tedavisinde ve ateş düşürücü (antipiretik) olarak yararlanılmaktadır. Düşük yapıcı (abortif) özellikleri nedeniyle dikkatli kullanılması gerekmektedir kullanımı da yaygındır (Batiha vd., 2020).

A. abrotanum L.'nin preparatları, üst solunum yolu hastalıkları da dahil olmak üzere çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde geleneksel tıpta kullanılmıştır. Günümüzde, bu çok yıllık bitki esas olarak mutfakta veya kozmetik amaçlı kullanılmaktadır (Nigam vd., 2019).

Artemisia Jacq. ex Willd., Güney Afrika'nın iyi bilinen bir tıbbi bitkisidir. Öksürük ve soğuk algınlığı, titreme, hazımsızlık, iştahsızlık, mide ağrısı ve diğer mide rahatsızlıkları, kolik, krup, boğmaca, gut ve müshil olarak, grip, baş ağrısı, iltihaplanma, gut, boğaz ağrısı, sıtma, diyabet, mesane ve böbrek rahatsızlıkları, astım, kabızlık ve diğer birçok sağlık sorununu tedavi etmek için kullanılır (Du Toit ve Van der Kooy, 2019).

Artemisia annua (tatlı pelin otu) geleneksel olarak Çin'de ateş ve titreme tedavisinde ve sarılığı gidermede kullanılmıştır (Nigam vd., 2019; Zhu vd., 2023). Başlangıçta Asya ve Avrupa'da yetişmesine rağmen, bitki Afrika'da yetiştirilmekte ve sıtma tedavisinde çay olarak kullanılmaktadır. Artemisinin içeriği sayesinde, sıtma tedavisinde oldukça etkili olduğu kanıtlanmış olup, ayrıca *Toxoplasma gondii* ve *Leishmania* gibi parazitlere karşı da başarılı sonuçlar vermiştir (Feng vd., 2020). Artemisinin türevleri, ilaca dirençli *Plasmodium* enfeksiyonlarına karşı aktivite gösteren sıtma önleyici ilaçlar olarak kabul edilmektedir. *A. annua* dünya çapında sıtma önleyici özellikleriyle bilinmektedir. Diğer *Artemisia*

türleri de ateş ve sıtma tedavisinde kullanılmıştır. *A. absinthium* ve *A. abrotanum* Avrupa'da sıtma tedavisinde kullanılırken, *A. afra* Afrika'da kullanılmıştır (Nigam vd., 2019).

A. annua çayının insan immün yetmezlik virüsüne (HIV) karşı da etkili olduğunu iddia etmektedir (Nigam vd., 2019; Anibogwu vd., 2021). *A. annua*'nın çiçek, yaprak, sap ve tohum gibi tüm parçaları, Çin ve Hindistan'ın geleneksel ilaçlarında kullanılır. Bakteriyel dizanteri, ateş, kanayan yaralar ve hemoroidin tedavisinde kullanılır (Ekiert vd., 2021). Antik tıp ders kitaplarında sıtma, kemik erimesi ve yorgunluktan kaynaklanan ısı/ateş, tüberküloz, bit, yaralar, uyuz, dizanteri, ölümlerle temas yoluyla oluşan bulaşıyla ilgili akut konvülsiyonlar, hemoroid, diş çevresinde ağrı ve şişlik, kulakta iltihap, rinopolip nedeniyle oluşan aralıklı ateşlerin tedavisinde önerilmiştir (Feng vd.,2020).

Artemisia arborescens L. ("büyük pelin otu", "ağaçsı pelin otu") gri-yeşil ile gümüş yaprakları olan morfolojik olarak değişken bir türdür. Akdeniz bölgesinin çeşitli yaşam alanlarına özgüdür ve burada 1 metreye kadar boylan bir çalı olarak bulunur. Halk arasında iltihap giderici bir ilaç olarak kullanılır (Nigam vd., 2019).

Artemisia argyi, Çince'de "Aicao" ve Japonca'da "Gaiyou" olarak bilinir. Yoğun ve yoğun aromalara sahip çok yıllık bir ot veya küçük çalıdır. *A. argyi*, özellikle Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da olmak üzere kuzey ılıman bölgelerinde bulunan baskın bir türdür. Kurutulmuş yaprakları, Çin'de genellikle Çin yemeği Qingtuan için tatlandırıcı ve renklendirici olarak kullanılır. Ayrıca Doğu Asya'da çayı yaygın tüketilir (Song vd., 2019). Karaciğer, dalak ve böbreklerin patolojik durumları için bitkisel tıpta kullanılır (Nigam vd., 2019).

Artemisia biennis Willd.'in toz haline getirilmiş yaprakları, halk ilaçlarında antiseptik olarak kullanılır. Kuzey Amerika yerlileri tarafından yaraları ve yaraları tedavi etmek için merhem ve yıkamalarda haricen, göğüs enfeksiyonlarını tedavi etmekte dahili olarak uygulanmaktadır (Nigam vd., 2019; Anibogwu vd., 2021).

Artemisia campestris L., Tunus'un güneyinde, Kuzey Afrika'da, Kuzey Amerika'da ve Avrasya'da yaygın olarak bulunan, çok yıllık, hafif aromatik bir bitkidir. *A. campestris*'in yaprakları ve çiçekleri, kolesterol seviyelerini düşürme, obezite, hipoglisemi ve venin tedavisi için uygulanmıştır. Bu bitkinin biyolojik aktiviteleri arasında allelopatik, antihelmintik, antimikrobiyal, antidiyabetik, hepatoprotektif, böcek öldürücü, nefroprotektif, antivenom, antiülser, antioksidan ve antitümör özellikleri bulunur (Anibogwu vd., 2021).

Artemisia cana Pursh, baharat olarak ve halk ilaçlarında antiseptik olarak kullanılır (Nigam vd., 2019). *Artemisia douglasiana* Besser ("Kaliforniya pelin otu"), özellikle Kuzey Kaliforniya, Oregon ve Washington olmak üzere Batı Amerika Birleşik Devletleri'ne özgü çok yıllık bir bitkidir. *A. douglasiana*, uyarıcı, , sinir bozukluklarını tedavi etmek ve idrar söktürücü tonik olarak kullanılır. Esansiyel yağından, aromaterapide, zihinsel berraklık ve zihinsel sıkıntıyı hafifletmede, ağrıyan kaslar ve vücut yüzeyindeki ağrıları gidermede yararlanılmıştır. Arjantin'de, *A. douglasiana* halk hekimliğinde kullanılır ve "matico" adıyla bilinir. "Matico" yapraklarının infüzyonunun popüler kullanım amacı peptik ülserleri ve gastrointestinal rahatsızlıkları tedavi etmektir (Nigam vd., 2019; Anibogwu vd., 2021).

Artemisia dracuncul ("tarhun"), Avrupa'da popüler bir baharat bitkisidir. Adı, "küçük ejderha" anlamına gelen Latince "dracunculus" kelimesinden türetilmiş ve ejderha diline benzeyen yaprakların şekline atıfta bulunulmuştur. İran, Pakistan, Azerbaycan, Hindistan gibi ülkelerde uzun zamandır geleneksel tıpta kullanılmaktadır. Hem gastrointestinal hastalıkların tedavisinde, hem de anestezi, hipnotik ve anti-epileptik ajan olarak kullanılmıştır. Enflamasyon, ateş ve helmintiyazis için etkili bir tedavi olarak önerilmiştir (Ekiert vd., 2021). Bu bitki, mutfak uygulamalarında kapsamlı bir geçmişe sahiptir. Çeşitli ve kapsamlı sağlık geliştirici özellikleri nedeniyle, genellikle bitkisel ilaç olarak işlev görür. Örneğin, *A. dracuncul* özleri, Himalaya yerlileri tarafından diş ağrısını, gastrointestinal sorunları azaltmak ve ateşi düşürmek için kullanılmıştır. Tarhun, antibiyotik aktiviteye sahiptir. Tibet tıbbında, kronik bronşit, akciğer tüberkülozu ve pnömoni tedavi etmede kullanılır. Yerli Amerikan Chippewa kabilesi, adet dönemindeki kanamayı azaltmak ve zorlu doğumlarda yardımcı olmak için tarhun köklerinden yararlanmışlardır (Anibogwu vd., 2021). Arap ülkelerinde, *A. dracuncul* diş eti iltihabı ve ağız ve ayak hastalığının tedavisinde, Rusya da dahil olmak üzere Orta Asya'da tahriş, alerjik döküntüler ve gastrit tedavisi için kullanılır (Ekiert vd., 2021). Ebu Mansur ve İbn-i Sina tarafından üst solunum yollarındaki balgamı temizlediği, solunumu kolaylaştırdığı, ilaçların acılığını giderdiği ve

uykusuzluğu önleme yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir. Orta Çağ'da Ermenistan'da kötü huylu ülselerle ve veba salgınları sırasında (ağızdan) meyve suyu olarak kullanılmıştır (Aglarova vd., 2008). Birleşik Krallık'ta diyabetin geleneksel tedavisi için yararlanılır (Swanston-Flatt vd., 1991).

Artemisia dubia Wall. ex Besser, Bhutan, Çin, Hindistan, Japonya, Nepal ve Tayland'a özgüdür. Nepal'de, *A. dubia*'nın yaprak özsuğu, kesik ve yaraları tedavi etmede, bitki macunu ateşlenmeye karşı kullanılır (Nigam vd., 2019).

Artemisia echegaray Hieron, Arjantin'de yaygın olarak "ajenjo" olarak bilinir ve doğal bir gıda katkı maddesi olarak kullanılır. *A. frigida* Willd.'ın yaprakları ve gövdeleri kaynatılarak öksürük ve diyabet için kullanılır. *Artemisia fukudo* Makino, Kore'de aroma maddesi olarak ve çeşitli kozmetiklerde kullanılır. Ayrıca, iltihap giderici, tümör önleyici ve antibakteriyel özellikler de dahil olmak üzere çeşitli biyolojik etkilere sahiptir (Nigam vd., 2019).

Artemisia gmelinii Weber ex Stechm. Asya'nın yüksek rakımlı bölgelerine özgü bir bitkidir. Nepal'de taze bitki bir macun haline getirilir. Baş ağrısı, çıban ve sivilceler için haricen uygulanır (Mamatova vd., 2019).

Artemisia haussknechtii Boiss. İran'ın Batı kesiminde, yerel halk tarafından dispepsi ve diğer gastrointestinal rahatsızlıklarda kullanılır. *Artemisia indica* Willd. Nepal'de saçkıran, kesikler ve yaraları tedavi etmede ve sülük karşıtı tedavi olarak kullanılır. *Artemisia iwayomogi* Kitamura, Kore çevresinde kolayca bulunabilen çok yıllık bir bitkidir. Geleneksel olarak hepatit dahil olmak üzere çeşitli karaciğer hastalıklarının tedavisinde kullanılır (Mamatova vd., 2019).

Artemisia japonica Thunb. Asya kıtası ve Japonya'ya yayılmıştır. Kuzey Pakistan'da, yaprak özütü sıtmayı tedavi etmede, macunu cilt hastalıklarında haricen kullanılır. *Artemisia judaica* L., Mısır'ın çölllerinde ve Sina Yarımadası'nda yaygın olarak yetişen çok yıllık hoş kokulu bir çalıdır. Çoğu Kuzey Afrika ve Orta Doğu ülkesinde çok yaygın kullanılan bir antihelmintik ilaçtır (Nigam vd., 2019).

Artemisia mongolica (Fisch. ex Besser) Nakai, Kuzeybatı Çin'de iltihapları ve soğuk algınlığını tedavi etmede halk ilacı olarak kullanılmıştır (Nigam vd., 2019).

Artemisia pontica L., Bulgar halk hekimliğinde sakinleştirici ve iştah açıcı olarak bilinmektedir. Kuzey Pakistan'ın batı Himalayalarında, *A. roxburghiana* Besser özütü ateş, sıtma ve bağırsak kurtlarını tedavi etmede kullanılır. Hindistan'ın Uttarakhand bölgesinde *A. roxburghiana*'dan göz hastalıkları, yaralar, kesikler ve dış parazitlerini tedavi etmede yararlanılır (Nigam vd., 2019).

Artemisia herba-alba Asso (eş anlamlısı *Artemisia maritima* L., *Artemisia brevifolia* Wall.) Ürdün'ün Kuzey Badia bölgesinin geleneksel tıbbında, ateş, adet ve sinir sorunlarına karşı kullanılır. Çöl pelin otu olarak da bilinen *Artemisia herba-alba*, antik çağlardan beri birçok kültür tarafından halk hekimliğinde ve Fas halk hekimliğinde, arteriyel hipertansiyon ve/veya diyabet tedavisinde kullanılmıştır. Mısırlılar tarafından solucan ilacı olarak kullanılır. Bu türden elde edilen bitkisel çaydan, ağrı kesici olarak yararlanılır (Tilaoui vd., 2011).

"Hint pelin otu" olarak adlandırılan *Artemisia nilagirica* (C.B. Clarke) Pamp., Hindistan'ın engebeli bölgelerinde yaygın olarak bulunur. *A. nilagirica* yapraklarından elde edilen bir macun, kesikleri ve yaraları tedavi etmede haricen kullanılır. Yapraklar ağız ülselerini tedavi etmek için çiğnenir. *Artemisia princeps* Willd. ("Japon pelin otu" veya "yomogi"), Japonya'da en iyi bilinen tür olup Japon şekerlemesi "kusa-mochi"nin temel bir bileşenidir. Geleneksel Asya tıbbında iltihap, ishal ve birçok dolaşım bozukluğunun tedavisinde yararlanılır (Mohanty vd., 2018).

Artemisia rubripes Nakai, mide ağrısı, kusma, ishal ve hemostatik ajan olarak bilinir. *Artemisia rutifolia* Stephan ex Spreng. Afganistan, Çin, Hindistan, Kazakistan, Kırgızistan, Moğolistan, Nepal, Pakistan, Rusya Federasyonu ve Tacikistan'da yetişir. Bitkiden elde edilen bir çay, astımı tedavi etmek, iltihap giderici ve idrar söktürücü olarak; taze bitki, diş ağrısı için ağrı kesici olarak kullanılır. Bitki gargarası, anjin, mide ve kalp sorunlarının tedavisinde kullanılır (Nigam vd., 2019).

Artemisia scoparia Waldst. & Kit. ("kırmızı sap kurdu otu"), özellikle güneybatı Asya ve Orta Avrupa'da olmak üzere dünya çapında yaygın ve yaygın olan hafif kokulu bir yıllık bitkidir. *A. scoparia*'nın etkili bileşenleri, uçucu olmayan ikincil ürünlere ek olarak, uçucu yağlardır. *A. scoparia*'nın taze sürgünlerinin tıbbi değeri olan uçucu özellekte yağ ürettiği tespit edilmiştir. Böcek öldürücü, antibakteriyel, antikolesterolemik, ateş düşürücü, antiseptik, kolagog, diüretik, müshil ve

vazodilatör etkilere sahiptir. Safra kesesi iltihabı, hepatit, sarılık, sıtma ve diyabet tedavisinde kullanılır (Ding vd., 2021).

Artemisia sieberi Besser, Orta Doğu geleneksel tıbbında antihelmintik olarak ünlü bir tıbbi bitkidir. Haricen kullanımda, çiçekli sürgünler ve yapraklar normal tuzlu suda kaynatılır ve elde edilen çözelti kangrenli ülserler, enfeksiyöz ülserler ve iltihapların tedavisinde kullanılır (Mahboubi, 2017).

Yerel olarak "yavşan" olarak adlandırılan *Artemisia spicigera* K. Koch, Türkiye'de Orta ve Doğu Anadolu'da, 1000 ile 2500 m arasındaki bir rakımda yaygındır. *Artemisia tridentata* Nutt., Batı Kuzey Amerika'da en yaygın bulunan önemli çalı türlerinden biridir. Bu tür, birçok hayvan ve omurgasızlar için kritik bir yaşam alanı ve besin kaynağı görevi görür. Birkaç Kuzey Amerika yerli kabilesi, bronşit ve pnömونيye tedavi etmede *A. tridentata* infüzyonlarını kullanmıştır (Nigam vd., 2019). Yerli Amerikalılar, grip ve soğuk algınlığını tedavi etmede, ateş, zehirlenme ve gastrointestinal sorunların hafifletilmesine kullanmışlardır (Anibogwu vd., 2021). *Artemisia vestita* Wall ex Besser, tinea, timpanit ve pamukçuk gibi mantar enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılmıştır (Nigam vd., 2019).

Artemisia vulgaris, Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika gibi dünyanın ılıman ve soğuk sıcaklık bölgelerinde yabani olarak yetişen çok yıllık bir ottur. Bu bitki de "pelinotu" olarak bilinir (Nigam vd., 2019). *A. vulgaris* gastrointestinal sistem ve safra yolları için bir gevşetici olarak ve kolik giderici olarak kullanılırken, müshil etkisi obezite tedavisinde görülür. Geleneksel Hindu tıbbında (Unani), *A. vulgaris*'e dayalı birçok preparat kullanılır. Bu preparatlar karaciğer iltihabı ve tıkanıklığı, genişlemiş karaciğer veya dalak ve nefrolitiazis, kronik ateş ve dismenore tedavisinde önerilir. Asya tıbbında, *A. vulgaris* sıklıkla jinekolojik hastalıkların tedavisinde kullanılır. Ayrıca, *A. vulgaris* doğumu veya düşükleri başlatmak için önerilir (Ekiert vd., 2021). Halk hekimliğinde, bitki sapları ve yapraklarının infüzyonları bakteriyel enfeksiyon, diyabet, dermatit, epilepsi, sıtma, uykusuzluk, menopoz ve adet semptomları ve tümörleri dahil olmak üzere çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır (Siwan vd., 2022).

Antihipertansif etkileri nedeniyle yerel olarak "herbaka" olarak bilinen Filipinler'de yaygın olarak kullanılmaktadır (Nigam vd., 2019). *A. vulgaris*, antiseptik, antiinflamatuvar, antispazmodik, antihipertansif, hepatoprotektif, antioksidan ve antitümöral özellikler de dahil olmak üzere çeşitli tıbbi özelliklere sahiptir (Anibogwu vd., 2021). Japonya'da amenore (adet gecikmesi) ve safra salgısını artırıcı özellikleriyle, Filipinler'de ise tansiyon düşürücü ve spazm çözücü olarak değerlendirilmektedir. Çin'de ise özellikle kötü tat veren bir ajan olarak yiyeceklerde kullanılmakta, akupunktur terapilerinde de tercih edilmektedir. Bitkinin toprak üstünden alınan kısımları, özellikle Brezilya ve Amerika gibi ülkelerde karaciğer rahatsızlıklarını tedavi etmede kullanılırken, İngiltere'de mide ülserleri ve sindirim problemlerinde etkili bulunmuştur. Avrupa'da tümör aktivitesini azaltıcı özellikleri ön plandadır. Yaprakları, Amerika'da adet sancılarını giderme ve düşük yapmayı teşvik etmek amacıyla; Çin'de iştah açıcı, idrar söktürücü ve mideyi rahatlatıcı ve yakı olarak; Japonya'da deri hastalıkları ve ateş için kullanılır. Gövdeleri, Amerika'da diyabet, depresyon, uyku bozuklukları ve romatizmal ağrılar gibi çok çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde, Çin'de özellikle menopoz ve adet dönemlerinde rahatlamada; Nepal'de romatizmal rahatsızlıklar ve spazmlar için kullanılır. Kökleri, Nepal'de tonik ve spazm giderici olarak değerlendirilmektedir. Son olarak, bitkiden elde edilen esansiyel yağlar, Kanada'da diyabet, depresyon, epilepsi, uykusuzluk ve stres gibi durumlar için kullanılır (Siwan vd., 2022).

GIDA TEKNOLOJİSİ AÇISINDAN ARTEMİSİA

Günümüzde, tarım alanında zararlıların kontrolünde tıbbi bitkilerin kullanımına yönelik artan bir talep vardır. Tıbbi bitkilerin bu amaçla kullanımı, çevre ve insan sağlığı açısından önemlidir. Pelin otu (*A. vulgaris*) esansiyel yağının çeşitli böcek ve mikrobiyal parazitlerin gelişimini azalttığı veya baskıladığı, gıdaların raf ömrünü artırmada kullanılabileceği öne sürülmüştür. Bu türün esansiyel yağının *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecalis* ve *Enterobacter cloacae* gibi farklı mikrobiyal suşlara karşı etkili olacağı bildirilmiştir. Pelin otu esansiyel yağının güçlü antimikrobiyal özelliği 1,8-sineol, kamfen ve α -tüyondan kaynaklanmaktadır. Pelin otunun güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Bisht vd., 2021). *Artemisia vulgaris*, Asya'da çay ve pirinç yemeklerine tat vermede kullanılır (Nigam vd., 2019). Bazı *Artemisia* türlerinin gıdalarda kullanım alanları Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Artemisia türlerinin gıdalarda kullanım alanları (Trendafilova vd., 2020)

Tür adı	Yenilebilir kısmı	Kullanımı
Artemisia abrotanum L.	Genç Sürgünler	Keklere, salatalara ve sirkelere lezzet katmak; bitki çayı olarak
Artemisia absinthium	Genç Sürgünler	Baharat olarak; bira, şarap, vermut tatlandırıcı amacıyla
Artemisia annua	Yaprak	Vermut gibi içeceklerde tatlandırıcı olarak
Artemisia dracunculul	Yaprak, Genç Sürgünler	Çiğ veya pişmiş olarak salatalarda, çorbalarda, turşularda
Artemisia vulgaris	Yaprak, Genç Sürgünler, Tomurcuk	Yağlı yiyecekleri tatlandırma; çay ve likörlerde kullanılma
Artemisia argyi	Yaprak, Tomurcuk	Takviye edici çay olarak; Çin yemeklerinde tat ve renk verici

A. dracunculul (tarhun), ferahlatıcı içecek "Tarkhun"un üretiminde ve aromatize edici madde, baharat ve koruyucu olarak et ve sebze konservelerinde kullanılır. Tarhun, "Stolovaya" hardalına, bir çeşit şekerlemeye ve peynire katılır. Koruyucu ve baharat olarak tarhun, ev yemeklerinde (sebze konserveleri, marine sosları), meyve, ferahlatıcı ve alkollü içeceklerin, infüzyonların, sirkelerin ve hardalın hazırlanmasında yararlanır. Taze yapraklar, meze olarak ve et yemekleri ile sebze salatalarına katılarak tüketilir. Fransa'da tarhun sığır etinin hazırlanmasında; Gürcistan ve Azerbaycan'da koyun etinin yanı sıra peynirin hazırlanmasında; Ukrayna'da taze tarhun yaprakları şerbetçiotu ve ekşi sütle birleştirilir; Belarus'ta turşuda (Aglarova vd., 2008); Amerika'da tarhun deniz ürünlerinde, tavukta, yumurtada, tartar sosunda ve sirkede; Fransa'da, Fransız Dijon hardalına, ekşi kremaya, yumurtaya ve mayoneze tat vermek için kullanılır (Anibogwu vd., 2021).

SONUÇ

Artemisia türleri, fitokimyasal içerikleri ve terapötik potansiyelleri ile geleneksel tıptan modern farmakolojiye kadar geçmişten günümüze kadar geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. İçerdikleri polifenoller, flavonoidler, seskiterpen laktonlar, uçucu yağlar ve diğer biyoaktif bileşenler, anti-inflamatuar, antitümör, antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteler gibi önemli farmakolojik etkilere yol açmaktadır. Özellikle Artemisia annua'dan izole edilen artemisinin bileşiği, sıtma tedavisindeki başarısıyla dikkat çekmiş ve Nobel Ödülü'ne layık görülerek bitkinin tıbbi değerini pekiştirmiştir. Dünyanın birçok kültüründe ishal, dizanteri, kolera, diyabet, hipertansiyon, iltihap, bağırsak spazmları ve karaciğer hastalıkları gibi birçok hastalığı tedavi etmede kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar, Artemisia türlerinin farklı coğrafi bölgelerde gösterdikleri fitokimyasal çeşitlilik, bu bitkilerin biyolojik etkilerinin tür ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebileceğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, bitkinin biyoaktif bileşenlerinin kimyasal yapısı, biyoyararlanım ve toksikolojik profilleri üzerine daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Artemisia türlerinin gıda teknolojisi alanında aroma verici, koruyucu ve fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanımı, bu bitkilerin ekonomik değerini daha da artırmaktadır. Sonuç olarak, Artemisia türleri üzerine yapılacak daha fazla çalışma, hem halk sağlığına hem de endüstriyel uygulamalara yönelik yeni fırsatlar sunabilecektir.

KAYNAKLAR

- Abad, M. J., Bedoya, L. M., Apaza, L., & Bermejo, P. (2012). The Artemisia L. genus: a review of bioactive essential oils. *Molecules*, 17(3), 2542-2566.
- Aglarova, A. M., Zilfikarov, I. N., & Severtseva, O. V. (2008). Biological characteristics and useful properties of tarragon (*Artemisia dracunculul* L.). *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 42(2), 81-86.
- Al-Maqtari, Q. A., Othman, N., Mohammed, J. K., Mahdi, A. A., Al-Ansi, W., Noman, A. E., ... & Asharuddin, S. M. (2024). Comparative analysis of the nutritional, physicochemical, and

- bioactive characteristics of *Artemisia abyssinica* and *Artemisia arborescens* for the evaluation of their potential as ingredients in functional foods. *Food Science & Nutrition*.
- Anibogwu, R., Jesus, K. D., Pradhan, S., Pashikanti, S., Mateen, S., & Sharma, K. (2021). Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from *Artemisia* and their biological significance: A review. *Molecules*, 26(22), 6995.
- Anibogwu, R., Jesus, K. D., Pradhan, S., Pashikanti, S., Mateen, S., & Sharma, K. (2021). Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from *Artemisia* and their biological significance: A review. *Molecules*, 26(22), 6995.
- Batiha, G. E. S., Olatunde, A., El-Mleeh, A., Hetta, H. F., Al-Rejaie, S., Alghamdi, S., ... & Rivero-Perez, N. (2020). Bioactive compounds, pharmacological actions, and pharmacokinetics of wormwood (*Artemisia absinthium*). *Antibiotics*, 9(6), 353.
- Bisht, D., Kumar, D., Kumar, D., Dua, K., & Chellappan, D. K. (2021). Phytochemistry and pharmacological activity of the genus *Artemisia*. *Archives of Pharmacal Research*, 44(5), 439-474.
- Bora, K. S., & Sharma, A. (2011). The genus *Artemisia*: a comprehensive review. *Pharmaceutical biology*, 49(1), 101-109.
- Carbonara, T., Pascale, R., Argentieri, M. P., Papadia, P., Fanizzi, F. P., Villanova, L., & Avato, P. (2012). Phytochemical analysis of a herbal tea from *Artemisia annua* L. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 62, 79-86.
- Ding, J., Wang, L., He, C., Zhao, J., Si, L., & Huang, H. (2021). *Artemisia scoparia*: Traditional uses, active constituents and pharmacological effects. *Journal of Ethnopharmacology*, 273, 113960.
- Du Toit, A., & Van der Kooy, F. (2019). *Artemisia afra*, a controversial herbal remedy or a treasure trove of new drugs?. *Journal of Ethnopharmacology*, 244, 112127.
- Ekiert, H., Świątkowska, J., Knut, E., Klin, P., Rzepiela, A., Tomczyk, M., & Szopa, A. (2021). *Artemisia dracunculoides* (Tarragon): A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 653993.
- Feng, X., Cao, S., Qiu, F., & Zhang, B. (2020). Traditional application and modern pharmacological research of *Artemisia annua* L. *Pharmacology & therapeutics*, 216, 107650.
- Kiani, B. H., Kayani, W. K., Khayam, A. U., Dilshad, E., Ismail, H., & Mirza, B. (2020). Artemisinin and its derivatives: A promising cancer therapy. *Molecular Biology Reports*, 47, 6321-6336.
- Kshirsagar, S. G., & Rao, R. V. (2021). Antiviral and immunomodulation effects of *Artemisia*. *Medicina*, 57(3), 217.
- Mahboubi, M. (2017). *Artemisia sieberi* Besser essential oil and treatment of fungal infections. *Biomedicine & pharmacotherapy*, 89, 1422-1430.
- Mamatova, A. S., Korona-Główniak, I., Skalicka-Woźniak, K., Józefczyk, A., Wojtanowski, K. K., Baj, T., ... & Malm, A. (2019). Phytochemical composition of wormwood (*Artemisia gmelinii*) extracts in respect of their antimicrobial activity. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19, 1-8.
- Mohanty, B., Puri, S., & Kesavan, V. (2018). A review on therapeutic potential of *Artemisia nilagirica*. *J Plant Biochem Physiol*, 6(205), 2.
- Nigam, M., Atanassova, M., Mishra, A. P., Pezzani, R., Devkota, H. P., Plygun, S., ... & Sharifi-Rad, J. (2019). Bioactive compounds and health benefits of *Artemisia* species. *Natural product communications*, 14(7), 1934578X19850354.
- Septembre-Malaterre, A., Lalarizo Rakoto, M., Marodon, C., Bedoui, Y., Nakab, J., Simon, E., ... & Gasque, P. (2020). *Artemisia annua*, a traditional plant brought to light. *International journal of molecular sciences*, 21(14), 4986.
- Sharifi-Rad, J., Herrera-Bravo, J., Semwal, P., Painuli, S., Badoni, H., Ezzat, S. M., ... & Cho, W. C. (2022). *Artemisia* spp.: An update on its chemical composition, pharmacological and toxicological profiles. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022(1), 5628601.

- Siwan, D., Nandave, D., & Nandave, M. (2022). *Artemisia vulgaris* Linn: An updated review on its multiple biological activities. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 8(1), 47.
- Song, X., Wen, X., He, J., Zhao, H., Li, S., & Wang, M. (2019). Phytochemical components and biological activities of *Artemisia argyi*. *Journal of Functional Foods*, 52, 648-662.
- Swanston-Flatt, S. K., Flatt, P. R., Day, C., & Bailey, C. J. (1991). Traditional dietary adjuncts for the treatment of diabetes mellitus. *Proceedings of the Nutrition Society*, 50(3), 641-651.
- Tilaoui, M., Mouse, H. A., Jaafari, A., Aboufatima, R., Chait, A., & Ziad, A. (2011). Chemical composition and antiproliferative activity of essential oil from aerial parts of a medicinal herb *Artemisia herba-alba*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21, 781-785.
- Trendafilova, A., Moujir, L. M., Sousa, P. M., & Seca, A. M. (2020). Research advances on health effects of edible *Artemisia* species and some sesquiterpene lactones constituents. *Foods*, 10(1), 65.
- Tueylue, B. A., Yilmaz, M., & Kivanc, M. (2009). Study on the antimicrobial, cytotoxic, and genotoxic activities of the essential oil of *Artemisia dracunculus* L. *Fresenius Environ. Bull*, 18, 889-901.
- Willcox, M. (2009). *Artemisia* species: from traditional medicines to modern antimalarials-and back again. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 15(2), 101-109.
- Zhu, C., Yan, G., Hu, M., Tai, Z., Fan, B., Zhao, P., ... & Zhu, Q. (2023). Phytochemical profile and anti-inflammatory effect of *Artemisia annua* L. essential oil. *All Life*, 16(1), 2288529.

ABOUT AGRI-FOOD GOVERNANCE AND QUALITY – INSIGHTS FROM BULGARIA

Hrabrin BACHEV

Institute of Agricultural Economics, Sofia, Bulgaria.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0555-7468>

Bozhidar IVANOV

Institute of Agricultural Economics, Sofia, Bulgaria.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5520-548X>

ABSTRACT

This paper tries to answer several important academic and practical (business and policies forwarded) questions: how to define agri-food governance, what are the components of the system of agri-food governance, and how to measure the quality of agri-food governance. A new holistic GAMPOS (Good, Agents, Means, Processes, Order, Sustainability) framework is suggested for proper understanding and assessing the system of agri-food governance including: defining the components of the agri-food governance; formulating the principles of good agri-food governance; specifying the assessment criteria for each principle of agri-food governance; identifying the best indicators for measuring the quality of agri-food governance for each criterion; selecting the reference values for assessing the quality of agri-food governance for each indicator; deriving the agri-food governance quality score; determining the quality of agri-food governance. Agri-food governance is studied as a complex system that includes five principal components: (1) agrarian and related agents involved in the governance decision-making; (2) means (rules, forms, and mechanisms) that govern the behavior, activities, and relationships of agri-food agents; (3) processes and activities related to making managerial decisions in agri-food sector; (4) a specific social order resulting from the governing process; and (5) outcomes of the functioning of the system in terms of maintaining sustainability and realization of sustainable development goals.

The suggested GAMPOS framework was adapted to the specific (socio-economic, institutional, natural, etc.) conditions of a major farming component of Bulgarian agri-food system. A multidimensional hierarchical system with good governance 11 Principles, 21 Criteria, 36 Indicators and Reference Values is used. A first in kind holistic assessment, based on statistical and expert data, found that the overall quality of agrarian governance in Bulgaria is at a moderate EU level. There is a significant differentiation in the quality of individual elements of the governance system. In terms of sustainability, the agrarian governance in the country is at a good (European) level, while for the process, means, and order components is at a satisfactory level. The quality of agrarian governance is the highest in terms of equity and solidarity, and the good working public sector. In terms of functioning of public sector, agrarian governance is at medium level while for all other principles it is at satisfactory levels. The poorest performance of agrarian governance in the country is for the stakeholder's involvement, and good working private sector.

Keywords: agri-food governance, components, quality, assessment, Bulgaria

INTRODUCTION

The importance of governance and the efficiency of diverse governing mechanisms and modes have always been at the center of modern economic analysis of the agri-food sector. In the last few years, there have been “renewed” intensive debates on the content and role of the

governance of agri-food systems involving policymakers, agro-business managers, professional organizations, interest groups, international organizations, researchers, and the public (Bachev, 2024; Bers et al., 2019; Canfield et al., 2021; Cotula, 2022; Dring et al., 2023; Dongyu et al., 2022; FAO, 2023; FMECD, 2023; Leeuwis et al., 2021; Miranda et al., 2021; Shah and Riemer, 2023; Termeera et al., 2018; UN, 2023; Yap, 2023). Simultaneously, there has been a huge growth in the number of publications by scholars in different disciplines on different aspects of agri-food governance around the globe (Herrera, 2023; Hospes and Brons, 2016; Gillespie and Nisbett, 2019; Liljeblad and Kennedy, 2018; Martínez and Rivera, 2018; Miranda et al., 2021; Shah and Riemer, 2023; Terziev et al., 2018; Torres-Salcido and Sanz-Cañada, 2018; Vignola et al., 2021; Vinnari and Vinnari, 2019). All these interests have been associated with the “novel” challenges related to agri-food security and safety, inequity, power distribution, environmental conservation, climate change, and the recognized need for “food system transformation” (Canfield et al., 2021; Chen et al., 2021; Shah and Riemer, 2023; FAO, 2023; FMECD, 2023; Gillespie and Nisbett, 2019; Leeuwis et al., 2021; Vignola et al., 2021; UN, 2023).

Currently, there is a principle understanding that the quality of governance is the main factor that is responsible for the agri-food system state as well as its potential, challenges, and prospects of development (Bachev, 2023; Martínez and Rivera, 2018; Yap, 2023). It has also been shown that governance largely determines the ability of agri-food systems to transform in response to contemporary challenges (Cotula, 2022; Delaney et al., 2018; Yap, 2023). Nevertheless, several recent reviews on the governance of agri-food systems showed that it is under-researched, and there are multiple issues in the research in this area (Bers et al., 2019; Delaney et al., 2018; Hospes and Brons, 2016; Oñederra-Aramendi et al., 2023; Vignola et al., 2021; Yap, 2023). Still, there is no common approach for defining the content and components of a governance system, and an acceptable framework for a comprehensive assessment of the governance is lacking. Most agri-food governance studies are at a conceptual level and follow the unidisciplinary tradition of politics, economics, management, sociology, and law sciences in that area. Furthermore, agri-food governance studies are usually restricted to a particular level or mode of governance (public, corporate, urban, and international), a specific social (economic, environmental, and healthcare) goal, or objectives of implementing (governing, donor, and stakeholder) organizations. In addition, agri-food governance assessments are predominately qualitative, incomplete, or with arbitrarily selected indicators. In the agri-food governance assessment systems, specific indicators are used depending on the applied approach, the type of agri-food system (agri-food chain; geographical or administrative region; farming; food distribution), the functional area (inputs supply and environmental and waste management), or the critical resource (water, lands, and innovation). This can cause confusion and controversies and impede the process of understanding and improvement of agri-food governance.

This article tries to answer two important academic and practical (business- and policy-related) questions related to agri-food governance: how to define the system of agri-food governance, and how to measure how good it is. It suggests a holistic approach for an adequate understanding of the system of agri-food governance and for assessing its quality. The relevance of the presented new framework is demonstrated by evaluating the quality of agrarian governance in Bulgaria.

METHODOLOGY OF THE STUDY

Agri-food governance is easily defined and understood since that is the governance of agri-food system(s). Since there is not one but diverse types of agri-food systems, there is no unified agri-food governance but a system of multiple specific governances of individual agri-food systems (Bachev and Ivanov, 2024). For instance, there is governance of a particular food chain, like coffee and fair-trade and organic Bulgarian yogurt, governance of a major component of food systems, like farming, processing, and distribution, governance of food systems in a specific

geographical or administrative region, like the global North, EU, and urban areas, governance of a particular functional area of food systems like input supply and risk and environmental management.

The main traditions for understanding and studying governance can be summarized in five directions, all of which have to be incorporated into the modern framework for defining and assessing agri-food system governance. First, the political science approach understands governance as agents (individuals, agencies, and organizations) who govern and/or participate in governance - the president, the parliament, etc. (Fukuyama, 2016). Traditional narrower understanding of this approach sees it as a synonym for government (public authority and administration), while a broader understanding includes new actors such as non-sovereign and informal agents outside the state system - international and non-governmental organizations, supra-national institutions like the European Union, etc. (Higgins, 2005). Modern understanding of governance includes all interested agents (authorities, organizations, groups, and individuals) related to the agri-food system who de facto govern it or participate in its governance (FAO, 2023; UN, 2021).

Second, the economic science (political economy) tradition approach defines governance as a means (rules, mechanisms, and modes) that governs agents' behavior, activity, and relationships (Furubotn and Richter, 2005; Scmitter, 2018; Vymětal, 2007; Vignola et al., 2021; Williamson, 2005; Yap, 2023). Modern economics sees governance as a humanly devised instrument or means (like law, trust, and organization) for structuring agents' behavior, activities, and relations and for minimizing the costs of transactions (North 1991; Williamson, 2005). In addition to institutions (formal and informal rules of the game), it studies markets, hybrids, firms, and bureaus as alternative forms of governance.

Third, the management science approach defines governance as a process of governing - the process of decision-making and the process by which decisions are implemented or not implemented in society, country, industry, and organization (Ali, 2015; Chen et al., 2021; IoG, 2003; Oñederra-Aramendi et al., 2023; Planas et al., 2022; UNDP, 1997; Wolman et al., 2008 World Bank, 2022 UN, 2021). For instance, for the United Nations food systems, governance is the process by which societies negotiate, implement, and evaluate collective priorities while building a shared understanding of synergies and trade-offs among diverse sectors, jurisdictions, and stakeholders (UN, 2021).

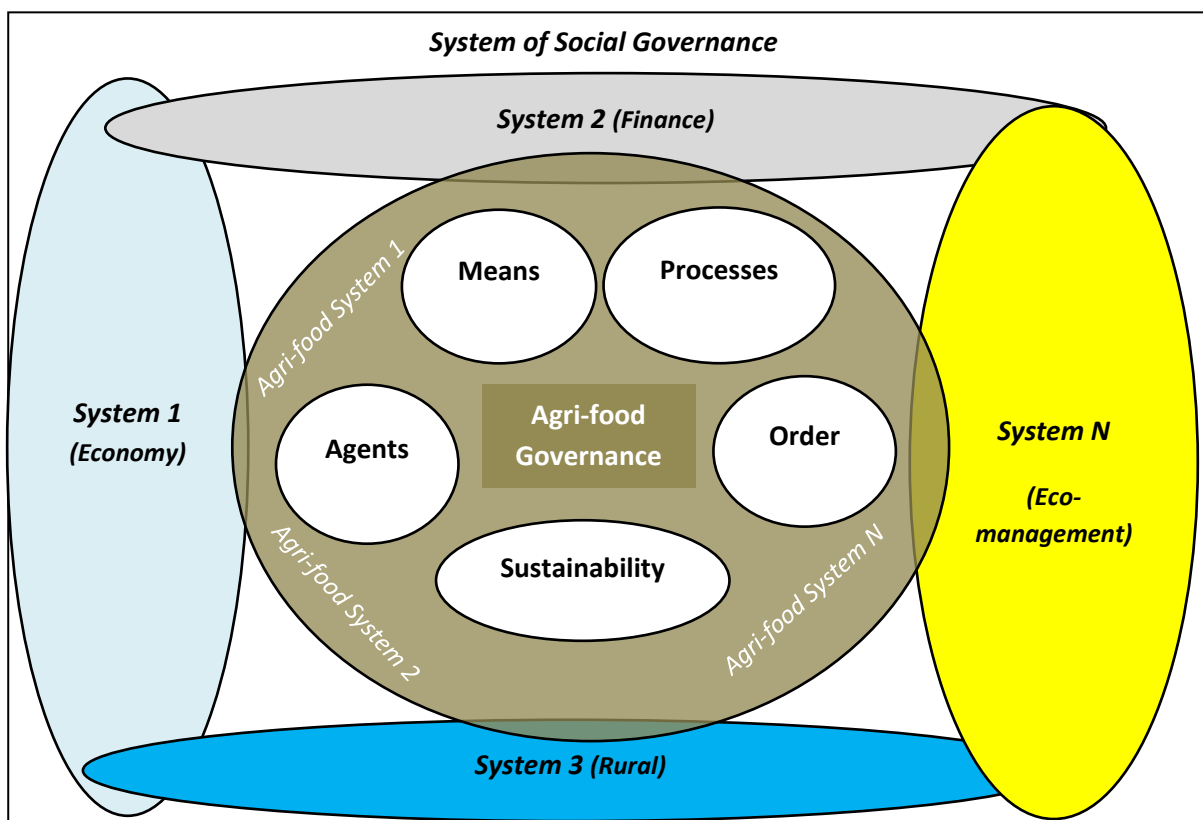
Fourth, the legal and sociological science approach sees governance as a specific formal and informal social order and the result of a process of management - the state of being governed and conducting work by mobilizing collective resources (Dixit, 2016; Fukuyama, 2016; Scmitter, 2018; Vymětal, 2007). Accordingly, in a given country, region, and industry, different types of social order are identified - e.g., the rule of law, rule of money, rule of force, rule of multinationals, and domination of informal and grey rules and activities (Bachev, 2023). Modern economics calls for analyzing all types of social orders dominating the agri-food sector - formal, informal, institutional, market, contract, private, public, and international.

Fifth, the most recent sustainability science approach relates governance to the (maintenance of or transition toward) sustainability of agri-food systems and the efficiency (impacts) of actions for achieving one or higher universal sustainability goals (such as fair income, distribution, nutrition, healthcare, environment conservation, and fighting climate change) related to and (often) beyond the agri-food system (Chen et al., 2021; Dongyu et al., 2022; Hospes and Brons, 2016; Gillespie and Nisbett, 2019; Vignola et al., 2021; Yap, 2023). According to this novel view of governance for implementation (Fukuyama, 2016; Osabohien et al., 2020; Ronaghi et al., 2020), if multiple social goals (sustainability) are being successfully achieved, there is governance (governance works well); otherwise, there is no governance (governance does not work). This understanding is largely related to the multi-actors' efforts to improve the governance system. Diverse desired goals of development (sustainability-related states) like efficient, honest, equitable, inclusive, transparent, and democratic development are identified with the governance (including agri-food governance) (Hospes and Brons, 2016 EU, 2019; UN,

2015 World Bank, 2022). Simultaneously, there has been a fundamental shift in policies and strategies of public, international, professional, civic society, and agri-business organizations in this normative direction (Bayyurt et al., 2015; DFID, 2010; EU, 2019; Fukuyama, 2016; Higgins and Lawrence, 2005; OECD, 2015; Weiss, 2000; World Bank, 2022).

Therefore, agri-food governance is to be studied as a complex system that includes five principal components: (1) agri-food and related agents involved in the governance of decision-making, (2) means (rules, forms, and mechanisms) that govern the behavior, activities, and relationships of agri-food agents, (3) processes and activities related to making managerial decisions in the agri-food sector, (4) a specific social order resulting from the governing process, and (5) outcomes of the functioning of the system in terms of maintaining sustainability and the realization of sustainable development goals [24]. The agri-food governance system is a part (subsystem) of the social governance system and other important governance systems, such as the economy, rural or urban, ecosystem, and energy systems (Figure 1). On the other hand, agri-food governance consists of different governance subsystems, differentiated depending on the type of agri-food system (farming, food processing, food distribution, and food consumption), type of product (plant, livestock, and wine), the type of resources (land, water, and finance), the functional area (inputs supply, innovation, marketing, and risk management), geographical and administrative region (rural, urban, ecosystem, sector, national, transnational, European, and global).

Fig. 1 Components of agri-food governance



To assess the quality of agri-food governance, we suggest a holistic GAMPOS framework (Good, Agents, Means, Processes, Order, Sustainability). It includes the following steps (Bachev and Ivanov, 2024): defining the components of the agri-food governance system; formulating the principles of good quality agri-food governance; specifying the assessment criteria for each principle of agri-food governance; identifying the best indicators for measuring the quality of agri-food governance for each criterion; selecting the reference values for

assessing the quality of agri-food governance for each indicator; deriving the agri-food governance quality score; determining the quality of agri-food governance.

The agri-food governance system has five components—agents, means, processes, order, and sustainability. The principles of quality governance are formulated for each of the components of the agri-food governance system. Governance quality principles are universal and relate to the best (socially desirable) state of the individual components of agri-food governance and the governance system as a whole. They are based on the universal principles of good governance, which have been formulated by international organizations (EU, UN, FAO, and the World Bank) and are widely accepted (written or unwritten social contract) by national governments, civil society organizations, and agri-businesses.

Eight leading Bulgarian experts in agrarian governance contributed to the assessment framework elaboration and calculated some of the estimates related to qualitative indicators. Three of the invited experts were internationally recognized scholars in agrarian governance from the Agricultural Academy, the University of National and World Economy, and the Agrarian University. Three experts were long-time leaders of major professional organizations of agricultural producers in the country. Two experts were experienced top officials from the Ministry of Agriculture and Food. The selected panel of experts represents all stakeholders, has good expertise on agrarian governance in Bulgaria and the European Union, and involves most of the qualified specialists in the country. The panel of experts selected eleven equally important good governance principles related to the individual component of agri-food governance in the European Union (and Bulgaria), including: for agent component of governance: Good Leadership (P1) and Equity and Solidarity (P2); for means component of governance: Good Working Public Sector (P3), Good Working Private Sector (P4), and Good Working Markets (P5); for process component of governance: High Transparency (P6), Good Involvement (P7), and High Efficiency (P8); for order component of governance: Good Legislation (P9) and Respectful Informal Rules (P10); for sustainability component of governance: Good Sustainability (P11).

The assessment criteria of quality governance are specified for each of the quality governance principles. Governance quality criteria are precise standards (quality measurement approaches) for each of the principles of agri-food governance. They represent a resulting state of the evaluated system when the relevant good quality governance principle is realized. The criteria are less universal and more adapted to the characteristics of analyzed (evaluated) agri-food systems. For instance, for the specific conditions of the farming component of the agri-food system in Bulgaria, for the governance quality principle of the Good Working Public Sector, two assessment criteria were selected - No administrative deadweight and Supportive administration. For contemporary conditions of Bulgarian (and principally for the European Union) agri-food systems, twenty-one specific criteria were identified by a panel of experts.

The assessment indicators of quality governance are selected for each of the quality governance criteria. Governance quality indicators are quantitative and qualitative variables of different types that can be assessed in the specific conditions of the specific agri-food system, allowing the measurement of compliance with a particular criterion. They have to be specific to the socio-economic, behavioral, institutional, agronomic, technological, and ecological conditions of a particular agri-food system. For instance, for the specific conditions of the farming component of the agri-food system in Bulgaria, for the criterion Supportive administration, two assessment indicators were selected - Satisfaction from administrative services and Level of governmental spending for agricultural administration. The final set of assessment indicators gives an all-inclusive multidirectional picture of the state of individual components of agri-food governance and the governance of the evaluated specific agri-food system.

For the selection of the best indicators from the prepared list of (all) possible governance indicators identified from the literature (Chen et al., 2021; Delaney et al., 2018; Dring et al., 2023; Hospes and Brons, 2016; Katsamunskas, 2010; Ronaghi et al., 2020; Termeera et al., 2018), international assessment practices (Cigna et al., 2017; EC, 2021; World Bank, 2022),

and experts' suggestions, a multicriteria assessment was performed by the panel of experts for Relevance, Discriminatory power, Analytical soundness, Intelligibility and synonymity, Measurability, Governance and policy relevance, and Practical applicability (Bachev et al., 2020). Consequently, thirty-six indicators were selected for the specific conditions of the "farming" component of the Bulgarian agri-food system.

To assess the quality level of agri-food governance, a system of appropriate good quality governance reference values is to be specified - one for each governance quality indicator. Reference values are the best norms, range, standards, and practices defined by science, Bulgarian and European Union regulations, practices, and social contracts related to the agri-food system. They are the desired and feasible levels for indicators for the conditions of the evaluated agri-food system. For instance, for the specific conditions of the farming component of the national agri-food system in Bulgaria, a system of thirty-six good quality governance reference values is used. The reference values are determined by the European Union levels - legislated, recommended, or average depending on the specificity of the assessment indicator. The justification for using the European Union standards as reference values for assessing the quality of agri-food governance in Bulgaria is that the European Union has the world's highest agri-food system (quality, food safety, labor, animal welfare, environmental, etc.) standards, which have also been broadly adopted in many countries around the globe.

Compliance with the good quality agri-food governance principles is evaluated for each indicator. That allows us to identify the areas where agri-food governance is of superior quality and the areas where the quality of governance is not good and improvements have to be made. Often, levels of individual governance quality indicators for each criterion and/or different criteria and principles of governance are unequal and controversial. Therefore, a transformation of diverse values of indicators into a unitless governance index is needed, and individual estimates are integrated. Methodological details of the process of integration and interpretation of the governance quality indices depend on the specificity of the evaluated agri-food system.

RESULTS AND DISCUSSION

The suggested GAMPOS framework of quality governance principles, criteria, indicators, and reference values have been adapted to the specific (socio-economic, institutional, international, and natural) conditions of contemporary Bulgarian agriculture and experimented upon to assess the quality level of its major components and the governance system as a whole. The agrarian (farming) sector of the agri-food system in Bulgaria is an important part of the national economy and employed resources, accounting for four percent of the Gross Value-Added Product, six percent of the overall employment, seventeen percent of the export, and forty-seven percent of the total land area in the country in 2022 (Agrarian paper, 2023). While in other parts of the agri-food system (food processing, distribution, and transportation retailing), the modern European Union governance standards prevail (due to the domination of multinationals, high competition and mobility of resources, stricter and easier external control from the EU), farming governance is still quite specific (due to tradition, path dependency, domination of local modes and informal institutions, and the Bulgarian way of implementing CAP of EU) (Bachev, 2023). That is the main reason to assess the farming component of the agri-food governance in Bulgaria separately.

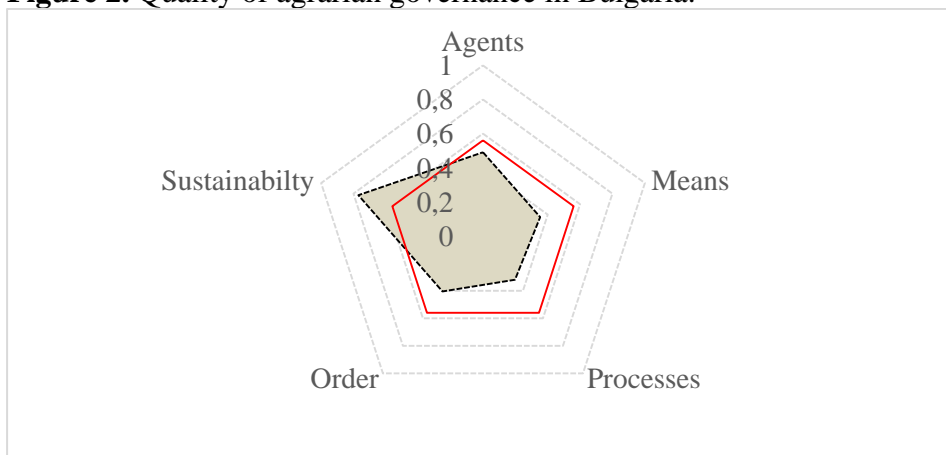
The first-in-kind evaluation of agrarian governance was performed in the beginning of 2023 using data from European and national statistical and other official sources as well as assessments of an eight-member panel of experts including leading scholars and representatives of governmental and major farmers' organizations in the country. The quality of agrarian governance is relatively stable in short periods of time (Bachev, 2023). The goal of this study was to assess the quality of agrarian governance for the period before the introduction of the new EU Common Agricultural Policy (2023–2027). The available statistical data used in this assessment were for 2019–2021. The experts were instructed to use the same period in their estimates.

For the calculation of some quality governance indicators, the Relative Comparison Assessment (RCA) Method (Ivanov and Bachev, 2024) is employed - e.g., Government spending for agricultural administration and Degree of market orientation. Eurostat and FADN statistical data were used and averaged for three years. The calculation of the remaining governance quality indicators was based on expert estimates from a five-level ranking scale - very low, low, middle, high, and very high. The common reference values used in this assessment are the average EU level and the medium EU situation, which provides the measurability and comparability of the assessment scores.

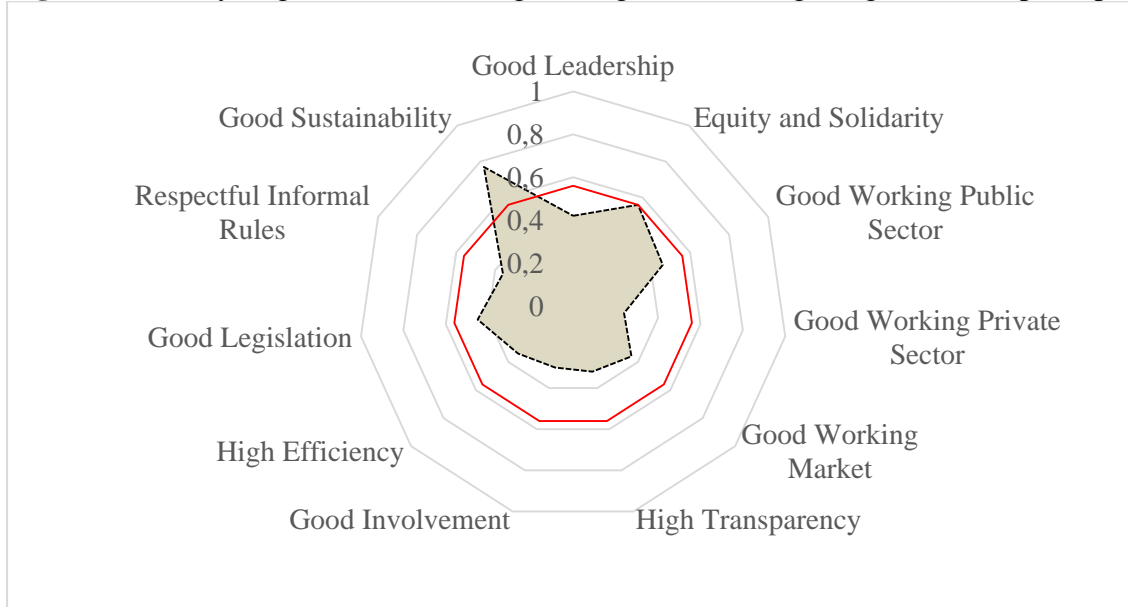
The integral governance index of Bulgarian agriculture is computed by weighting the principal score, number, and components and is represented by a qualitative score ranging from zero to one. Five categories for governance index are distinguished: very good, good, moderate, satisfactory, and bad governance, linked to range eighty-one hundredths to one, fifty-six hundredths to eight-tenths, forty-six hundredths to fifty-five hundredths, twenty-one hundredths to forty-five hundredths, and less than two tenths, respectively. The justification for the suggested approach for the calculation, integration, and interpretation of indicators is presented by Ivanov and Bachev (2024).

The holistic assessment has found that the overall quality of agrarian governance in Bulgaria is at a moderate level, with an integral governance quality index of forty-seven hundredths (Figure 2). There is a significant differentiation in the quality of individual elements of the governance system. Only in terms of sustainability, the agrarian governance in the country is at a good (European) level. At the same time, for the process, means, and order components, the agrarian governance is at a satisfactory level.

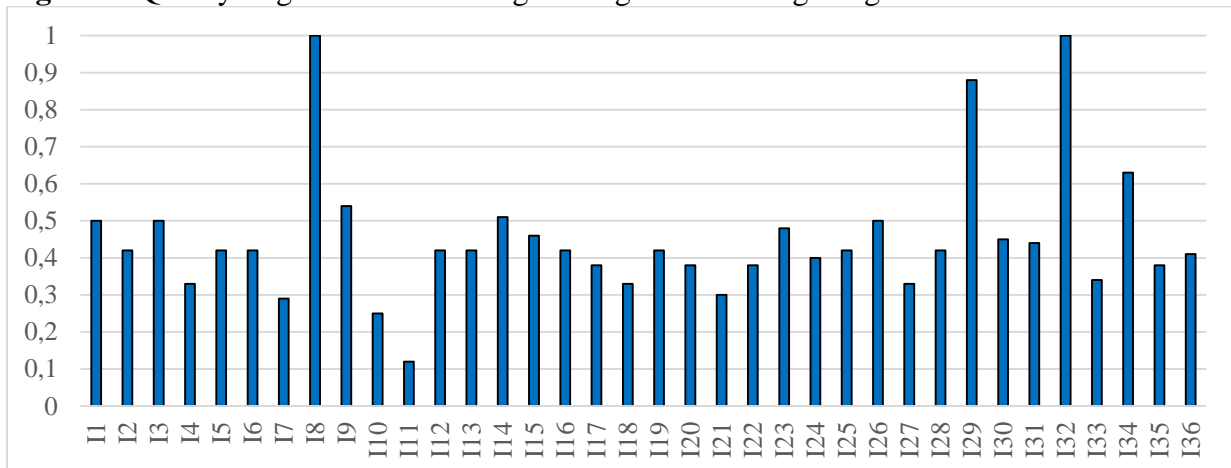
Figure 2. Quality of agrarian governance in Bulgaria.



The quality of agrarian governance in Bulgaria is highest in terms of equity and solidarity (good European level) and the Good Working Public Sector. In terms of the functioning of the public sector, agrarian governance is at a medium level, while for all other principles, it is at a satisfactory (European) level. The poorest performance of agrarian governance in the country is for the stakeholder's involvement and the Good Working Private Sector (Figure 3).

Figure 3. Quality of governance of Bulgarian agriculture for good governance principles.

The strongest points of the agrarian governance system at the present stage of development are people's engagement in agriculture, the level of discrimination, and the importance of agriculture in trade (Figure 4). These three areas show the comparative potential and advantages of Bulgarian agriculture and agri-food systems in terms of good (European) quality level of governance, and they have to be maintained and further enhanced.

Figure 4. Quality of governance of Bulgarian agriculture for good governance indicators*.

*Taking advantage at others' expense (I1), Correctness and decency in business relationships (I2), Competency of agents (I3), Entrepreneurship abilities (I4), Level of discrimination (I5), Fairness in remuneration of employees (I6), Balance in public support (I7), Unlawful payments (I8), Satisfaction from administrative services (I9), Public spending for agrarian administration (I10), Effectiveness of agrarian contracting (I11), Opportunities for different organizations (I12), External contracting (I13), Market entry and exit costs (I14), Competition fairness (I15), Market orientation (I16), Information awareness (I17), Costs for information access (I18), Decision-making transparency (I19), Symmetry of decisions to public expectations (I20), Plurality in decision-making (I21), Unacceptable lobbying (I22), Access to public support (I23), Costs for dealing with other agents (I24), Price rewarding potential (I25), Transaction costs (I26), Completeness of legislation (I27), Implementation and compliance with legislation (I28), Costs for study and enforcement rules (I29), Trust in agriculture (I30), Conflicts in community (I31), Engagement in agriculture (I32), Economic significance of agriculture (I33), Trade importance of agriculture (I34), Climate change mitigation (I35), Soil protection (I36).

There is a moderate quality of agrarian governance in terms of market orientation, correctness and decency in the business relationships, price rewarding potential, and information awareness of stakeholders and agents in agriculture. In these areas, the quality of governance is to be enhanced, and the existing potential for improvement must be explored.

In all other areas, the quality of governance is at a satisfactory level but is especially weak in decision-making transparency, level of unacceptable lobbying, costs and efforts for dealing with other private and public agents in agriculture, the contribution of agriculture to climate change mitigation, the significance of agriculture in the economy, symmetry between decisions taken and public expectations in agriculture, competency and expertise of agents in agriculture, and farm access to public agricultural support. In all these inferior quality areas, the efforts of agribusiness managers, public officers, and interested agents have to be directed in the future to improve the governance of the agrarian and agri-food sectors in the country. The latter can consist of new efficient policy support and regulation measures, restructuring of public organizations and administration, improvement of the governance of agricultural farms, contracts and organizations, adequate assistance from non-governmental and international organizations, or fundamental institutional reforms.

CONCLUSION

This study demonstrated that the interdisciplinary new institutional economics framework gives a more realistic understanding of the content, components, and driving factors of agri-food governance at the current stage of development. The agri-food governance is studied holistically as a complex system consisting of agri-food and related agents, diverse means directing their actions, multiple processes of decision-making, resulting social order, and outcomes in terms of sustainability. The analysis is comprehensive and embraces all forms and mechanisms of agri-food governance (institutions, market, private, public, formal, and informal) and their total (private and social) costs and effects.

Furthermore, a more precise assessment of the quality of governance of the agri-food system as a whole and its diverse subsystems is possible using the holistic multidimensional hierarchical system GAMPOS. The later consists of systematically and well-defined good governance principles, criteria, indicators, and reference values, avoiding the arbitrary selection of measurements of the quality of agri-food governance. At the same time, this framework allows calibration according to the specificity of the evaluated agri-food system and judgment according to the best feasible standards.

The first-in-kind testing of the new GAMPOS system in this study has found that the governance of the farming component of the agri-food system in Bulgaria is far beyond the desirable European Union level. Therefore, in the future, combined public, private, and collective efforts are to be made to improve the farming component of agri-food governance in the country. This study showed that particular attention is needed to improve currently inferior decision-making transparency, unacceptable lobbying, and high transaction costs for dealing with other agents, mitigate agricultural contribution to climate change, increase the significance of agriculture, match management decisions to public expectations, increase the competency and expertise of agrarian agents, and improve farm access to public support.

The suggested framework for agri-food governance analysis and assessment is to be further adapted to the specificity of different agri-food systems and applied more broadly in diverse agri-food systems in a particular country and region, and international comparisons between (different EU) countries. The widespread application of the GAMPOS framework requires the systematic collection of new types of micro and macro data about the characteristics of governance agents, means, processes, order, and sustainability in different agri-food systems, including through official national, EU, and international statistical systems as well as the cooperation of all participating and interested parties in good governance.

REFERENCES

- Ali, M. (2015). Governance and Good Governance: A Conceptual Perspective, *The Dialogue*, Vol. 67, Volume X, Number 1, 67-77.
- Agrarian paper (2023). Agrarian paper-2023, MAF, Sofia [Аграрен доклад-2023, МЗХ].
- Bachev, H. (2010): Governance of Agrarian Sustainability, New York: Nova Science.
- Bachev, H. (2012). Efficiency of Farms and Agrarian Organisations. *Economic Thought*, 4, 78-109.
- Bachev, H. (2021). Agro-ecosystem services management of Bulgarian farms, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 27, 1023-1038.
- Bachev H. (2023). Agrarian Governance – Who, What, Why, How, Where, When, Price, Level?, *Theoretical and Practical Research in Economic Fields*, Vol. 14, No 1, 105-125.
- Bachev H. (2024): Economic Dimensions of Agrarian Contracting, *Theoretical and Practical Research in Economic Fields*, Vol.15, No 2, 288-318.
- Bachev, H. and B.Ivanov (2024). Framework for Holistic Assessment of the Quality of Agri-food Governance in Bulgaria, *Sustainability*, Vol. 16, No 5, 2177.
- Bachev, H., B. Ivanov, A. Sarov (2020). Unpacking Governance Sustainability of Bulgarian Agriculture, *Economic Studies*, 6, 106-137.
- Bayyurt, N., Z.Serin, F. Arıkan (2015) Good Governance and Agricultural Efficiency, *Journal of Social and Development Sciences*, Vol. 6, No. 1, 14-23.
- Bers, C., A. Delaney, H. Eakin, L. Cramer, M. Purdon, C. Oberlack, T. Evans, C. Pahl-Wostl, S. Eriksen, L. Jones, K. Korhonen-Kurki, I. Vasileiou (2019). Advancing the research agenda on food systems governance and transformation, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 39, 94-102.
- Canfield, M., J. Duncan and P. Claeys (2021). Reconfiguring Food Systems Governance: The UNFSS and the Battle Over Authority and Legitimacy, *Development (Rome)*, 64(3-4): 181–191.
- Carbone, A. 2017. Food supply chains: coordination governance and other shaping forces. *Agricultural and Food Economics*, 5, 3.
- Chakrabarti, U. (2021). *Assembling the Local: Political Economy and Agrarian Governance in British India*. The University of Pennsylvania Press.
- Chen, Q., K. Knicke, M. Tesfai, J. Sumelius, A. Turinawe, R. Emegu Isoto, G. Medyna (2021). A Framework for Assessing Food System Governance in Six Urban and Peri-Urban Regions in Sub-Saharan Africa, *Front. Sustain. Food Syst.*, 30.
- Cigna, G., P. Djuric, Y. Kobel, A. Sigheartau (2017). *Corporate Governance in Transition Economies Bulgaria*, Country Report, EBRD.
- Cotula, L. (2022). Renegotiating control in global food governance, *Agrar- & Ernährungspolitik* 04/2022
- Delaney, A., T. Evans, J. McGreevy, J. Blekking, T. Schlachter, K. Korhonen-Kurki, P. Tamás, T. Crane, H. Eakin, W. Förch, L. Jones, D. Nelson, C. Oberlack, M. Purdon, S. Rist (2018). Governance of food systems across scales in times of social-ecological change: a review of indicators, *Food Security*, Volume 10, 287–310.
- DFID, 2010. The limits of decentralized governance: the case of agriculture in Malawi, DFID, Policy Brief 033.
- Dixit A. (2016). Economic Governance, *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Springer, 1-11.
- Dring, C., L. Newman, and Hannah Wittman (2023). Assessing governability of agricultural systems: Municipal agricultural planning in Metro Vancouver, Canada, *Front. Sustain. Food Syst.* 6:855684
- Dongyu, Q., N. Ngcaba, R. Mubarak, (2022). Building sustainable agrifood systems: legislation and governance, UNEP, 15 JUL 2022.
- EC (2021). *Public Administration and Governance: BULGARIA*, European Commission.
- EU (2019). *European Governance*, EU.

- FAO (2023). *Governance for Agrifood Systems Transformation*, FAO.
- FMECD (2023). *Governance of Food Systems Transformation*, FMECD.
- Fukuyama, F. 2016. *Governance: What Do We Know, and How Do We Know It?* Annual Review Political Sciences. 19, 89–105.
- Furubotn, E., R. Richter (2005). *Institutions and Economic Theory: The Contribution of the New Institutional Economics*, Ann Arbor: The University of Michigan Press.
- Higgins, V. and G. Lawrence, 2005. *Agricultural Governance: Globalization and the New Politics of Regulation*, Routledge.
- Herrera, J. (2023). *Rejecting the Social Contract: Criminal Governance, Agrarian Inequalities and the Autodefensa Movement in Michoacán, Mexico*, Journal of Latin American Studies, 55, 51–76.
- Hospes, O. and A. Brons (2016). *Food System Governance*, Systemic Literature Review, Routledge.
- IoG (2003). *Principles for Good Governance in the 21st Century*, Institute of Governance.
- Ivanov, B. and H.Bachev (2024). *How Good is the Governance of Bulgarian Agriculture?*, Economic Alternatives, 2 .
- Gillespie, S. and N. Nisbett (2019). *Governance and Leadership in Agri-food Systems and Nutrition*, in *Agriculture for Improved Nutrition: Seizing the Momentum*, eds S. Fan, S. Yosef and R. Pandya-Lorch, CAB International, 122-133.
- Leeuwis, C., B. Boogaard, K. Atta-Krah (2021). *How food systems change (or not): governance implications for system transformation processes*, Food Security, 13:761–780.
- Liljeblad, L., A. Kennedy (2018). *Food Systems Governance*, Routledge Studies in Food, Society and the Environment, Routledge.
- Martínez, J. and M. Rivera (2018). *Territorial Governance and Social Innovation: The Cases of San Pedro Capula's Artisanal Cheese and the Rice (Oryza Sativa) of Morelos, Mexico*, Agriculture, Volume 8 Issue 2, 10.3390/agriculture8020023
- Miranda, B., G. Fowler Monteiro, V. Rodrigues (2021). *Circular agri-food systems: A governance perspective for the analysis of sustainable agri-food value chains*, Technological Forecasting and Social Change, Volume 170, 120878
- Moragues-Faus, A. and T. Marsden (2017). *The political ecology of food: Carving 'spaces of possibility' in a new research agenda*, Journal of Rural Studies, Volume 55, 275-288.
- North, D. (1991). *Institutions*, Journal of Economic Perspectives, Vol. 5, 1, 97–112.
- OECD, 2015. *G20/OECD Principles of Corporate Governance*, OECD Publishing, Paris.
- Oñederra-Aramendi, A., M. Begiristain-Zubillaga, and M. Cuellar-Padilla (2023). *Characterisation of food governance for alternative and sustainable food systems: a systematic review*, Agricultural and Food Economics, 11:18.
- Osabohien, R., Ufua, D., Moses, C. L., & Osabuohien, E. (2020). *Accountability in agricultural governance and food security in Nigeria*. Brazilian Journal of Food Technology, 23.
- Planas, J., A.Schuurman, Y. Segers (2022). *The formation of agricultural governance: the interplay between state and civil society in European agriculture, 1870-1940*, WASSRural and Environmental History.
- Ronaghi, M., M. Ronaghi , M. Kohansal (2020). *Agricultural Governance*, Verlag: GlobeEdit.
- Shah, T. and O. Riemer (2023). *Transforming Agri-food Systems via Inclusive, Rights-based Governance*, IISD.
- Scmitter, P., 2018. *Defining, explaining and, then, exploiting the elusive concept of 'governance'*, Springer Heidelberg.
- Termeera, C., S. Drimie, John Ingram, L. Pereira, M. Whittingham (2018). *A diagnostic framework for food system governance arrangements: The case of South Africa*, NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences, 84, 85-93.
- Torres-Salcido, G. and J. Sanz-Cañada (2018). *Territorial Governance. A Comparative Research of Local Agro-Food Systems in Mexico*, Agriculture, 8, 18.

- Vignola, R., P. Oosterveer, C. Béné (2021). Conceptualising food system governance and its present challenges, Wageningen University, Wageningen.
- Vinnari, E. and M. Vinnari (editors) (2019). Sustainable governance and management of food systems. Ethical perspectives, Conference Proceedings, Wageningen Academic Publishers.
- Vymětal, P. (2007). Governance: Defining the Concept, Faculty of International Relations, University of Economics, Prague, Working Papers, 1/2007
- Wolman, H., A. Levy, and D. Hincapie (2008). GOVERNMENT and GOVERNANCE, In Wolman et al., Economic Competitiveness and the Determinants of Sub-National Area Economic Activity.
- Weiss, T. (2000). Governance, good governance and global governance: conceptual and actual challenges, *Third World Quarterly*, Vol 21, No 5, 795– 814.
- Williamson, O., 2005. The Economics of Governance. *American Economic Review*, 95(2), 1-18.
- World Bank (2022!). Worldwide Governance Indicators. World Bank.
- UN (2015). The Sustainable Development Goals (SDGs), United Nation.
- UN (2021). Governance of Food Systems Transformation, Policy Brief, UN Food system summit 2021.
- Yap, C. (2023). New geographical directions for food systems governance research, *Progress in Human Geography*, Volume 47, Issue 1, 66–84.

This research was funded by the National Science Fund of Bulgaria, project "The Mechanisms and the Modes of Agrarian Governance in Bulgaria", Contract No. KP-06-H56/5 dated 11.11.2021.

BALIKLARDA EMAMEKTİN BENZOAT KALINTISININ ÖNEMİ, TESPİTİ ve TESPİTİNİN ALTERNATİF UYGULAMALARI

IMPORTANCE, DETERMINATION, and ALTERNATIVE APPLICATIONS of EMAMECTIN BENZOATE RESIDUE IN FISH

Utku Duran

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Çaycuma Gıda ve Tarım MYO Veterinerlik Bölümü,
Zonguldak

Sinem Çolak

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Çaycuma Gıda ve Tarım MYO Kimya ve Kimyasal
İşleme Teknolojileri Bölümü, Zonguldak

ÖZET

Balıklardaki sıklıkla görülen parazit enfestasyonu olan copepodlar, su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisinde önemli ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Bu hastalıklara karşı tüm dünya genelinde sıklıkla avermectin türevi olan emamectin benzoate kullanılmaktadır. Emamectin benzoat genellikle ağız yoluyla uygulanır. Son zamanlarda FDA, emamectin benzoatın su ürünleri yetiştiriciliğinde çeşitli ektoparazitik enfestasyonları kontrol etmek için sadece yem tedavisi yoluyla kullanılmasını onaylamıştır. Emamectin benzoat başlangıçta yenilebilir bitki mahsullerindeki zararlıları kontrol etmek için kullanılmıştır, ancak daha sonraki bir tarihte, İngiltere, Norveç ve Kanada'daki çiftlik Atlantik somonlarında deniz biti tedavisine karşı etkili bir antiparazitik ilaç olduğu bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda balıklarda, emamectin benzoatın, büyük ölçüde karaciğerde metabolize edildiği görülmektedir. Yapılan bir çalışmada test edilen dokular arasında en yüksek birikim konsantrasyonları karaciğer (≈ 1000 ppb) ve böbrekte (≈ 500 ppb) bulunmuştur. Bu nedenle, dokularda birikim çalışması yaparak bu tür antiparaziter ilaçların kullanımdan sonra arınma süresi belirlenmesi gıda güvenliği için önemlidir. Bu derlemede su ürünleri yetiştiriciliğinde yaygın olan copepod parazit enfestasyonlarına karşı etkili ve sürdürülebilir çözümler geliştirmeye odaklanılması amaçlanmıştır. Bu çalışmalar, özellikle emamectin benzoat gibi kimyasal ilaçların çevresel etkileri, optimal kullanım dozları ve çevre dostu alternatifler üzerine odaklanılmıştır. Ayrıca, yapılan araştırmaların bu ilaçların balıkların genel sağlığı üzerindeki etkilerini anlamak, lipid metabolizması için önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir. Bu sayede su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisinde ekonomik kayıpları azaltma ve çevre dostu uygulamaların geliştirilmesine katkı sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gıda Güvenliği, Balık Tüketimi, Emamectin Kalıntısı.

ABSTRACT

Copepods, a common parasitic fish infestation, can cause significant economic losses in the aquaculture industry. Emamectin benzoate, a derivative of avermectin, is frequently used worldwide against these diseases. Emamectin benzoate is usually administered orally. Recently, the FDA has approved using emamectin benzoate in aquaculture to control various ectoparasitic infestations, but only through feed treatment. Emamectin benzoate was originally used to control pests in edible plant crops, but at a later date it was found to be an effective antiparasitic drug against sea lice treatment in farmed Atlantic salmon in the UK,

Norway and Canada. Studies have shown that in fish, emamectin benzoate is largely metabolized in the liver. In one study, the highest accumulation concentrations among the tissues tested were found in liver (≈ 1000 ppb) and kidney (≈ 500 ppb). Therefore, it is important for food safety to determine the clearance time of such antiparasitic drugs after use by conducting accumulation studies in tissues. This review aims to focus on developing effective and sustainable solutions against copepod parasite infestations common in aquaculture. These studies focused on the environmental impacts of chemical pesticides, especially emamectin benzoate, optimal doses of use and environmentally friendly alternatives. In addition, it is thought that these studies will play an important role in understanding the effects of these drugs on the overall health of fish and lipid metabolism. This will contribute to the development of environmentally friendly practices and reduce economic losses in the aquaculture industry.

Key Words: Food Safety, Fish Consumption, Emamectin Residue

GİRİŞ

Emamectin benzoat, yarı sentetik avermektin olan abamectinin bir türevidir (Durkin, 2010). Avermektinler makrosiklik laktonlar ailesinin bir üyesi olup toprak mikroorganizması *Streptomyces avermitilis* tarafından üretilirler ve helmint türlerinin kontrolü için kullanılırlar. Abamectin, doramectin, ivermektin, emamectin, eprinomectin ve selamectin, iç ve dış parazitlere karşı oldukça etkili olan avermektin grubu kimyasal ajanlardır. Emamectin benzoat kimyasal formülü 4''R-4''deoxy-4''metilaminoavermektin olan molekül için uluslararası kabul edilmiş ismidir (Wolterink, van Kesteren, & McGregor, 2012). Emamectin benzoat, ikinci kuşak avermektin olarak sınıflandırılmış bir insektisit olup (Durkin, 2010), abamectinin kimyasal değişime uğratılması ile elde edilir (Kim-Kang, Crouch, Bova, Robinson, & Wu, 2001). Bu ve benzeri ilaçlar hedef hastalığı tedavi etme amaçlı kullanılırken ikincil etkileri göz ardı edilmektedir. Salmonidlerde, ektoparazit olan *Caligus rogercresseyi*, *Caligus elongatus* ve *Lepeophtheirus salmonis*, *Lernaea cyprinacea* gibi deniz bitlerinin tedavisi için kullanılmaktadır (İnnal, 2020; Özak, 2020). Dünya çapında deniz salmonid su ürünleri yetiştiriciliğinin yapıldığı başlıca bölgeler arasında Japonya, Kanada'nın doğu ve batı kıyıları, Amerika Birleşik Devletleri'nin kuzeydoğu kıyıları, İrlanda, İskoçya, Norveç, Şili, Yeni Zelanda ve Tazmania yer almaktadır (Johnson et al., 2004). Ancak, deniz bitleri Yeni Zelanda ve Tazmania'da su ürünleri yetiştiriciliğinde zararlı olarak görülmemiştir. Deniz biti enfeksiyonlarının yaygın olduğu bölgelerde, ikincil enfeksiyonlar (örneğin, bulaşıcı pankreas nekrozu, bakteriyel böbrek hastalığı ve somon riketsiyal septisemi gibi hastalıklar) ve büyüme geriliği önemli sorunlar yaratmaktadır. Özellikle Kanada'nın doğu kıyısında deniz bitleriyle ilişkili ikincil enfeksiyonlar büyük bir sorun olarak tanımlanmışken, batı kıyısında henüz bu tür enfeksiyonlar bildirilmemiştir (Johnson ve ark., 2004). *Caligus rogercresseyi*, *Caligus elongatus* ve *Lepeophtheirus salmonis* gibi deniz bitleri (Sea Lice) Türkiye ve İran'da varlığı rapor edilmemiştir. Ancak Türkiye ve İran'da ise yine copepod türlerinden olan *Lernaea cyprinacea* enfestasyonu birçok kez rapor edilmiştir (Innal & Avenant-Oldewage, 2012; Koyun, Ulupinar, & Mart, 2015; Rahmati-Holasoo et al., 2023; Raissy, Sohrabi, Rashedi, & Ansari, 2013; Sayyadzadeh et al., 2016; Ürkü & Önalın, 2018). Copepod türlerinin tedavisinde tüm dünyada yaygın olarak emamectin benzoat kullanılır. emamectin benzoat etkisini GABA reseptörlerine bağlanıp klorür iyonunun geçirgenliğini artırarak sinir sisteminde hasara yol açarak gösterir. Emamectin benzoat, beyin, omurilik, periferik sinirler ve duyu sinirlerinde (örn. optik sinir) nörodejeneratif değişiklikler dahil olmak üzere sinir sistemi dokularında patolojik değişiklik belirtilerine neden olmaktadır. Nörotoksitenin kaba toksikolojik belirtileri (titreme ve bozulmuş veya koordine olmayan hareketler gibi) sinir sistemi dokusundaki patolojik değişikliklerden daha erken ve daha düşük

dozlarda ortaya çıkma eğilimindedir. Antiparaziter etkisini bu şekilde göstermektedir. Bu nedenle kültür balıkçılığında tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca emamektin benzoat, Kanada'da ve ABD'de balıklardaki parazit istilasının kontrolü için en çok kullanılan üründür (Chowdhury, Saha, Hossain, Shamsuddin, & Minar, 2012).

Emamektin benzoat, 1998 yılında Affirm® ticari adı altında Japonya'da ilk kez tescil edilmiştir. Başlangıçta, yapraklı sebzelerde, turpgillerdeki kelebek zararlılarının kontrolü ve çam ağaçlarındaki çam testere sineğinin kontrolü amacıyla gövde enjeksiyonu için kullanılmıştır (Goodell, 2011). Salmonidlerde emamektin, oral uygulamadan sonra büyük ölçüde değişmeden vücuttan atılır. Balıklardaki kalıntısının haricinde alıcı ortamlardaki kalıntı da doğal balıklara geçmesi nedeniyle önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, çeşitli modelleme yaklaşımlarıyla ivermektinin balık çiftliklerinin altındaki sedimentlerde ne kadar birikebileceği tahmin edilmeye çalışılmıştır. Yapılan bir izleme çalışmasında, İrlanda'nın batı kıyısında, deniz kıyısına yaklaşık 1 km mesafede bulunan somon kafeslerinin yakınındaki sedimentlerde ivermektin kalıntılarına rastlanmıştır. İlaç, dört aylık bir süre boyunca haftada iki kez uygulanmış ve bu sürenin son gününde sediment örnekleri toplanmıştır. Kafeslerden 31 metre uzaklıkta alınan sedimentlerde ivermektin konsantrasyonlarının 1,4 ile 6,8 ng/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Almanya'da yürütülen çalışmalarda ise çiftlik hayvanlarının tedavisinde kullanılan ilaçlara ilişkin konsantrasyon verileri elde edilmiştir (Cannavan, Coyne, Kennedy, & Smith, 2000). emamektin benzoatın küresel su ürünleri yetiştiriciliği uygulayıcıları tarafından kullanımına yönelik artan ilgi göz önüne alındığında, bu ilaca karşı parazit direnci, toksisite ve balık çiftliklerinde düzensiz kullanıma karşı mücadele etmek için farklı balık türleri ve iklimlerde güvenlik çalışmasının yapılması gerekmektedir.

Emamektin Benzoat Kullanım Dozajları ve Limitleri

Emamektin benzoat, ticari olarak hazırlanan antiparaziter ilaçlarda etken maddesi olarak kullanılır. Genellikle %0.2 emamektin benzoat içeren ve %99.8 inert taşıyıcı maddelerden oluşan bir ön karışım olarak sunulur. Bu taşıyıcı maddeler bütül hidroksianisol, propilen glikol, maltodekstrin ve mısır nişastası içerir (Lloyd, 1999). Karışım, ilaçsız balık yem peletlerine kaplanarak, balık biyokütlesinin her kilogramı başına günlük 50 µg emamektin benzoat dozu sağlamak amacıyla kullanılır. Önerilen besleme oranı, balık biyokütlesinin günlük %0.5'i kadardır. Eğer besleme oranı %0.5 biyokütle/gün değerinden farklı olursa yem içerisindeki ilaç konsantrasyonu buna göre ayarlanmalıdır. Ürün, yılda en fazla 3 kez kullanılabilir ve 2 yıllık bir büyüme döngüsünde en fazla 5 tedavi uygulanabilir (Stone, Sutherland, Sommerville, Richards, & Varma, 2000). Ülkemizde emamektin benzoat için gıda güvenliği kapsamında balıkların hasatından önce 25 günlük bir arınma süresi beklemek gereklidir.

Balık parazitlerinin çoğalmasını kontrol etmek için kullanılan ilaçlar, balıkların fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmalarını toksisiteleri nedeniyle bozabilir ve doğrudan balık sağlığı ve büyümesi üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir (E Horsberg, 2012). Avermektin grubu ilaçların balıklarda biyokimyasal parametreleri değiştirebildiği tespit edilmiştir (E Horsberg, 2012; Fırat et al., 2011). Emamektin benzoatın güvenliği, daha önce *Oncorhynchus mykiss* türlerinde %0.2 emamektin benzoat ön karışımı formunda, ayrıca *Oreochromis niloticus* yavrularında emamektin benzoat kaplı yemleriyle test edilmiştir (Bowker, Carty, & Bowman, 2013; Julinta et al., 2020). Önerilen terapötik tedavi dozu olan 50 µg/kg'ın 7 gün boyunca kullanılmasının her iki tür için de güvenli sınırlar olduğu bildirilmiştir.

Biyokimyasal göstergeler, balıklar üzerinde belirli pestisitlerin neden olduğu kimyasal toksisitenin değerlendirilmesinde önemli biyomarkerler olarak kullanılmaktadır (Atli & Canli, 2007). Pestisit kalıntılarının balıkların yenilebilir dokularında birikmesi, hem çevre hem de sağlık güvenliği açısından ciddi bir endişe kaynağıdır. Özellikle salmonidler, geniş adaptasyon yetenekleri ve hızlı büyüme oranları nedeniyle dünya genelinde en çok kültürü

yapılan balık türlerinden biridir ve gıda güvenliği açısından önemli olup, (Action, 2020). Doğal balıklar üzerinde emamektin benzoat gibi düzenlenmiş ürünlerin güvenliği ile ilgili bilimsel bir veri tabanı oluşturulması, farklı yaşam evrelerinde aşırı kullanım ve yetersiz dozlama sorunlarını aşmada faydalı olabilir. Böylelikle kültür balıkçılığının yapıldığı yerlerde bulunan doğal balıklardaki emamektin kalıntı miktarları takip edilerek üretim sırasında aşırı kullanım durumu ortaya çıkarılabilir.

Seçili ürün: HAYVANSAL KÖKENLİ ÜRÜNLER - BALIK, BALIK ÜRÜNLERİ VE DİĞER DENİZ VE TATLI SU GIDA ÜRÜNLERİ (8)

Grup veya alt grubun ana ürünü	Aynı MRL'lerin geçerli olduğu diğer ürünler
Kod Numarası	Bilimsel adı
1100000	HAYVANSAL KÖKENLİ ÜRÜNLER - BALIK, BALIK ÜRÜNLERİ VE DİĞER DENİZ VE TATLI SU GIDA ÜRÜNLERİ (8)
Dipnot (8)	Bu kategoride bireysel ürünler tanımlanıp listeleninceye kadar hiçbir MRL uygulanamaz.

Ürün için güncel MRL değerleri

Pestisit kalıntısı	Maksimum kalıntı seviyesi (mg/kg)
Emamectin B1a ve tuzları, emamectin B1a (serbest baz) (R),(F) olarak ifade edilir	
Annexes	Annex II
Legislation	Applicable from:
History	Reg. (EU) 2022/1346 Applicable from: 22/02/2023
Footnotes	(R) = The residue definition differs for the following combinations pesticide-code number. (F) = Fat soluble

Şekil 1. Hayvansal Kökenli Ürünler – Balık, Balık Ürünleri ve Diğer Deniz ve Tatlı Su Gıda Ürünleri Emamectin B1a ve Tuzları güncel MRL değerleri.

Emamectin Benzoat Kalıntısının Toksikolojik Etkileri ve Sağlık Riskleri

Antiparazitik ajanlar parazitleri öldürmek için kullanıldığından, hedef olmayan organizmalar üzerinde istenmeyen yan etki potansiyeli oldukça yüksektir. Ektoparazitler genellikle kabuklular sınıfında olmasından dolayı, sucul diğer kabuklu organizmaların da bu antiparazitlerden etkilenmesi çok muhtemeldir. Off-shore ağ sistemlerinde ektoparazitler gibi kimyasal ajanların kullanılması muhakkak ki çevreye salınmasına neden olacaktır. Bu nedenle sealice gibi ektoparazitlere karşı kimyasalların kullanılmasına karar verirken çevre güvenliğinin de dikkate alınması gereken önemli bir konudur (E Horsberg, 2012).

Emamectin benzoatın dikkatsiz kullanımı çevre kirliliğine ve diğer hedef dışı organizmalara ciddi zararlar verebilir. Araştırmalar, sıçanların gebelik ve emzirme döneminde yüksek dozda emamectin benzoata maruz kalması durumunda yavruların önemli nörotoksikite gösterdiğini göstermiştir; bu da emamectin benzoatın nörotoksik etkisinin hayvanlarda özellikle belirgin olduğunu göstermektedir (Deng et al., 2020). Ek olarak, diğer raporlar emamectin benzoatın arılar, bıldırcın, Bombyx mori ve zebra balıkları için LD50 değerinin çok düşük olduğunu göstermiştir (Cang, Zhao, & Wu, 2007; Hai-yan, Jing, Jiu-sheng, & Xiong-wu, 2008; Li, Wei, & Li, 2007); bu da emamectin benzoatın bu organizmalar için çok toksik veya özellikle çok toksik olduğunu göstermektedir. Buna göre, birçok ülkede emamectin benzoatın ürünlerdeki maksimum kalıntı limitleri tanımlanmıştır. Lahana ve karalahana'daki limitler Çin'de 0,05 mg/kg ve 0,1 mg/kg'dir. AB'de ise pirinçteki kalıntı limiti 0,01 mg/kg iken Avustralya'da ise 0,02 mg/kg'dir.

Emamectin Benzoat Kalıntısının Tespiti İçin Analitik Yöntemler

Atlantik somonundan elde edilen kas, deri ve sağlam kas+derideki emamectin benzoat kalıntı konsantrasyonunu belirlemek için analitik bir yöntem geliştirilmiş ve onaylanmıştır (Kim-

Kang ve ark., 2004). Yöntem, propilsülfonik asit katı faz ekstraksiyon kartuşu üzerinde bir etil asetat doku ekstraktının temizlenmesine ve ardından N-metilimidazol varlığında trifloroasetik anhidrit ile türevlendirmeye dayanmaktadır. Balık dokularındaki emamektin ve ivermektin kalıntılarını belirlemek için kalıntıların asetonitril ile ekstrakte edildiği ve bir C18 katı faz ekstraksiyon kolonunda temizlendiği başka bir HPLC/FL yöntemi geliştirilmiştir (Van De Riet ve ark., 2001).

a. HPLC

Su ürünlerinin tüketim güvenliği açısından emamektin benzoat kalıntılarının hassas bir şekilde tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır (Kim-Kang et al., 2001). Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC), düşük seviyelerdeki pestisit kalıntılarının analizi için yaygın olarak kullanılan güvenilir ve hassas bir yöntemdir. HPLC, balık dokularındaki emamektin benzoat kalıntılarını tespit etmek için sıklıkla tercih edilmektedir.

Analiz için balığın ilgili dokusunun homojenizasyonu gerekmektedir. Sonrasında elde edilen ekstrakt, HPLC cihazına enjekte edilir. Bu aşamada, HPLC cihazında kullanılan hareketli faz genellikle asetonitril-su karışımıdır ve analitlerin ayrışması uygun bir kolon yardımıyla sağlanır. UV dedektörü kullanılarak 245 nm dalga boyunda ölçümler gerçekleştirilir, böylece emamektin benzoatın varlığı ve miktarı belirlenir (CIPAC, 2024).

Sonuç olarak, HPLC tekniği, balıklardaki emamektin benzoat kalıntılarının hassas bir şekilde belirlenmesi için oldukça uygundur. Bu yöntem, güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği sayesinde, su ürünlerinde pestisit kalıntı analizlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

b. LC/MS

Balıklarda emamektin benzoatın tespiti için HPLC metodu haricinde sıvı kromatografisi/kütle spektrometresi (LC/MS) de kullanılabilir. LC/MS yöntemi, bileşenlerin sıvı kromatografisi yoluyla ayrılmasını ve kütle spektrometresi yoluyla tanımlanmasını birleştirir. Bu teknik, özellikle düşük kalıntı konsantrasyonlarını tespit etmek için yüksek hassasiyet ve özgüllük sağlar (Herme, Nemutlu, Kır, Barrón, & Barbosa, 2008). Balık dokularındaki emamektin benzoat kalıntısının belirlenmesi, ekstraksiyondan sonra bu LC/MS yöntemi ile yapılabilir (Durdan, 2007). Yöntemin hassasiyeti, kalıntıları 0,01 µg/kg gibi çok düşük seviyelerde tespit etme kapasitesine sahiptir (Durdan, 2007). LC/MS, Avrupa Birliği balık ve balık ürünlerinde emamektin benzoat kalıntısının tespitinde gıda güvenliği risk değerlendirmesinde kabul edilebilir yöntemler arasında yer almaktadır.

Sonuç olarak, LC/MS, HPLC gibi balıklarda emamektin benzoat kalıntısı tespiti için kullanılabilen metotlardan biridir.

c. GC/MS

Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (GC/MS) yöntemi uçucu ve termal olarak kararlı bileşiklerin analizi için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Al-Rubaye, Hameed, & Kadhim, 2017). Ancak GC/MS yöntemi sırasında, ısı uygulandığında bozunabilen kararsız moleküllerin oluşturduğu yan ürünler nedeniyle kantitatif sonuçlar elde edilmesini zorlaştırabilir hatta hatalı sonuçlara neden olabilir (Kornilova, Ukolov, Kostikov, & Zenkevich, 2013). Emamektin benzoat kimyasal olarak ısıya ve ışığa duyarlı bir bileşiktir (Tariq, Rafique, Kiran, & Khan, 2014). GC-MS, yüksek sıcaklıklarda buharlaştırma gerektiren bir yöntem olduğundan, emamektin benzoat gibi bileşikler termal bozunmaya uğrayabilir ve analizde istenmeyen yan ürünler oluşturabilir. Dolayısıyla, özellikle emamektin benzoat gibi termal stabil olmayan maddelerin analizi için GC-MS yerine daha hassas ve

matris etkilerine karşı daha dayanıklı olan LC-MS/MS veya HPLC gibi alternatif yöntemler tercih edilebilir (Kornilova et al., 2013).

SONUÇ

Bu derlemede, su ürünleri yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan emamektin benzoatın balık sağlığı üzerindeki etkileri ve balık ürünlerinde kalıntının belirlenmesinde kullanılan analitik yöntemler ele alınmıştır. Emamektin benzoat dünya genelinde paraziter enfestasyonları kontrol etmek için yaygın bir antiparazitik olarak kullanılmakta olup, özellikle balıklarda karaciğer ve böbrek gibi dokularda birikme eğilimindedir. Emamektin benzoatın uygun dozlarda ve doğru uygulama süresi içerisinde kullanımı, su ürünleri endüstrisinde ekonomik kayıpları azaltırken, çevresel etkilerinin de azalmasını sağlayacaktır. Bu nedenle, emamektin benzoatın çevreye yayılması ve hedef dışı organizmalar üzerindeki olumsuz etkileri göz ardı edilmemelidir. Balıkçılık endüstrisinde sürdürülebilirlik açısından, emamektin benzoatın kontrollü kullanımı ve kalıntı analizlerinin hassas yöntemlerle izlenmesi büyük önem taşımaktadır. LC-MS/MS ve HPLC gibi yöntemler, emamektin benzoat kalıntılarının tespitinde yüksek hassasiyet ve doğruluk sağlayarak, gıda güvenliği ve çevre koruma açısından ideal seçenekler olarak ön plana çıkmaktadır.

KAYNAKÇA

- Action, S. I. (2020). World fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization, 2020, 1–244.
- Al-Rubaye, A. F., Hameed, I. H., & Kadhim, M. J. (2017). A review: uses of gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) technique for analysis of bioactive natural compounds of some plants. *International Journal of Toxicological and Pharmacological Research*, 9(1), 81–85.
- Atli, G., & Canli, M. (2007). Enzymatic responses to metal exposures in a freshwater fish *Oreochromis niloticus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 145(2), 282–287.
- Bowker, J. D., Carty, D., & Bowman, M. P. (2013). The safety of SLICE (0.2% emamectin benzoate) administered in feed to fingerling rainbow trout. *North American Journal of Aquaculture*, 75(4), 455–462.
- Cang, T., Zhao, X., & Wu, C. (2007). Toxicity and Safety Evaluation of Emamectin Benzoate on Four Types of Non-target Organism. *Pesticides-Shenyang-*, 46(7), 481.
- Cannavan, A., Coyne, R., Kennedy, D. G., & Smith, P. (2000). Concentration of 22, 23-dihydroavermectin B1a detected in the sediments at an Atlantic salmon farm using orally administered ivermectin to control sea-lice infestation. *Aquaculture*, 182(3–4), 229–240.
- Chowdhury, A. K. J., Saha, D., Hossain, M. B., Shamsuddin, M., & Minar, M. H. (2012). Chemicals used in freshwater aquaculture with special emphasis to fish health management of Noakhali, Bangladesh. *African Journal of Basic & Applied Sciences*, 4(4), 110–114.
- CIPAC. (2024). CIPAC. Retrieved from <https://cipac.org/index.php/m-p/methods-publications>
- Deng, L., Chen, L., Guan, S., Liu, J., Liang, J., Li, X., & Li, Z. (2020). Dissipation of emamectin benzoate residues in rice and rice-growing environments. *Molecules*, 25(3), 483.
- Durden, D. A. (2007). Positive and negative electrospray LC–MS–MS methods for quantitation of the antiparasitic endectocide drugs, abamectin, doramectin, emamectin, eprinomectin, ivermectin, moxidectin and selamectin in milk. *Journal of Chromatography B*, 850(1–2), 134–146.
- Durkin, P. R. (2010). Emamectin benzoate. In *Human Health and Ecological Risk Assessment: Final Report*.
- E Horsberg, T. (2012). Avermectin use in aquaculture. *Current Pharmaceutical*

- Biotechnology, 13(6), 1095–1102.
- Firat, Ö., Cogun, H. Y., Yüzereroğlu, T. A., Gök, G., Firat, Ö., Kargin, F., & Kötemen, Y. (2011). A comparative study on the effects of a pesticide (cypermethrin) and two metals (copper, lead) to serum biochemistry of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 37, 657–666.
- Goodell, P. B. (2011). Volatile Organic Compounds, Pesticides and IPM: Dealing with Air Quality Standards in Pest Management in California, USA. *Outlooks on Pest Management*, 22(1), 10–13.
- Hai-yan, G. A. O., Jing, W., Jiu-sheng, Z. H. U., & Xiong-wu, Q. (2008). Sublethal Effects of Emamectin Benzoate on Food Utilization of *Bombyx mori* Larvae. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 10(3), 297–302.
- Hermo, M. P., Nemutlu, E., Kır, S., Barrón, D., & Barbosa, J. (2008). Improved determination of quinolones in milk at their MRL levels using LC–UV, LC–FD, LC–MS and LC–MS/MS and validation in line with regulation 2002/657/EC. *Analytica Chimica Acta*, 613(1), 98–107.
- Innal, D. (2020). Detection of ectoparasite *Lernaea cyprinacea* (Copepoda: Lernaeidae) on some Cypriniformes fish from the Mediterranean region of Turkey. *Commagene Journal of Biology*, 4(2), 121–125.
- Innal, D., & Avenant-Oldewage, A. (2012). Occurrence of *Lernaea cyprinacea* on mosquito fish (*Gambusia affinis holbrooki*) from Kundu Estuary (Antalya-Turkey). *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol*, 32(4), 141.
- Johnson, S. C., Bravo, S., Nagasawa, K., Kabata, Z., Hwang, J., Ho, J., & Shih, C. T. (2004). A review of the impact of parasitic copepods on marine aquaculture. *Zoological Studies*, 43(2), 229–243.
- Julinta, R. B., Abraham, T. J., Roy, A., Singha, J., Bardhan, A., Sar, T. K., ... Kumar, K. A. (2020). Safety of emamectin benzoate administered in feed to Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 75, 103348.
- Kim-Kang, H., Crouch, L. S., Bova, A., Robinson, R. A., & Wu, J. (2001). Determination of emamectin residues in the tissues of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) using HPLC with fluorescence detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11), 5294–5302.
- Kornilova, T. A., Ukolov, A. I., Kostikov, R. R., & Zenkevich, I. G. (2013). A simple criterion for gas chromatography/mass spectrometric analysis of thermally unstable compounds, and reassessment of the by-products of alkyl diazoacetate synthesis. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 27(3), 461–466.
- Koyun, M., Ulupinar, M., & Mart, A. (2015). First Record of *Lernaea cyprinacea* L. 1758 (Copepoda: Cyclopoida) on *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843 from Eastern Anatolia, Turkey. *Biharean Biol*, 9, 44–46.
- Li, X., Wei, F., & Li, S. (2007). Acute and cumulative toxicity of emamectin benzoate on Japanese quail. *PESTICIDES-SHENYANG*, 46(5), 341.
- Lloyd, M. G. (1999). Scottish environmental protection agency: Making sense of a fragmenting environment. *Scottish Affairs*, 29(1), 28–42.
- Özak, A. A. (2020). Sea lice (Copepoda: Caligidae) of Turkey, with the discovery of *Caligus quadratus* Shiino, 1954 in the Mediterranean Sea and the re-description of a rare caligid copepod, *Caligus scribae* Essafi, Cabral & Raibaut, 1984. *Systematic Parasitology*, 97(6), 779–808. <https://doi.org/10.1007/s11230-020-09953-1>
- Rahmati-Holasoo, H., Marandi, A., Shokrpour, S., Goodarzi, T., Ziafati Kafi, Z., Ashrafi Tamai, I., & Ebrahimzadeh Mousavi, H. (2023). Clinico-histopathological and phylogenetic analysis of protozoan epibiont *Epistylis wuhanensis* associated with crustacean parasite *Lernaea cyprinacea* from ornamental fish in Iran. *Scientific Reports*, 13(1), 14065.
- Raissy, M., Sohrabi, H. R., Rashedi, M., & Ansari, M. (2013). Investigation of a parasitic outbreak of *Lernaea cyprinacea* Linnaeus (Crustacea: Copepoda) in Cyprinid fish from Choghakhor lagoon.

- Sayyadzadeh, G., Esmaili, H. R., Ghasemian, S., Mirghiyasi, S., Parsi, B., Zamanpoore, M., & Akhlaghi, M. (2016). Co-invasion of anchor worms *Lernaea cyprinacea* (Copepoda: Lernaeidae) in some freshwater fishes of the Kor River Basin, Southwest of Iran with some remarks on the ecological aspects of lernaecosis in the country. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(1), 369–389.
- Stone, J., Sutherland, I. H., Sommerville, C., Richards, R. H., & Varma, K. J. (2000). Commercial trials using emamectin benzoate to control *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) and *Caligus elongatus* Nordman infestations in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Diseases of Aquatic Organisms*, 41, 141–149.
- Tariq, S. R., Rafique, N., Kiran, S., & Khan, A. M. (2014). Photo-induced degradation of emamectin benzoate: effect of iron amendments and solvent system. *Environmental Earth Sciences*, 72(4), 983–988. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-3015-6>
- Ürkü, Ç., & Önalın, Ş. (2018). First Report of *Lernaea cyprinacea* (Copepoda: Lernaeidae) on Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from the Sarı Mehmet Dam Lake in Van-Turkey. *European Journal of Biology*, 77(1), 42–45.
- Wolterink, G., van Kesteren, P., & McGregor, D. (2012). Emamectin benzoate. *Pesticide Residues in Food—2011*, 211.

**GIDALARDAKI MIKROPLASTIK BIRIKIMİNDE
BESİN KOMPOZİSYONU ETKİLERİ**

**THE INTERACTIONS BETWEEN CLIMATE CHANGE
AND MICROPLASTIC IN FOOD CHAIN**

Assoc.Prof.Elif Tuğçe Aksun Tümerkan

Department of Food Processing-Food Technology, Ankara Yıldırım Beyazıt University,
Vocational School of Health Services, Ankara, Turkey
AYBU Central Research Laboratory, Application and Research Center, Ankara Yıldırım
Beyazıt University, Ankara 06010, Turkey

ÖZET

Gıda numunesindeki MP'lerin biyobirikimi, ham maddenin yakın bileşiminden, işleme yöntemlerinden, paketlenme malzemelerinden ve saklama koşullarından etkilenir. Yaklaşık bileşim, yani protein, lipit ve nem seviyeleri, kızartma, tütüleme, fırında pişirme ve konserveleme gibi termal ve termal olmayan işlemlerle de değişir. Bazı araştırmalar, yakınsal değerlerin farklı gıdalardaki mikroplastik biyobirikiminde farklılıklara neden olduğunu ortaya çıkardı. Özellikle lipit ve nem seviyeleri MP birikiminde farklılaşmaya neden olur. Mikroplastikler, yağlı diyetlerde daha yaygın olabilecek hidrofobik kirleticileri emebilir. Balık veya süt ürünleri gibi daha fazla yağ içeren gıdalar daha fazla mikroplastik içerebilir. Gıdanın protein bileşimi ve yapısı, mikroplastiklerin gıda matrisiyle nasıl asimile edildiğini veya etkileşime girdiğini etkileyebilir. Daha yüksek protein içeriği, mikroplastikleri daha hafif, daha gözenekli yemeklerden daha iyi yakalayabilir. Daha yüksek nem içeriğine sahip gıdalar, mikroplastiklerin taşınmasına ve birikmesine yardımcı olabilir; çünkü nem, kirleticileri çözebilir veya dağıtabilir ve böylece biyoyararlılığı artırabilir. Lipit düzeyi ve dolayısıyla lipit oksidasyonu, mikroplastikler ile lipit ve protein konsantrasyonları arasında güçlü bir etkileşime sahiptir. Bazı araştırmalar, gıdanın TBA değerlerinin gökkuşağı alabalığında Mikroplastiklerin varlığı ile pozitif korelasyonunu ortaya çıkardı. Bildirildiği gibi, mikroplastiklerin varlığı depolama sırasında gıdadaki lipit peroksidasyonunu artırma potansiyeline sahiptir. Bu derlemede, farklı gıda maddelerinin gıda üzerindeki mikroplastik biyobirikimi üzerindeki yaklaşık bileşimi ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikroplastik, besin zinciri, asitlik, sıcaklık, biyolojik birikim

ABSTRACT

The bioaccumulation of MPs in the food sample is influenced by the proximate composition of the raw material, processing methods, packing materials, and storage conditions. The proximate composition, namely the protein, lipid, and moisture levels, also changed by thermal and non-thermal processing such as frying, smoking, baking, and canning. Some research revealed that the proximal values cause the variation in microplastic bioaccumulation in different foods. Especially lipid and moisture levels cause the differentiation in MP accumulation. Microplastics can absorb hydrophobic pollutants, which may be more common in fatty diets. Foods with a greater fat content, such as fish or dairy products, may contain more microplastics. The protein composition and structure of food can affect how microplastics are assimilated or interact with the food matrix. The higher protein content may

trap microplastics better than lighter, more porous meals. Foods having a higher moisture content may aid in the transport and accumulation of microplastics, as moisture can dissolve or scatter pollutants, thereby increasing bioavailability. Lipid level and therefore, lipid oxidation has a strong interaction between microplastics and lipid and protein concentrations. Some research revealed the positive correlation of TBA values of food with the occurrence of MPs in the rainbow trout. The presence of microplastics has the potential to increase lipid peroxidation in food during storage, as reported. In this review, the proximate composition of different food items on the microplastic bioaccumulation on food has been reviewed in detail.

Keywords: Microplastic, food chain, acidity, temperature, bioaccumulation

INTRODUCTION

Recent studies indicate that microplastics (MPs) significantly affect lipid metabolism and accumulation in aquatic organisms. Lipid, protein, moisture and ash level of food comprise the proximate composition and these contents directly impact on the quality, shelf life and safety concept of the end product.

The absorption and distribution of lipophilic contaminants in organisms is heavily controlled by lipid levels and composition. Gastrointestinal absorption of persistent organic pollutants is linked to blood lipid concentrations, with higher lipid levels promoting increased absorption (Schlummer et al., 1998). Lipid content influences pollutants' bioaccumulation potential in aquatic species, with contaminants relocating to lipid-rich tissues after lipid depletion (Ewald, 1996). However, different lipid extraction procedures might provide varied findings, which affects pollutant concentration estimations adjusted to lipid content (Randall et al., 1991). Pollutants and nutrients, particularly lipophilic chemicals, interact on a variety of levels, including common food sources, metabolic pathways, and molecular targets. These interactions have the potential to distort epidemiological research and underestimate chemical health risks (Cano-sancho & Casas, 2020).

According to research, there is a complicated link between environmental contaminants, dietary nutrients, and human health. Lipophilic contaminants, such as dioxins and PCBs, might interact with nutrients at different levels, thereby complicating epidemiological investigations (Cano-sancho & Casas, 2020). Some pollutants have positive connections with fat mass, whilst others have negative correlations, implying a complex involvement in obesity (Rönn et al., 2011). Blood lipid levels impact the absorption of these chemicals in the digestive system, and dietary fat consumption may promote pollutant absorption via a "fat-flush" process (Schlummer et al., 1998). Nutrition can influence the toxicity of environmental contaminants, and some diets may increase exposure to fat-soluble poisons. In contrast, fruits and vegetables high in antioxidants and anti-inflammatory chemicals may give protection against pollutant-induced health consequences (Hennig et al.). According to research, there is a considerable association between protein levels and pollutant absorption in diet. Toma and Nakai (1971) used spectrophotometric techniques to show a substantial relationship between protein content and absorbance in a variety of dietary items. Zhang et al. (2013) discovered that polychlorinated biphenyls (PCBs) had a negative effect on soil protein content and expression, implying that protein levels might be used to detect soil contamination. Quinnell et al. (2004) suggested a protein model for pollution absorption that challenged the standard diffusion model and highlighted the significance of membrane proteins in controlling pollutant trafficking. This model implies that organisms can rapidly assimilate solid-phase contaminants attached to sediments and soils. Wang et al. (2022) investigated the binding process between cadmium and proteins in diet, emphasizing the relevance. Moisture sorption isotherms are important for forecasting food stability and shelf life since water activity

impacts several physicochemical and biological processes (Caballero-Cerón et al., 2015). These findings underscore the role of moisture content in pollutant absorption and food preservation, stressing the necessity for adequate moisture control in a variety of applications to reduce pollutant uptake and maintain food quality.

Lipid Content and Microplastic Accumulation

Recent research has found that microplastics (MPs) have a major impact on lipid metabolism and accumulation in aquatic species. In zebrafish, MP exposure paired with a high-fat diet (HFD) resulted in increased MP accumulation, raised lipid levels, and liver inflammation (Seenivasan Boopathi et al., 2023; Juan Du et al., 2023). MPs also inhibited lipid digestion in simulated human gastrointestinal systems by creating lipid-MP aggregates and adsorbing lipase, perhaps compromising food assimilation (H. Tan et al., 2020). Furthermore, polystyrene MPs reduced the accumulation of critical fatty acids in freshwater algae, altering their lipid composition and perhaps affecting photosynthesis and food quality for primary consumers (I. Guschina et al., 2020).

Relation between Microplastic Accumulation and Protein of food

Microplastics (MPs) are increasingly being detected in a variety of food sources, suggesting significant health hazards. Studies have found considerable MP contamination in frequently eaten proteins, with highly processed meals carrying more MPs than less processed ones (Milne et al., 2023). Seafood, notably mussels and shrimp, as well as sea salt, have been recognized as major sources of MPs in the food chain (Atakan et al., 2021). MPs and proteins can combine to create corona complexes, possibly enhancing toxicity and accumulation in organisms (Luo et al., 2022). MPs can enter the human food chain via animal and plant meals, food additives, beverages, and plastic packaging (Mamun et al., 2022). Recent research has demonstrated the complicated relationships between microplastics (MPs) and proteins in food systems. MPs can adsorb proteins and form corona complexes, which change protein structure and function (Gligorijevic et al., 2024; Luo et al., 2022). These interactions might enhance MP toxicity and accumulation in organisms, potentially causing oxidative stress and intestinal damage (Luo et al., 2022). Research has found that MP contamination varies by protein source, with more processed meals carrying much more MPs than minimally processed foods (Milne et al., 2023). Exposure to MPs can alter protein expression in aquatic species, influencing ribosome function, energy metabolism, and oxidative stress response (Magni et al., 2019).

The Impact Of Moisture Level of Food on the Microplastic Absorbance

Microplastics (MPs) have emerged as major pollutants in food and drinks, generating worries about their effects on human health (Carmen Rubio-Armendáriz et al., 2022). MPs have been found in a variety of dietary items, including drinking water, shellfish, salt, sugar, and honey (Suman Giri et al., 2024). MPs are commonly found in tap water, bottled water, and food packaging materials (Md Iftakharul Muhib et al., 2022). Exposure to MPs through food consumption might result in oxidative stress, inflammation, and alteration of biological processes (Suman Giri et al., 2024). According to estimates, humans may consume hundreds of thousands of MP particles each year through food (Bozidar Udovicki et al., 2022). Moisture level of food has impacted directly absorbance of microplastic depends on polymer type, thermal degradation and acidity of food.

CONCLUSION

The main findings linked to the proximate composition of food published in several studies from various food item nations were compared. The key conclusions of this study are that the possible relationships between lipid, protein, and moisture levels of food and microplastic in food products might be investigated at the industrial level in drinks, dairy products, seafood, and meat products in the future.

REFERENCCESS

- Boopathi, S., Haridevamuthu, B., Mendonca, E., Gandhi, A., Priya, P. S., Alkahtani, S., ... & Malafaia, G. (2023). Combined effects of a high-fat diet and polyethylene microplastic exposure induce impaired lipid metabolism and locomotor behavior in larvae and adult zebrafish. *Science of the Total Environment*, 902, 165988.
- Caballero-Cerón, C., Guerrero-Beltrán, J. A., Mújica-Paz, H., Torres, J. A., & Welti-Chanes, J. (2015). Moisture sorption isotherms of foods: experimental methodology, mathematical analysis, and practical applications. *Water stress in biological, chemical, pharmaceutical and food systems*, 187-214.
- Cano-Sancho, G., & Casas, M. (2021). Interactions between environmental pollutants and dietary nutrients: current evidence and implications in epidemiological research. *J Epidemiol Community Health*, 75(2), 108-113.
- Du, J., Hu, Y., Hou, M., Zhou, J., Xiang, F., Zheng, H., ... & Xiao, H. (2023). Combined effects of high-fat diet and polystyrene microplastic exposure on microplastic bioaccumulation and lipid metabolism in zebrafish. *Fish & Shellfish Immunology*, 137, 108803.
- Ewald, G. S. (1998). Role of lipids in the fate of organochlorine compounds in aquatic ecosystems.
- Gligorijevic, N., Lujic, T., Mutic, T., Vasovic, T., de Guzman, M. K., Acimovic, J., ... & Velickovic, T. C. (2024). Ovalbumin interaction with polystyrene and polyethylene terephthalate microplastics alters its structural properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 267, 131564.
- Guschina, I. A., Hayes, A. J., & Ormerod, S. J. (2020). Polystyrene microplastics decrease accumulation of essential fatty acids in common freshwater algae. *Environmental Pollution*, 263, 114425.
- Hennig, B., Ettinger, A. S., Jandacek, R. J., Koo, S., McClain, C., Seifried, H., ... & Suk, W. A. (2007). Using nutrition for intervention and prevention against environmental chemical toxicity and associated diseases. *Environmental health perspectives*, 115(4), 493-495.
- Luo, H., Du, Q., Zhong, Z., Xu, Y., & Peng, J. (2022). Protein-coated microplastics corona complex: An underestimated risk of microplastics. *Science of The Total Environment*, 851, 157948.
- Magni, S., Della Torre, C., Garrone, G., D'amato, A., Parenti, C. C., & Binelli, A. (2019). First evidence of protein modulation by polystyrene microplastics in a freshwater biological model. *Environmental Pollution*, 250, 407-415.
- Milne, M. H., De Frond, H., Rochman, C. M., Mallos, N. J., Leonard, G. H., & Baechler, B. R. (2024). Exposure of US adults to microplastics from commonly-consumed proteins. *Environmental Pollution*, 343, 123233.
- Muhib, M. I., Uddin, M. K., Rahman, M. M., & Malafaia, G. (2023). Occurrence of microplastics in tap and bottled water, and food packaging: A narrative review on current knowledge. *Science of The Total Environment*, 865, 161274.

- Pandey, S., Joshi, G., & Kumar, R. (2024). Persistent Microplastics in Ecosystem: The Role of Microalgae-Microplastic Interactions. In *Microplastics and Pollutants: Interactions, Degradations and Mechanisms* (pp. 207-218). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Rubio-Armendáriz, C., Alejandro-Vega, S., Paz-Montelongo, S., Gutiérrez-Fernández, Á. J., Carrascosa-Iruzubieta, C. J., & Hardisson-de la Torre, A. (2022). Microplastics as emerging food contaminants: a challenge for food safety. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1174.
- Rönn, M., Lind, L., van Bavel, B., Salihovic, S., Michaëlsson, K., & Lind, P. M. (2011). Circulating levels of persistent organic pollutants associate in divergent ways to fat mass measured by DXA in humans. *Chemosphere*, 85(3), 335-343.
- Schlummer, M., Moser, G. A., & McLachlan, M. S. (1998). Digestive tract absorption of PCDD/Fs, PCBs, and HCB in humans: mass balances and mechanistic considerations. *Toxicology and applied pharmacology*, 152(1), 128-137.
- Tan, H., Yue, T., Xu, Y., Zhao, J., & Xing, B. (2020). Microplastics reduce lipid digestion in simulated human gastrointestinal system. *Environmental science & technology*, 54(19), 12285-12294.
- Udovicki, B., Andjelkovic, M., Cirkovic-Velickovic, T., & Rajkovic, A. (2022). Microplastics in food: scoping review on health effects, occurrence, and human exposure. *International Journal of Food Contamination*, 9(1), 7.
- Quinnell, S., Hulsman, K., & Davie, P. J. (2004). Protein model for pollutant uptake and elimination by living organisms and its implications for ecotoxicology. *Marine Ecology Progress Series*, 274, 1-16.
- Wang, R., Sang, P., Guo, Y., Jin, P., Cheng, Y., Yu, H., ... & Qian, H. (2023). Cadmium in food: Source, distribution and removal. *Food Chemistry*, 405, 134666.
- Zhang, X., Li, F., Liu, T., Peng, C., Duan, D., Xu, C., ... & Shi, J. (2013). The influence of polychlorinated biphenyls contamination on soil protein expression. *International Scholarly Research Notices*, 2013(1), 126391.

BEYAZ KİRAZ SAPLARININ MUFFİN KEKLERİN FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF WHITE CHERRY STEM ON PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF MUFFIN CAKES

Tuğba DEDEBAŞ

Dr. Öğr. Üyesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Bolvadin Meslek Yüksekokulu, Afyon, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1663-0165>

Emine TECEM

Gıda Teknikeri, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Bolvadin Meslek Yüksekokulu, Afyon, Türkiye

ÖZET

Değişen yaşam koşulları ve yaygınlaşan sağlıksız beslenme alışkanlıkları nedeniyle insanların kronik hastalıklara yakalanma risklerini arttırmaktadır. Tüketicilerin sağlıklı beslenme konusunda bilinçlenmesiyle beraber hastalıkların tedavisinde kiraz sapı, mısır püskülü, öksü otu gibi bitkilerin kullanımı giderek artmaktadır. Tarımsal gıda atıkları genellikle diyet takviyelerinin ve ilaç ürünlerinin hazırlanmasında kullanılan biyoaktif moleküller gibi değerli bileşikler açısından zengindir. Özellikle bazı meyve ve sebze endüstrisi atıkları veya yan ürünleri (örneğin posa, çekirdek, sap ve yaprak) içermiş olduğu bileşenler nedeniyle öneme sahiptir. Bu gıda yan ürünlerinin geri kazanılması ve matrislerdeki biyoaktif bileşiklerin değerlendirilmesi ekonomik ve çevresel konular söz konusu olduğunda gereklidir. Son yıllarda, hem bilimsel hem de endüstriyel alanlarda biyoatıkların ham madde olarak kullanımı büyük ilgi görmektedir. Yapılan araştırmalarda Konya İli Ereğli İlçesinde önemli miktarda yetiştirilen tatlı kiraz diğer ismiyle beyaz kiraz saplarının fonksiyonel bileşikler içermesi nedeniyle önemli olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada farklı oranlarda beyaz kiraz sapı unu içeren muffin keklerin biyoaktif bileşimi, tekstürel ve duyuşsal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla muffin keklerin üretimi sırasında kontrol (%0), %20 ve %40 oranlarında beyaz kiraz sapı içeren kekler üretilmiştir. Farklı oranlarda beyaz kiraz sapı unu içeren muffin kek örneklerinde kiraz sapı unu miktarı arttıkça toplam fenolik madde miktarında artış meydana gelmiştir. Yapılan duyuşsal değerlendirme sonucunda %40 oranında kiraz sapı unu içeren örneklerde tadında değişim meydana geldiği için tercih edilmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Beyaz kiraz sapı, Muffin kek, Tekstürel özellikleri, Duyusal değerlendirme

ABSTRACT

Changing living conditions and widespread unhealthy eating habits increase people's risk of developing chronic diseases. With consumers becoming more aware of healthy eating, the use of plants such as cherry stalks, corn silk, and mistletoe in the treatment of diseases is increasing. Agricultural food wastes are generally rich in valuable compounds such as bioactive molecules used in the preparation of dietary supplements and pharmaceutical products. Especially some fruit and vegetable industry wastes or by-products (e.g. pulp, seed, stem and leaf) are important due to the components they contain. The recovery of these food

by-products and the evaluation of bioactive compounds in matrices are necessary when it comes to economic and environmental issues. In recent years, the use of biowastes as raw materials has attracted great interest in both scientific and industrial fields. Studies have shown that sweet cherry, also known as white cherry stalks, grown in significant amounts in the Ereğli District of Konya Province are important because they contain functional compounds. In this study, it was aimed to determine the bioactive composition, textural and sensory properties of muffin cakes containing different amounts of white cherry stalk flour. For this purpose, during the production of muffin cakes, cakes containing white cherry stalks at control (0%), 20% and 40% were produced. In muffin cake samples containing different amounts of white cherry stalk flour, as the amount of cherry stalk flour increased, the amount of total phenolic substance increased. As a result of the sensory evaluation, samples containing 40% cherry stalk flour were not preferred because their taste changed.

Keywords: White cherry stem, Muffin cake, Textural properties, Sensory evaluation

Giriş

Kiraz (*Prunus avium* L.), tadı, rengi, besin değeri, biyoaktif özellikleri ve sağlık üzerindeki yararlı etkileri nedeniyle oldukça değerli bir meyvedir. Botanik olarak Rosaceae familyasına ve *Prunus* cinsine aittir. Dünya çapında en yüksek üretime sahip ülkeler sırasıyla Türkiye (%25), ABD (%12), Özbekistan (%7), Şili (%6), İran (%5), İtalya (%4) ve İspanya (%4)'dır. Özellikle 2020 yılında dünya çapında 2,6 milyon ton tatlı kiraz üretilmiş olup, başlıca üretici ülkeler Türkiye (724.000 ton), Amerika Birleşik Devletleri (294.000 ton) ve Şili'dir (255.000 ton) Kiraz çoğunlukla taze olarak tüketilse de dondurulmuş, konserve, meyve suyu, şarap, tuzlu su ve kurutulmuş formlarda da tüketilmektedir (Chezanoglou vd., 2024; Soaers Mateus vd., 2023). Yılda tonlarca tatlı kiraz üretilmesine rağmen, tonlarca sap, çekirdek/çekirdek ve pazarlanamayan meyveler de israf edilmektedir ve çekirdekler kirazların toplam kütlelerinin yaklaşık %14,6'sını oluşturmaktadır (Bursal ve ark., 2013; Milea ve ark., 2019 ; Chezanoglou, 2024). Bu yan ürünler, pektin, lipitler, flavonoidler, diyet lifleri vb. gibi biyoaktif bileşiklerin geri kazanımı için potansiyel olarak umut verici bir hammadde olabilmektedirler (Ramadan ve Farag, 2022). Tatlı kiraz sapsaplarının alternatif tıpta geleneksel kullanımı, uzun tarihsel tüketimleri nedeniyle tüketici ilgisini çekmiştir. Tatlı kiraz sapsapları, geleneksel tıpta sıklıkla yatıştırıcı, idrar söktürücü ve böbrek taşlarının, ödemin ve hipertansiyonun giderilmesinde drenaj olarak kullanılmaktadır (Nastic ve ark., 2020).

Glütensiz gıdalar (GF), bileşenlerin formülasyonunun önemli bir rol oynadığı yenilikçi ürünler kategorisidir. Son zamanlarda, çölyak hastalığının önemli ölçüde artması, GF ürünlerine olan talebin önemli ölçüde artmasıyla sonuçlanmaktadır (Dedebas ve Cebi, 2024).

Gıda yan ürünlerinin geri kazanılması ve matrislerdeki biyoaktif bileşiklerin değerlendirilmesi ekonomik ve çevresel konular söz konusu olduğunda gereklidir. Son yıllarda, hem bilimsel hem de endüstriyel alanlarda biyoatıkların ham madde olarak kullanımı büyük ilgi görmektedir. Bu çalışmada farklı oranlarda beyaz kiraz sapı unu içeren glutensiz muffin keklerin biyoaktif bileşimi, tekstürel ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Materyal ve metod

Beyaz kiraz saplı muffin keklerin üretiminde kullanılan pirinç unu ve mısır nişastası içeren ticari glutensiz un karışımı, şeker, yumurta, ayçiçek yağı, süt, ve kabartma tozu yerel marketlerden temin edilmiştir. Muffin kek üretiminde kullanılan kiraz sapsapları Konya ilinin Ereğli ilçesinden bulunan beyaz kiraz ağaçlarından elde edilerek güneşte kurularak CVS marka öğütücüde öğütülerek ince un haline getirilmek amacıyla elenmiştir.

Metod

Glutensiz muffin keklerin üretimi

Kiraz saplı glutensiz muffin keklerin üretiminde kullanılan kiraz sapsarı unlarının miktarı toplam un miktarının kontrol (%0), % 20 ve % 40 olarak ayarlanmış ve 3 farklı kek üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Kek üretiminde 110 gr yumurta ve 200 gr şeker belli bir süre çırpıldıktan sonra sırasıyla formülasyonda yer alan 110 mililitre bitkisel yağ, 150 ml süt, 270 gr un karışımı ve 1.5 gr kabartma tozu ilave edilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan kek karışımları 180 C°'de 25 dk pişirilmiştir.



Şekil 1. Kiraz saplı glutensiz muffin kekler

Kiraz Sapsarı Glutensiz Muffin Kek Analizleri

Keklerin Pişirme Verimi, Hacim, Simetri ve Tekdüzelik İndeksi Değerleri

Kek örneklerinin pişirme verimi hamurunun pişirme sonrası ağırlığının, pişirme öncesi ağırlığına bölünmesi ile hesaplanmıştır ve sonuçlar % olarak vermiştir. Muffin kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi değerlerinin belirlenmesinde Amerikan Tahıl Kimyagerleri Derneği Metod 10-91 (AACC 2000) şablon yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Şekil 2'de görüldüğü üzere soğutulduktan sonra kekler dikey olarak merkezlerinden kesilerek milimetrik kağıt yardımıyla |BB'|, |CC'| ve |DD'| uzunlukları(mm) belirlenmiş ve aşağıda verilen formüllere göre değerler hesaplanmıştır.

Hacim indeksi (mm) = |BB'| + |CC'| + |DD'|

Simetri indeksi (mm) = 2 X |CC'| - |BB'| - |DD'|

Tekdüzelik indeksi (mm) = |BB'| - |DD'|



Şekil 2. Kiraz saplı muffin keklerin dikey kesitleri

Kiraz sapsarı muffin keklerin toplam fenolik madde içeriği

Kek örneklerinde bulunan fenolikler Göksel Sarac ve ark., (2022) tarafından bildirilen yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak ekstrakte edildi. Bu amaçla parçalanmış kekler, 1:5 (w / v) oranında % 80 (h / h) metanol ile karıştırıldı. Elde edilen ekstraktlar toplam fenolik madde miktarı analizi için kullanılmıştır. Örneklerin toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu (FC) metoduna göre 760 nm spektrofotometre kullanılarak tespit edildi ve sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (mg GAE/MI) olarak belirlendi.

Glutensiz kiraz saplı muffin keklerin tekstürel özellikleri

Kiraz sapı unu ve ticari un karışımı ile üretilen glutensiz muffin kek örneklerinin sertlik (g), yapışkanlık, çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve esneklik gibi doku özellikleri tekstür analiz cihazında (T.A.HD Plus Stable Micro Systems, İngiltere) 36 mm çapında P/36R probu ve 50 N'luk yük hücresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm ölçümler en az beş paralelli olarak gerçekleştirildi.

Glutensiz kiraz saplı muffin keklerin duyuşsal özellikleri

Duyusal analiz toplam 20 kişiyle oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Panelistlere yapılan kek hakkında bilgilendirme yapılarak herhangi bir rahatsızlıklarının olup olmadığı sorulmuştur. Panelistlerden muffin kek örneklerinde kabuk rengi ve görünüm, iç gözenek yapısı, iç rengi, tat ve aroma, koku, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik kriterlerini değerlendirilmesi istenmiştir. Değerlendirmede 1-9 kadar puanlama sistemi kullanılmıştır. Örnekler için sorulan her bir kriterin değerlendirmesinde 1 en düşük 9 ise en yüksek puana karşılık gelecek şekilde değerlendirme yapılmıştır.

Sonuç ve Tartışma

Kiraz saplı muffin keklerin pişirme verimi, tek düzelik, simetri ve hacim indeksleri

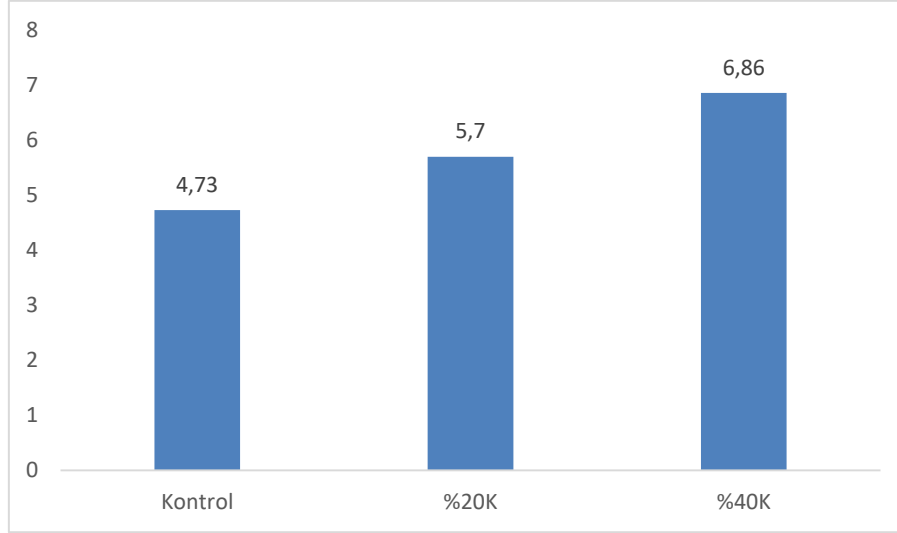
Kiraz sapı ilave edilerek üretilen muffin kekler örneklerinin (kontrol, % 20 ve % 40) pişirme verimi, hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Muffin keklerin % pişirme değerleri % 93.94- 96.97 arasında değişim gösterirken kiraz sapı ilavesiyle verimde bir azalma meydana geldiği tespit edilirken bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Hacim indeksi, keklerin hacimleri hakkında fikir verir ve kek hamurunun kıvamı, çırpma hızı, çırpma süresi, karışım, pişirme sıcaklıkları gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Dedebas ve Cebi, 2024). Kontrol, % 20 ve % 40 oranında kiraz sapı içeren muffin keklerin hacim indeks değeri sırasıyla 118 mm, 99 mm ve 98.50 mm olarak tespit edilmiş ve kiraz sapı ilavesiyle kek hacminde azalma meydana gelmiştir (Tablo 1). Simetri indeksi değeri, kek yüzeyinin orta ve yan alanları arasındaki yükseklik farklarını göstermektedir ve simetri indeksi değerinin pozitif (+) olması kek yüzeyinin kabarık (bombeli) olmasını ve sıfıra yakın olması ise yüzeyin düz olduğunu belirtmektedir (İpek ve Dizlek, 2018). Kontrol %20 ve % 40 oranında kiraz sapı unu içeren keklerin simetri indeks değerleri sırasıyla 17 , 6.15 ve 6.50 olarak belirlenmiş ve pozitif simetri değeri kek yüzeyinin kabarık olduğunu göstermektedir. Fakat kontrol örneğinin kiraz sapı içeren keklere göre daha çok kabardığı fakat bu kabarmanın düzgün olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte kek örneklerinin tek düzelik indeksinin sıfıra yakın olması homojenliği ve keklerin kalitesini ifade etmektedir. Analiz edilen tüm kek örneklerinin tek düzelik değerleri sıfıra yakın bulunurken % 20 ve % 40 oranlarından kiraz sapı unu içeren kekler daha düzgün yapıya sahiptirler.

Örnekler	Pişirme verimi (%)	Hacim indeksi (mm)	Simetri indeksi (mm)	Tekdüzelik (cm)
Kontrol	96.77 ^a ±0.28	118.00 ^a ±2.83	17.00 ^a ±2.83	-1.30 ^c ±0.83
%20	95.19 ^a ±0.85	99.00 ^b ±1.41	6.15 ^b ±1.41	-0.60 ^b ±0.41
%40	93.94 ^a ±0.65	98.50 ^c ±2.12	6.50 ^b ±2.12	-0.35 ^a ±0.25

Tablo 1. Kiraz saplı muffin keklerin pişirme verimi, tek düzelik, simetri ve hacim indeksleri

Kiraz saplı glutensiz muffin keklerin toplam fenolik madde içeriği

Kontrol, % 20 ve % 40 oranında kiraz sapı içeren glutensiz muffin keklerin toplam fenolik madde içeriği mg gallik asit/ ml olarak belirlenmiştir. Glutensiz muffin keklerin toplam fenolik madde içeriği 4.73- 6.86 mg gallik asit/ ml arasında değişim gösterirken kiraz sapı ununun ilavesiyle toplam fenolik madde içeriğinde artış meydana gelmiştir (Şekil 3)



Şekil 3. Glutensiz muffin keklerin toplam fenolik madde içeriği

Kiraz saplı glutensiz muffin keklerin tekstürel özellikleri

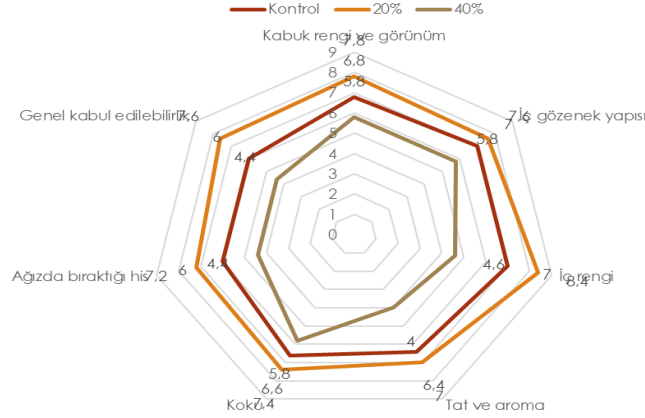
Farklı oranlarda kiraz sapı unu içeren glutensiz muffin keklerin sertlik (g), yapışkanlık (g.sn), esneklik (cm), yayılma, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik özellikleri Tablo 2`de gösterilmiştir. Kekin sıkıştırılması sonucu ölçülen kuvvet olarak tanımlanan sertlik değeri kiraz sapı unu ilavesiyle beraber artış meydana gelmiştir ve bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Kek örneklerine uygulanan tekstür analizinde yapışkanlık, kek ile kekin temas ettiği yüzey arasındaki çekim kuvvetini yenebilmesi için ortaya konulan iş olarak tanımlanmaktadır. Sakızimsılık kekin yapısını oluşturan bağların gücünü ifade etmektedir (İpek ve Dizlek, 2018) Kiraz sapı ilavesiyle kontrol, % 20 ve % 40 un içeren muffin keklerin yapışkanlık değeri sırasıyla -1.39, -158.77 ve -194.62 olarak tespit edilirken yapışkanlık değerinde bir azalma meydana gelmiştir. Glutensiz muffin keklerin sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri sırasıyla 936.79-1794.04 ve 780.41-1256.73 değerleri arasında değişim gösterirken kiraz sapı ilavesi keklerin içinde bağların kuvvetlenmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Tablo 2. Kiraz saplı muffin keklerin tekstürel özellikleri

Örnekler	Sertlik (g)	Yapışkanlık (g.sec)	Esneklik (cm)	Yayılma	Sakızimsılık	Çiğnenebilirlik
Kontrol	2009.93 ^c ±93.79	-1.39 ^a ±1.18	0.83 ^a ±0.06	0.47 ^a ±0.01	936.79 ^c ±44.48	780.41 ^c ±81.66
%20	3655.74 ^b ±25.57	-158.77 ^b ±10.45	0.74 ^a ±0.04	0.36 ^b ±0.02	1234.22 ^b ±84.50	916.71 ^b ±95.64
%40	5060.72 ^a ±85.12	-194.62 ^c ±40.54	0.81 ^a ±0.03	0.38 ^b ±0.05	1794.04 ^a ±92.03	1256.73 ^a ±44.36

Kiraz saplı glutensiz muffin keklerin duysal özellikler

Kiraz sapı unu kullanılarak üretilen muffin keklerin duysal analiz sonuçları Şekil 3'de gösterilmiştir. Panelistler kabuk rengi ve görünüm, iç gözenek yapısı, iç rengi, tat ve aroma, koku, ağızda bıraktığı his gibi duysal parametreler bakımından en yüksek beğeniye % 20 oranında kiraz sapı içeren muffin kekler olduğunu belirtirken % 40 içeren muffin keklerde kiraz sapı ununu algıladıklarını söylemişlerdir. Genel olarak panelistler tarafından en çok % 20 > Kontrol > % 40 sıralamasında bir beğeni göstermişlerdir.



Şekil 3. Kiraz saplı muffin keklerin duysal analiz sonuçları

Tartışma

Kiraz sapı kullanımı;

1. fırıncılık sektörü sağlığa faydalıdır,
2. biyolojik olarak aktif gıda bileşenlerinin iyi bir kaynağıdır,
3. düşük ekonomik değere sahiptir,
4. besin açısından zengin bileşenler içerir,
5. gıdaların çözünmeyen ve toplam diyet liflerinde artış sağlar

Kaynaklar

1. Bursal, E., Köksal, E., Gülçin, İ., Bilsel, G., Gören, A.C., 2013. Antioxidant activity and polyphenol content of cherry stem (*Cerasus avium* L.) determined by LC-MS/MS. *Food Research International*, 51, 66-74.
2. Chezanoglou, E., Mourtzinou, I., Goula, A.M., 2024. Sweet cherry and its by-products as sources of valuable phenolic compounds. *Trends in Food Science & Technology*, 145, 104367.
3. Dedebas, T., Cebi, N., 2024. Investigation of the Effect of Different Seed Flours on Gluten-Free Products: Baton Cake Production, Characterization, and TOPSIS Application. *Foods*, 13(6), 964, <https://doi.org/10.3390/foods13060964>.
4. Göksel Saraç, M., Dedebaş, T., Hastaoğlu, E., Arslan, E., 2022. Influence of using scarlet runner bean flour on the production and physicochemical, textural, and sensorial properties of vegan cakes: WASPAS-SWARA techniques. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 27, 100489.
5. İpek, T., Dizlek, H., 2018. Farklı form ve oranlarda yerfıstığı ürünleri kullanılmasının top kek kalitesine etkisi. *GIDA*, 43 (4), 591-604 doi: 10.15237/gida.GD18027
6. Milea, A. Ş., Vasile, A. M., Cîrciumaru, A., Dumitraşcu, L., Barbu, V., Râpeanu, G., Bahrim, G. E., Stănciuc, N., 2019. Valorizations of sweet cherries skins phytochemicals by

extraction, microencapsulation and development of value-added food products. *Foods*, 8(6), 188.

7. Nastić, N., Lozano-Sánchez, J., Borrás-Linares, I., Švarc-Gajić, J., Segura-Carretero, A., 2020. New technological approaches for recovering bioactive food constituents from sweet cherry (*Prunus avium* L.) stems. *Phytochemical Analysis*, 31,119–130.

8. Ramadan, M.F., Farag, M.A., *Mediterranean Fruits Bio-wastes Chemistry, Functionality and Technological Applications. Part VII Prunus Bio-wastes: Chemistry, Functionality and Technological Applications.* Syf 559.

9. Soares Mateus, A.R., Pena, A., Sendon, R., Almeida, C., Nieto, G.A., Khwaldia, K., Silva, A.S., 2023. By-products of dates, cherries, plums and artichokes: A source of valuable bioactive compounds. *Trends in Food Science & Technology*, 131, 220-243.

**BİBERİYE (*Rosmarinus officinalis* L.) BİTKİSİNİN EKSTRAKSİYON
YÖNTEMLERİ, ANALİZLERİ VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİ**

**EXTRACTION METHODS, ANALYSES AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF
ROSEMARY (*Rosmarinus officinalis* L.)**

Seçil KARAHÜSEYİN

Dr., Çukurova Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı
Dr., Cukurova University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmacognosy
ORCID ID: 0000-0002-3515-2974

Merve NENNİ

Dr. Öğr. Üyesi, Çukurova Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Anabilim Dalı
Assist. Prof. Dr., Cukurova University, Faculty of Pharmacy, Department of Analytical
Chemistry
ORCID ID: 0000-0003-3165-1060

ÖZET

Tıbbi bitkiler, zengin bir doğal biyoaktif bileşik kaynağı sağlayarak tarih boyunca sağlık hizmetlerinde hayati bir rol oynamıştır. Dahası, bu bitkiler ve uçucu yağları geleneksel tıpta çok önemli bir yere sahip olmuştur ve ilaç, kozmetik ve gıda endüstrilerindeki modern uygulamalarda önemli olup umut vaat etmeye devam etmektedir. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), Lamiaceae familyasının ekonomik açıdan en önemli türlerinden biridir. Akdeniz bölgesine özgü olan bitki, günümüzde koku ve gıda endüstrileri de dahil olmak üzere tıbbi, yiyecek ve ticari kullanımları nedeniyle tüm dünyada yaygın olarak bulunmaktadır. Biberiye, katma değerli ürünler üretmek için gıda, ilaç ve kozmetik endüstrileri tarafından yüksek talep gören biyoaktif moleküllerden oluşur. Uçucu yağların endüstriyel ekstraksiyonundan sonra, hammadde hala diğer ticari ürünler için ilginç olan uçucu olmayan bileşiklere sahiptir. Uçucu olmayan kısım, ekonomik olarak değerli olan terpenler ve fenolik asitlerden (rosmarinik asit, karnosik asit ve türevleri) oluşur. Bu bitki matrisinden iyi değerlendirilmiş ürünler elde etmek için biyorafinerideki diğer işlemlerle entegre edilmiş modern ekstraksiyon tekniklerine büyük ihtiyaç vardır. Bu çalışma, biberiye ekstraktları ve uçucu yağlarının çeşitli biyolojik aktivitelerinin yanı sıra antioksidatif, anti-enflamatuar ve antimikrobiyalden bilişsel geliştirmeye ve antikanserojenik etkilerine kadar çok sayıda biyoaktif bileşiklerine tam bir genel bakış sunmaktadır. Buna ek olarak, yüksek kaliteli biberiye ekstraktları ve uçucu yağlar elde etmek için son teknoloji ekstraksiyon, damıtma, fraksiyonlama ve karakterizasyon tekniklerinin yanı sıra antioksidatif, antimikrobiyal, anti-enflamatuar ve antikanserojenik potansiyellerini belirleme yöntemleri de sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biberiye, *Rosmarinus officinalis* L., Ekstraksiyon, Analiz, Biyolojik Aktiviteler.

ABSTRACT

Medicinal plants have been essential in healing historically, offering a substantial source of natural bioactive chemicals. Furthermore, these plants and their essential oils have been crucial in traditional medicine and continue to offer substantial potential in contemporary uses within the pharmaceutical, cosmetic, and food sectors. Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) is among the most economically significant plants of the Lamiaceae family. The plant,

originally from the Mediterranean region, is now extensively dispersed globally, mostly because to its medicinal, culinary, and commercial applications in the fragrance and food industries. Rosemary has bioactive compounds that are highly sought after by the food, pharmaceutical, and cosmetic sectors for the creation of value-added goods. Following the industrial extraction of essential oils, the residual raw material retains nonvolatile chemicals that are valuable for alternative commercial goods. The nonvolatile fraction consists of terpenes and phenolic acids, including rosmarinic acid, carnosic acid, and its derivatives, which hold economic significance. Contemporary extraction methods combined with additional procedures in the biorefinery are essential for acquiring thoroughly assessed products from this plant matrix. This study offers a comprehensive examination of the various biological activities of rosemary extracts and essential oils, along with their multiple bioactive constituents, encompassing antioxidative, anti-inflammatory, antibacterial, cognitive enhancing, and anticarcinogenic effects. Furthermore, advanced techniques for extraction, distillation, fractionation, and characterization of high-quality rosemary extracts and essential oils, along with methods for assessing their antioxidative, antimicrobial, anti-inflammatory, and anticarcinogenic properties, are also discussed.

Keywords: Rosemary, *Rosmarinus officinalis* L., Extraction, Analysis, Biological Activities.

GİRİŞ

Rosmarinus officinalis, yaygın olarak biberiye olarak bilinen, Akdeniz bölgesine özgü, hoş kokulu, herdem yeşil, iğne benzeri yapraklara ve beyaz, pembe, mor veya mavi çiçeklere sahip odunsu, çok yıllık bir bitkidir. Nane ailesi Lamiaceae'nin bir üyesidir, Akdeniz ve Asya'ya özgüdür, ancak serin iklimlerde oldukça dayanıklıdır. Acı, astringent bir tadı ve birçok pişirilmiş yiyeceği tamamlayan karakteristik bir aroması vardır. Biberiye esansiyel yağı, gıda endüstrisinde antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri nedeniyle koruyucu olarak kullanılır. Biberiye ekstresinin, bozulmaya yatkın omega 3 açısından zengin yağların raf ömrünü ve ısı stabilitesini artırdığı gösterilmiştir. Hindistan'ın geleneksel tıbbında, çiçeklerden ve yapraklardan elde edilen özler ve uçucu yağlar (UY), merkezi sinir sistemi, kardiyovasküler sistem, genital üriner durumlar, karaciğer tedavileri, üreme sistemi ve solunum sistemi ile ilgili hastalıklar dahil olmak üzere çeşitli rahatsızlıkları tedavi etmek için kullanılır (Miraj, 2016).

Bitkinin uçucu yağı, artrit, gut ve kas ağrısı, nevroz ve yaralar gibi çeşitli rahatsızlıkların tedavisi için yağlarda ve losyonlarda kullanılır ve erken kelliği önlemek için saç soğanlarını yenilenmiş aktiviteye uyararak için saça sürülür. Böbrek kolik ve dismenore, solunum bozukluklarının giderilmesinde ve saç büyümesini teşvik etmek için antispazmodik olarak kullanılır. Biberiye ekstresi, soluk borusu ve bağırsağın düz kaslarını gevşetir ve koleretik, hepatoprotektif ve antitümörojenik aktiviteye sahiptir. Biberiyenin en önemli bileşenleri kafein ve rosmarinik asit gibi türevleridir. Bu bileşikler antioksidan ve antimikrobiyal etkilere sahiptir. Biberiye ve bileşenleri, özellikle rosmarinik asit gibi kafeik asit türevleri, bronşiyal astım, spazmojenik bozukluklar, peptik ülser, enflamatuar hastalıklar, hepatotoksisite, ateroskleroz, iskemik kalp hastalığı, katarakt, kanser ve zayıf sperm hareketliliğinin (Alzheimer) tedavisinde veya önlenmesinde terapötik potansiyele sahiptir ve antidepresan ve anksiyolitik olarak hareket edebilir (Miraj, 2016).

Rosmarinus officinalis L. (biberiye), Lamiaceae familyasına ait aromatik bir bitkidir. Biberiye, aromatik özellikleri ve sağlığa faydaları nedeniyle binlerce yıldır hem mutfak hem de tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. Biyolojik etkileri çoğunlukla bitkinin uçucu ve fenolik kısımlarından kaynaklanmaktadır. Biberiye ekstresinde karnosol, karnosik asit ve rosmarinik asit bulunurken, uçucu yağında α -pinen, (-)-bornil asetat, kafur ve okaliptol bulunur. Minör bileşenler, bileşenleri arasında sinerjik bir etki olasılığı nedeniyle biyolojik aktivite üzerinde

potansiyel bir etkiye sahip olabilir. *R. officinalis* L. taze, kurutulmuş veya çay infüzyonu olarak kullanılabilir. Biberiyenin uçucu yağı ve ekstresi gıda ambalajlama, aromaterapi ve ilaç tedavisinde kullanılmak üzere elde edilebilir. Biberiye, tatlandırıcı olarak yemek pişirmede, gıdaların korunmasında, kozmetikte veya halk tıbbında anti-enflamatuvar, diüretik ve antimikrobiyal uygulamalar için ve diyabet, kanser ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için kullanılır. Biberiye, hastalıkları önleyici özelliklere sahip olduğu bilinen protein, lif, vitamin ve mineraller sağlar (Ribeiro-Santos vd., 2015).

Günümüzde biberiye, gıda katkı maddesi olarak yaygın bir şekilde araştırılmaktadır. Bu aromatik bitki, antimikrobiyal ve antioksidan bir ajan olarak doğrudan gıdaya eklenebilir veya gıda ambalajına dahil edilebilir. Buna ek olarak, biberiye esansiyel yağı ve ekstresi, Gıda ve İlaç İdaresi Kanunu'nun 409. bölümü (FDA, 2014a; FDA, 2014b) ve sırasıyla 2010/67/EU sayılı Komisyon Direktifi ve 2010/69/EU sayılı Komisyon Direktifi uyarınca, kullanım amaçları için genel olarak güvenli olarak kabul edilmiştir (Ribeiro-Santos vd., 2015).

Bu çalışmada, etnobotanik öneme sahip *Rosmarinus officinalis* L. türüne ait yapılmış ekstraksiyon, analiz ve başlıca biyolojik aktivite çalışmalarının sonuçları ortaya konmuştur.

YÖNTEM

Bu çalışmada Science direct, Pubmed, Google scholar vb. veri tabanları kullanılarak *R. officinalis* L. biyolojik aktivite çalışmaları, ekstraksiyon ve analiz yöntemleri taranmış, elde edilen sonuçlar derlenmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Ekstraksiyon Yöntemleri

Biberiye bitkisi doğal formunda uygulanabileceği gibi, saf bileşikleri izole etmek veya biyoaktif ekstraktlar elde etmek için de kullanılabilir. Biberiye ekstraktları, aktif bileşiklerin stabilitesini artırmak, toksik ve inaktif bileşikleri bitki materyalinden uzaklaştırmak, preparatın toplam hacmini azaltmak ve ayrıca nihai ürünün tadını, kokusunu ve görsel görünümünü iyileştirmek için üretilir. Farklı biberiye bileşiklerinin ekstraksiyon verimliliği, seçilen ekstraksiyon yönteminden ve sıcaklık, partikül boyutu, çözücü tipi, polarite ve konsantrasyon ve asitlik gibi kullanılan ekstraksiyon parametrelerinin yanı sıra bitki materyalinin özelliklerinden de etkilenir; bunlar özellikle iklimden ve yetiştiği yerin coğrafi profilinden etkilenir. Antioksidan özelliklere sahip önemli bileşiklerin (karnosik asit, karnosol ve rosmarinik asit) geri kazanımını etkileyen ana ekstraksiyon parametreleri sıcaklık, çözücü tipi ve basınçtır. Biberiyedeki çoğu fonksiyonel bileşik termolabil; bu nedenle yüksek işleme sıcaklıkları bunların bozulmasına ve elde edilen ekstraktların biyoaktivitesinin azalmasına neden olabilir. Sonuç olarak, biberiye ekstraksiyonunda düşük sıcaklıkların kullanılması tercih edilmektedir. Maserasyon veya Soxhlet ekstraksiyonu gibi geleneksel ekstraksiyon yöntemleri uzun işlem süreleri gerektirdiğinden ve ana biyoaktif maddelerin elde edilmesinde verimsiz olabileceğinden, günümüzde bunların yerini çoğunlukla modern ekstraksiyon teknikleri almaktadır. Süperkritik sıvı ekstraksiyonunda (SFE) sıcaklık ve basınç, ultrasonik destekli ekstraksiyonda (UAE) ultrasonik gücü ve frekansı, mikrodalga destekli ekstraksiyonda (MAE) mikrodalga gücü ve basınçlı sıvı ekstraksiyonunda (PLE) çözücü toksisitesi gibi modern ekstraksiyon tekniklerinde de seçilen yöntemle ilgili olarak spesifik ekstraksiyon parametrelerinin dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamak önemlidir. Biberiye ekstraktlarının kalitesi karnosik asit ve karnosol içeriği ile belirlendiğinden, uygulanan teknik ne olursa olsun uygun polariteye sahip çözücünün seçimi çok önemlidir. Klasik ekstraksiyonlarda, Avrupa Birliği (AB), etanol veya etanol ve aseton karışımını ve ardından hekzanı, biberiyeden karnosik asit ve karnosolün izolasyonu ve ayrılması için kabul edilebilir olarak listelenmektedir. Uçucu yağlar (UY'lar) üretmek için çeşitli geleneksel ve modern damıtma teknikleri mevcuttur (Lešnik vd., 2021).

Distilasyon Yöntemleri:

- Buhar distilasyonu
- Su distilasyonu
- Mikrodalga destekli su distilasyonu
- Solvent içermeyen mikrodalga distilasyon ekstraksiyonu
- Mikrodalga hidrodifüzyon ve yerçekimi

Bu yöntemler kullanılarak elde edilen uçucu yağlar GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi) yöntemi ile analiz edilir (Lešnik vd., 2021).

Ekstraksiyon Yöntemleri:

- Mikrodalga destekli ekstraksiyon
- Süperkritik sıvı ekstraksiyonu
- Basınçlı sıvı ekstraksiyonu
- Ultrasonik destekli ekstraksiyon

Bu yöntemler kullanılarak elde edilen ekstraktlar HPLC-MS (Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektrometresi) yöntemi ile analiz edilir (Lešnik vd., 2021).

Başlıca Biyolojik Aktiviteleri**Antioksidan Aktivite**

Biberiyeden izole edilen ana bileşikler olan karnosol, karnosik asit, rosmanol, rosmarinik asit, oleanolik asit ve ursolik asidin antioksidan aktivitesi ile ilgili çeşitli in vitro çalışmalar gözden geçirilmiştir. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil yöntemi kullanılarak, bu biyoaktif bileşikler ve uçucu yağ antioksidan aktiviteleri açısından doğrulanmıştır. Ayrıca, tiyobarbitürik asit, süperoksit anyonu ve lipid serbest radikal süpürme aktivitesi deneyleri ve Rancimat yöntemleri (yağın oksidatif stabilitesinin belirlenmesi) kullanılarak, biyoaktif bileşikler karnosol, rosmanol ve epirosmanolün lipid serbest radikal süpürme mekanizması yoluyla lipid peroksidasyonunu inhibe ettiği bildirilmiştir. Bu çalışmalar, özellikleri sitoprotektif ve antikanser gibi diğer biyolojik aktivitelerle yakından ilişkili olan biberiye fitokimyasallarının, öncelikle reaktif oksijen türlerini nötralize etme yeteneklerinden dolayı antioksidan potansiyelini göstermiştir (Andrade vd., 2018).

İn vivo çalışmalar göz önüne alındığında, uçucu yağ ve karnosik asit kullanılarak yapılan in vitro deneysel sonuçların doğrulanması için 2014 yılına kadar sadece üç farklı çalışma bulunmuştur. Bu çalışmalar Wistar sıçanları kullanılarak gerçekleştirilmiş ve biberiye esansiyel yağı ile diyet takviyesinden sonra beyin ve kalp dokularında katalaz, glutatyon peroksidaz, süperoksit dismutaz ve nitrik oksit sentaz aktivitelerinin yanı sıra lipid peroksidasyonu ve reaktif oksijen türleri değerlendirilmiştir. Bu durum, diyet biberiyesinin serbest radikalleri söndürme, lipid peroksidasyonunu inhibe etme ve sıçan dokularındaki antioksidan durumu iyileştirme potansiyeline sahip olması nedeniyle oksidatif stresin azalmasıyla sonuçlanmıştır (Andrade vd., 2018).

R. officinalis yetiştiği yerlerde antik çağlardan beri kullanılmaktadır; mutfak amaçlı ve süs bitkisi olarak kullanılmasının yanı sıra güçlü bir antioksidan ve gıda muhafazası açısından güçlü bir UY olduğu bilinmektedir. UY 'nın yanı sıra, bu bitkiden hazırlanan ekstraktlar da gıda endüstrisinde potansiyel bir antioksidan olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Gerçekten de biberiye UY 'si gıda maddelerinde oksidasyonu geciktirir ve bu nedenle, koruma amacıyla çiğ veya işlenmiş gıdalara eklenebildikleri için oldukça ilgi çekerler. Biftek yüzeylerine püskürtülen biberiye özütü, 13 gün boyunca depolanan taze kuzu bifteklerinde lipid oksidasyonunu önlemiş, böylece koyun ve keçi etleri, kıyma ve kas ürünleri gibi bazı et ürünlerinin raf ömrünü uzatmıştır (Sharifi-Rad vd., 2020).

Anti-enflamatuar Aktivite

Rosmarinik asit ve *R. officinalis* ekstresinin lokal enflamasyonda [sıçanda karragen ile indüklenen pençe ödemi modeli] anti-enflamatuar özellikleri değerlendirilmiştir. Rosmarinik asit ve ekstrenin 25 mg/kg dozunda uygulanması, doz-yanıt etkisi göstererek 6. saatte pençe ödemi %60'ın üzerinde azaltmıştır. İlk kez, rosmarinik asidin anti-enflamatuar potansiyeli, enflamasyonda önemli bir azalmaya neden olduğu için tanımlanmıştır ve enflamasyonla ilişkili yaralanmaların farmakolojik modülasyonunda yararlı olabileceğini düşündürmektedir (Miraj, 2016).

Karnosik asit, karnosol, ursolik asit ve flavonoidler içeren biberiye ekstreleri spazmolitik, artritik ve gut etkileri gibi anti-enflamatuar bozukluklarda önemli bir rol oynayabilir. Biberiyenin 1,8-sineol, borneol ve kafur gibi uçucu aroma bileşikleri, anti-enflamatuar aktivitenin belirleyicileri olabilir (Ribeiro-Santos vd., 2015).

Antibakteriyel ve Antifungal Aktivite

Uçucu bileşikler 1,8-sineol, kafur, öjenol ve α -pinen ve karnosik asit fenolik bileşiği biberiye UY'nin antimikrobiyal aktivitesi ile ilişkilendirilmiştir. Biberiye bitkisi *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella poona*, *Escherichia coli*, *Listeria innocua*, *Bacillus thermosphacta*, *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus putrefaciens*, *Aspergillus flavus*, and *Aspergillus niger* mantarlarına karşı etkili olmuştur. Biberiye ekstresinin antimikrobiyal aktivitesi, butillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve benzoik asit gibi gıdalarda yaygın olarak kullanılan katkı maddelerinden önemli ölçüde daha yüksek çıkmıştır. Bununla birlikte, biberiye UY'sinin *Origanum vulgare* ve *Cinnamomum zeylanicum* UY'sinden daha az etkili olduğu görülmüştür. Biberiye UY, Gram-pozitif bakterilere karşı Gram-negatif bakterilerden daha yüksek antibakteriyel aktivite göstermiştir (Ribeiro-Santos vd., 2015).

Antidiyabetik Aktivite

Biberiye ekstresi, fenolik bileşik karnosol ile ilişkili olabilecek kayda değer bir anti-diyabetik etki göstermektedir. Biberiye ekstresi (200 mg/kg kuru numune), güçlü antioksidan özellikleri ve lipid peroksidasyonunu inhibe etme ve antioksidan enzimleri aktive etme kabiliyeti nedeniyle subakut anti-hiperglisemik ve insülinotropik etkiler göstermiştir (Ribeiro-Santos vd., 2015).

Antikanser Aktivite

Karnosik asit, karnosol ve rosmanol anti-kanser aktivitesi açısından umut verici sonuçlarla değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar, diterpenlerin farklı katı ve kan kanserlerinde düzensiz sinyal yollarını modüle ettiğine dair kanıtlar sağlamıştır. Biberiye özleri ve içerdiği fitokimyasallar, AB ve FDA tarafından antioksidan gıda koruyucusu olarak onaylanması için yapılan kapsamlı çalışmaların da gösterdiği gibi, farklı hayvan modellerinde iyi tolere edilmektedir (Miraj, 2016).

Biberiyenin antitümör etkileri başlangıçta antioksidan aktivitesine bağlanmıştır, ancak son zamanlarda biberiyenin antioksidan ve antitümör etkileri arasında bir korelasyon eksikliği bildirilmiş ve tümör inhibitör özellikleriyle farklı moleküler mekanizmalar ilişkilendirilmiştir. Dahası, ABD Gıda ve İlaç Dairesi ve Avrupa Gıda ve Güvenlik Otoritesi tarafından desteklenen biberiye ekstresinin spesifik bileşimlerinin insan sağlığı için güvenli olduğu ve gıdalarda antioksidan katkı maddesi olarak kullanıldığı gösterilmiş ve bu maddenin kanser tedavisinde tamamlayıcı bir yaklaşım olarak kolayca uygulanma potansiyeline işaret edilmiştir. Nitekim, 2010-2016 yılları arasındaki literatür bulgularını bir araya getirmek için tasarlanan bir meta-analiz, karnosolün insan sağlığı üzerinde faydalı etkileri olduğunu ve apoptozu indükleyerek ve hücre döngüsünü inhibe ederek farklı kanser türlerinde antitümör

bir ajan olarak hareket edebileceğini ortaya koymuştur. Biberiye ekstresi ve polifenolleri, karnosik ve rosmarinik asit antiproliferatif etkilerine odaklanan birçok in vitro ve in vivo çalışma bulunmaktadır. Standart antitümör ilaçlarla kombine edilmiş fitokimyasalları içeren prelinik çalışmalar insan klinik çalışmalarında daha az test edilmesine rağmen, doğal bileşikleri içeren in vitro/in vivo çalışmalarda kayda değer ilerleme sağlanmıştır. Biberiye yağı ve ekstresinin antiproliferatif aktiviteleri, çeşitli in vitro testlerin uygulanması yoluyla hücre canlılık yüzdeleri ve IC₅₀ değerleri ile değerlendirilmiştir. En sık kullanılan malign hücre hatları kolon (HCT), hepatoselüler (HEPG-2, Bel 7402 ve Hep-3B), yumurtalık (SK-OV-3 ve HO-8910), servikal (HeLa), kolon (HT-29), prostat (DU-145 ve PC-3), akciğer (A549 ve NCI-H82) ve küçük hücreli olmayan akciğer (H1299) karsinom hücreleri, meme adenokarsinomu (MCF-7 ve MDA-MB-231), melanom (A375) ve rabdomyosarkom (RD), kronik miyeloid lösemi (K-562), glioblastom hücreleri (GBM U87 MG), murin makrofajlar (RAW 264. 7), insan dişeti fibroblastları (FMM-1) ve hatta nontümör insan umbilikal ven endotel hücreleri, fare embriyo fibroblastı ve Afrika yeşil maymun böbreği (Vero) hücre hatları gibi normal hücre hatlarıdır (Sharifi-Rad vd., 2020).

SONUÇ

Kısacası, biberiye yağının hem gıda hem de biyoteknolojik amaçlarla kullanımı umut verici görünmektedir. Buna ek olarak, gıda maddelerindeki uygulamaları etkin olarak kullanılan seviyelerde güvenli kabul edilmektedir; bu nedenle, genellikle ciddi yan etkiler ve ilgili toksisite ile ilişkili sentetik antioksidanlara/koruyucu maddelere önemli bir alternatif teşkil edebilir, ayrıca gıda maddelerinin bozulmasından ve bu bozulmadan kaynaklanabilecek enfeksiyonlardan/intoksikasyonlardan kaynaklanan büyük ekonomik kayıpların önlenmesine yardımcı olabilir. Bunun yanı sıra, biberiye ekstreleri ve bazı bileşenleri son yıllarda güçlü antioksidan, anti-enflamatuar, antiproliferatif ve antimikrobiyal etkileri nedeniyle test edilmiştir. Baharatlar ve bileşenleri gibi çeşitli diyet ajanlarının potansiyeli hem kanserin önlenmesi ve tedavisinde hem de diğer kronik hastalıklarda inflamatuvar yolların baskılanmasında klasik ilaçlara yardımcı olabilir. Biberiye özelinde, Genel Olarak Güvenli Kabul Edilen statüsüne sahip olmasına rağmen, özellikle kafur, verbenon ve α -pinen bakımından zengin içeriği nedeniyle nörotoksik potansiyellerine özel dikkat gösterilmelidir. Bu bileşenler, önerilen dozlarda kullanıldığında güvenli olmasına rağmen hem çocuklarda hem de bebeklerde ve hatta hassas bireylerde zararlı olabilir. Nadiren de olsa olumsuz cilt reaksiyonları ve akut toksisite de meydana gelebilir ve çoğu çalışmada hangi kemotipin kullanıldığı belirtilmediğinden, biberiye'nin gerçek toksisitesi hakkında ekstrapolasyon ve sonuç burada kesin olarak belirlenemez. Bu nedenle, geleceğe yönelik bir perspektif olarak, biberiye'nin tek başına veya izole aktif bileşenleri daha derinlemesine test edilmeli ve terpen tipi bileşiklerin (örn. ursolik asit) anti-HIV ajanları için uygun adaylar olarak önerildiği göz önüne alındığında, antiviral terapötik yaklaşımı da ele alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Andrade, J. M., Faustino, C., Garcia, C., Ladeiras, D., Reis, C. P., & Rijo, P. (2018). *Rosmarinus officinalis* L.: an update review of its phytochemistry and biological activity. *Future Science OA*, 4(4). <https://doi.org/10.4155/FSOA-2017-0124>
- Lešnik, S., Furlan, V., & Bren, U. (2021). Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.): extraction techniques, analytical methods and health-promoting biological effects. *Phytochemistry Reviews* 20:6, 20(6), 1273-1328. <https://doi.org/10.1007/S11101-021-09745-5>
- Miraj, S. (2016). An Evidence-Based Review on Herbal Remedies of *Rosmarinus officinalis*. *Der Pharmacia Lettre*, 8(19), 426-436. www.scholarsresearchlibrary.com

- Ribeiro-Santos, R., Carvalho-Costa, D., Cavaleiro, C., Costa, H. S., Albuquerque, T. G., Castilho, M. C., Ramos, F., Melo, N. R., & Sanches-Silva, A. (2015). A novel insight on an ancient aromatic plant: The rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Trends in Food Science and Technology*, 45(2), 355-368. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.015>
- Sharifi-Rad, J., Ezzat, S. M., El Bishbishy, M. H., Mnayer, D., Sharopov, F., Kılıç, C. S., Neagu, M., Constantin, C., Sharifi-Rad, M., Atanassova, M., Nicola, S., Pignata, G., Salehi, B., Fokou, P. V. T., & Martins, N. (2020). Rosmarinus plants: Key farm concepts towards food applications. *Phytotherapy Research*, 34(7), 1474-1518. <https://doi.org/10.1002/PTR.6622>

GEBE İNEK SÜTÜNDEKİ ÖSTROJEN, PROGESTERON VE KADIN SAĞLIĞI ESTROGEN, PROGESTERONE IN PREGNANT COW'S MILK AND WOMEN'S HEALTH

Doç. Dr. Hale UYAR HAZAR

Bitlis Eren Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Bitlis, Türkiye.
orcid.org/0000-0002-1236-6929

Dyt. ve T. Biyokimya Uzm. Seçkin KAYA

Bitlis Eren Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Bitlis, Türkiye.
orcid.org/0000-0001-8771-0109

ÖZET

Süt ve süt ürünleri zengin besin içeriği sayesinde farklı yaş grupları için günlük olarak belli bir miktarda tüketilmesi önerilen bir besin grubudur. Üretim teknolojisindeki gelişmeler, maksimum süt ve yavru verimi elde etmek amacıyla bu memelilerin daha sık gebe kalması ve daha uzun dönemlerde süt elde edilmesi sağlanmaktadır. İneklerde süt veriminin yüksek olması ve besi hayvancılığına daha kolay uyum sağlaması amacıyla ülkemizde ve dünyanın birçok yerinde en çok süt elde edilen memelilerdir. Gebe ineklerin serum hormon profilinde görülen değişiklikler sütte de gözlemlenmektedir. Bu çalışmada gebe olan ve olmayan inek sütlerinde bulunan östrojen ve progesteronun kadın sağlığına etkisini inceleyen çalışma sonuçlarının gözden geçirilmesi amaçlanmaktadır. Literatürde inek sütünün östrojen ve progesteron içeriğini inceleyen çalışmalar gebelik durumu belirtilen ve gebelik durumu belirtilmeyen olarak iki farklı şekilde sınıflandırıldı ve östrojen (Östron, Östradioller ve Östriol), progesteron miktarları ayrı ayrı incelendi. Farklı kuruluşların önerileri doğrultusunda günlük en fazla alınabilecek eksojen hormon miktarı, endojen ve eksojen hormonların başta kadınlar olmak üzere sağlık üzerine etkileri ve konu hakkındaki literatür verileri bu amaç doğrultusunda değerlendirildi. Sonuç olarak eksojen olarak farklı kaynaklardan alınan östrojen ve progesteronun, başta kadınlarda olmak üzere, bir dizi hastalık ile ilişkilendirildiği görüldü. Bu bağlamda, gebe inek sütünün sağlık üzerindeki etkilerinin farkındalığı sağlanarak önlemler konusunda alternatif yaklaşımlara dikkat çekildi.

Anahtar Kelimeler: Gebe inek sütü, kadın sağlığı, östrojen, progesteron

ABSTRACT

Milk and dairy products are a food group recommended to be consumed in a certain amount daily for different age groups due to their rich nutritional content. Developments in production technology ensure that these mammals get pregnant more frequently and obtain milk for longer periods in order to obtain maximum milk and offspring yield. Cows are the mammals that produce the most milk in our country and many parts of the world due to their high milk yield and easier adaptation to livestock farming. Changes in serum hormone profile of pregnant cows are also observed in milk. In this study, it is aimed to review the results of studies examining the effects of estrogen and progesterone in pregnant and non-pregnant cow milk on women's health. Studies examining estrogen and progesterone content of cow's milk in the literature were classified into two different categories as pregnancy status specified and

non-pregnancy status specified and estrogen (Estrone, Estradiols and Estriol) and progesterone amounts were examined separately. In line with the recommendations of different organizations, the maximum daily intake of exogenous hormones, the effects of endogenous and exogenous hormones on health, especially on women, and literature data on the subject were evaluated for this purpose. As a result, it was observed that exogenous estrogen and progesterone intake from different sources is associated with a number of diseases, especially in women. In this context, awareness of the effects of pregnant cow's milk on health was provided and attention was drawn to alternative approaches to precautions.

Keywords: Estrogen, pregnant cow's milk, progesterone, women's health

GİRİŞ

Süt ve süt ürünleri, besleyici içeriği ve uzun raf ömrü gibi avantajları nedeniyle tarih boyunca yaygın olarak tüketilen temel besin gruplarından biridir. Ülkemizde inek sütü diğer memeli sütlerine göre daha fazla üretilip tüketilmektedir (TÜİK 2024). Artan arzı karşılamak için süt üretimi artmakta, aynı zamanda maksimum verim elde edilmek için ineklerin sık gebe kalması sağlanmaktadır. İneklerin gebelik sürecinin önemli bir kısmında süt üretimi devam etmektedir (Haimov-Kochman, Shore, ve Laufer 2016). Süt üretim tesislerinde üretilen bu gebe inek sütleri diğer sütlerle karıştırılarak işlenip, ek bir bilgi verilmeden kolayca piyasaya sürülmektedir. Ayrıca bunun miktarı konusunda sağlıklı bir veriye ulaşılmamaktadır.

İneklerde, insanlara benzer olarak, gebelik sürecinde plazmada önemli hormonal değişiklikler gözlemlenmekte ve bu değişiklikler benzer bir şekilde sütte de gözlemlenmektedir. Bu ineklerden elde edilen sütlerin östrojen ve progesteron içeriği, gebelik ilerledikçe artmakta ve daha yağlı süt/ürünlerinde hormon konsantrasyonu daha yüksek olmaktadır (Gilman vd. 2017a; Pape-Zambito, Magliaro, ve Kensinger 2008).

Çeşitli çalışmalar, gebe ve gebe olmayan ineklerden elde edilen sütlerdeki östrojen ve progesteron seviyelerinde belirgin farklılıklar olduğunu göstermiştir. Örneğin, gebe ineklerin sütündeki östrojen ve progesteron düzeyleri, gebe olmayan ineklerin sütüne kıyasla çok daha yüksek bulunmuştur (Regal, Cepeda, ve Fente 2012a). Ancak, marketlerde satılan sütlerde ineklerin gebelik durumu belirtilmemekte ve bu durum hormon seviyelerindeki farklılıkların göz ardı edilmesine neden olmaktadır (Chen vd. 2014). Bu bilgi eksikliği, hormonların insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri açısından önemli bir boşluk yaratmaktadır.

Bu çalışmada, gebe ve gebe olmayan inek sütlerinde bulunan östrojen ve progesteron hormonlarının kadın sağlığı üzerindeki etkilerini inceleyen mevcut literatürü gözden geçirerek, bu konuda farkındalığın sağlanması amaçlanmaktadır. Özellikle kadınlarda jinekolojik sorunlara neden olabilecek endokrin bozucu etkiler üzerine odaklanılarak, hormonların insan vücudunda oluşturabileceği potansiyel riskler değerlendirilmektedir.

GÜNLÜK ÖNERİLEN VE TÜKETİLEN SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİ MİKTARI

Süt ve süt ürünlerinin önerilen tüketim miktarları; yaş, cinsiyet, gebelik/laktasyon dönemi, çalışma şartları ve enerji ihtiyacı gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Dünya genelinde ülkeler, farklı yaş grupları için günlük tüketilmesi gereken süt miktarlarına yönelik öneriler sunmaktayken (Muehlhoff, Bennett, ve McMahon 2013) Türkiye'de Hacettepe Üniversitesi ve Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan beslenme rehberlerinde diğer ülkelerle benzer şekilde, farklı yaş grupları için günde 2-3 porsiyon süt, yoğurt veya peynir tüketimi önerilmektedir (Pekcan vd. 2022).

Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2017 (Irmak vd. 2019) verilerine göre, Türkiye'de kadınların günlük süt tüketimi 2010'da 169.1 g iken 2017'de 171.0 g olarak tespit edilmiştir. Ancak bu miktarlar, Türkiye Beslenme Rehberi (Irmak vd. 2019) 'nde önerilen seviyelerin altında kalmaktadır ve bu durum, süt ve süt ürünlerinin artırılması gerektiği vurgulanmaktadır.

İNEK SÜTÜNDE ÖSTROJEN VE PROGESTERON MİKTARI

Gebelik plazmanın böylece sütün hormon profilini önemli ölçüde etkilemektedir (Pape-Zambito vd. 2008). Sütte bulunan hormonlar farklı amaçlar doğrultusunda sınıflandırılabilir fakat bu çalışmada östrojen ve progesteron (P₄) hormonlarına odaklanılmıştır. İnek sütünde temel östrojen türleri [östron (E₁), östradiol (E₂) ve östriol (E₃)] ve progesteron/türevleri sütte serbest serbest veya konjuge formlarda bulunabilir. Bunlar lipofilik steroid hormonlar olarak kolesterolden sentezlenirler (Jouan vd. 2006).

Daha önceden yapılan araştırmalar incelemelerinde, süt ve süt ürünlerinde bulunan östrojen ve progesteron miktarları çeşitli çalışmalarda rapor edilmiş olsa da her biri farklı sınırlamalara sahiptir. Bu nedenle, gebe inek sütünün östrojen ve progesteron içeriğine odaklanmak için ilgili literatür çalışmalarının sonuçları, "Gebelik Durumu Belirtilen" ve "Gebelik Durumu Belirtilmeyen" olarak iki grupta değerlendirilmiştir.

Gebelik durumu belirtilmeyen inek sütünün östrojen ve progesteron miktarı

Courant ve ark. yaptıkları iki farklı araştırmada (Courant vd. 2007, 2008) ve Farlow ve ark. (2012) marketten aldıkları süt örneklerinde tüm östrojen türleri için %80'in üzerinde konjuge (in aktif) östrojen türleri bulunduğunu belirlediler. Sülfataz ve glukuronidaz enzimleri ile sütte bulunan konjuge östrojenlerin hidrolizi sağlanarak toplam östrojen miktarı belirlenebilir (Courant ve ark., 2008; Farlow ve ark., 2012; Goyon ve ark., 2016; Yang ve ark., 2009). Malekinejad ve ark. (2006a) beş farklı ürün/üreticiden aldıkları tam yağlı süt numunelerinde serbest E₁ miktarı 22-29 ng/L, β-E₂ miktarı ise <5 ng/L'dir. Enzimatik hidroliz sonucunda konjuge formlarda serbest bırakılarak yapılan toplam E₁ ve β-E₂ miktarları sırasıyla 162-243 ve 9-12 ng/L'dir.

Gilman ve ark. (2017b) gebelik durumu belirtilmeyen Quebec ineklerinden alınan süt numuneleri ile yaptığı çalışmada; yağsız sütte 1.541 ng/mL, tam (%3.25) yağlı sütte ise 4.465 ng/mL P₄ bildirmektedirler. Ayrıca sütün yağ içeriği ile orantılı olarak progesteron konsantrasyonu da artmaktadır. Gebelik durumu belirtilmeyen başka bir çalışmada (Goyon ve ark., 2016); Kırmızı Holstein ineklerinden alınan süt örneklerinde P₄ miktarı ortalama 15.486 ng/g'dır. Bu çalışma verileri 0.086 ile 42.946 ng/g arasında değişkenlik göstermekte ve yaklaşık 500 kat fark bulunmaktadır. Numune alınan ineklerin gebelik durumunun belirtilmemiş olması elde edilen verilerdeki farklılıkların ineklerin gebelik durumu ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

Gebelik durumu belirtilen inek sütünün östrojen ve progesteron miktarı

İnsanlardaki menstrual siklus döngüsüne benzer olarak ineklerde de östrus (estrus) siklus döngüsü vardır. Bu östrus döngüsünde ineklerde hem plazma hem de sütte birçok hormon değişiklikler meydana gelir. Döllenme sonrası gebeliğin ilerlemesiyle sütteki östrojen ve progesteron seviyesi de artmaktadır (Malekinejad, Scherpenisse, ve Bergwerff 2006b; Monk, Erb, ve Mollett 1975). Konjuge östrojen türleri suda yüksek çözünürlüğünden dolayı gebeliğin ilerlemesiyle birlikte oranı da artmaktadır fakat β-E₂ miktarının 2. trimesterden sonra artış göstermediği görülmektedir (Malekinejad ve ark., 2006). İneklerde gebeliğin son aylarında kuru dönemde azalan süt miktarının aksine östrojen konsantrasyonu artar (Farke ve ark. 2011). Pape-Zambito ve ark. (2008) tarafından yürütülen çalışmada 1. trimesterden 3. trimestere serbest E₁ miktarında neredeyse 20 kat artış gözlenirken serbest E₂ miktarında yaklaşık 6 kat artış gözlenmektedir.

Regal ve ark. (2012b) tarafından süresi belirtilmeyen gebe inekler ile gebe olmayan ineklerden alınan sütlerin incelendiği çalışmada; sırasıyla 0.824±0.307 ve 0.082±0.031 ng/mL P₄ miktarları ile yaklaşık 10 kat fark bildirilmektedir. Alam ve ark. (1994) da sadece 20-24 günlük gebe ineklerin sütünde 10 kattan fazla P₄ artışı bildirdiler. Literatür verileri arasındaki farklılık; sütün yağ içeriği, yapılan araştırmalarda enzimatik hidroliz yapıp yapılmama durumu, araştırma yöntemi ve ineğin türü gibi bazı değişkenlerden kaynaklanır.

ÖSTROJEN VE PROGESTERONUN KADIN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

İnsanlarda endojen steroid hormonlarının üretimi yaş ve cinsiyete göre değişkenlik gösterir. Kadınlarda östrojen ve progesteron hormonları, menstrüel siklus ve gebelik boyunca farklı miktarlarda salgılanır. Östrojen, ergenlik döneminde önemli bir artış gösterirken, cinsel olgunluk döneminde ana östrojen formu β -E₂ olur. Östrojenin üretimi, başlıca overler, adrenal korteks ve gebelikte plasentadan sağlanır. Yaşla birlikte over fonksiyonlarındaki azalmayla E₂ üretimi düşer ve menopoz döneminde tamamen durur. Ancak adrenal bezlerden E₁ üretimi devam eder. Progesteron ise menstrüel siklusun ikinci yarısında korpus luteumdan salgılanır ve gebelikte plasentadan salınımı artar. Ayrıca progesteron, gebeliğin devamı ve meme dokusunun laktasyona hazırlanmasında kritik rol oynar (Hall 2013).

Endojen üretilenin yanı sıra premenopozal kadınlarda eksojen hormon tedavisinde sağlanmaktadır. Menopozun olumsuz semptomlarını azaltmak amacıyla yaygın olarak kullanılmış ancak uzun süreli kullanımın kanser riskini artırdığı gözlemlenmiştir (Rajkumar vd. 2007; Shapiro vd. 2005; Şen ve Saruhan 2010).

Süt ve süt ürünlerinde bulunan, -inaktif formda- konjuge formda östrojen ve progesteron; hayvanlar için plazmadan uzaklaştırma yöntemi iken bu sütlerin besinler ile alınması insanlar için bir eksojen hormon kaynağıdır. Besinlerle alınan ve safra ile atılan konjuge formlar, barsakta bulunan bazı bakteriler serbest formlara dönüştürülerek dolaşıma kazandırılabilir (Ervin vd. 2019).

Östrojenlerin kanser gelişiminde iki ana mekanizma üzerinden etkili olduğu düşünülmektedir: östrojen reseptörüne bağlanarak hücre proliferasyonunu artırması ve DNA mutasyonlarına yol açması. Meme kanseri vakalarının büyük bir kısmı östrojen reseptörü pozitif (ER+) olup, ER antagonistleri kullanılarak bu tümörlerin büyümesi engellenebilir. Örneğin, tamoksifen gibi ilaçlar ER+ meme kanseri tedavisinde yaygın olarak kullanılır ve meme kanseri insidansını önemli ölçüde azaltır (Chumsri vd. 2011).

Serviks kanserinin en önemli faktörlerinden biri İnsan Papilloma Virüs (HPV) enfeksiyonu olsa da (Mavi Aydoğdu ve Özsoy 2018), uzun yıllar eksojen hormon alımı kanser gelişimi için bir risk oluşturmaktadır (Chung ve Lambert 2009; Moreno vd. 2002).

Sonuç olarak, eksojen olarak alınan östrojen ve/veya progesteronların kanser ve daha birçok hastalıkla ilişkilendirilmiştir (Allais vd. 2009; Chung ve Lambert 2009; Moreno vd. 2002; Shapiro vd. 2005; Spurgeon, Chung, ve Lambert 2014; Sweeney ve Voelkel 2009). Bunların birçoğu besin dışı eksojen hormon kaynaklarına odaklanmış olsa da süt ve süt ürünlerinin de birer eksojen östrojen ve progesteron kaynağı olması önemli etkilerinin olabileceğini düşündürmektedir. Gebe inek sütünde bu hormonların miktarının da artması göz ardı edilmemesi gereken bir durum olduğunu göstermektedir.

GÜNLÜK ALINMASI ÖNERİLEN MAKSİMUM ÖSTROJEN VE PROGESTERON MİKTARI

Östrojen ve progesteronun eksojen alımının hastalıklarla ilişkisinin keşfiyle birlikte, bu hormonların günlük alınabilecek maksimum dozu bilim dünyasında merak konusu olmuştur. JECFA (Gıda ve Tarım Örgütü ve Dünya Sağlık Örgütü Gıda Katkı Maddeleri Ortak Uzman Komitesi)'nin 32. Toplantısında (JECFA 1988), β -E₂ ve P₄ kombinasyon tedavisi gören hayvanların etlerindeki hormon artışlarının insan sağlığına zararlı olmadığı belirtilmiş, bu hormonlar için ADI (Acceptable Daily Intake) belirlenmesinin gereksiz olduğu ifade edilmiştir. Ancak son araştırmalar ışığında 52. toplantıda (JECFA 2000); P₄ için 0-30 μ g/kg, β -E₂ için 0-0.05 μ g/kg olarak açıklanmıştır. Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA 2022) ise insanların günlük endojen olarak ürettiği hormonun, maksimum %1'i oranında eksojen olarak aldığı herhangi fizyolojik bir etki göstermeyeceğini bildirmektedir. Buna göre günlük alınabilecek eksojen hormon miktarını belirlemek için bireylerin günlük endojen ürettikleri hormon miktarı bilinmelidir. Bu miktar şu şekilde hesaplanabilir (Başgeçmez ve Tekirdağ, 2005; Longcope, 1971):

Günlük Üretim Hızı ($\mu\text{g/gün}$) = Metabolik Klirens Hızı (mL/gün) x Plazma Konsantrasyonu ($\mu\text{g/mL}$)

Menstrüel döngünün hangi döneminde olduğuna bakılmaksızın üreme çağında olan bir kadın günlük yaklaşık olarak 80-340 μg E_1 (Baird ve Guevara 1969; Longcope, Layne, ve Tait 1968), 14-503 μg E_2 (Longcope vd. 1968; Shaaban ve Klopper 1973) ve 0.75-50 mg P_4 (Lin, Billiar, ve Little 1972) üretmektedir. Sırasıyla 0.8 μg , 0.1 μg ve 7.5 μg günlük en fazla hormon alınması FDA'nın önerisine göre güvenli olarak kabul edilebilir.

Prepubertal dönemdeki çocuklarda östrojen ve progesteronun Metabolik Klirens Hızı hakkında yeterli veri bulunmayıp Plazma Konsantrasyonu da çok düşük olduğu için günlük üretimi çok düşüktür. Gebe inek sütü tüketimi sonrası çocuklarda östrojen atımı önemli düzeyde artmakta ve bu durumun çocuk gelişimi üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği düşünülmektedir (Maruyama, Oshima, ve Ohyama 2010).

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, gebelik durumu dikkate alınarak yapılan araştırmalarda, gebe ineklerin sütündeki östrojen ve progesteron seviyelerinin belirgin şekilde daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bu gebe inek sütleri, yüksek yağlı veya önerilenden fazla miktarda süt ve ürünlerinin tüketimi östrojen ve progesteron alımını artırmaktadır. Uzun süre gebe inek sütü tüketiminin sağlık etkilerine dair yeterli araştırma yoktur. Fakat uzun süre eksojen hormona maruz kalan bireyler kanser ve birçok hastalıkla ilişkilendirilmiştir. Risk altındaki bireylerin süt ve ürünleri tüketmek için daha güvenilir kaynakları tercih etmesi önerilmektedir. Ayrıca sağlık profesyonellerin bu bireylerin beslenmesini düzenlerken gebe inek sütlerini göz önünde bulundurmalıdır. Gelecekteki araştırmalar, süt tüketiminin serum hormonal profilleri ve sağlık üzerindeki etkilerini incelemelidir. Ayrıca yasal düzenlemeler ve sağlık politikalarıyla bu konu kontrol altına alınabilir.

KAYNAKLAR

- Alam, M. G. S., ve A. Ghosh. 1994. "Plasma and milk progesterone concentrations and early pregnancy in Zebu cows". *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 7(1):131-36. doi: 10.5713/ajas.1994.131.
- Allais, Gianni, Maria Castagnoli Gabellari, Cristina De Lorenzo, Ornella Mana, ve Chiara Benedetto. 2009. "Oral contraceptives in migraine". *Expert Review of Neurotherapeutics* 9(3):381-93. doi: 10.1586/14737175.9.3.381.
- Baird, David T., ve Amelia Guevara. 1969. "The Menstrual Cycle: Concentration of unconjugated estrone and estradiol in peripheral plasma in nonpregnant women throughout the menstrual cycle, castrate and postmenopausal women and in men". *Obstetrical and Gynecological Survey* 24(9):1177-80. doi: 10.1097/00006254-196909000-00016.
- Başgeçmez, Faruk Onur, ve Ali İsmet Tekirdağ. 2005. "Endometrium kanserli hastalarda endojen seks steroidlerinin önemi". T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI.
- Chen, Chen, Xiaoxia Mi, Yuwei Yuan, Gang Chen, Li Ren, Kaiqiang Wang, Dan Zhu, ve Yongzhong Qian. 2014. "A preliminary risk assessment of potential exposure to naturally occurring estrogens from Beijing (China) market milk products". *Food and Chemical Toxicology* 71:74-80. doi: 10.1016/j.fct.2014.05.028.
- Chumsri, Saranya, Timothy Howes, Ting Bao, Gauri Sabnis, ve Angela Brodie. 2011. "Aromatase, aromatase inhibitors, and breast cancer". *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 125(1-2):13-22. doi: 10.1016/j.jsbmb.2011.02.001.
- Chung, Sang Hyuk, ve Paul F. Lambert. 2009. "Prevention and treatment of cervical cancer in mice using estrogen receptor antagonists". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106(46):19467-72. doi: 10.1073/pnas.0911436106.

- Courant, F., J. P. Antignac, D. Maume, F. Monteau, F. Andre, ve B. Le Bizec. 2007. "Determination of naturally occurring oestrogens and androgens in retail samples of milk and eggs". *Food Additives and Contaminants* 24(12):1358-66. doi: 10.1080/02652030701329637.
- Courant, Frédérique, Jean Philippe Antignac, Julie Laille, Fabrice Monteau, François Andre, ve Bruno Le Bizec. 2008. "Exposure assessment of prepubertal children to steroid endocrine disruptors. 2. Determination of steroid hormones in milk, egg, and meat samples". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(9):3176-84. doi: 10.1021/jf800096f.
- Ervin, Samantha M., Hao Li, Lauren Lim, Lee R. Roberts, Xue Liang, Sridhar Mani, ve Matthew R. Redinbo. 2019. "Gut microbial β -glucuronidases reactivate estrogens as components of the estrobolome that reactivate estrogens". *Journal of Biological Chemistry* 294(49):18586-99. doi: 10.1074/jbc.RA119.010950.
- Farlow, D. W., X. Xu, ve T. D. Veenstra. 2012. "Comparison of estrone and 17β -estradiol levels in commercial goat and cow milk". *Journal of Dairy Science* 95(4):1699-1708. doi: 10.3168/jds.2011-5072.
- FDA. 2022. "General Principles for Evaluating the Human Food Safety of New Animal Drugs Used In Food-Producing Animals". Center for Veterinary Medicine, Food and Drug Administration, US Department of Health and Human Services (3):1-33.
- Gilman, A. R., W. Buckett, W. Y. Son, J. Lefebvre, A. M. Mahfoudh, ve M. H. Dahan. 2017a. "The relationship between fat and progesterone, estradiol, and chorionic gonadotropin levels in Quebec cow's milk". *Journal of Assisted Reproduction and Genetics* 34(11):1567-69. doi: 10.1007/s10815-017-1025-0.
- Gilman, A. R., W. Buckett, W. Y. Son, J. Lefebvre, A. M. Mahfoudh, ve M. H. Dahan. 2017b. "The relationship between fat and progesterone, estradiol, and chorionic gonadotropin levels in Quebec cow's milk". *Journal of Assisted Reproduction and Genetics* 34(11):1567-69. doi: 10.1007/s10815-017-1025-0.
- Goyon, Alexandre, Julia Zhenzhen Cai, Karin Kraehenbuehl, Christoph Hartmann, Bing Shao, ve Pascal Mottier. 2016. "Determination of steroid hormones in bovine milk by LC-MS/MS and their levels in Swiss Holstein cow milk". *Food Additives and Contaminants - Part A* 33(5):804-16. doi: 10.1080/19440049.2016.1175186.
- Haimov-Kochman, Ronit, Laurence S. Shore, ve Neri Laufer. 2016. "The milk we drink, food for thought". *Fertility and Sterility* 106(6):1310-11.
- Hall, John E. 2013. *Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji*. Onikinci B. editör J. E. Hall, B. Ç. Yeğen, İ. Alican, ve Z. Solakoğlu. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.
- Irmak, Hasan, Nazan Yardım, Kanuni Keklik, ve Fehminaz Temel, ed. 2019. *Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA)*. Ankara: Tiraj Basım ve Yayın Sanayi Ticaret Ltd. Şti.
- JECFA. 1988. Evaluation of certain veterinary drug residues in food. Thirty-second report of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva.
- JECFA. 2000. Evaluation of certain veterinary drug residues in food: Fifty-second report of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva.
- Jouan, Pierre Nicolas, Yves Pouliot, Sylvie F. Gauthier, ve Jean Paul Lafort. 2006. "Hormones in bovine milk and milk products: A survey". *International Dairy Journal* 16(11):1408-14.
- Lin, T. J., R. B. Billiar, ve B. Little. 1972. "Metabolic clearance rate of progesterone in the menstrual cycle". *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 35(6):879-86. doi: 10.1210/jcem-35-6-879.
- Longcope, Christopher. 1971. "Metabolic clearance and blood production rates of estrogens in postmenopausal women". *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 111(6):778-81. doi: 10.1016/0002-9378(71)90488-1.

- Longcope, Christopher, Donald S. Layne, ve James F. Tait. 1968. "Metabolic clearance rates and interconversions of estrone and 17β -estradiol in normal males and females". *Journal of Clinical Investigation* 47(1):93-106. doi: 10.1172/jci105718.
- Malekinejad, Hassan, Peter Scherpenisse, ve Aldert A. Bergwerff. 2006a. "Naturally occurring estrogens in processed milk and in raw milk (from gestated cows)". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(26):9785-91. doi: 10.1021/jf061972e.
- Malekinejad, Hassan, Peter Scherpenisse, ve Aldert A. Bergwerff. 2006b. "Naturally occurring estrogens in processed milk and in raw milk (from gestated cows)". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(26):9785-91. doi: 10.1021/jf061972e.
- Maruyama, Kazumi, Tomoe Oshima, ve Kenji Ohyama. 2010. "Exposure to exogenous estrogen through intake of commercial milk produced from pregnant cows". *Pediatrics International* 52(1):33-38. doi: 10.1111/j.1442-200X.2009.02890.x.
- Mavi Aydoğdu, Saadet Gonca, ve Ülkü Özsoy. 2018. "Serviks kanseri ve HPV". *Androloji Bülteni* 20:25-29. doi: 10.24898/tandro.2018.62533.
- Monk, E. L., R. E. Erb, ve T. A. Mollett. 1975. "Relationships between immunoreactive estrone and estradiol in milk, blood, and urine of dairy cows". *Journal of Dairy Science* 58(1):34-40. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(75)84514-0.
- Moreno, Victor, F. Xavier Bosch, Nubia Muñoz, Chris J. L. M. Meijer, Keerti V. Shah, Jan M. M. Walboomers, Rolando Herrero, ve Silvia Franceschi. 2002. "Effect of oral contraceptives on risk of cervical cancer in women with human papillomavirus infection: The IARC multicentric case-control study". *Lancet* 359(9312):1085-92. doi: 10.1016/S0140-6736(02)08150-3.
- Muehlhoff, Ellen, Anthony Bennett, ve Deirdre McMahon. 2013. *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*. editör E. Muehlhoff, A. Bennett, ve D. McMahon. Rome: FAO.
- Pape-Zambito, D. A., A. L. Magliaro, ve R. S. Kensinger. 2008. " 17β -estradiol and estrone concentrations in plasma and milk during bovine pregnancy". *Journal of Dairy Science* 91(1):127-35. doi: 10.3168/jds.2007-0481.
- Pekcan, Gülden, Nevin Şanlıer, Murat Baş, Nilüfer Acar Tek, ve Hülya Gökmen Öze, ed. 2022. *Türkiye Beslenme Rehberi 2022*. Ankara: Hazar Reklam Mat. Yay. Dan. Eği. Kır. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti. Kazım.
- Rajkumar, Lakshmanaswamy, Frances S. Kittrell, Raphael C. Guzman, Powel H. Brown, Satyabrata Nandi, ve Daniel Medina. 2007. "Hormone-induced protection of mammary tumorigenesis in genetically engineered mouse models". *Breast Cancer Research* 9(1). doi: 10.1186/bcr1645.
- Regal, P., A. Cepeda, ve C. Fente. 2012a. "Development of an LC-MS/MS method to quantify sex hormones in bovine milk and influence of pregnancy in their levels". *Food Additives and Contaminants - Part A* 29(5):770-79. doi: 10.1080/19440049.2011.653989.
- Regal, P., A. Cepeda, ve C. Fente. 2012b. "Development of an LC-MS/MS method to quantify sex hormones in bovine milk and influence of pregnancy in their levels". *Food Additives and Contaminants - Part A* 29(5):770-79. doi: 10.1080/19440049.2011.653989.
- Shaaban, Mamdouh M., ve Arnold Klopper. 1973. "Plasma oestradiol and progesterone concentration in the normal menstrual cycle". *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology* 80(9):776-82. doi: 10.1111/j.1471-0528.1973.tb11218.x.
- Shapiro, Samuel, Anne Szarewski, Vincent Cogliano, Yann Grosse, Robert Baan, Kurt Straif, Béatrice Secretan, ve Fatiha El Ghissassi. 2005. "Oral oestrogen-progestagen contraceptives, menopausal treatment, and cancer". *Lancet Oncology* 6(10):736-37. doi: 10.1016/S1470-2045(05)70365-X.
- Spurgeon, Megan E., Sang Hyuk Chung, ve Paul F. Lambert. 2014. "Recurrence of cervical cancer in mice after selective estrogen receptor modulator therapy". *American Journal of Pathology* 184(2):530-40. doi: 10.1016/j.ajpath.2013.10.013.

Sweeney, Lori, ve Norbert F. Voelkel. 2009. "Estrogen exposure, obesity and thyroid disease in women with severe pulmonary hypertension". *European Journal of Medical Research* 14(10):433-42. doi: 10.1186/2047-783x-14-10-433.

Şen, Emine, ve Aynur Saruhan. 2010. "Menopoz ve hormon replasman tedavisi ile ilgili kanıta dayalı çalışmalar". *Aile ve Toplum* 20(11):45-52.

TÜİK. 2024. "Çiğ Süt Üretim İstatistikleri-2023". Geliş tarihi 19 Ekim 2024 (<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Cig-Sut-Uretim-Istatistikleri-2023-53542>).

Yang, Yi, Bing Shao, Jing Zhang, Yongning Wu, ve Hejun Duan. 2009. "Determination of the residues of 50 anabolic hormones in muscle, milk and liver by very-high-pressure liquid chromatography-electrospray ionization tandem mass spectrometry". *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences* 877(5-6):489-96. doi: 10.1016/j.jchromb.2008.12.054.

BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN POTANSİYELLERİ VE ÇEŞİTLİ GIDALARIN ZENGİNLEŞTİRİLMESİNDE KULLANIMLARI

THE POTENTIAL OF BIOACTIVE COMPONENTS AND THEIR APPLICATION IN THE ENHANCEMENT OF VARIOUS FOODS

Murat İŞÇİ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim dalı

Dr. Öğr. Üyesi Hatice Aybüke KARAOĞLAN

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü

ÖZET

Günümüzde insanlar hastalıklarının medikal ve cerrahi tedavilerini desteklemek veya hali hazırdaki sağlık durumlarını koruyabilmek için doğru beslenmenin önemini farkındadırlar. Yeterli ve dengeli beslenmeye yardım etmesinin yanı sıra sağlığa olumlu etkisi bulunan biyoaktif bileşen içeren fonksiyonel gıdaların tüketimi de gün geçtikçe artmaktadır. Fonksiyonel gıdaların içeriğinde bulunan bu biyoaktif bileşenlerin antihipertansif, antioksidan, antihiperlipidemik, antikarsinojenik, antidiyabetik etkilerinin olduğu birçok farklı çalışmada gösterilmiştir. Hayat kalitesi ve sağlık üzerine birçok olumlu etkisi bulunan biyoaktif bileşenler; toplumların çokça tükettiği tahıl ve et grubu gıdalara farklı yöntemlerle eklenmekte ve bu gıdalar zenginleştirilebilmektedir. Son dönemlerde, çağımız insanının stresli ve hızlı yaşamına biyoaktif bileşenleri entegre edebilmek amacıyla gıda endüstrisi fonksiyonel içeceklerin üretimine yoğunlaşmıştır. Bu çalışmada fonksiyonel gıdaların içerdiği biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine etkisiyle ilgili yapılmış çalışmalar; bazı gıdaların zenginleştirme yöntemleri ve zenginleştirmelerin sonuçları derlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre fonksiyonel gıdalar artık çağımız insanının beslenmesinin önemli yapıtaşlarındandır. Biyoaktif bileşenlere erişim zenginleştirme yöntemleri ve gıda endüstrisinin bu yöndeki yatırımları sayesinde oldukça kolaylaşmıştır. Ancak bu gıdaların insan vücudundaki sindirilebilirliği ve biyoerişilebilirliği üzerinde daha fazla ve daha geniş çaplı çalışmalar yapılarak biyoaktif bileşenlerin zenginleştirilmiş gıdalarda olması gereken optimal miktar ve oranları belirlenmelidir.

Anahtar kelimeler: fonksiyonel gıdalar, biyoaktif bileşenler, antioksidan, zenginleştirme

ABSTRACT

Nowadays, people are aware of the crucial role a healthy diet plays in maintaining their current state of health or aiding in the medical and surgical treatments of diseases. Consumption of functional foods, which include bioactive compounds with favorable health effects, is increasing in addition to appropriate and balanced diet. Multiple studies have demonstrated that bioactive compounds found in functional food exhibit antihypertensive, antioxidant, antihyperlipidemic, anticancer, and antidiabetic properties. Bioactive compounds, which confer several benefits to quality of life and health, can be included into widely consumed grain and meat products through various methods, thereby enhancing these diets. Recently, to include bioactive compounds into the fast-paced and hectic lifestyles of contemporary individuals, the food sector has concentrated on developing functional beverages. This study abstracts research on the health impacts of bioactive compounds in functional foods, methods for food enrichment, and the subsequent effects of these enhancement. The findings indicate that functional foods are integral to contemporary human nutrition. The accessibility of bioactive

compounds has been improved due to enrichment techniques and investments by the food sector in this domain. Nevertheless, comprehensive and large-scale research must be undertaken to ascertain the ideal quantities and ratios of bioactive components in fortified meals by evaluating their digestibility and bioavailability in the human organism.

GİRİŞ

Fonksiyonel gıdalar, temel beslenme ihtiyaçlarının karşılanması yanı sıra hastalıkların önlenmesinde ve sağlığın korunmasında rol oynayan biyoaktif elementler içeren gıdalar olarak tanımlanabilir. Fonksiyonel gıda, bir gıdanın doğal formunda bulunan bir etken madde olabildiği gibi, biyoaktif elementlerin teknolojik süreçlerle eklenerek oluşturulmuş sağlığa olumlu etkisi olan bir gıda da olabilir (Crowe ve Francis, 2013; Büyüktuncer, 2018).

Fonksiyonel gıdalara olan ilginin artmasının birçok nedeni bulunmaktadır. Öncelikle, tüketiciler genel sağlık durumlarını korumak için beslenme ve sağlık arasındaki ilişkiye daha fazla önem vermeye başlamışlardır. Hızlı ve stresli yaşam tarzları, insanların beslenme alışkanlıklarını değiştirmiş, hazır gıdaların yüksek tüketimi ve sedanter yaşam tarzı, sağlıklı beslenmenin önemini daha da arttırmıştır. Bu bağlamda, fonksiyonel gıdalar, hem hastalıkların önlenmesine hem de sağlık durumunun iyileştirilmesine yardımcı olabilecek potansiyele sahip ürünler olarak dikkat çekmektedir. Tüketicilerin bu gıdalara olan ilgisi, sağlıklı yaşamı destekleyen alternatif arayışlarının bir yansımasıdır.

Fonksiyonel gıdalar sağlığın korunması ve geliştirilmesi; hastalıkların tedavisinde medikal ve cerrahi tedavinin desteklenmesi gibi amaçlarla insanlar tarafından farklı zamanlarda farklı kültürlerde kullanılmışlardır. Geçmişte olduğu gibi günümüzde de sağlığın korunması adına beslenmeye olan ilgi artarak devam etmekte fonksiyonel gıdalarla ilgili araştırmalar da her geçen gün artmaktadır (Coşkun, 2005).

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

FONKSİYONEL GIDALARIN SAĞLIĞA ETKİLERİNE DAİR BİLİMSEL ÇALIŞMALAR

Sağlığın korunması ve hastalıkların tedavisinde kullanılan fonksiyonel gıdaların içerdikleri biyoaktif bileşenlerin insan vücuduna ne yönde etki ettiği önemli bir araştırma konusudur. Bu konuyla ilgili hem in vivo hem de in vitro çalışmalar yapılmaktadır. Birçok doğal kaynak biyoaktif bileşene sahip olup, yapılmış çeşitli çalışmalarda bu maddelerin sağlık üzerine olan etkileri ortaya koyulmuştur. Kurkumin, Curcuma longa'nın ana biyoaktif bileşeni olup, zerdeçalda ve diğer kaynaklarda bulunmaktadır. Antioksidan ve anti-inflamatuar özellikleri ile bilinen kurkumin, artrit ve kardiyovasküler hastalıklar gibi çeşitli sağlık koşulları üzerindeki potansiyel etkileri için geniş bir şekilde incelenmiştir (Sneharani, 2019). Resveratrol (3,5,4-trihidroksistilben) üzümde ve nar suyu içinde bulunmaktadır. Çalışmalarda damar fonksiyonu, bağışıklık ve bağırsak mikrobiyotası üzerindeki faydaları gösterilmiştir (Chaplin ve ark. 2018). Günlük 1 g düzeyinde, orta dereceli Alzheimer hastalarına verilen resveratrolün bilişsel fonksiyonlardaki gerilemeyi yavaşlattığı görülmüştür (Yang ve ark, 2021). Kuersetin, elma ve soğanın içinde bulunan bir biyoaktif bileşen olup, nörodejeneratif hastalıklarda güçlü nöroprotektif özellikler göstermektedir (Elumalai ve Lakshmi, 2016). Sarımsağın içerisinde bulunan allisin ve diallildisülfid bileşenleri antihipertansif ve antidiyabetik etkiye sahip olduğu saptanmıştır (Wang ve ark., 2015; Shabani ve ark., 2019). Sobenin ve ark. 2018 yılında hiperkolesterolemili hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada; hastalara sarımsak preperatı (Allisor, 600 mg/gün) verildiğinde LDL düzeylerinin %11,8 düştüğü (p=0,002), HDL düzeylerinin %11,5 yükseldiği (p=0,013) görülmüştür. Bu da sarımsağın antihiperlipidemik etkisini göstermektedir. Zeytinyağında bulunan sekualen; insan cildinin de sebumunda doğal olarak bulunan bir bileşendir ve

insan cildini UV ışınları ve radyoaktivitenin zararlı etkisinden korumaktadır (Gorzynik-Debicka ve ark., 2018). Bunun yanı sıra oleik asit içeriği ile antikarsinojenik ve antihiperlipidemik özelliklere sahiptir (Trichopolou ve Dilis, 2007). Lignan, keten tohumunda bulunan bir biyoaktif bileşendir ve antihiperlipidemik etki göstermektedir (Parihk, Netticadan ve Pierce, 2018).

Huang ve ark. 2018 yılında 1945 Çinli kadın üzerinde yaptığı çalışmada çay tüketiminin kemik yoğunluğunu arttırdığı ve osteoporoz riskini azalttığı görülmüştür. Aynı zamanda çayın içeriğindeki kateşinler, ellagitanenler, gallotanenlerin antioksidan, antihipertansif, antikarsinojenik etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Nakachi ve ark.,2000; Greyling ve ark., 2014; Huang ve ark., 2018.).

Genç erişkinlerde ceviz takviyesinin sözel muhakeme yeteneğini %11,2 arttırdığı görülmüştür (Pribis, 2012) . Cevizin içerdiği fitosterol ve L-arjinin sayesinde antioksidan ve antihipertansif etki gösterdiği bilinmektedir (Huang ve ark., 2018). Limonda bulunan polifenollerin ağırlık denetimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; 5 haftalık erkek fareler 3 farklı gruba ayrılarak, düşük yağlı, yüksek yağlı ve %0,5 limon polifenolü içeren yüksek yağlı diyetle 12 hafta boyunca beslenmişlerdir. Sonuç olarak ağırlık kazanımı ve yağ depolanmasının % 0,5 oranında limon polifenolü içeren yüksek yağlı diyetle beslenen farelerde baskılandığı görülmüştür (Fukuchi, 2008).

Sofralarımızda sıklıkla bulduğumuz bazı fonksiyonel gıdalar, içerdikleri biyoaktif bileşenler ve sağlık üzerine etkileri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Fonksiyonel Besinlerin İçerdiği Biyoaktif Bileşenler ve Sağlık Üzerine Etkileri

Fonksiyonel Gıda	Biyoaktif Bileşen	Sağlık Üzerine Etkisi	Kaynak
Balık Yağı	Omega-3 Omega-6	Kalp-Damar Sağlığı Üzerine Olumlu Etki Antikarsinojenik Astm ve ASYE riskini azaltıcı	Harris, 2005 Bisgaard ve ark, 2016
Kırmızı Et	Konjuge Linoleik Asit Karnitin	Antikarsinojenik Yağ Dokusunu Azaltma	Kaur ve Das, 2011
Fermente Süt Ürünleri	Laktik Asit Bakterileri	Antikarsinojenik Antihiperlipidemik Antioksidan Antimikrobiyal Antiaterojenik	García-Burgos ve ark., 2020
Üzüm	Resveratrol	Antioksidan Antiinflamatuvar Nörodejeneratif Hastalıklar üzerine Olumlu Etki	Pasinetti G ve ark., 2015 Simental-Mendía LE ve ark., 2019 Sarman E, 2021
Sarımsak	Allisin Diallil Disülfid	Antihipertansif Antihiperlipidemik Antidiyabetik	Wang ve ark., 2015 Sobenin ve ark., 2018 Shabani ve ark., 2019
Domates	Likopen	Antioksidan Antitrombotik Antikarsinojenik	Hasler, 2004 O’Kennedy ve ark., 2006 Savurdan, 2007
Soya	Fitosterol Saponin Fitik Asit	Antihiperlipidemik Fonksiyonel ürün geliştirmede sık kullanım	Ketomaki ve ark., 2003 Turgay, 2005 Ruscica ve ark., 2018

Çay	Kateşinler Ellagitanenler Gallotanenler	Antihipertansif Antioksidan Antikarsinojenik	Nakachi ve ark., 2000 Greyling ve ark., 2014 Huang ve ark., 2018
Ceviz	Fitosterol L-arjinin	Antioksidan Antihipertansif Bilişsel Performansa Olumlu Etki	Pribis ve ark., 2012 Huang ve ark., 2018
Zeytinyağı	Oleik Asit Sekualen	Antihiperlipidemik Antikarsinojenik UV ışınlarından korur	Trichopolou ve Dilis,2007 Gorzynik-Debicka ve ark., 2018
Keten Tohumu	Lignan	Antikarsinojenik Antihiperlipidemik	Collins ve ark., 2003 Parihk, Netticadan ve Pierce, 2018
Karabuğday	Dirençli Nişasta Prebiyotik Fagopirin	Glisemik Kontrol Antihipertansif Antihiperlipidemik	Hayıt ve Hülya, 2015 Kreft, 2016 Yılmaz, 2018
Chia Tohumu	Myristin Kuarsetin Rosmarinik asit Kampferol	Antioksidan Antihipertansif Ağırlık Denetimi	Toscana ve ark., 2014 Vuksan ve ark., 2017 Marcinek ve Krejpcio,2017

GIDALARIN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Hayat kalitesi ve sağlıklı yaşam üzerine sağlıklı beslenmenin faydalı etkileri konusunda tüketicilerin bilinçlenmesi, araştırmacıları bu konuda harekete geçirmiş ve sektörün yeni sağlıklı ürün geliştirmeye yönelmesini sağlamıştır. Böylece, diğer besleyici ve doğal materyallere ek olarak, istenilen fonksiyonel özelliklere sahip, yeni kaynakların bulunmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır (Lambo ve ark., 2005). Araştırmalar toplumların diyetlerinde önemli yer kaplayan et ve tahıl ürünlerinin zenginleştirilmesine odaklanmıştır. Ancak zenginleştirme de sadece gıdayı fonksiyonel bir ürüne dönüştürme yeterli değildir. Gıdanın duyuşsal kabul edilebilirliğinin de (lezzet, tat, görünüş, tekstür gibi özellikleri) olumsuz etkilenmesine yol açmadan zenginleştirme yapılmalıdır.

Tahılların Zenginleştirilmesi

Tahıl ürünleri hem Türk kültüründe hem de tüm dünyada geçmişten günümüze insanların beslenmesinde önemli bir yer kaplamaktadır.

Tahıl ürünlerini fonksiyonel ürünlerle zenginleştirilerek, ürünlerin besin değeri artırılmakta ve sağlık yararları genişletilebilmektedir. Bu amaçla, gıdalara çeşitli vitamin, mineral, lif ve diğer biyoaktif bileşenler eklenmektedir. Tahıl ürünleri zenginleştirilirken kullanılan yöntem genel olarak ürünün yapılacağı una biyoaktif bileşen içeren fonksiyonel gıdanın ununun eklenmesidir. Zenginleştirilmiş bazı tahıl ürünleri, zenginleştirme yöntemleri ve ürünlerin besinsel değerlerinde gözlemlenen sonuçlar Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2: Zenginleştirilmiş Tahıllar

Zenginleştirme Yöntemi	Zenginleştirilen Ürün (Duyusal Kabul Edilebilirlik)	Sonuç	Kaynak
Elma Kabuğu Tozu İlavesi	Muffin (max. %24)	Fenolik Madde içeriği, Diyet lifi içeriği, Antioksidan özelliklerinde artış	Rupasinghe ve ark., 2008
Hurma Çekirdeği Unu İlavesi	Kek (max. %5)	Antioksidan özellik, Diyet lifi içeriği, Mineral Madde İçeriğinde artış	Ambigaipalan ve Shahidi, (2015)
Nar Kabuğu Unu İlavesi	Bisküvi (%7,5)	Diyet lifi içeriği, Antioksidan özellik, Mineral Madde İçeriği, β -karoten içeriğinde artış	Dülger Altuner, 2015
Beyaz Lahana Unu İlavesi	Bisküvi (%2,5)	Mineral Madde İçeriği, Diyet lifi içeriğinde artış	Gül ve ark., 2013
Kuşburnu Çekirdeği Unu İlavesi	Ekmek (%5)	Diyet lifi içeriğinde artış	Gül ve Şen, 2017
Balkabağı Unu İlavesi (%10-50 arasında)	Ekmek (%10) Bisküvi (%10) Kek (%20)	B-karoten içeriği, Diyet lifi içeriği, Antioksidan özelliğinde artış; Enerji İçeriği ve Karbonhidrat İçeriğinde azalma	Pongjanta ve ark., 2006 Aydın, 2014
Kinoa, Karabuğday, Kabak Çekirdeği Unu İlavesi (max %40)	Tost Ekmeği Kinoa (%10) Karabuğday (%15) Kabak Çekirdeği Unu (%10)	Protein içeriği Diyet lifi içeriği Yağ içeriklerinde artış	Milovanovic, 2014
Şevketi Bostan Unu İlavesi (%5-40)	Kraker (%20)	Diyet lifi içeriği, Fenolik Madde içeriği, Antioksidan özellik, Biyoyararlanım, Mineral Madde İçeriğinde artış; Enerji İçeriği ve Karbonhidrat İçeriğinde azalma	Dülger Altuner, 2015

Et Ürünlerinin Zenginleştirilmesi

Et ürünleri de tıpkı tahıl ürünlerinde olduğu gibi sofralarımızda sıkça bulunan gıdalardandır. Et ve et ürünlerinin hem olumlu hem de olumsuz besinsel özellikleri vardır. Kaslı gıdalar demir, çinko, konjuge linoleik asit ve B vitaminleri gibi birçok bileşiğin ana kaynakları iken (Weaver, 2002; Hunt 2003; Pfeiffer ve ark., 2007) aynı zamanda yüksek düzeyde doymuş yağ asitleri, kolesterol, sodyum ve yüksek kalori içeriğine sahiptirler (He ve Macgregor, 2009; Astrup ve ark., 2011). Ancak et ve türevleri de, içerdiği biyoaktif bileşenlerden ötürü fonksiyonel gıdalar olarak kabul edilebilir. Ayrıca,

bu gıdalar, sağlığa faydalı biyoaktif bileşenlerin eklenmesi veya zararlı bileşenlerin azaltılması ya da ortadan kaldırılması yoluyla da fonksiyonel hale getirilebilir.

Sığır etindeki doymamış yağ asitleri ve konjuge linoleik asit miktarına besleme rasyonunun ve hayvan cinsinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada aynı türden hayvanları farklı rasyonlara tabi tutmuşlar ve sonuç olarak taze ot ve slaj beslemede, kas lipitlerinde daha yüksek doymamış yağ asitleri özellikle konjuge linoleik asit miktarının yüksek olduğunu bulmuşlardır (Nuernberg ve ark., 2005). Sığır köftelerinin soya sosu ile zenginleştirilmesi üzerine yapılan çalışmaların bir tanesinde; çiğ dana köftelerine soya sosu ve askorbik asidin birlikte eklenmesinin renk stabilitesini büyük ölçüde iyileştirdiği ve lipit oksidasyonunu geciktirdiği belirtilmiştir (Hyun-Wook ve ark. 2013). Bir başka çalışmada, soya kabuklarından izole edilen pektin ve çözünmeyen lifin taze ve dondurulmuş/çözülmüş sığır köftelerine eklenmesi ile hem taze hem de dondurulmuş/çözülmüş sığır köftelerinin renk ve lipid oksidasyon kararlılıklarını azaldığı, dondurulmuş sığır köftelerinin su kaybını ve sertlik kusurlarını en aza indirdiği rapor edilmiştir (Hyun-Wook ve ark. 2016.).

Bitkisel materyallerin et ürünlerinde kullanıldıkları çalışmalarda olumlu etkiler gözlemlenmiştir. Meyve (şeftali, elma, portakal) ve tahıl (buğday ve yulaf) lifleri kuru ve düşük yağlı fermente sosislerde %1.5-3 oranlarında ilave edildiğinde ürünlerin kalori değerlerinin % 35 azaldığı, lif oranlarının % 2' den % 4' e çıktığı belirlenmiştir (Garcia ve ark. 2002). % 1 ve % 2 oranında portakal lifi kullanılan ispanya tipi fermente sucuklarda fermantasyon periyodu boyunca *Micrococcus spp* sayısının arttığı ve son ürünlerdeki nitrit kalıntısının azaldığı bildirilmiştir (Fernandez-Lopez 2008). Shin ve ark. (2002) yaptıkları çalışmalarında sarımsakta bulunan sülfür bileşiklerinin, et ve balık gibi proteince zengin gıdaların pişirilmesi esnasında oluşan ve mutajen ve/veya karsinojen olan heterosiklik aromatik aminlerin miktarını azalttığını tespit etmişlerdir. Ek olarak % 1 ve % 3 oranında sarımsak ekstraktı ilave edilen sosislerin soğuk muhafazası sonucunda; tiyobarbutirik asit ve peroksit değerini düşürdüğünü, kalıntı nitrit ve toplam aerop mezofil bakteri sayısının kontrol örneğinden daha az olduğunu tespit ettiklerini bildirmişlerdir (Shin ve ark. 2002).

Özer ve ark. (2016) tarafından *Lactiplantibacillus plantarum* (*Lp. plantarum*)'un 23 suşu konjuge linoleik asit üretimi ve bu suşun fermente sucukta kullanılabilirliği araştırılmıştır. Buna göre; KLA' i en iyi üreten *Lp. plantarum* suşu AB20-961 olarak belirlenmiş ve bu suşun herhangi bir kalite problemi olmadan kullanılabileceği bildirilmiştir. Bu çalışmalara ek olarak literatürde bulunan diğer araştırmalar ve elde edilen olumlu sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3: Zenginleştirilmiş Et Ürünleri

Ürün	İlave edilen probiyotik	İlave edilen prebiyotik kaynak	Sonuç	Kaynak
Kuru fermente edilmiş sos (Longaniza de Pascua)	Probiyotik türü: <i>Lactocaseibacillus casei</i> (<i>Lc. casei</i>) CECT 475	Portakal lifi (yan ürünler)	<i>Lc. casei</i> Kürleşme sürecini hızlandırmış %1 Portakal Lifi <i>Lactobacilli</i> ve <i>Micrococcus</i> 'un büyümesine olumlu etki	Sayas-Barbera, ve ark.,2012
Kuru fermente edilmiş sos (Longaniza de Pascua)	Ticari probiyotik suşlar: <i>Lp. plantarum</i> Biyoflora™	Kestane Unu	pH' da azalma LAB sayısında artış	Sirini ve ark., 2020
Salchich Açık fermente edilmiş Sosis	Ticari probiyotik suşlar: <i>Lc. paracasei</i> BGP1, <i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i> GG	Fruktooligosakkaritler NutraFlora® P95	Yağ oranında düşüş (%29) Duyusal özellikler sabit	Bis-Souza ve ark., 2020

Fonksiyonel İçecekler

Fonksiyonel içecek; “bir bitki, hayvan, deniz veya mikroorganizma kaynağından elde edilen herhangi bir biyoaktif bileşenin eklenmesiyle ek sağlık yararları sağlayan herhangi bir alkolsüz içecek” olarak tanımlanabilir (Gayathry ve John, 2021). Antikarsinojenik, bağışıklık sistemini güçlendirici, antioksidan, antiinflamatuvar, anti-aging etkiye sahiplerdir (Tolun ve Altıntaş, 2019).

Fonksiyonel içecekler hızlı yaşam tarzına çok uygun bir içecek olması nedeniyle araştırmalara sık sık konu olmaktadır. Küçük bir hacimde insanların ihtiyaç duyduğu besin öğelerinin hızlı bir şekilde alınabilmesi amacıyla bu içecekler market raflarında da yerlerini almaktadırlar. Yurt dışında marketlerde bu içeceklerle ilgili bölümlerin git gide artmaktadır. Ülkemizde de özellikle büyük şehirlerde büyük zincir marketlerde çok çeşitli ürünler görülmektedir. Fonksiyonel içecek pazarının 2024 yılına kadar 208,13 milyar dolara ulaşması ve tahmini Bileşik Yıllık Büyüme Oranının (CAGR) (2022–2027) %7,5 olması beklenmektedir (Kumar ve ark., 2023).

Fonksiyonel içeceklerle ilgili olarak yapılmış bazı çalışmalar ve elde edilen olumlu etkiler Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4: Fonksiyonel İçecekler Üzerine Yapılan Çalışma Örnekleri

Ürün	Biyoaktif Bileşen	Diğer Özellikler	Kaynak
Fermente Filizli Karabuğday İçeceği	Antioksidanlar (karabuğday, <i>Fagopyrum esculentum Moench</i>), Probiyotikler: <i>Lp. plantarum</i> Prebiyotikler: inulin	Gastrointestinal sistemdeki polifenol içeriği %39,19 azalma Antioksidan aktivite %27,41 azalma	Brajdes ve ark., 2013
Prebiyotik Çok Tahıllı İçecek (Ahırılık, Tilki Kuyruğu, Kododarı)	B Vitaminleri Magnezyum Demir Diyet Lifi	Çok tahıllı içeceğin duyuşsal özellikleri fruktooligosakkaritler (FOS), amilaz enzimi ve galaktooligosakkarit kullanılarak geliştirilmiştir.	Arya ve Shakya, 2020
Fındık Unu Proteini İle Zenginleştirilmiş İçecek	Esansiyel Amino Asit Konsantrasyonu (%36,65)	Fındık küşesi fonksiyonel gıdalar için protein kaynağı potansiyeli, Sürdürülebilirlik adına olumlu etki	Sen ve Kahveci, 2020
Kombucha Fermente Soya Peynir Altı Suyu İçeceği	Esterler Yüksek Aldehitler	Kombucha fermantasyonu, soya peynir altı suyunun fonksiyonel bir içeceğe dönüşmesiyle sonuçlanmıştır.	Tu ve ark., 2019

4. SONUÇ

Fonksiyonel gıdalar, sağlıklı beslenmede vazgeçilmez ürünler haline gelmiştir. İnsanların sağlıklı beslenme konusundaki bilinçleri giderek artmaktadır. Gıda endüstrisi de bu talebi karşılamak için çalışmalarını yoğunlaştırmış ve ürünler market raflarında yerlerini almaya başlamıştır. Yapılan çalışmaların seyri değişmektedir; bir ürün, fonksiyonel bileşenleri ve biyoaktif maddeleri bolca içerebilir. Ancak gıdalardan alınan biyoaktif bileşenlerin insan metabolizmasında ne kadar sindirilebildiği ve biyoerişilebilirliğinin ne durumda olduğu merak konusudur. Çalışmaların bu yönde ve daha geniş çaplı yapılması gerekmektedir. Bu noktada, 'sindirilebilirlik, biyoerişilebilirlik ve biyoyararlanım' gibi konularda çalışmalar ve doğru yönlendirmeler yapmak beslenme uzmanlarının sorumluluğundadır.

KAYNAKÇA

- Ambigaipalan P., Shahidi F. (2015). Date seed flour and hydrolysates affect physicochemical properties of muffin. *Food Bioscience*, 12, 54-60.
- Arya, Shalini & Shakya, Naveen. (2020). High fiber, low glycaemic index (GI) prebiotic multigrain functional beverage from barnyard, foxtail and kodo millet. *LWT*. 135. 109991. 10.1016/j.lwt.2020.109991.
- Asgary S, Keshvari M. 2013. Effects Of Citrus Sinensis Juice On Blood Pressure. *ARYA Atherosclerosis*; 9(1): 98-101.
- Astrup, A. et al. (2011). "Dietary fat and health: dietary fat and health: a systematic review." *European Journal of Clinical Nutrition*
- Aydın, E. (2014). Balkabağı (Cucurbita moschata) Unu Katkısının Bisküvinin Antioksidan Aktivite ve Besinsel Kalitesine Etkileri. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa
- Barr, V. J., Robinson, S., Marin-Link, B., Underhill, L., Dotts, A., Ravensdale, D., & Salivaras, S. (2003). The expanded Chronic Care Model: an integration of concepts and strategies from population health promotion and the Chronic Care Model. *Hospital quarterly*, 7(1), 73–82. <https://doi.org/10.12927/hcq.2003.16763>
- Bisgaard H, Stokholm J, Chawes BL et al. 2016. Fish Oil-Derived Fatty Acids in Pregnancy and Wheeze and Asthma in Offspring, *The New England Journal of Medicine*; 5(26):2530-9.
- Bis-Souza, C. V., Ozaki, M. M., Vidal, V. A. S., Pollonio, M. A. R., Penna, A. L. B., & Barretto, A. C. S. (2020). Can dietary fiber improve the technological characteristics and sensory acceptance of low-fat Italian type salami? *Journal of Food Science and Technology*, 57(3), 1003–1012. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04133-6>
- Block, G., Patterson, B., & Subar, A. (1992). Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. *Nutrition and cancer*, 18(1), 1-29.
- Brajdes C, Vizireanu C. 2013. Stability of Lactobacillus plantarum from functional beverage based sprouted buckwheat in the conditions simulating in the upper gastrointestinal tract. *Glob Res Anal*. 2:7–8.
- Büyüktuncer Z. (2018). Beslenme, Fonksiyonel Besinler ve Mikrobiyota. *Türkiye Klinikleri Beslenme ve Diyetetik-Özel Konular*, 4(2), 9-15.
- Collins, TFX, Sprando RL, Black TN, Olejnik N, Wiesenfeld PW, Babu US, Bryant M, Flynn TJ, Ruggles DI, 2003. Effects of Flaxseed And Defatted Flaxseed Meal On Reproduction And Development In Rats, *Food and Chemical Toxicology*;4(1):819– 834.
- Coşkun, T. (2005). Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48(1), 61-84.
- Crowe, K. M., and Francis, C. (2013). Position of the academy of nutrition and dietetics: functional foods. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(8), 1096-1103.
- Đurendić-Brenesel, M, Popović, T, Pilija, V, ve ark. (2013) Hypolipidemic and antioxidant effects of buckwheat leaf and flower mixture in hyperlipidemic rats. *Bosn J Basic Med Sci* 13, 100–108.
- Dülger Altuner, D. (2015). Sağlıklı Bir Atıştırmalık: Enerjisi Azaltılmış Kraker Üretimi. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Elumalai, P., & Lakshmi, S. (2016). Role of Quercetin Benefits in Neurodegeneration. *Advances in neurobiology*, 12, 229–245. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28383-8_12.
- Ercan, Ş. N., Aşkar, Ş., & Aşkar, T. K.(2023). Hayvansal Kaynaklı Fonksiyonel Besinler. *Sağlık Antropolojisi Ve Sosyolojisi*, 1.
- Fernandez-Lopez J, Sendra, E, Sayas-Barbera, E, Navarro C, Perez-Alvarez J. A.Physicochemical and microbiological profiles of “salchichon” (Spanishdry-fermented sausage) enriched with orange fiber. *Meat Science*. 2008; 80, 410–417.

- Fukuchi Y, Hiramitsu M, Okada M, Hayashi S, Nabeno Y, Osawa T, Naito M. 2008. Lemon Polyphenols Suppress Dietinduced Obesity by Up-Regulation of mRNA Levels of the Enzymes Involved in β -Oxidation in Mouse White Adipose. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*; 43(3): 201- 209.
- Garcia ML, Dominguez R, Galvez MD, Casas C, Selgas MD. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science*. 2002; 60, 227–236.
- García-Burgos, M., Moreno-Fernández, J., Alférez, M. J., Díaz-Castro, J., & López-Aliaga, I. (2020). New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. *Journal of Functional Foods*, 72, 104059. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104059>.
- Gayathry, K. S., & John, J. A. (2021). Functional beverages: Special focus on anti-diabetic potential. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(11), 1–12. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15974>
- Gorzynik-Debicka M, Przychodzen P, Cappello F, Kuban-Jankowska A, Marino Gammazza A, Knap N, Gorska-Ponikowska M. 2018. Potential Health Benefits of Olive Oil and Plant Polyphenols. *International Journal of Molecular Sciences*; 19(3): 686-7.
- Greyling A, Ras RT, Zock PL, Lorenz M, Hopman MT, Thijssen DH, Draijer R. 2014. The Effect Of Black Tea On Blood Pressure: A Systematic Review With Meta-Analysis Of Randomized Controlled Trials. *Public Library Of Science One Journal*; 9(7).
- Gül, H., Şen, H. (2017a). Effects of pomegranate seed flour on dough rheology and bread quality. *CYTA–Journal of Food*, 15(4): 622–628.
- Gül, H., Yanik, A., Acun, S. (2013). Effects of white cabbage powder on cookie quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(1), 68-72.
- Harris WS. 2005. Extending the cardiovascular benefits of omega-3 Fatty acids, *Current atherosclerosis reports*;7(5):375-80.
- Hasler CM. 2004. Functional Foods: Their Role In Disease Prevention And Health Promotion. *Food technology*;52(11): 63-68.
- Hayıt F, Hülya G. 2015. Karabuğdayın Sağlık Açısından Önemi ve Unlu Mamüllerde Kullanımı. *Ziraat Fakültesi Dergisi. Uludağ Üniversitesi*; 29(1): 123-131.
- He, F. J., & MacGregor, G. A. (2009). "Reducing population salt intake worldwide: from evidence to implementation." *Progress in Cardiovascular Diseases*
- Huang H, Han GY, Jing LP, Chen ZY, Chen YM, Xiao SM. 2018. Tea Consumption Is Associated with Increased Bone Strength in Middle-Aged and Elderly Chinese Women. *Journal Nutrition Health Aging*;22(2):216- 221.
- Hunt, J. R. (2003). "Bioavailability of Zinc." *Journal of Nutrition*
- Hyun-Wook K, Danika K.M, Yong JL, Yuan H, Brad K. Effects of soy hull pectin and insoluble fiber on physicochemical and oxidative characteristics of fresh and frozen/thawed beef patties. *Meat Science*.2016. 63–67.
- Hyun-Wook K, Yung-Sang C, Ji-Hun C, Hack-Youn K, Ko-Eun H, Dong-Heon S, Soo-Yoen L, Mi-Ai L, Cheon- Jei K. Antioxidant effects of soy sauce on color stability and lipid oxidation of raw beef patties during cold storage. *Meat Science*. 2013. Pages 641–646.
- İlkay, H. Ö., & Mutlu, A. A. (2020). Fonksiyonel bir besin: kinoa. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 48(3), 92-101.
- Kaur, S., & Das, M. (2011). Functional foods: an overview. *Food Science and Biotechnology*, 20(4), 861.
- Ketomaki AM, Gylling H, Antikainen M, Siimes MA, Miettinen TA. 2003. Red Cell and Plasma Plant Sterols are Related During Consumption of Plant Stanol and Sterol Ester Spreads in Children with Hypercholesterolemia. *The Journal of Pediatrics*; 142:524-531.
- Kreft M. 2016. Buckwheat phenolic metabolites in health and disease. *Nutrition Research Reviews*; 29(1): 30-39.

- Kumar, P. C., Sundararajan, A., & Oberoi, H. S. (2023). Quality parameters of foxtail and little millet incorporated fruit beverages., 11(3), 324–331.
- Lambo, A.M., R. Öste ve M.E.G.L. Nyman. 2005. Dietary fibre in fermented oat and barley b-glucan rich concentrates. *Food Chemistry*, Vol.89 (2): 283-293.
- Marcinek K, Krejpcio Z. 2017. Chia seeds (*Salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications, *Annals of the National Institute of Hygiene*; 68(2): 123- 129.
- Milovanovic, M.M., Demin, M.A., Vucelic-Radovic, B.V., Zarkovic, B.M., Stikic, R.I. (2014). Evaluation of the nutritional quality of wheat bread prepared with quinoa, buckwheat and pumpkin seed blends. *Journal of Agricultural Sciences*, 59(3), 319-328.
- Morand C, Dubray C, Milenkovic D, Lioger D, Martin JF, Scalbert A, Mazur A. 2011. Hesperidin contributes to the vascular protective effects of orange juice:a randomized crossover study in healthy volunteers. *The American Journal of Clinical Nutrition*; 93(1): 73-80.
- Nakachi K, Matsuyama S, Miyake S, Suganuma M, Imai K. 2000. Preventive effects of drinking green tea on cancer and cardiovascular disease: epidemiological evidence for multiple targeting prevention, *Biofactors Journal*;13(1): 49-54.
- Nuernberg K, Dannenberger D, Nuernberg G, Ender K, Voigt J, Scollan ND, Wood JD, Nute GR, Richardson RI. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds”, *Livestock Production Science* 94, 2005;137– 147.
- O’Kennedy N, Crosbie’nin L, Whelan S el at. 2006. Effects of tomato extract on platelet function: a double-blinded crossover study in healthy humans, *The American Journal of Clinical Nutrition*; 84(3):561-569.
- Özer CO, Birol K, Gül den BK. In-vitro microbial production of conjugated linoleic acid by probiotic *L. plantarum* strains: Utilization as a functional starter culture in sucuk fermentation. *Meat Science* 2016.114,24-31.
- Parihk M, Netticadan t, Pierce GN. 2018. Flaxseed: its bioactive components and their cardiovascular benefits, *The American Journal of Physiology-Heart*; 314(2):146- 159.
- Pasinetti, G. M., Wang, J., Ho, L., Zhao, W., & Dubner, L. (2015). Roles of resveratrol and other grape-derived polyphenols in Alzheimer’s disease prevention and treatment. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1852(6), 1202 1208.
- Pfeiffer, C. M. et al. (2007). "Vitamin B12 status in the United States." *The American Journal of Clinical Nutrition*
- Pongjanta, J., Naulbunrang, A., Kawngdang, S., Manon, T., Thepjaikat, T. (2006). Utilization of pumpkin in bakery product. *Songklanakarin Journal of Science Technology*, 28, 71-79.
- Pribis P, Bailey RN, Russell AA et al. 2012. Effects of walnut consumption on cognitive performance in young adults, *British Medical Journal*;107(9):1393-401.
- Raman, M., Ambalam, P., & Doble, M. (2019). Probiotics, prebiotics, and fibers in nutritive and functional beverages. In *Nutrients in beverages* (pp. 315–367). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816842-4.00009-5>.
- Rupasinghe, H.P.V., Wang, L., Huber, G.M., Pitts, N.L. (2008). Effects of baking on dietary fibre and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder, *Food Chemistry*, 107, 1217-1224.
- Ruscica M, Pavanello C, Gandini S el at. 2018. Effect of soy on metabolic syndrome and cardiovascular risk factors: a randomized controlled trial, *European Journal of Nutrition*; 57(2):499-511.
- Sarman E, Gü lle K. Resveratrol Gü çlü Bir Antioksidan Mı?. *BÜSAD*. 2021;2(1):57-63.
- Savurdan H. 2007. Üniversite Öğrencilerinin Fonksiyonel Besin Bilgi Düzeylerini Belirlemeye Yönelik Bir Ölçek Geliştirme: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. Selçuk Üniversitesi, Çocuk Gelişimi ve Ev Yönetimi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

- Sayas-Barbera, E., Viuda-Martos, M., Fernández-Lopez, F., Pérez-Alvarez, J. A., & Sendra, E. (2012). Combined use of a probiotic culture and citrus fiber in a traditional sausage "Longaniza de Pascua". *Food Control*, 27(2), 343–350. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.04.009>
- Sen, D., & Kahveci, D. (2020). Production of a protein concentrate from hazelnut meal obtained as a hazelnut oil industry by-product and its application in a functional beverage. *Waste and Biomass Valorization*, 11, 5099-5107.
- Shin H-S, Strasburg GM, Gray JI, A model system study of the inhibition of heterocyclic aromatic amine formation by organosulfur compounds. *J. Agric. Food Chem.*2002, 50: 7684-7690.
- Simental-Mendía LE, Guerrero-Romero, F. Effect of resveratrol supplementation on lipid profile in subjects with dyslipidemia: A randomized double-blind, placebocontrolled trial. *Nutrition*. 2019;58:7-10.
- Sirini, N., Roldán, A., Lucas-González, R., Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., PérezAlvarez, J. A., Rosmini, M. R. (2020). Effect of chestnut flour and probiotic microorganism on the functionality of dry-cured meat sausages. *LWT - Food Science and Technology*, 134, Article 110197. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110197>
- Sneharani A. H. (2019). Curcumin-sunflower protein nanoparticles-A potential antiinflammatory agent. *Journal of food biochemistry*, 43(8), e12909. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12909>
- Sobenin IA, Andrianova IV, Demidova ON, et al. 2018. Lipid-lowering effects of timereleased garlic powder tablets in doubleblinded placebo-controlled randomized study, *Journal of atherosclerosis and thrombosis*;15(6):334-8.
- Tolun, A., & Altintas, Z. (2019). Medicinal properties and functional components of beverages. In *Functional and medicinal beverages* (pp. 235–284). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816397-9.00007-8>.
- Toscano LT, Da Silva CS. 2014. Chia flour supplementation reduces blood pressure in hypertensive subjects, *Plant Foods for Human Nutrition*; 69(4):392-398.
- Trichopolou A, Dilis V, 2007. Olive Oil And Longevity. *Molecular Nutrition and Food Research*; 51:1275-1278.
- Tu, C., Tang, S., Azi, F., Hu, W., & Dong, M. (2019). Use of kombucha consortium to transform soy whey into a novel functional beverage. *Journal of Functional Foods*, 52 (October 2018), 81–89. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.10.024>
- Turgay Ç. 2005. Fonksiyonel Besinlerin Sağlığımız Üzerine Etkileri, *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, Hacettepe Üniversitesi*; 48: 69-84.
- Vuksan V, Jenkins AL, Brissette C ve ark. 2017. Salba-chia (*Salvia hispanica* L.) in the treatment of overweight and obese patients with type 2 diabetes: A double-blind randomized controlled trial, *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases Journal*; 27(2):138-146.
- Wang HP, Yang J, Qin LQ, Yang XJ. 2015. Effect Of Garlic On Blood Pressure: A Meta - Analysis. *Journal of Clinical Hypertension*; 17 (3): 223 -31.
- Weaver, C. M. & P. J. P. (2002). "Dietary Iron: A Review of the Nutritional and Clinical Aspects." *Nutrition Reviews*
- Yang A.J.T., Bagit A, Mac Pherson R.E.K. (2021). Resveratrol, metabolic dysregulation, and Alzheimer's disease: Considerations for neurogenerative disease. *Int J Mol Sci*. 22(9):4628.
- Yılmaz S. 2018. Türk Mutfağında Kullanılan Bazı Fonksiyonel Gıdalar ve Özellikleri. *Uluslararası Global Turizm Araştırmaları Dergisi*; 2(1): 1 -9.

**INCORPORATION OF BLACK CHOKEBERRY (*ARONIA MELANOCARPA L.*)
EXTRACTS INTO BREAD FORMULATIONS: EFFECTS ON GLYCEMIC INDEX,
ANTIOXIDANT PROPERTIES, AND *IN VITRO* BIOACCESSIBILITY OF
BIOACTIVE COMPOUNDS**

**ARONYA (*ARONIA MELANOCARPA L.*) EKSTRAKTLARININ EKMEK
FORMÜLASYONLARINA DAHİL EDİLMESİ VE GLİSEMİK İNDEKS,
ANTIÖKSİDAN ÖZELLİKLER VE *İN VİTRO* BİYOAKTİF MADDELERİN
BİYOYARARLILIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Dr. Öğr. Üye. Gözde KUTLU

Ankara Medipol Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi
Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Altındağ, Ankara.

ABSTRACT

The edible part of black chokeberry (*Aronia melanocarpa L.*) mainly comprises small, dark, berry-like fruits, which are seldom eaten fresh because of their intense astringency. Nevertheless, they are extensively processed into various food products like fruit teas, juices, jams, syrups, and dietary supplements. In this study, extracts obtained from black chokeberry fruits using 80% ethanol as a solvent were lyophilized, and their antidiabetic, anti-Alzheimer, and cytotoxic activities against HEK-293, MIA PaCa-2, and CaCo-2 cells were determined. These extracts were then incorporated into bread formulations at concentrations of 0%, 0.5%, 1.0%, and 1.5% (w:w), and the glycemic index and bioactive properties of the breads were investigated. Furthermore, the effects of *in vitro* digestion on the bioactive properties of the breads with the highest bioactive content were examined. The findings revealed that the extracts (58.29%) were less effective than acarbose (92.66%) in inhibiting α -glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae*, and similarly, they exhibited lower inhibition of α -amylase from porcine pancreas (35.60%) compared to acarbose (88.60%). The acetylcholinesterase enzyme inhibition activity of the extracts (80.37%) was also less potent than galanthamine (94.62%). The half-maximal inhibitory concentrations (IC₅₀) of the extracts against HEK-293, MIA PaCa-2, and CaCo-2 cells were 1584.14, 1283.72, and 1030.39 μ g/mL, respectively. Breads formulated with 0% (pGI = 89.54%) and 0.5% (pGI = 75.35%) extract exhibited high glycemic indices, while the 1.0% extract formulation showed a medium glycemic index. In contrast, the 1.5% extract-containing bread demonstrated a low glycemic index (pGI = 53.24%). The total phenolic content (TPC) of the black chokeberry extracts was determined to be 225.64 mg GAE/100 g, while the TPC values in black chokeberry extract-enriched breads ranged from 12.52 to 89.45 mg GAE/100 g. In terms of DPPH radical scavenging activity, the extracts exhibited a value of 563.34 μ mol TE/100 g, with the breads showing activities between 55.73 and 194.62 μ mol TE/100 g. The FRAP activity of the extracts was recorded as 173.52 μ mol TE/100 g, whereas the breads demonstrated FRAP values ranging from 14.62 to 80.56 μ mol TE/100 g. Similarly, the CUPRAC activity of the extracts was measured at 165.34 μ mol TE/100 g, with corresponding values in the breads ranging from 26.35 to 118.19 μ mol TE/100 g. Total phenolic content (TPC) values decreased under *in vitro* gastrointestinal conditions compared to their initial levels, with the most pronounced reduction observed in the IN phase (serum-available fraction) at 5.31 mg GAE/100 g extract, and the least in the OUT phase (colon-available fraction) at 54.62 mg GAE/100 g extract. A similar trend was noted for DPPH radical scavenging activity, with values of 6.23 μ mol TE/g in the oral phase, 19.58 μ mol TE/g in the gastric phase, 16.40 μ mol TE/g in the IN phase, and 95.03 μ mol TE/g

in the OUT phase. FRAP activity also declined during *in vitro* gastrointestinal digestion but increased from 8.48 to 32.24 $\mu\text{mol TE/g}$ between the oral and intestinal phases. CUPRAC activity values were recorded as 6.53, 16.56, 26.64, and 34.54 $\mu\text{mol TE/g}$ in the oral, gastric, IN, and OUT phases, respectively. The bioaccessibility index values were calculated as 8.86% for TPC, 14.71% for DPPH radical scavenging activity, 38.64% for FRAP activity, and 43.55% for CUPRAC activity. The results of this study suggest that incorporating black chokeberry extracts into bread formulations can enhance the bioactive properties and lower the glycemic index values of the breads. Despite reductions in bioactive content during *in vitro* digestion, the enriched breads retained significant antioxidant activity, demonstrating their potential as functional food products with health-promoting benefits.

Keywords: Black chokeberry, functional bread, glycemic index, *in vitro* bioaccessibility, enzyme inhibition activity, *in vitro* cytotoxic activity.

ÖZET

Aronya (*Aronia melanocarpa* L.) bitkisinin yenilebilir kısmı, genellikle küçük, koyu renkli ve üzüm benzeri meyvelerden oluşmaktadır. Bu meyveler, güçlü buruk tatları nedeniyle nadiren taze olarak tüketilmektedir. Ancak aronya, gıda endüstrisinde yaygın olarak meyve suları, şuruplar, reçeller, meyve çayları ve diyet takviyeleri gibi çeşitli ürünlere işlenmektedir. Bu çalışmada, %80 etanol kullanılarak aronya meyvelerinden elde edilen ekstraktlar liyofilize edilmiş ve bu ekstraktların antidiyabetik, anti-Alzheimer ve HEK-293, MIA PaCa-2 ve CaCo-2 hücre hatlarına karşı sitotoksik aktiviteleri belirlenmiştir. Bu ekstraktlar daha sonra %0, %0,5, %1,0 ve %1,5 (w:w) oranlarında ekmek formülasyonlarına dahil edilmiş ve ekmeklerin glisemik indeksleri ile biyoaktif özellikleri incelenmiştir. Ayrıca, en yüksek biyoaktif içeriğe sahip ekmekler belirlenerek bu ekmeklerin biyoaktif özellikleri üzerine *in vitro* sindirim koşullarının etkileri araştırılmıştır. Bulgular, *Saccharomyces cerevisiae*'dan elde edilen α -glukosidazın inhibisyonunda ekstraktların (%58,29) akarboz standardına (%92,66) kıyasla daha az etkili olduğunu benzer şekilde domuz pankreasından elde edilen α -amilaz inhibisyonunda da ekstraktların (%35,60) akarboza (%88,60) göre daha düşük inhibisyon gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, ekstraktların asetilkolinesteraz enzim inhibisyon aktivitesinin (%80,37) standart galantamin (%94,62) ile karşılaştırıldığında daha az etkili olduğu belirlenmiştir. Ekstraktların HEK-293, MIA PaCa-2 ve CaCo-2 hücrelerine karşı yarı maksimum inhibisyon konsantrasyonları (IC_{50}) sırasıyla 1584,14, 1283,72 ve 1030,39 $\mu\text{g/mL}$ olarak belirlenmiştir. %0 (%pGI=89,54) ve %0,5 (%pGI=75,35) ekstrakt içeren ekmeklerin yüksek glisemik indekse sahip olduğu, %1,0 ekstrakt içeren ekmeklerin orta glisemik indekse ve %1,5 ekstrakt içeren ekmeklerin (%pGI=53,24) ise düşük glisemik indekse sahip olduğu tespit edilmiştir. Ekstraktların toplam fenolik madde (TPC) içeriği 225,64 mg GAE/100 g iken aronya ile zenginleştirilmiş ekmeklerin TPC değerleri 12,52-89,45 mg GAE/100 g aralığında değişmiştir. Ekstraktların TPC içeriği 225,64 mg GAE/100 g olarak belirlenirken, aronya ile zenginleştirilmiş ekmeklerin TPC değerleri 12,52 ile 89,45 mg GAE/100 g arasında değişiklik göstermiştir. Benzer şekilde, ekstraktların DPPH radikal süpürme kapasitesi 563,34 $\mu\text{mol TE/100 g}$ olarak ölçülmüş olup, ekmeklerde bu değerler 55,73 ile 194,62 $\mu\text{mol TE/100 g}$ arasında kaydedilmiştir. Ekstraktların FRAP aktivitesi 173,52 $\mu\text{mol TE/100 g}$ iken ekmeklerdeki FRAP değerleri 14,62 ile 80,56 $\mu\text{mol TE/100 g}$ arasında değişim göstermiştir. Aynı şekilde, ekstraktların CUPRAC aktivitesi 165,34 $\mu\text{mol TE/100 g}$ olarak belirlenmiş, ekmeklerde ise bu aktivite 26,35 ile 118,19 $\mu\text{mol TE/100 g}$ arasında tespit edilmiştir. *In vitro* gastrointestinal koşullar altında TPC değerlerinde azalmalar gözlenmiş olup, en büyük düşüş IN (seruma geçebilen fraksiyon) fazında (5,31 mg GAE/100 g ekstrakt), en küçük düşüş ise OUT (kolonda kalabilen fraksiyon) fazında (54,62 mg GAE/100 g ekstrakt) tespit edilmiştir. Benzer şekilde, DPPH radikal süpürücü aktivitesi de ekstraktın başlangıç DPPH aktivite

değerine göre azalmış ve bu değerler ağız fazında 6,23 $\mu\text{mol TE/g}$, mide fazında 19,58 $\mu\text{mol TE/g}$, IN fazında 16,40 $\mu\text{mol TE/g}$, OUT fazında ise 95,03 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak kaydedilmiştir. FRAP aktivitesi sindirim sürecinde azalsa da ağız fazından bağırsak fazına doğru 8,48 $\mu\text{mol TE/g}$ 'den 32,24 $\mu\text{mol TE/g}$ 'e kadar artış göstermiştir. CUPRAC aktivite değerleri ağız, mide, IN ve OUT fazlarında sırasıyla 6,53, 16,56, 26,64 ve 34,54 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak belirlenmiştir. Biyoyararlanım indeksi oranları ise TPC için %8,86, DPPH radikal süpürücü aktivitesi için %14,71, FRAP aktivitesi için %38,64 ve CUPRAC aktivitesi için %43,55 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, aronya ekstraktlarının ekmek formülasyonlarına dahil edilmesinin, ekmeklerin biyoaktif özelliklerini artırabileceğini ve glisemik indekslerini düşürebileceğini göstermektedir. *In vitro* sindirim sırasında biyoaktif içerikte meydana gelen azalmaya rağmen zenginleştirilmiş ekmekler önemli düzeyde antioksidan aktiviteyi koruyarak, sağlık açısından faydalı fonksiyonel gıda ürünleri olma potansiyeli göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Aronya, fonksiyonel ekmek, glisemik indeks, *in vitro* biyoyararlılık, enzim inhibisyonu aktivitesi, *in vitro* sitotoksik aktivite.

1. Introduction

Black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.), commonly known as aronia berry, is a perennial shrub from the Rosaceae family, native to eastern North America and introduced to Europe in the early 20th century. The fruits, considered the primary usable part of the plant, have gained increasing attention in the food industry and herbal medicine, particularly in Russia and Eastern Europe, where they are traditionally utilized as natural antihypertensive and anti-atherosclerotic agents (Ren et al., 2022; Sidor et al., 2019a). Despite their astringent taste, attributed to their high polyphenol content, chokeberry fruits are commonly used in juices, preserves, and dietary products, as well as in the production of liqueurs, spirits, and fruit wines due to their ability to enhance flavors when blended with other fruits (Sidor et al., 2019b; Ren et al., 2022). These fruits are rich in anthocyanins, proanthocyanidins, flavonols, and hydroxycinnamic acids, which contribute to their notable polyphenolic profile and diverse health benefits, including antioxidant, hypoglycemic, hypolipidemic, hepatoprotective, cardioprotective, and antimutagenic properties (Sójka et al., 2013).

Bread remains a fundamental dietary staple across the globe, owing not only to its affordability and ease of production but also to its role as a primary source of energy in daily nutrition. While health-conscious trends have prompted a growing preference for whole-grain products, white bread continues to dominate the market, appreciated for its palatability and simplicity (Yavuz et al., 2022). However, white wheat bread is often nutritionally deficient, primarily composed of carbohydrates while lacking essential dietary fiber, vitamins, minerals, and bioactive compounds, which are critical for health maintenance and disease prevention (Cacak-Pietrzak et al., 2023).

Recent research has explored the potential of incorporating black chokeberry into bread formulations to enhance its nutritional value. Studies have examined the effects of lyophilized black chokeberry pomace (Cacak-Pietrzak et al., 2023), chokeberry fruit powders (Petković et al., 2021), and chokeberry powder from convective drying (Filipović et al., 2021) on the dough properties, antioxidant activities, and sensory quality of bread. However, to date, no studies have assessed the effects of adding black chokeberry extract on the glycemic index or the bioactive potential of bread, nor have they evaluated the impact of *in vitro* digestion on these properties. Moreover, the cytotoxic properties of black chokeberry extracts against HEK-293 and MIA PaCa-2 cells have not yet been explored. The aim of this work was to (i) extract black chokeberry using 80% ethanol as a solvent, followed by lyophilization, (ii) evaluate the antidiabetic, anti-Alzheimer, and cytotoxic activities of the extracts against HEK-293, MIA PaCa-2, and CaCo-2 cells, (iii) incorporate the extracts into bread formulations at

concentrations of 0%, 0.5%, 1%, and 1.5% (w/w), and analyze the resulting breads for their glycemic index and bioactive properties, and (iv) assess the impacts of *in vitro* digestion conditions on the bioactive properties of the bread with the highest bioactive content.

2. Materials and methods

2.1. Materials

Black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) was harvested from Sakarya, Türkiye, during the first week of September, 2023. Wheat flour (14% moisture), salt and dry yeast were sourced from a local supermarket in Türkiye.

2.2. Extract preparation

The preparation of crude polyphenol extracts was carried out according to a previously published method (Kan et al., 2020). The fresh chokeberry fruit was dried firstly in a freeze dryer (Christ β 1,8-LSC plus, Martin Christ GmbH, Osterode am Harz, Germany). Then, 100 g of dry powder of the fruits were extracted three times with 1 L of %80 ethanol. The extraction was carried out using an ultrasound device (Sonication, China) for 30 min, with the temperature carefully maintained at a low level. After each extraction, extracts were centrifuged at 4000 g for 15 min. The supernatants were combined and concentrated on a rotary evaporator to remove the ethanol. Finally, the extracts were freeze-dried. The black chokeberry extract powder was stored at +4 °C for further analysis.

2.2.1. Enzyme inhibition activity

The α -amylase inhibitory activity was assessed following the method outlined in the Kutlu (2024). In this procedure, 25 μ L of extract was incubated with α -amylase enzyme and 50 μ L of phosphate buffer, followed by the addition of 50 μ L of starch solution. The mixture was first incubated at 37°C, then for an additional 10 min at 25°C. Afterward, 100 μ L of 1% DNSA reagent was added, and the solution was heated at 85–90°C for 10 min. Absorbance was subsequently measured at 405 nm. Acarbose served as the positive control in this assay.

The α -glucosidase inhibitory capacity of black chokeberry extracts was assessed using the method described by Kutlu (2024). To begin with, a mixture containing 25 μ L of the extract, 50 μ L of α -glucosidase solution in phosphate buffer (pH 6.8), and 25 μ L of PNPG (para-nitrophenyl- α -d-glucopyranoside) was incubated for 10 min at 25°C. The reaction was halted by the addition of 100 μ L of 0.2 M Na₂CO₃, and the absorbance of the solution was measured at 405 nm using a spectrophotometer.

The acetylcholinesterase inhibitory activity of black chokeberry extracts was evaluated using the method outlined by Kutlu (2024). In this assay, 140 μ L of phosphate buffer (0.1 mM, pH 6.8) was combined with 20 μ L of AChE solution and 20 μ L of the extract sample. After a 10-min incubation, the reaction was initiated by adding 10 μ L of 3 mM DTNB and 10 μ L of 0.71 mM acetylcholine iodide. The resulting absorbance was measured at 405 nm. Galantamine served as the positive control.

2.2.2. Cytotoxicity of the extracts against HEK-293, MIA PaCa-2, and CaCo-2 cells

To begin with, black chokeberry extracts were seeded in 96-well culture plates at a density of 15×10^3 cells per well and incubated for 24 h. After this initial incubation, the cultural medium was taken out and the cells were exposed to varying concentrations of the extract (1–100 μ g/mL) for an additional 24 h at 37°C. DMEM F-12 medium, without extract, served as the negative control. To assess cell viability, MTT solution was added to each well at a final concentration of 0.5 mg/mL and incubated for 2 h at 37°C. Following this, 0.1 mL of dimethyl sulfoxide was added to dissolve the MTT-formazan, and the absorbance was measured at 570 nm to determine the amount of MTT-formazan.

2.3. Preparation of black chokeberry extract enriched bread

The bread formulation is outlined in Table 1, and the production stages are illustrated in Figure 1. The ingredients, consisting of wheat flour, water, salt, and yeast, were combined in a bread-making machine (Öztiryakiler, Türkiye) and mixed for 5 min. After mixing, the dough was shaped and left to ferment at 30°C with 85% relative humidity. Throughout the initial fermentation, which lasted 30 min, the dough was folded periodically to enhance its structure. Following this first fermentation, the dough was reshaped, placed into pans, and subjected to a second fermentation for 55 min under the same controlled conditions. The bread was then baked in a preheated, stone-based oven (Fimak, Türkiye) at 235°C for 25 min, resulting in the final baked product. The bread samples were designated as follows: B0 for those containing 0% black chokeberry extract, B1 for those with 0.5% extract, B2 for those with 1% extract, and B3 for those enriched with 1.5% black chokeberry extract.

Table 1. Amount of ingredients in bread dough formulation produced by adding different ratios of black chokeberry extract (0, 0.5, 1.0 and 1.5%, w:w)

Name of samples	Aronia extract concentration (%)	Wheat flour (g)	Water (mL)	Yeast (g)	Salt (g)
B0	0.00	100.00	60.00	2.00	1.50
B1	0.50	99.50	60.00	2.00	1.50
B2	1.00	99.00	60.00	2.00	1.50
B3	1.50	98.50	60.00	2.00	1.50

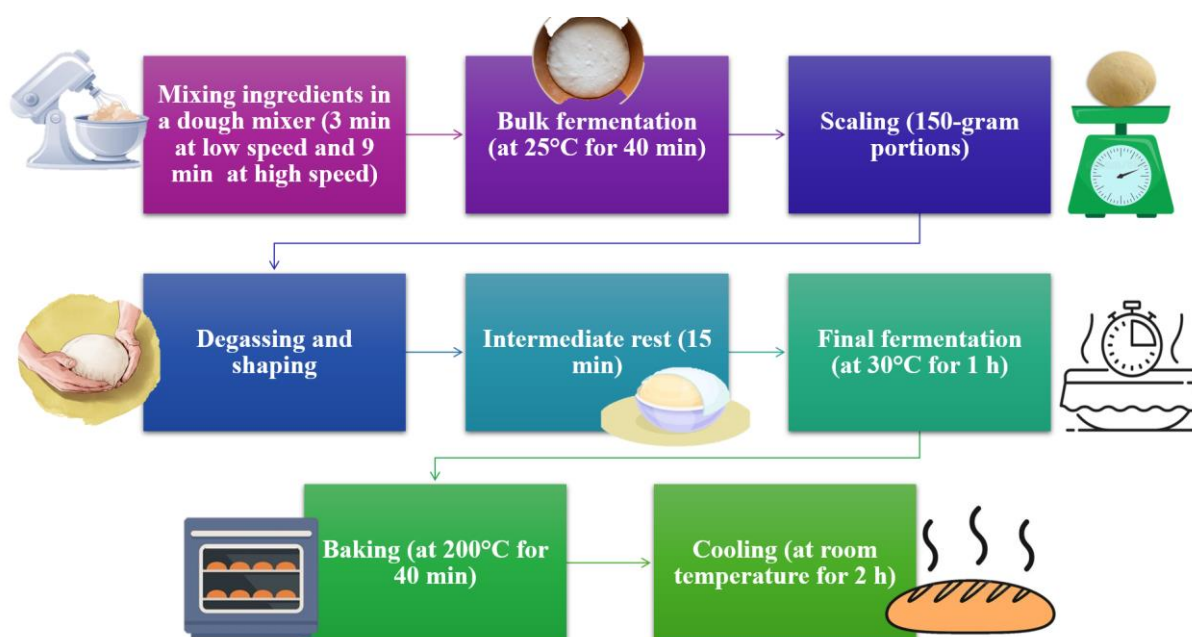


Figure 1. Bread preparation process steps.

2.3.1. Bioactive properties

The bioactive features including total phenolic content (TPC), FRAP, CUPRAC and DPPH activities of bread samples fortified with black chokeberry (0%, 0.5%, 1.0% and 1.5% (w:w)) and black chokeberry extracts were analysed following the methods outlined by Atlar et al. (2024), Erol et al. (2023), Yaşar et al. (2022) and Kutlu (2024), respectively. TPC was reported in mg GAE/ 100 g using a standard curve equation ($y = 9.579x + 0.0162$). DPPH radical scavenging activities of bread samples were measured in $\mu\text{mol TE}/ 100\text{ g}$, with values determined via the calibration curve equation $y = 1.629x - 0.001$, utilizing Trolox solutions at concentrations between 0.25 and 0.6 mg/ mL. For CUPRAC activity, a linear calibration curve ($y = 1.4284x - 0.0301$) was established with Trolox solutions ranging from 0.025 to 0.8 mg/L and results were given as $\mu\text{mol TE}/ 100\text{ g}$. The FRAP assay results for breads and

extracts, expressed in $\mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$, were calculated using the equation $y = 5.3823x + 0.0235$, where y represents absorbance, and x corresponds to milligrams of Trolox per gram of the sample.

2.3.2. *In vitro* digestion

In vitro bioaccessibility analysis of bread samples fortified with black chokeberry extracts was carried out using a three-stage digestion model (Minekus et al. 2014). Post-digestion, total phenolic content (TPC), DPPH radical scavenging activity, CUPRAC, and FRAP antioxidant capacities were evaluated. The oral digestion phase was simulated by incubating 5 g of bread with simulated salivary fluid and α -amylase. Gastric digestion followed with pepsin and gastric fluid at pH 3, and the intestinal phase was simulated using pancreatin and bile solutions at pH 7. After digestion, samples were centrifuged, and bioaccessibility was determined by calculating the ratio of the dialyzable fraction (IN phase) to the non-dialyzable fraction (OUT phase).

$$BI\% = \frac{IN \text{ phase}}{IN \text{ phase} + OUT \text{ phase}} \times 100 \quad (1)$$

2.3.3. Glycemic index

Bread samples underwent a three-phase digestion process—oral, gastric, and pancreatic—using enzymes including α -amylase, pepsin, and pancreatin. The reducing sugars released during digestion were quantified using the DNS method, and glucose concentrations were measured spectrophotometrically at 530 nm. Starch fractions were subsequently determined following the methodology of Erol et al. (2024). Additionally, the predicted glycemic index (pGI) for each bread sample was estimated by comparing their hydrolysis index (HI), based on the area under the hydrolysis curve, to that of freshly baked white bread, which served as the reference standard.

$$GI = 39.71 + 0.549HI \quad (2)$$

2.4. Statistical analysis

The data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's HST test. Statistical significance was determined at a threshold of $p < 0.05$. All analyses were performed using the JMP 6.0 statistical software (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA).

3. Results and discussion

3.1. Antidiabetic and anti-Alzheimer properties of black chokeberry extracts

The enzyme inhibition percentages of black chokeberry extracts against α -glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae* and α -amylase from porcine pancreas enzymes are presented in Table 2. α -Glucosidase breaks down oligosaccharides into monosaccharides, and its inhibitors are used in diabetes treatment to slow glucose absorption, reducing postprandial hyperglycemia (Kutlu, 2024). At a concentration of 2 mg/mL, the black chokeberry extract demonstrated 58.29% inhibition against α -glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae*, while the standard inhibitor, acarbose, exhibited 92.66% inhibition. These findings suggest that, although the extract shows significant inhibition, it is less potent than acarbose in suppressing α -glucosidase activity. Similarly, the inhibition percentage of the extract against α -amylase from porcine pancreas was 35.60%, compared to 88.60% for acarbose. These results indicate that the black chokeberry extract exhibits low α -amylase inhibitory activity, though it is not as effective as acarbose, highlighting the extract's potential but with a lower inhibitory capacity on carbohydrate-hydrolyzing enzymes.

Table 2. Antidiabetic and anti-Alzheimer properties of black chokeberry extract at 2 mg/mL concentration level.

Sample name	Antidiabetic activities		Anti-Alzheimer activities
	α -Glucosidase from <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (%)	α -Amylase from porcine pancreas (%)	Acetylcholinesterase activity (%)
Extract	58.29±0.28 ^b	35.60±0.13 ^b	80.37±0.07 ^b
Acarbose	92.66±0.20 ^a	88.60±0.06 ^a	-
Galanthamine	-	-	94.62±0.13 ^a

Columns marked with different letters (*e.g.*, a, b) denote statistically significant differences ($p < 0.05$).

In this regard, Worsztynowicz et al. (2014) identified chlorogenic acid and cyanidin-3-glucoside as a potent inhibitor of α -amylase. Chokeberry's polyphenols, particularly anthocyanins, may help lower blood glucose levels by inhibiting α -glucosidase and α -amylase, thus reducing diabetes risk and aiding its management. Raczowska et al. (2022) reported that chokeberry's polyphenols, particularly anthocyanins, may help lower blood glucose levels by inhibiting α -glucosidase and α -amylase, thus reducing diabetes risk and aiding its management.

Furthermore, Alzheimer's disease is one of the most common neurodegenerative disorders, responsible for over 80% of dementia cases in the elderly worldwide. By 2050, it is estimated that three new cases may arise every minute. Acetylcholinesterase (AChE), a crucial enzyme, breaks down the neurotransmitter acetylcholine. Numerous clinical trials have shown that AChE inhibitors can be effective in treating this condition (Turkiewicz et al., 2020). The enzyme inhibition percentages of black chokeberry extracts against acetylcholinesterase (AChE) at a concentration of 2 mg/mL are also reported in Table 2. The black chokeberry extract showed 80.37% inhibition of AChE, while the standard inhibitor, galantamine, achieved 94.62% inhibition. Although the extract's inhibition is slightly lower than that of galantamine, it still demonstrates a considerable inhibitory effect on AChE, suggesting its potential for anti-Alzheimer activity. These findings underline the potent enzymatic inhibition properties of black chokeberry extracts, especially at concentrations of 2 mg/mL. Given the observed inhibition results, higher concentrations could be investigated to further evaluate their potential antidiabetic and neuroprotective effects.'

3.2. Cytotoxic activities of black chokeberry extracts

The percent cell viability and half-maximal inhibitory concentration (IC_{50}) values of black chokeberry extracts against HEK-293, MIA PaCa-2, and CaCo-2 cells across a concentration range of 1–1000 μ g/mL are presented in Table 3. The results revealed that cell viability ranged between 71.67–100.00% for HEK-293, 65.00–100.00% for MIA PaCa-2, and 57.33–100.00% for CaCo-2 cells in the extract concentration range of 1-1000 μ g/mL. No significant differences were observed in the cell viability percentages between the control and 1 μ g/mL samples for all cells ($p > 0.05$). However, at concentrations above 50 μ g/mL, significant differences in cell viability were detected ($p < 0.05$), indicating a dose-dependent cytotoxic effect

Table 3. The percent cell viability and half-maximal inhibitory concentration (IC₅₀) of black chokeberry extracts against HEK-293, MIA PaCa-2 and CaCo-2 cells at a concentration range of 1-1000 µg/mL.

Concentration level (µg/ mL)	Type of cells		
	HEK-293	MIA PaCa-2	CaCo-2
Control	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a
1	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	98.33±1.53 ^a
50	96.33±0.58 ^b	90.33±1.53 ^b	91.67±1.53 ^b
100	92.67±0.58 ^c	85.33±0.58 ^c	81.00±1.00 ^c
250	85.00±1.00 ^d	74.33±0.58 ^d	76.00±1.00 ^d
500	75.33±0.58 ^e	71.00±1.00 ^e	64.00±1.00 ^e
1000	71.67±1.15 ^f	65.00±1.00 ^f	57.33±1.15 ^f
IC ₅₀	1584.14	1283.72	1030.39

Columns marked with different letters (*e.g.*, a, f) denote statistically significant differences ($p < 0.05$).

Additionally, the IC₅₀ values were determined to be 1584.14 µg/mL for HEK-293, 1283.72 µg/mL for MIA PaCa-2, and 1030.39 µg/mL for CaCo-2 cells. These values suggest relatively low cytotoxic activity of black chokeberry extracts, as IC₅₀ values above 1000 µg/mL indicate limited potency. The National Cancer Institute generally classified raw extracts as displaying cytotoxic activity *in vitro* when their IC₅₀ value falls below 30–40 µg/mL, based on their plant screening program findings (Kutlu, 2024), showing that the black chokeberry extracts possessed low cytotoxic potential. In conclusion, the black chokeberry extracts did not exhibit strong cytotoxic effects within the tested concentration range, as indicated by the relatively high IC₅₀ values. Likewise, Rugina et al. (2012) found that chokeberry anthocyanin fractions reduced HeLa cell survival by 40% at a concentration of 200 µg/mL after 48 h. Moreover, Bermúdez-Soto (2016) found that repeated exposure of CaCo-2 cells to a subtoxic dose of chokeberry juice for four days inhibited cell proliferation by inducing G2/M cell cycle arrest. According to Šavikin et al. (2014), the decoction of chokeberry tea exhibited the strongest activity against the cervix carcinoma (HeLa) cell line, with an IC₅₀ value of 11.2 µg/mL, followed by the melanoma (Fem-X) and colon (LS174) cell lines, which had IC₅₀ values of 18.3 µg/mL and 21.4 µg/mL, respectively.

3.3. Glycemic index

Table 4 presents the hydrolysis index (HI), predicted glycemic index (pGI), and percentage reduction of GI for bread samples enriched with varying levels of black chokeberry (0%, 0.5%, 1%, and 1.5% w/w) extract. Moreover, the hydrolysis curves for breads enriched with black chokeberry extract (0%, 0.5%, 1%, and 1.5% w/w) are presented in Figure 2. The HI percentages of the bread samples ranged from 43.64% to 78.45%, showing a significant decrease as the black chokeberry content increased. This decline in HI values was found to be statistically significant ($p < 0.05$). Similarly, the pGI percentages followed a comparable trend, ranging from 53.24% to 89.54%. As the concentration of black chokeberry in the bread formulation increased, a statistically significant reduction in pGI values was observed ($p < 0.05$). The percentage reduction in the GI values was calculated as 16.48% for B1, 19.99% for B2, and 34.19% for B3. These results indicate that black chokeberry extract, known for its high phenolic content and antioxidant properties, has a potential role in lowering the glycemic response of bread.

Table 4. Percentage reduction of GI, pGI and GI in bread samples containing different ratios of black chokeberry extract (0, 0.5, 1.0 and 1.5%, w:w).

Sample name	HI (%)	pGI (%)	Percentage reduction of GI
B0	78.45±0.96 ^a	89.54±1.11 ^a	-
B1	67.35±0.45 ^b	75.35±0.36 ^b	16.48
B2	58.46±0.35 ^c	65.34±0.63 ^c	19.99
B3	43.64±0.61 ^d	53.24±0.34 ^d	34.19

Columns marked with different letters (*e.g.*, a, d) denote statistically significant differences ($p < 0.05$). In this context, Milutinović et al. (2019) and Raczowska et al. (2024) reported that consuming chokeberry products has been shown to lower glycated hemoglobin and fasting glucose levels while improving insulin resistance by boosting plasma adiponectin. Additionally, the dietary fiber in chokeberry pomace helps reduce the risk of diabetes, ischemic heart disease, and insulin resistance. The incorporation of black chokeberry not only enhances the bioactive properties of the bread but also contributes to a healthier formulation by lowering the glycemic index, which is crucial for managing blood sugar levels. This suggests that black chokeberry-enriched bread could be a promising functional food option for individuals seeking to control their glycemic response.

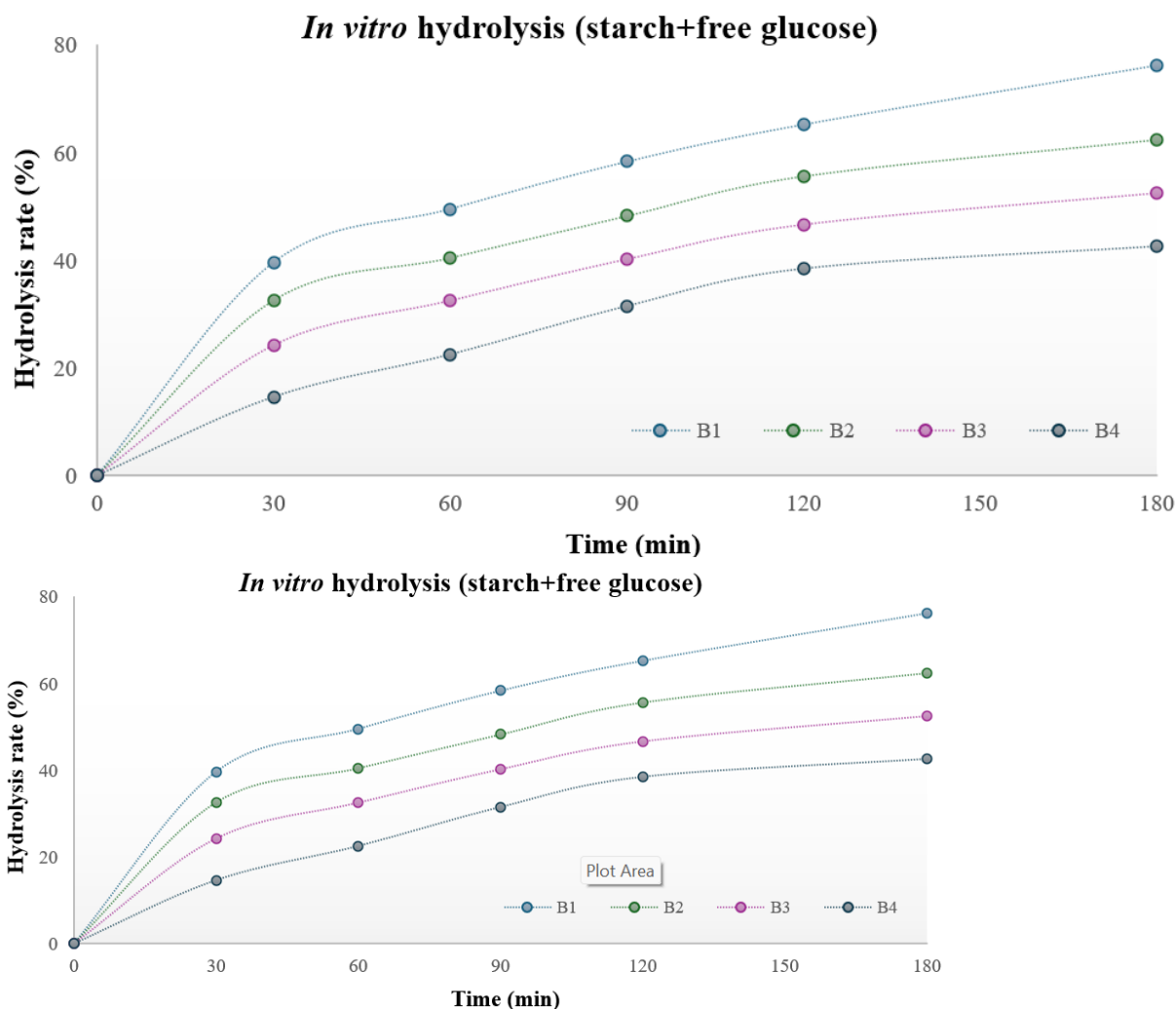


Figure 2. *In vitro* starch digestibility of bread samples enriched with black chokeberry extract (0, 0.5, 1.0 and 1.5, w:w).

3.4. Bioactive properties

Over the past decades, interest in antioxidant compounds has grown significantly, primarily due to the recognition of the role that reactive oxygen species play in the development of chronic non-communicable diseases, such as cardiovascular disorders and cancer. Various methods are now available for assessing antioxidant capacity, each tailored to the properties of the test material while accounting for potential side reactions (Turkiewicz et al., 2020). The TPC, FRAP, CUPRAC, and DPPH activities of the extracts and bread samples are presented in Table 5. The TPC of the extracts was 225.64 mg GAE/ 100 g, while the DPPH radical scavenging activity measured as 563.34 $\mu\text{mol TE}/ 100 \text{ g}$. Additionally, the FRAP and CUPRAC activities for black chokeberry extracts were recorded at 173.53 $\mu\text{mol TE}/ 100 \text{ g}$ and 165.34 $\mu\text{mol TE}/ 100 \text{ g}$, respectively. Among the tested bread samples, the lowest TPC value was found in the B0 sample (12.52 mg GAE/ 100 g), while the highest was observed in the B3 sample (89.45 mg GAE/ 100 g). These differences in TPC values were statistically significant ($p < 0.05$). Similarly, the DPPH activities of the bread samples were ranked in ascending order as follows: B0 (55.73 mg GAE/ 100 g) < B1 (103.52 mg GAE/ 100 g) < B2 (148.44 mg GAE/ 100 g) < B3 (194.62 mg GAE/ 100 g), with statistically significant differences ($p < 0.05$) between the samples. Furthermore, the FRAP activity values were 26.35, 69.46, 90.83, and 118.19 $\mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$ for the B0, B1, B2, and B3 samples, respectively. The CUPRAC activity followed the same trend, with values of 26.35, 69.46, 90.83, and 118.19 $\mu\text{mol TE}/ 100 \text{ g}$ for the respective bread samples, and these differences were found to be statistically significant ($p < 0.05$). The findings indicate that as the proportion of black chokeberry extract increased in the bread formulation, the values of the tested bioactive properties also increased. This enhancement is likely due to the high concentration of phenolic compounds in black chokeberry, particularly anthocyanins such as cyanidin-3-O-glucoside, cyanidin-3-O-xyloside, cyanidin-3-O-galactoside, and cyanidin-3-O-arabinoside, which are well-known for their potent antioxidant properties (Hwang et al., 2014). These compounds contribute significantly to the overall bioactivity and antioxidant potential of the bread samples, suggesting that incorporating black chokeberry into food products may offer enhanced health benefits due to its rich phenolic profile. The DPPH, CUPRAC, and FRAP activities demonstrated a positive correlation with the TPC. In this regard, Ruginã et al. (2012) reported that TPC content of chokeberry extract was 1713 mg GAE/100 g fresh weight, with FRAP activity measured at 206.2 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ fresh weight and CUPRAC activity at 158.8 $\mu\text{mol Trolox equivalents}/\text{g}$ fresh weight. Moreover, Petkovic et al. (2019) demonstrated that the TPC in chokeberries is significantly influenced by the variety of chokeberry, the climatic conditions during cultivation, and the method used for powder preparation. According to Raczowska et al. (2022), the primary contributors to these activities were the bioactive compounds present in chokeberry, such as anthocyanins, phenolic acids, and flavonols. According to Petkovic et al. (2021), the TPC of fresh bread extracts showed a statistically significant increase as the concentration of black chokeberry powder was elevated.

Table 5. Some bioactive properties of aronia extract and breads containing different proportions of black chokeberry extract (0, 0.5, 1.0 and 1.5%, w:w).

Sample name	TPC (mg GAE/100 g)	DPPH radical scavenging activity ($\mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$)	FRAP activity ($\mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$)	CUPRAC activity ($\mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$)
B1	12.52 \pm 0.42 ^e	55.73 \pm 0.23 ^e	14.62 \pm 0.08 ^e	26.35 \pm 1.31 ^e
B2	58.42 \pm 0.18 ^d	103.52 \pm 0.14 ^d	35.35 \pm 0.24 ^d	69.46 \pm 2.13 ^d
B3	65.34 \pm 0.11 ^c	148.44 \pm 0.24 ^c	57.62 \pm 0.37 ^c	90.83 \pm 1.94 ^c
B4	89.45 \pm 0.15 ^b	194.62 \pm 0.42 ^b	80.56 \pm 0.68 ^b	118.19 \pm 4.34 ^b
Extract	225.64 \pm 0.34 ^a	563.34 \pm 0.24 ^a	173.52 \pm 0.34 ^a	165.34 \pm 2.71 ^a

Columns marked with different letters (e.g., a, e) denote statistically significant differences ($p < 0.05$).

3.5. *In vitro* gastrointestinal digestion

After determining the initial bioactive properties of the extract, the effects of the simulated digestion environment on these bioactive characteristics were examined, and the results are presented in Table 6. The findings revealed that, across all digestion phases, the bioactive properties tested were lower compared to the initial values of the extract (prior to digestion). The TPC values varied depending on the digestive phase, with 7.50 mg GAE/g extract in the oral phase, 15.69 mg GAE/ g extract in the gastric phase, 5.31 mg GAE/ g extract in the IN phase, and 54.62 mg GAE/ g extract in the OUT phase. These variations were statistically significant ($p < 0.05$). Similarly, the DPPH radical scavenging activity in the oral, gastric, IN, and OUT phases was measured at 6.23, 19.58, 16.40, and 95.03 $\mu\text{mol TE/g}$, respectively, with the differences between the phases also being statistically significant ($p < 0.05$). Additionally, FRAP activity exhibited a continuous increase from the oral to the intestinal phase, with values of 8.48 $\mu\text{mol TE/g}$ in the oral phase, 13.32 $\mu\text{mol TE/g}$ in the gastric phase, 20.31 $\mu\text{mol TE/g}$ in the IN phase, and 32.24 $\mu\text{mol TE/ g}$ in the OUT phase, all of which were statistically significant changes ($p < 0.05$). Similarly, the DPPH radical scavenging activity in the oral, gastric, IN, and OUT phases was measured at 6.23, 19.58, 16.40, and 95.03 $\mu\text{mol TE/ g}$, respectively, with the differences between the phases also being statistically significant ($p < 0.05$). Additionally, FRAP activity exhibited a continuous increase from the oral to the intestinal phase, with values of 8.48 $\mu\text{mol TE/g}$ in the oral phase, 13.32 $\mu\text{mol TE/ g}$ in the gastric phase, 20.31 $\mu\text{mol TE/ g}$ in the IN phase, and 32.24 $\mu\text{mol TE/ g}$ in the OUT phase, all of which were statistically significant varied ($p < 0.05$). Moreover, the CUPRAC activity values were found to be 6.53 mg TE/g in the oral phase, 16.56 mg TE/g in the gastric phase, 26.64 mg TE/g in the IN phase, and 34.54 mg TE/ g in the OUT phase, with the observed variations being statistically significant ($p < 0.05$). The bioaccessibility index values for the tested parameters were determined to be 8.86% for TPC, 14.71% for DPPH radical scavenging activity, 38.64% for FRAP activity, and 43.55% for CUPRAC activity. These findings suggest that while a relatively small portion of the TPC is bioaccessible, a significantly higher percentage of antioxidant activity, particularly for FRAP and CUPRAC, is available after *in vitro* digestion.

Table 6. Changes in TPC, DPPH radical scavenging activity, FRAP, CUPRAC activity and BI percentage of breads supplemented with 1.5% black chokeberry extract *during in vitro* gastrointestinal digestion.

Name of analysis	<i>In vitro</i> gastrointestinal digestion				BI (%)
	Mouth phase	Gastric phase	Small intestinal phases		
			IN phase	OUT phase	
TPC (mg GAE/ g extract)	7.50±0.09 _c	15.69±0.18 _b	5.31±0.06 ^d	54.62±1.56 ^a	8.86
DPPH radical scavenging activity ($\mu\text{mol TE/ g}$)	6.23±0.17 _d	19.58±0.22 _b	16.40±0.08 ^c	95.03±0.31 ^a	14.71
FRAP activity ($\mu\text{mol Fe}^{2+}$ E/ g)	8.48±0.28 _d	13.32±0.13 _c	20.31±0.11 ^b	32.24±0.00 ^a	38.64
CUPRAC activity (mg TE/ g)	6.53±0.25 _d	16.56±0.25 _c	26.64±0.40 ^b	34.54±4.50 ^a	43.55

Rows marked with different letters (e.g., a, d) denote statistically significant differences ($p < 0.05$).

Diez-Sánchez et al. (2023) further explain that polyphenols can interact with various macronutrients in food, influencing the absorption of both the phenolic compounds themselves and key macronutrients such as fats, proteins, and carbohydrates. The main

mechanisms behind this effect include the formation of complexes with these nutrients or the inhibition of digestive enzymes, such as α -glucosidase and α -amylase. Additionally, Bermudez Soto et al. (2007) investigated the effects of gastric and pancreatic digestion on the stability of polyphenols in chokeberry juice, reporting a 28% decrease in neochlorogenic acid and a 24% increase in chlorogenic acid. These alterations were mainly due to the chemical environment during pancreatic digestion, rather than the result of interactions with digestive enzymes. Notably, the substantial increase in FRAP and CUPRAC activity, particularly in the IN and OUT phases, suggests that while certain compounds may degrade or transform during earlier phases of digestion, they become more bioaccessible in the later stages. This could be attributed to the breakdown of complex phenolic compounds, making their antioxidant properties more readily available during absorption. The observed increase in antioxidant activity during the final phases of digestion supports the idea that the digestive process plays a crucial role in modulating the bioavailability and efficacy of bioactive compounds from dietary sources.

4. Conclusion

In this study, lyophilized black chokeberry extracts obtained with 80% ethanol were tested for their antidiabetic, anti-Alzheimer, and cytotoxic effects. These extracts were then added into the bread formulations at 0%, 0.5%, 1%, and 1.5% /w:w levels, and their glycemic index and bioactive properties were analyzed. The findings demonstrated that black chokeberry extracts possess notable bioactive properties, including antioxidant activity and enzyme inhibition potential, though their effectiveness varies depending on the assay. The extracts showed significant α -glucosidase and acetylcholinesterase inhibition, albeit with lower potency compared to standard inhibitors like acarbose and galantamine at 2 mg/mL. Cytotoxicity evaluations revealed relatively low cytotoxic activity, with IC_{50} values above 1000 μ g/mL, indicating the potential safety of black chokeberry for consumption. The antioxidant activities, such as DPPH, FRAP, and CUPRAC, were strongly correlated with the total phenolic content, highlighting the key role of phenolic compounds found in black chokeberry. Incorporating black chokeberry into bread formulations not only enhanced antioxidant properties but also significantly reduced the glycemic index, demonstrating its potential as a functional ingredient for improving food formulations. Notably, significant variations in the bioactive properties of bread enriched with 1.5% chokeberry extract were observed following simulated digestion, revealing a marked instability in the tested bioactive features. Future research could focus on conducting *in vivo* studies to further investigate the glycemic index and provide a deeper understanding of its health effects and potential benefits in the human body. Moreover, encapsulation techniques could also be applied to enhance the stability of bioactive compounds in digestive environments.

References

- Atlar, G. C., Kutlu, G., & Tornuk, F. (2024). Design and characterization of chitosan-based films incorporated with summer savory (*Satureja hortensis* L.) essential oil for active packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 254, 127732.
- Bermúdez-Soto, M. J., Tomás-Barberán, F. A., & García-Conesa, M. T. (2007). Stability of polyphenols in chokeberry (*Aronia melanocarpa*) subjected to *in vitro* gastric and pancreatic digestion. *Food chemistry*, 102(3), 865-874.
- Bermúdez-Soto, M. J., Larrosa, M., Garcia-Cantalejo, J. M., Espín, J. C., Tomás-Barberan, F. A., & García-Conesa, M. T. (2007). Up-regulation of tumor suppressor carcinoembryonic antigen-related cell adhesion molecule 1 in human colon cancer Caco-2 cells following repetitive exposure to dietary levels of a polyphenol-rich chokeberry juice. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 18(4), 259-271.

- Cacak-Pietrzak, G., Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Parol-Nadłonek, N., Kalisz, S., Krajewska, A., & Stępniewska, S. (2023). Wheat Bread Enriched with Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) Pomace: Physicochemical Properties and Sensory Evaluation. *Applied Sciences*, *13*(12), 6936.
- Diez-Sánchez, E., Quiles, A., & Hernando, I. (2023). Use of berry pomace to design functional foods. *Food Reviews International*, *39*(6), 3204-3224.
- Erol, K. F., Kutlu, G., Tornuk, F., Guzel, M., & Donmez, I. E. (2023). Determination of antioxidant, anticancer, antidiabetic and antimicrobial activities of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) bark ultrasound-assisted extract as a functional food additive. *Acta Alimentaria*, *52*(1), 102-112.
- Erol, K. F., Kutlu, G., Olgun, E. O., & Tornuk, F. (2024). A Sustainable Innovation: Functionalization of Pasta with Methanol Extract of Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) Barks. *Waste and Biomass Valorization*, 1-12.
- Filipović, V., Petković, M., Filipović, J., Đurović, I., Miletic, N., Radovanović, J., & Filipović, I. (2021). Nutritional attributes of wheat bread fortified with convectively dried chokeberry powder. *Acta Agriculturae Serbica*, *26* (51), 55–62.
- Hwang, S. J., Yoon, W. B., Lee, O. H., Cha, S. J., & Dai Kim, J. (2014). Radical-scavenging-linked antioxidant activities of extracts from black chokeberry and blueberry cultivated in Korea. *Food Chemistry*, *146*, 71-77.
- Kan, L., Oliviero, T., Verkerk, R., Fogliano, V., & Capuano, E. (2020). Interaction of bread and berry polyphenols affects starch digestibility and polyphenols bio-accessibility. *Journal of Functional Foods*, *68*, 103924.
- Kolev, T., Chochkov, R., & Boz, H. Rheological properties of dough and quality characteristic of wheat whole grain bread added with black chokeberry (*Aronia melanocarpa*). *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies*, *9*, 4844-4851.
- Kutlu, G. (2024). Valorization of various nut residues grown in Türkiye: Antioxidant, anticholinesterase, antidiabetic, and cytotoxic activities 1. *Food Science & Nutrition*. Milutinović, M., Veličković Radovanović, R., Šavikin, K., Radenković, S., Arvandi, M., Pešić, M., Kostić, M., Miladinović, M., Branković, S. & Kitić, D. (2019). Chokeberry juice supplementation in type 2 diabetic patients--impact on health status. *Journal of Applied Biomedicine*, *17*(4).
- Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., Carrière, F., Boutrou, R. Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Egger, L., Golding, M., Karakaya, S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., Lesmes, U., Macierzanka, A., Mackie, A., Marze, S., McClements, D.J., Ménard, O., Recio, I., Santos, C.N., Singh, R.P., Vegarud, G.E., Wickham, M.S.J., Weitschies, W. & Brodkorb, A. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food—an international consensus. *Food & function*, *5*(6), 1113-1124.
- Petković, M., Đurović, I., Miletic, N., & Radovanović, J. (2019). Effect of convective drying method of chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) on drying kinetics, bioactive components and sensory characteristics of bread with chokeberry powder.
- Petković, M., Filipović, V., Filipović, J., Đurović, I., Miletic, N., & Radovanović, J. (2021). Chemical, antioxidative, and sensory characteristics of wheat bread partially substituted with black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) powder. *Journal of Food Processing and Preservation*, *45*(1), e15027.
- Raczkowska, E., Nowicka, P., Wojdyło, A., Styczyńska, M., & Lazar, Z. (2022). Chokeberry pomace as a component shaping the content of bioactive compounds and nutritional, health-promoting (anti-diabetic and antioxidant) and sensory properties of shortcrust pastries sweetened with sucrose and erythritol. *Antioxidants*, *11*(2), 190.

- Ren, Y., Frank, T., Meyer, G., Lei, J., Grebenc, J. R., Slaughter, R., Gao, Y.G. & Kinghorn, A. D. (2022). Potential benefits of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) fruits and their constituents in improving human health. *Molecules*, 27(22), 7823.
- Rugină, D., Sconța, Z., Leopold, L., Pinteș, A., Bunea, A., & Socaciu, C. (2012). Antioxidant Activities of Chokeberry Extracts and the Cytotoxic Action of Their Anthocyanin Fraction on HeLa Human Cervical Tumor Cells. *Journal of Medicinal Food*, 15(8), 700–706.
- Šavikin, K., Zdunić, G., Janković, T., Gođevac, D., Stanojković, T., & Pljevljakušić, D. (2014). Berry fruit teas: Phenolic composition and cytotoxic activity. *Food Research International*, 62, 677-683.
- Sidor, A., & Gramza-Michałowska, A. (2019a). Black chokeberry *Aronia melanocarpa* L.—A qualitative composition, phenolic profile and antioxidant potential. *Molecules*, 24(20), 3710.
- Sidor, A., Drożdżyńska, A., & Gramza-Michałowska, A. (2019b). Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) and its products as potential health-promoting factors-An overview. *Trends in Food Science & Technology*, 89, 45-60.
- Sójka, M., Kołodziejczyk, K., & Milala, J. (2013). Polyphenolic and basic chemical composition of black chokeberry industrial by-products. *Industrial Crops and Products*, 51, 77-86.
- Turkiewicz, I. P., Wojdyło, A., Tkacz, K., Nowicka, P., Golis, T., & Bąbalewski, P. (2020). ABTS On-line antioxidant, α -amylase, α -glucosidase, pancreatic lipase, acetyl- and butyrylcholinesterase inhibition activity of *Chaenomeles* fruits determined by polyphenols and other chemical compounds. *Antioxidants*, 9(1), 60.
- Worsztynowicz, P., Napierała, M., Białas, W., Grajek, W., & Olkowicz, M. (2014). Pancreatic α -amylase and lipase inhibitory activity of polyphenolic compounds present in the extract of black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.). *Process Biochemistry*, 49(9), 1457-1463.
- Yasar, B., Kutlu, G., & Tornuk, F. (2022). Edible flowers as sources of bioactive compounds: Determination of phenolic extraction conditions. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 30, 100618.
- Yavuz, Z., Kutlu, G., & Tornuk, F. (2022). Incorporation of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) flour into white bread as a source of dietary fibers. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(11), e17050.

CANDIDA ENFEKSİYONLARINDA BESLENME YAKLAŞIMLARI

NUTRITIONAL APPROACHES IN CANDIDA INFECTIONS

Elif POLAT

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik
Bölümü, Erzincan, Türkiye

Nazife YILMAZ

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik
Bölümü, Erzincan, Türkiye

ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-3000-7874>

ÖZET

Beslenme vücuttaki bağışıklık sisteminin oluşmasında ve sürdürülebilmesinde en önemli araçtır. Diyetle alınan tüm besinlerin yeterli ve dengeli alımı vücutta dengenin sürdürülebilmesi açısından önemlidir. Besin öğelerinin fazla veya eksik alınması bağışıklık durumu ve çeşitli patojenlere karşı duyarlılık üzerinde olumsuz sonuçlara yol açabilir. Ayrıca enfeksiyöz patojenlere karşı konak savunmasını özel olarak düzenleyebilecek besinlerde bulunmaktadır. Candidiyozis en yaygın fırsatçı maya enfeksiyonudur. Bu karmaşık maya enfeksiyonunda Candida türleri ve diğer mikroorganizmalar rol oynamaktadır ancak Candida albicans en yaygın olan Candida türü olmaya devam etmektedir. Candida albicans (C. albicans) vücudumuzda bulunan bir mayadır, bakteri ve maya dengesinin sağlığının bozulmasıyla aşırı çoğalan maya enfeksiyonu oluşturur. Ağız, bağırsak ve vajina Candida'dan en çok etkilenen bölgelerdir. İç organlarda da enfeksiyona neden olan Candida mantarı özellikle böbrek, kalp, beyinde tutunur. Candidayı kontrol altında tutanlar bağışıklık sistemiyle patojen olmayan bağırsak florası bakterileridir. Candida mantarı enfeksiyonu tedavisinde antifungal ilaçlar kullanılmaktadır. Candida enfeksiyon belirtilerinin azalması için etkili yöntemlerden biri de beslenmenin düzenlenmesidir. Glukoz C. albicans için temel besindir. Candida mantarı veya diğer ismiyle anılan Candidayı hızla besleyen besinler beyaz un ve türevleridir, Candida tedavisi sürecince mayayı aç bırakmakta ilaç ile tedavi kadar önemlidir. Bu çalışmada Candida enfeksiyonları ve beslenme yaklaşımları hakkında bilgi verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Candida, Candida albicans, Bağışıklık, Beslenme yaklaşımları.

ABSTRACT

Nutrition is the most important tool in the formation and maintenance of the immune system in the body. Adequate and balanced intake of all nutrients taken in the diet is important for maintaining balance in the body. Excessive or insufficient intake of nutrients can have negative consequences on immune status and susceptibility to various pathogens. There are also nutrients that can specifically regulate host defenses against infectious pathogens. Candidiasis is the most common opportunistic yeast infection. Candida species and other microorganisms play a role in this complex yeast infection, but Candida albicans remains the most common Candida species. Candida albicans is a yeast found in our body, and when the balance between bacteria and yeast is disrupted, the yeast that multiplies excessively causes a fungal infection. The mouth, intestines and vagina are the areas most affected by Candida. The Candida fungus, which also causes infection in internal organs, especially clings to the

kidneys, heart and brain. Those who keep *Candida* under control are the immune system and the non-pathogenic intestinal flora bacteria. Antifungal drugs are used in the treatment of *Candida* fungal infection. One of the effective methods to reduce *Candida* infection symptoms is to regulate nutrition. Glucose is the main food for *Candida albicans*. Foods that rapidly feed the *Candida* fungus or *Candida*, as it is also known, are white flour and its derivatives. In the *Candida* treatment process, starving the yeast is as important as treating it with medication. This study will provide information about *Candida* infections and nutritional approaches.

Keywords: *Candida*, *Candida albicans*, Immunity, Nutritional approaches

GİRİŞ

Candida türleri dünyadaki başlıca fırsatçı maya enfeksiyonu olan *Candidiyozis*te rol oynar, ancak cinsin türleri arasında *C. albicans* en yaygın olanı olmaya devam etmektedir. Bu maya insan *Candidiyozisinin* yaklaşık %50-90'ından sorumlu olmasına rağmen, *C. albicans* sağlıklı nüfusun yarısından fazlasının komensal florasının bir parçasıdır. Ağız boşluğu, gastrointestinal sistem veya vajina gibi mukozal yüzeylerin zararsız bir komensalı olarak *C. albicans* insan nüfusunun en az %50'sinde bulunabilir. Ancak, belirli yatkinlik faktörleri altında, bu maya sıklıkla bu farklı mukozaların enfeksiyonlarına (kandidoz) neden olabilir. Ayrıca, *C. albicans* enfeksiyonları hastanelerde ciddi bir sorundur, örneğin, ciddi şekilde bağışıklık sistemi baskılanmış veya fiziksel travma geçirmiş hastalar bu mantarla hastane kaynaklı kan dolaşımı enfeksiyonlarına yakalanma açısından yüksek risk altındadır. Bu tür enfeksiyonlar (*Candidemi*) yaşamı tehdit edicidir, çünkü *C. albicans*, kan dolaşımından veya doğrudan mukozal yüzeylerden, insan vücudunun hemen hemen tüm organlarına (yaygın veya sistemik *Candidiyozis*) yayılabilir (Hube, 2006).

Sağlıklı kadınların %20-25'inin vajen florasında ve sağlıklı yetişkinlerin %40'ının ağız florasında varlığı bilinmektedir. *Candida*yı kontrol altında tutanlar bağışıklık sistemiyle patojen olmayan bağırsak florası bakterileridir. *Candida* kontrolde ise, sindirim sisteminde diğer patojenlerin artışını önler. Herhangi bir neden ile floranın hassas ve güçlü dengesinde bozulma olursa mantar olan *C. albicans* sayıca artmaya başlar ve *Candidiyozis* tablosu oluşur. Bağırsak duvarı tutunması ile immunolojik *candida* hasarı sonucu bağırsak mukozası permeabilitesi bozulur. Bağırsak bariyeri bozulursa besin duyarlılığı veya besin alerjileri de oluşur. *Candidiyozis* varlığında metabolizma hızının azalması, kilo almaya eğilim, hipoglisemi, enzim eksikliği, latent asidoz, besin duyarlılığı da genellikle bir arada görülür. Ayrıca bağışıklık sistemi baskılanmış kişilerde ve diyabetlilerde enfeksiyonu ortadan kaldırmak zordur (Acarkan ve ark. 2014).

Candida ağızda, gastrointestinal sistemde, vajinada, insanların mukozal ve deri yüzeylerinde ve üriner sistemde kolonileşir. Antibiyotiğe bağlı bağırsak disbiyozu ve konakçı savunmasındaki immün düzensizlik, *Candida*'nın bağırsakta kolonizasyona ve istilaya duyarlılığını artırır. *C. albicans*'ın insan patolojisindeki önemine rağmen, mantarın bağışıklık hücreleri tarafından ayırt edildiği ve konak savunmasını tetiklediği mekanizmalar hakkında çok az bilgiye sahibiz. Toll benzeri reseptör 2 (TLR2) ve TLR4, *Candida*'yı tanıyan ana reseptörlerdir. TLR'ler (Toll benzeri reseptörler), *C. albicans* gibi mantarların tanınmasına katkıda bulunurlar. *Candida* enfeksiyonunda TLR'ler ve maya arasındaki ilişki, bağışıklık hücrelerini, bağışıklık tepkisine neden olan inflamatuvar ve immün modülasyon araçları üretmeye teşvik eder. TLR2, blastokonidiaları ve *C. albicans*'ın hif şeklini ayırt eder. Bir çalışmada *C. albicans* IgG, ELISA ile tespit edilmiş ve sonuçlar, Vulvovajinal *Candidiyozisli* enfekte kadınların %62,8'inde IgG antikorlarının varlığını göstermiştir (Asfoor ve ark. 2024).

CANDİDİYOZİS NEDENLERİ

Candidiyozis nedenleri birçok faktöre bağlı olup hastane kaynaklı mantar enfeksiyonlarının %88'ini oluştururlar ve hastane kaynaklı kan enfeksiyonlarının dördüncü nedenidir (Mirabadi ve ark.,2019). Bağışıklık sisteminin zayıflığı, nörolojik ve immünolojik hastalık, kronik ve dirençli hastalık, kronik stres, disbiyozis (bozulan bağırsak florası), yeterince su içmemek, Pankreas ve karaciğer disfonksiyonu, kimyasal ilaç kullanımları (özellikle antibiyotik, kemoterapötik ilaçlar steroid, analjezikler) Candidiyozise neden olur. Bağırsak florasında patojen olan bakterilerle birlikte patojen olmayan flora bakterileri de antibiyotik kullanımı ile öldüğünden Candida sayısının artmasına ve flora dengesinin bozulmasının nedenidir. Steroidler, sitotoksik ilaçlar, ağrı kesici, hormon, kemoterapötikler de Candidiyozisin en sık nedenlerindedir ve bağırsak florasının bozulmasına yol açar (Göker ve Çetin, 2019).

CANDİDİYOZİS SEMPTOMLARI

Candiyoze bağlı bir dizi semptom ortaya çıkmaktadır. Depresyon, sinirlilik, konsantrasyonda güçlük, anksiyete, muhakeme zorluğu, konstipasyon, diyaredispepsi, bağırsak krampları, karın ağrısı, pruritis ani, meteorizm, mide ekşimesi, boğazda yanma hissi, anüs kaşınması, iritabl bağırsak sendromu durumu, pankreas enzimleri azalma, karaciğer enzimlerinde artma, kilo alma, karbonhidrat açlığı, kilo verme zorluğu, diş ve dişeti hastalıkları, halitozis, oral aft oluşumu, uyku bozukluğu, kronik yorgunluk, huzursuzluk, enerji eksikliği, tükenmişlik hissi, fibromiyalji, migren, kronik ağrılar, dolaşan ağrı durumu, eklemelerde şişkinlik, kaslarda kasılma, cilt hastalıklarının alevlenmesi, alerjik reaksiyonlar, akne ve ciltte döküntü, egzema, sedef oluşumu, üriner sistemde yakınma (daha çok kadın), erkeklerde iktidarsızlık, prostatit durumu, çocuklar için öğrenme ve davranış bozukluğu, hiperaktivite, iştahsız olma, enfeksiyon hastalıkları ve tekrarlayan otitler Candidiyozis semptomlarından (Dınure, 2022).

Candida, genellikle ciltte ve gastrointestinal sistem, ağız boşluğu ve genitoüriner sistem de dahil olmak üzere vücudun içinde gelişen fırsatçı bir patojendir. Ne yazık ki, bireyin bağışıklık sistemi tehlikeye girdiğinde mantar patojenik hale gelebilir. Candida enfeksiyonu, özellikle bağışıklığı baskılanmış kişiler arasında yüzeyselden yaşamı tehdit eden, invazif enfeksiyonlara kadar değişen enfeksiyonlara neden olmaktadır. İnvaziv Candidiyozin yüksek insidansı, enfekte popülasyonlarda dünya çapındaki ölümlerin %50'sinden fazlasına katkıda bulunduğu endişe verici bir alandır. Hastalığın ortadan kaldırılması ve klinik yönetimi, etkili antifungal ilaçların eksikliği ve rutin olarak kullanılan antifungal ilaçlara bağlı direncin artması nedeniyle zorluklarla karşılaşmaktadır (Kazancı ve ark., 2021).

CADİDA VE BESLENME

Karbonhidrat açısından zengin diyetler, farklı hayvan modellerinde C. albicans'ın oral yoldan taşınmasını kolaylaştırır. Nötropenik bir fare modelinde, Vargas ve ark diyet glikoz takviyesinin farelerin gastrointestinal sisteminde daha yüksek oranda Candida büyümesine yol açtığını ve mukozal invazyonu desteklediğini göstermiştir. Gastrointestinal C. albicans yükünü azaltmak için dekstroz ve fruktoz dahil rafine karbonhidratlardan kaçınma, bir "antifungal diyet" olarak önerilir (Vargas, ve ark 1993). Bu diyetin mantığı, C. albicans'ın ana substratı olarak glikozun kısıtlanmasının gastrointestinal kandidal büyümesini baskılayabileceğidir. Ancak, rafine karbonhidratların insan gastrointestinal sisteminde yaşayan C. albicans organizmalarının çoğalması üzerinde düzenleyici bir etkiye sahip olduğuna dair çok az bilimsel bilgi mevcuttur (Weig, ve ark., 1999)

Candida diyeti; düşük asidite, şekersiz ve nişastasız, kolay sindirilen besinler ile bağırsağı iyileştirme ve vücutta C. albicans oluşumunu durdurma düzenidir. Candida diyetinde Glutensiz beslenme uygulanmalı kinoa, karabuğday gibi tahıl çeşitleri tüketilmelidir. Kazain, gluten, mısır ve soya tüketilmemesi gerekenlerdir (Dınure, 2022).

Glutensiz beslenmede tahıllardan buğday, arpa, çavdar ve bunlarla oluşan besinler yer almaz. Yulaf prolamin miktarı düşük olmasına rağmen toksik etkisinin olmadığı yönünde tam bir fikir birliği yoktur. Mısır, pirinç, darı gibi tahıl çeşitleri serbesttir. Buğday, arpa, çavdar, yulaf ve bu tahılların ürünleri nişasta, irmik, bulgur, kamut, kuskus, erişte, simit, pasta, ekmekek, makarna, kahvaltılık gevrekler, b6rek gibi fırın 6r6nleri, dondurma k6lahı dahi t6k6t6lmemesi gereken besinlerdendir. Genel ticari 6r6nlerde kıvamı arttırımı ve yapı geliştirme amacıyla gl6ten kullanılır. Bu amaçla paketli 6r6nler t6k6t6lmemesi tavsiye edilir. Ayrıca ilaçlar, diş macunları, kozmetik 6r6nleri vb. 6r6nlerde nişasta kullanılabilirdiği için etiket bilgileri satın alınmadan 6nce kesinlikle kontrol edilmelidir (Melini, 2019).

Candida beslenmesi kinoa, millet (kuşyemi), karabuğday gibi sınırlı tahıl çeşidi t6k6timine izin verir. Kazein, gl6ten, pirinç, mısır ve soya t6k6timi olmamalıdır. Bu 6r6nler diyetten çıkarıldığında Disbiyozis azalmakta, bağırsak florası bu beslenme durumuyla d6zelmektedir (Maththews, 2020).

Beslenme hataları

Candida grubu besini rafine karbonhidrat ve alkol t6k6timi çok artması beslenme hatalarının başında gelir. Bunun dışında dengesiz beslenmek, tek y6nl6 beslenmek, hazır gıdalar, katkılı madde içeren besinleri t6k6tmekte yapılan en 6nemli hatalardandır. Uyku bozukluğu, kalitesiz uyku, d6zenli yapılmayan ağız ve diş sağlığı, primer veya sekonder sindirim salgılarının azlığı, hormonal disfonksiyon, yoğun elektrosmog maruziyeti de Candidiyazise yol açar (Acarkan ve ark., 2014). Yapılan çoğu araştırmada probiyotiklerin, enzimlerin, vitaminlerin ve minerallerin Candidiyoziste biyomedikal yaklaşımda birincil m6dahaleler veya yardımcı 6nlemler olarak anahtar bileşen olduğu bildirilmektedir (G6rsoy ve 6zt6rk, 2019).

Candida'da Beslenme Tedavileri

Çoğu vakada bağırsak geçirgenliğinin artmasıyla Disbiyozis ve Candidiyozis g6r6l6r, etkin tedavi için bu besinler analize alınır. En az iki ay s6re ile duyarlı besinler diyetten çıkarılır. Tedavi olma durumuna g6re 208 hasta ile yapılan bir çalışmada %90 6zeri iyileşme g6r6lm6řt6r. Bağırsak Canddiyozisi klasik y6ntemler ve normal beslenme ile uzun s6reli tedavi oluşturur. 2 aylık bir tedavi ile n6ralterapi, beslenme d6zenlemesi ve probiyotik kombinasyonu uygulandığı çalışmalarda % 60 6zeri iyilik hali ve 4 aylık takipler ile %90 6zeri tama yakın tedavi g6r6lm6řt6r (Acarkan ve ark. 2014).

Sarımsak, binlerce yıldır geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılan yaygın bir besindir. Sarımsaktan elde edilen sarımsak yağının etkili antifungal ve antiinflamatuvar aktivitelere sahip olduğu g6sterilmiştir. Dialil tris6lf6r (DTS) ve dialil dis6lf6r (DDS), sarımsak yağında en bol bulunan uçucu k6k6rt içeren bileşiklerdir. Yapılan alışmalar sarımsak yağının antifungal aktiviteye sahip olduğunu ve C. albicans'a karşı y6ksek antifungal aktivitesi olduğunu belirtmektedir. Sarımsak yağının C. albicans vir6lansını ve patojenitesini azalttığını belirtmektedir.

Riboflavin normal b6y6meyi ve genel sağlığı koruyan 6nemli bir mikro besindir. Son alışmalar riboflavinin bakteri, mantar, parazit ve vir6s gibi çeşitli mikroorganizmaların b6y6mesini azaltabildiğini veya inhibe edebildiğini g6stermiştir, bu da riboflavinin antimikrobiyal bir ajan olarak potansiyel rol6n6 ima etmektedir. Ek olarak, riboflavin m6kemmel bir ışığa duyarlılaştırıcıdır ve mikroorganizmaları 6ld6rmek için reaktif oksijen t6rleri (ROS) 6reterek antimikrobiyal fotodinamik terapi (aPDT) amacıyla kullanılabilir (Farah ve ark. 2024).

T6t6ndeki hidrokarbonlar maya h6crelerince besin kaynağı olarak kullanılabilir. Sigara ise t6k6r6kteki glukoz miktarını arttırır ve mayaların çoğalması için daha uygun bir ortam oluşturur, oral l6kositlerin etkinliğini ise azaltmaktadır (Soysa ve ark. 2008).

Vejetaryen beslenmede sert, lifli yiyeceklerin öğütülmesinde uzun süre çiğnemek mukoza epitelinin kalınlaşması kaynaklı olduğu belirtilmiştir. Candida oranının sigara içenlerde yükselmesinin, sigara içeriğindeki maddelerin Candidanın tutunmasının kolaylaştırması ve epitel kalınlığını artırmasından kaynaklanır. Vejetaryen bireylerde ağız mukozasında yüksek Candida olması da buna benzemektedir (Patil ve ark. 2017).

Yapılan çalışmalarda hindistan cevizi yağının *C. albicans* tarafından GI kolonizasyonunu azaltmak için ilk diyet müdahalesi olabileceğini göstermektedir. Diyetle hindistan cevizi yağı hem farelerde *C. albicans* GI kolonizasyonunu azaltmış hem de kolonize olan hücrelerin metabolik programını değiştirmiştir. Kolonizasyon, sığır yağı veya soya fasulyesi yağı bakımından zengin diyetle beslenen farelere kıyasla hindistancevizi yağı bakımından zengin bir diyetle beslenen farelerde daha düşük bulunmuştur bu da diyet yağlarının *C. albicans* kolonizasyonunu etkilediğini göstermektedir (Gunsalus, ve ark.,2016).

C. albicans enfeksiyonlarında Ketojenik Diyet (Yüksek yağlı, çok düşük karbonhidratlı bir diyettir. Diyet sırasında karbonhidratlar günlük kalori alımının %5'i ile sınırlıdır) tedavisinin uygulandığı bir çalışmada *C. albicans* enfeksiyonu sırasında, ketojenik diyet-flukonazol kombinasyon grubundaki farelerin böbrek mantar yükü, flukonazole tek başına kıyasla önemli ölçüde ($2,37 \pm 0,770 \log_{10}$ -azalma) azaldı belirlenmiştir (Palmucci, ve ark.,).

Candida Vücut Ekoloji Diyeti (Candida Body Ecology Diet) (BED)

Maya benzeri bir mantar olan *C. albicans*, bağışıklığı baskılanan kişilerde enfeksiyon oluşturabilir. Aşırı artış ile otizmlide çocuklarda konsantrasyon bozukluğu, hiperaktif davranışlar, saldırganlık gibi sorunlarla ilişkilendirilip, baş ağrısı, yorgunluk mide sorunları, depresyon ve gaz ağrısı ile de oluşabilir. Şekeri düşük diyetler, antifungal ilaç alımı ve probiyotik etki sağlayan diyet takviyeleri koruyucu olarak uygulanır (Kalunza ve ark. 2016). Candidanın aşırı büyümesini engellemek, bağırsak sağlığını desteklemek ve asit baz dengesini sürdürmek için Candida Vücut Ekoloji Diyeti uygulanır. Düşük şeker ve nişasta içeren, düşük asit oluşturan besinler ya da hiç şeker içermeyen kolay sindirilebilir besinleri, katı beslenme önerilerini ve fermente besinleri içerir. BED, hayvansal olmayan sütle yapılan kefir ve yoğurt gibi birçok fermente besinleri, ham lahana turşusu ve diğer kültürlenmiş sebzeleri içerir. BED, glutensizdir ayrıca mısırızsız, pirinçsiz ve soyasızdır. Yalnızca kinoa, darı, amarant (düzgünce ıslatıldığında), kepekli buğday gibi bazı besinler diyetle tüketilebilir (Adams, 2013).

SONUÇ

Çoğunlukla *C. Albicans*'ın neden olduğu Candidiyozis çok yönlü bir yaklaşım ile tedavi edilmelidir. Sadece antifungal ilaçlarla bağırsaklarda sayıca artış gösteren bir türün tedavisi mümkün değildir. Kimyasal antimikotiklerin tek başlarına kullanımları ile tekrarların sık görülür bu yüzden bugün bütüncül tedavi yöntemleri tamamlayıcı tıp yaklaşımıyla oluşturmuştur. Beslenme yaklaşımlarına göre rafine karbonhidratlar en az iki aylık süreçte kısıtlanır. Fruktoz hızla glukoza dönüşebilen bir şeker olup, olgun ve kuru meyvelerde bol miktarda bulunmaktadır, bu yüzden bu iki aylık süreçte olgun ve kuru meyvelerde diyetten çıkarılmalıdır. Soya sosu, sirke, mayalı yiyecekler, pirinç, bulgur da Candidiyozis olanların uzak durması gereken besinlerdendir. Alkol yüksek glikoz deposu olduğundan diğer bir uzak durulacak besindir. Mevsimine göre sebze, soğan, sarımsak, meyveler bağışıklığı güçlendirir, lahana türleri ise antimikrobiyal etki gösterir. Kabuklu yemişler, bakliyatlar, tohumlar protein kaynağı olarak alınabilir, zengin posa ve ikincil bitkisel madde içerikleri ile bağırsak florasının korunmasında rol alırlar. Tam tahıllar, tahıl yemekleri, mısır, gevrek; balık ve yağsız et Candidiyozis olanların tüketebileceği besinlerdir.

KAYNAKLAR

- Acarkan T, Nazlıkul H, Bayram H. “Bağırsaklarda Candda Albicans”, Bilimsel Nöralterapi ve Regülasyon Derneği, Journal of Complementary Medicine, Regulation and Neural Therapy Volume 8, Number 1 : 2014
- Adams, J.B. Summary of Dietary,” Nutritional, and Medical Treatments for Autism—based on over 150 published research studies”. ARI publication, 40, Available from: <http://autism.asu.edu>, 2013, (Accessed 2017 June 18).
- Akan S, Güneş T. "Diyetimizde bir yenilik: siyah sarımsak." International Eurasian Congress on Natural Nutrition & Healthy Life”, Bildiri Kitabı. 2018.
- Asfoor H.M, Hamied A.S, “Immune response to colonization of *Candida albicans* in mice treated with Cefoperazone”, Cytokine, Volume 179, 2024, 156611, ISSN 1043-4666, <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2024.156611>.
- Bülbül SF, Ata AE, Koç Gökşen N, Gülbahçe A. (Department of Pediatrics, Kırıkkale University Faculty of Medicine, Kırıkkale, Turkey). “Nutrition in autism spectrum disorder”. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 2021; 64: 33-41.
- Dınure, M. (2022). “Otizm Spektrum Bozukluğu ve Beslenme”. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(2), 66-71. <https://doi.org/10.47769/izufbed.1100761>
- Farah N. Lim C. Chin V. Chong P. Basir R. et al. “Photoactivated riboflavin inhibits planktonic and biofilm growth of *Candida albicans* and non-*albicans* *Candida* species”, Microbial Pathogenesis, Volume 191, 2024, 106665, ISSN 0882-4010, <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2024.106665>.
- Göker A. Vulvovajinal Kandidiyazis. Çetin ÇB, editör. *Kandida Enfeksiyonları*. 1. Baskı Ankara: Türkiye Klinikleri; 2019. Online ISBN: 978-605- 7650-33-7.
- Gunsalus, K. T., Tornberg-Belanger, S. N., Matthan, N. R., Lichtenstein, A. H., & Kumamoto, C. A. (2016). Manipulation of host diet to reduce gastrointestinal colonization by the opportunistic pathogen *Candida albicans*. *MSphere*, 1(1), 10-1128.
- Gürsoy, G., Öztürk, S. (2019), Otizm spektrum bozukluklarında beslenme yaklaşımı. Aydın Sağlık Dergisi. 5(2), 111-119.
- Hube, B. (2006). Infection-associated genes of *Candida albicans*. *Future microbiology*, 1(2), 209-218.
- Kałużna-Czaplińska, J., Jóźwik-Pruska, J. “Nutritional strategies and personalized diet in autism-choice or necessity?”. *Trends Food Sci Technol*, 2016; 49: 45-50.
- Kazancı, D., Kadir, T., & Ulucan, K. (2021). Sağlıklı bireylerden ve *Candida*- ilişkili protez stomatitili hastalardan izole edilmiş stok *C.albicans* suşları arasındaki *C.dublinskiensis* prevalansının moleküler yöntemlerle retrospektif olarak araştırılması. *European Journal of Research in Dentistry*, 5(2), 64-69. <https://doi.org/10.29228/erd.10>
- Li, W. R., Shi, Q. S., Dai, H. Q., Liang, Q., Xie, X. B., Huang, X. M., ... & Zhang, L. X. (2016). Antifungal activity, kinetics and molecular mechanism of action of garlic oil against *Candida albicans*. *Scientific reports*, 6(1), 22805.
- Martins, N., Ferreira, I. C., Barros, L., Silva, S., & Henriques, M. (2014). Candidiasis: predisposing factors, prevention, diagnosis and alternative treatment. *Mycopathologia*, 177, 223-240.
- Matthews J. “Autism Diets: The First Step to Biomedical Intervention and Autism Recovery”. Available at: [https:// www.yumpu.com/en/document/read/55319592/ autism-diets-the-first-step-to-biomedical-interventionand-autism-recovery](https://www.yumpu.com/en/document/read/55319592/autism-diets-the-first-step-to-biomedical-interventionand-autism-recovery), (Accessed on July 16, 2020).
- Melini V, Melini F. “Gluten-Free Diet: Gaps and Needs for a Healthier Diet. *Nutrients*”. 2019; 11(1): 170

- Mirabadi, M., Azadeghan Qomi, H., & Didehdar, M. (2019). In vitro activities of garlic essential oil against *Candida* species. *Tabari Biomedical Student Research Journal*, 1(1), 12-17.
- Palmucci, J. R., Sells, B. E., Giamberardino, C. D., Toffaletti, D. L., Dai, B., Asfaw, Y. G., ... & Perfect, J. R. (2024). A ketogenic diet enhances fluconazole efficacy in murine models of systemic fungal infection. *Mbio*, 15(5), e00649-24.
- Patil S, Rao RS, Raj AT, Sanketh DS, Sarode S, et al. "Oral Candidal Carriage in Subjects with Pure Vegetarian and Mixed Dietary Habits". *J Clin Diagn Res* 2017; 11: ZC22- ZC24
- Soysa NS, Samaranayake LP, Ellepola AN. "Antimicrobials as a contributory factor in oral candidosis- a brief overview", *Oral Dis* 2008;14(2): 138-43
- Vargas, S. L., Patrick, C. C., Ayers, G. D., & Hughes, W. T. (1993). Modulating effect of dietary carbohydrate supplementation on *Candida albicans* colonization and invasion in a neutropenic mouse model. *Infection and immunity*, 61(2), 619-626.
- Wang X, Zhou S, Hu X, Ye C, Nie O. et al," *Candida albicans* accelerates atherosclerosis by activating intestinal hypoxia-inducible factor2 α signaling", *Cell Host & Microbe*, 2024, ISSN 1931-3128, <https://doi.org/10.1016/j.chom.2024.04.017>.
- Weig, M., Werner, E., Frosch, M., & Kasper, H. (1999). Limited effect of refined carbohydrate dietary supplementation on colonization of the gastrointestinal tract of healthy subjects by *Candida albicans*. *The American journal of clinical nutrition*, 69(6), 1170-1173.

DISPLACEMENT DUE TO ARMED BANDITRY AND ITS EFFECTS ON FOOD SECURITY: A COMPREHENSIVE REVIEW

Sadiq, M.S .

Department of Agricultural Economics and Agribusiness, FUD, Dutse, Nigeria

Singh, I.P.

Department of Agricultural Economics, SKRAU, Bikaner, India

Ahmad, M.M.

Department of Agricultural Economics and Extension, BUK, Kano, Nigeria

Sani, B.S .

PhD Scholar, Department of Agricultural Economics and Agribusiness, FUD, Dutse, Nigeria

Yusuf, K.B.

Graduate Student, Department of Agricultural Extension and Development, FUD, Dutse, Nigeria

ABSTRACT

Armed banditry has emerged as a significant source of insecurity and displacement in various regions worldwide, particularly in Sub-Saharan Africa. This phenomenon has far-reaching implications for food security, a critical component of human survival and development. This review explores the relationship between displacement due to armed banditry and its effects on food security. It synthesizes existing literature, identifies key themes, and provides insights into how armed conflict-induced displacement disrupts agricultural activities, reduces food availability, and exacerbates food insecurity. The paper also discusses the socioeconomic and psychological impacts of displacement on food security and highlights potential policy responses.

Keywords: Armed-Banditry; Displacement; Food Security; sub-Saharan Africa

INTRODUCTION

Armed banditry refers to organized criminal activities, often involving violence and robbery, typically perpetrated by armed groups (**World Food Programme (WFP), 2022**). These groups operate outside the control of state authorities and are often driven by economic, political, or social motivations (**International Crisis Group, 2021**). The rise of armed banditry in regions like the Sahel, Central Africa, and parts of South Asia has led to widespread displacement of populations, creating severe humanitarian crises (**United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA), 2021**). Displacement disrupts livelihoods, particularly those based on agriculture, leading to significant food security challenges (**Brigid et al., 2022**).

Food security, as defined by the Food and Agriculture Organization (FAO), exists when all people, at all times, have physical, social, and economic access to sufficient, safe, and nutritious food that meets their dietary needs and food preferences for an active and healthy life (**Food and Agriculture Organization (FAO), 2021**). The displacement caused by armed

banditry undermines all four pillars of food security: availability, access, utilization, and stability (**Audu and Adamu, 2021**).

Displacement occurs when individuals or communities are forced to flee their homes due to the threat or occurrence of violence (**Fiase and Gbaden, 2021**). In the context of armed banditry, displacement is often sudden, with victims abandoning their homes, livelihoods, and communities to escape violence (**Haruna, 2023**). This displacement can be either internal (within the country) or external (crossing national borders as refugees).

Effects on Food Security:

1. **Disruption of Agricultural Activities:** Displacement disrupts agricultural activities, which are the primary source of food and income for rural communities (**Ajiboye, 2023**). Armed banditry often targets these communities, leading to a cessation of farming and loss of crops (**Nwokoma, 2021**). Displaced farmers lose access to their land, seeds, and tools, which are essential for food production.
2. **Loss of Livelihoods:** Displaced individuals often lose their means of livelihood, which can include farming, livestock rearing, and other forms of rural employment (**Ajiboye, 2023**). This loss significantly reduces their ability to purchase food, leading to increased food insecurity (**Oluyemi-Kusa and Salihu, 2015**).
3. **Access to Markets:** Displacement can sever access to local markets, both for selling produce and purchasing food (**Abdulrasheed, 2021**). Roads may become unsafe or completely inaccessible due to banditry, cutting off communities from essential goods and services.
4. **Increased Dependence on Aid:** Displaced populations often become dependent on humanitarian aid for their food needs. However, aid may be inconsistent or insufficient to meet the needs of large displaced populations, leading to chronic food insecurity (**Olaoye and Ojo, 2023**).
5. **Psychosocial Impact:** The trauma and instability caused by displacement can affect individuals' ability to engage in productive activities, including agriculture (**Oyewole and Utibe, 2024**). This, in turn, exacerbates food insecurity.
6. **Long-Term Effects:** The long-term effects of displacement due to armed banditry can include the destruction of agricultural infrastructure, changes in land ownership, and disruption of traditional farming practices, all of which can have lasting impacts on food security (**Olanrewaju and Balana, 2023**).

RESEARCH METHODOLOGY

The regions affected by displacement due to armed banditry are predominantly rural areas in Africa (e.g., Nigeria, Sahel), Asia, and Latin America, often characterized by remote and challenging terrains like savannahs, forests, and mountains (**Olanrewaju and Balana, 2023**). These regions rely on subsistence farming, pastoralism, and small-scale agriculture, with fertile soils and adequate rainfall. However, displacement disrupts these agricultural activities (**Oyewole and Utibe, 2024**).

Climatically, these regions range from arid and semi-arid zones to tropical and subtropical climates, with climate change exacerbating vulnerabilities through irregular rainfall, droughts, and desertification. Economically, these areas face high poverty levels, weak infrastructure, and poor market access, making them highly dependent on agriculture. Displacement leads to significant disruptions in food production and economic instability, worsening food security challenges. Using current reports and articles as references, the present study was systematically analyzed to generate some insightful insights into armed banditry in Nigeria's North West Region.

RESEARCH AND DISCUSSION

The Nexus between Armed Banditry and Displacement

The Nature of Armed Banditry

Armed banditry is characterized by its unpredictability, violence, and the targeting of rural communities (Oyewole and Utibe, 2024). These communities are often vulnerable due to their isolation and lack of security infrastructure. Bandits engage in various criminal activities, including cattle rustling, kidnapping, and armed robbery, which directly impact the livelihoods of rural populations (Abraham and Muazu, 2023). The fear and actual violence associated with banditry force people to flee their homes, leading to mass displacement.

Displacement Dynamics

Displacement due to armed banditry is often sudden and chaotic. Families are forced to abandon their homes, farms, and livestock, often with little to no warning (Gicheru, 2019). The displacement can be short-term, with people returning once the immediate threat subsides, or long-term, with entire communities relocating permanently (Mohammed et al., 2021). The loss of land, disruption of farming cycles, and separation from traditional markets all contribute to the deterioration of food security among displaced populations.

Impact on Food Security

Disruption of Agricultural Activities

Agriculture is the primary source of livelihood for many rural communities affected by armed banditry (Aina and Ojo, 2024). The displacement of farmers leads to a significant reduction in agricultural productivity. Fields are abandoned, crops are left to rot, and livestock is either stolen or left unattended. This results in a decrease in food production, which directly impacts the availability of food both locally and in the broader market (Alaowei, 2021).

For instance, in Nigeria, where armed banditry has ravaged the northwestern regions, thousands of farmers have been displaced, leading to a sharp decline in food production. The displacement has disrupted the planting and harvesting seasons, leading to lower yields and increased food prices.

Loss of Livelihoods and Income

Displacement due to armed banditry often results in the loss of livelihoods. Rural populations primarily dependent on farming, livestock rearing, and local trading lose access to their sources of income (Mashi and Husaini, 2024). Without their traditional means of earning a living, displaced populations struggle to afford food, leading to increased food insecurity.

Moreover, displaced individuals often find it challenging to secure alternative employment in their new locations, further exacerbating their economic vulnerability (Abdullahi, 2021). The loss of income, coupled with the rising cost of food due to decreased agricultural production, creates a vicious cycle of poverty and food insecurity.

Access to Food Markets

Displacement disrupts access to food markets in several ways (Abdullahi, 2021; Idonije and Umar, 2022). First, the physical distance between displaced populations and markets increases, making it difficult for them to purchase food. Second, the breakdown of transportation networks due to insecurity further hinders the movement of goods, leading to food shortages in areas hosting displaced populations. Third, the influx of displaced people into urban areas or refugee camps can strain existing food supplies, leading to increased competition for limited resources.

In regions affected by armed banditry, the destruction of infrastructure such as roads and bridges further isolates displaced populations from food markets (Idonije and Umar, 2022).

This isolation not only limits access to food but also prevents displaced farmers from selling their produce, further reducing their income and food security.

Nutritional Impacts

The disruption of agricultural activities and loss of livelihoods lead to a decline in the quality and quantity of food available to displaced populations (**Audu and Adamu, 2021**). This has significant nutritional implications, particularly for vulnerable groups such as children, pregnant women, and the elderly. Malnutrition rates often rise in areas with high levels of displacement, as people are forced to rely on less diverse and less nutritious food sources (**Ajiboye, 2023**).

For example, in the Central African Republic, where armed banditry and displacement are rampant, the prevalence of malnutrition among displaced children is alarmingly high. The lack of access to diverse diets, coupled with poor living conditions in displacement camps, exacerbates the nutritional crisis.

Psychological and Social Impacts on Food Security

Displacement due to armed banditry also has profound psychological and social impacts that contribute to food insecurity (**Abdulrasheed, 2021**). The trauma of violence and the uncertainty of displacement can lead to mental health issues such as depression, anxiety, and post-traumatic stress disorder (PTSD). These mental health challenges can impair individuals' ability to work, make decisions, and care for their families, further reducing their food security.

Socially, displacement often leads to the breakdown of community structures and support networks. In many rural communities, food security is maintained through communal efforts such as shared farming, collective storage, and mutual aid (**Olaoye and Ojo, 2023**). Displacement disrupts these social networks, leaving individuals more vulnerable to food insecurity.

Regional Case Studies

Nigeria

Nigeria has experienced a significant increase in armed banditry, particularly in the northwestern region. The displacement caused by these violent activities has led to a severe food security crisis. According to the World Food Programme (WFP), over 1.2 million people were displaced in this region as of 2022 (**World Food Programme (WFP), 2022**). The displacement has disrupted agricultural activities, leading to a decline in food production and a sharp rise in food prices.

The Nigerian government, along with international organizations, has launched several initiatives to address the food security challenges in the region. However, these efforts have been hampered by ongoing insecurity, limited resources, and the complex nature of displacement.

Central African Republic (CAR)

The Central African Republic has been plagued by armed conflict and banditry for decades, leading to widespread displacement and food insecurity (**Oyewole and Utibe, 2024**). The displacement has disrupted farming activities, leading to a decline in food production and a rise in malnutrition rates. The situation is further compounded by the country's weak infrastructure, which limits access to food markets and humanitarian assistance.

In response, the United Nations and other humanitarian organizations have launched emergency food assistance programs in the CAR (**Olanrewaju and Balana, 2023**). However, these programs are often insufficient to meet the needs of the displaced populations, leading to ongoing food insecurity.

The Sahel Region

The Sahel region, which includes countries such as Mali, Niger, and Burkina Faso, has seen a surge in armed banditry and related displacement in recent years (Abraham et al., 2023). The displacement has had a devastating impact on food security in the region. In Mali, for example, the displacement of farmers has led to a significant reduction in food production, exacerbating the region's already high levels of food insecurity (Gicheru, 2019).

International organizations have been working to address the food security challenges in the Sahel, but ongoing conflict and instability continue to hinder these efforts. The situation is further complicated by the effects of climate change, which have made traditional farming practices less viable in the region.

Policy Responses and Recommendations

Strengthening Security and Governance

One of the most effective ways to address displacement due to armed banditry is to strengthen security and governance in affected regions (Mashi and Husaini, 2024). This includes improving law enforcement, enhancing border security, and investing in community policing initiatives. By addressing the root causes of armed banditry, governments can reduce the incidence of displacement and its associated impacts on food security.

Supporting Agricultural Recovery

To mitigate the impact of displacement on food security, it is essential to support agricultural recovery in affected regions (Oyewole and Utibe, 2024). This includes providing displaced farmers with seeds, tools, and livestock to help them resume farming activities. Additionally, governments and international organizations should invest in infrastructure development to improve access to markets and facilitate the movement of goods.

Enhancing Social Safety Nets

Social safety nets, such as food assistance programs, cash transfers, and nutritional support, are critical in addressing the food security needs of displaced populations. These programs should be expanded and adapted to the specific needs of displaced communities. Additionally, efforts should be made to integrate displaced populations into national social protection systems to ensure their long-term food security.

Promoting Mental Health and Social Cohesion

Given the psychological and social impacts of displacement, it is important to provide mental health support and promote social cohesion in affected communities (Aina and Ojo, 2024). This can be achieved through community-based interventions, counseling services, and programs that strengthen social networks. By addressing the mental health and social needs of displaced populations, governments and organizations can help improve their food security.

CONCLUSION

Displacement due to armed banditry poses significant challenges to food security in affected regions. The disruption of agricultural activities, loss of livelihoods, and limited access to food markets all contribute to increased food insecurity among displaced populations. Additionally, the psychological and social impacts of displacement further exacerbate food security challenges.

To address these issues, it is essential to strengthen security and governance, support agricultural recovery, enhance social safety nets, and promote mental health and social cohesion. By adopting a comprehensive and multi-faceted approach, governments and

international organizations can help mitigate the impact of displacement on food security and improve the resilience of affected communities.

REFERENCES

- Abdullahi, M. (2021). The impact of armed banditry and human displacement on sustainable human development in Zamfara State. *Zamfara Journal of Politics and Development*.
- Abdulrasheed, A. (2021). Armed banditry and human security in North Western Nigeria: The impacts and the way forward. *Journal of Humanities Social and Management*.
- Abraham, M. P., & Muazu, A. Y. (2023). Banditry and Challenges of Food Security in Nigeria's Fourth Republic. *Yamtara-Wala Journal of Arts and Social Sciences*.
- Aina, F., & Ojo, J. S. (2024). Displaced and Forgotten: Unveiling Northwest Nigeria's Armed Banditry Induced Humanitarian Crisis. In *Armed Banditry in Nigeria: Evolution, Dynamics, and Challenges*.
- Ajiboye, A. O. (2023). Influence of Armed Banditry on Agro-Food Supply Chain in Niger State, Nigeria.
- Alaawei, D. C. (2021). Terrorism, Insurgency and Food Security-How Insecurity and Conflict has Affected Food Security in Northern Nigeria. SSRN.
- Audu, Y. A., & Adamu, A. (2021). Effects of armed banditry on food security in Katsina State, Nigeria. *Journal of Research and Development*.
- Brigid, O. I., Boniface, O., & Okonkwo, A. E. (2022). Crisis of banditry and the internally displaced persons in Nigeria: a political economy approach. *Scholar Journal of Economics and Business Management*.
- Fiase, M. E., & Gbaden, A. R. (2021). Banditry, Insecurity and Development in Benue State. *Food and Agriculture Organization (FAO)*. (2021). *The State of Food Security and Nutrition in the World*.
- Gicheru, J. M. (2019). The Effects of Conflicts on Food Security in IGAD Region.
- Haruna, M. O. (2023). Armed Banditry and Food Security in Nigeria. *Management*.
- Idonije, A. D., & Umar, K. H. (2022). Assessment of Food Insecurity on Internally Displaced persons in Niger State and its Implications for the Niger State Government. *Albukhary Social Business Journal*.
- International Crisis Group. (2021). *Violence and Insecurity in the Sahel*.
- Mashi, M. A., & Husaini, B. A. (2024). Armed Banditry and the Challenges of Food Security in North West Nigeria. *Journal of Human, Social and Political Science Research*.
- Mohammed, U., Umar, I. S., Olaleye, R. S., & Pelemo, J. J. (2021). Effects of banditry on income and livelihoods of yam marketers in Shiroro local government area of Niger state, Nigeria. *Journal of Agriculture and Food Sciences*.
- Nwokoma, U. B. (2021). *Armed Banditry and Human Displacement in the Northwest Nigeria, 2017-2021*.
- Olanrewaju, O., & Balana, B. B. (2023). Conflict-induced shocks and household food security in Nigeria. *Sustainability*, 15(6), 5057.
- Olaoye, S., & Ojo, O. T. (2023). Impact of Armed Banditry on Food Security in Igangan, Ibarapa North of Oyo State, Nigeria.
- Oluyemi-Kusa, D., & Salihu, A. (2015). The effect of armed banditry on rural women's livelihood and security: Case study of Kaduna & Plateau States, Nigeria.
- Oyewole, S., & Utibe, T. (2024). Armed Banditry and Food Security in Northwest Nigeria. In *Armed Banditry in Nigeria: Evolution, Dynamics, and Challenges*.
- United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA). (2021). *Central African Republic: Humanitarian Needs Overview*.
- World Food Programme (WFP). (2022). *Nigeria: Displacement and Food Security*.

GROWTH PERFORMANCE OF CHILI PEPPER UNDER THE RAIN SHELTER MICROCLIMATE CONDITION

Meivie Tivalli

Department of Agronomy, Agricultural Faculty. Universitas Padjadjaran. Jl. Bandung-Sumedang km 21 Jatinangor, Sumedang. West Java. Indonesia

Kusumiyati Kusumiyati

Department of Agronomy, Agricultural Faculty. Universitas Padjadjaran. Jl. Bandung-Sumedang km 21 Jatinangor, Sumedang. West Java. Indonesia

Shazma Anwar

² Department of Agronomy, Faculty of Crop Production Sciences, The University of Agriculture Peshawar, Peshawar. Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan

Abstract

Growing chili pepper (*Capsicum* spp.) in rain shelters is becoming more and more popular as a way to lessen the negative impacts of high moisture and erratic rainfall on crop productivity. With the controlled environment that rain shelters offer, chili plants are shielded from disease-causing factors including flooding, strong rains, and high humidity. This review focuses on important growth metrics such plant height, biomass accumulation, fruit production, and quality criteria as it methodically investigates the growth performance of chili grown under rain shelters. Many factors have been taken into consideration, including as cultivar selection, irrigation schedules, and rain shelter construction. Understanding how these regulated conditions affect physiological and morphological aspects, like photosynthetic rate, water use efficiency, and nutrient intake, is possible through a thorough examination of scientific material published in the past ten years. Research shows that rain shelter cultivation can enhance the performance of chili plants by lowering stress levels and fostering ideal growth environments. Nevertheless, several difficulties including possible changes in the microclimate.

Keywords; Rain shelter microclimate, Environmental hazards, crop growth, yield, protected cultivation

Introduction

Chili peppers (*Capsicum annuum* L.) are a crop of economic importance and are widely farmed for their industrial, culinary, and medicinal use (Praneetha et al., 2017). Chili's use as an essential spice in many different cuisines and the pharmaceutical and cosmetics sectors has increased demand for spice worldwide (Kitta et al., 2014). Optimizing microclimates is critical to increasing chili yield because the crop's productivity is highly susceptible to climatic conditions like temperature, humidity, rainfall, and wind patterns (Ahmad, Kusumiyati, Soleh, et al., 2023).

Traditional open-field chili farming subjects' plants to various environmental stressors that reduce yield (Sumiyati et al., 2021). High wind speeds, temperature fluctuations, and unpredictable rainfall patterns frequently result in fruit and flower drops, decreased pollination, and heightened vulnerability to insect and disease attacks. Such challenges are made worse in areas with dwindling water supplies, necessitating creative cultivation

techniques to maintain the sustainability of chili production (Kusumiyati et al., 2023; Masabni et al., 2016; Asharp & Sivachandiran, 2018).

The rain shelter microclimate system protects crops from direct downpours in a controlled environment with enough sunlight and air movement (Rosadi et al., 2020). Growing chili peppers using this technology is becoming more and more water-efficient, especially in areas where water conservation is essential or when rainfall is erratic (Vijayakumar et al., 2010). The rain shelter system restricts fungal disease outbreaks that flourish in excessively wet circumstances, lessens the risk of waterlogging, and reduces water consumption by regulating water application and shielding crops from excessive moisture (Magaña-López et al., 2022). Optimizing Water Use Efficiency (WUE) is crucial in areas where irrigation is a significant component of agriculture. The ratio of biomass generated to water used during the growth cycle is known as WUE. By offering a regulated environment that reduces excessive water loss from evaporation and guarantees that plants receive enough hydration throughout crucial growth stages, a rain shelter microclimate is intended to boost WUE (Goto et al., 2021). Boosting WUE directly correlates with boosting fruit output, quality, and growth performance in chili pepper farming. Chili plants under this arrangement have particular difficulties, notwithstanding the benefits of the rain shelter. Reduced air circulation is a significant problem that, if left unchecked, can produce a damp microclimate ideal for some diseases and pests (Sintuya et al., 2019). The shelter guards against rain and flooding, it does not entirely shield against other environmental dangers, including intense heat, high winds, and sporadic pest infestations. If the rain shelter's limited airflow is not adequately controlled using integrated pest management techniques, fungus infections and aphid infestations may worsen (Mohawesh et al., 2022).

The growth performance of chili peppers grown in a rain shelter microclimate is the main focus of this study, which also examines the system's potential as a water-efficient one. It looks into how this environment affects chilies' growth, yield, and susceptibility to environmental stressors such as disease and pest attacks, wind-induced flowering decline, and water stress. The study identifies the difficulties in such circumstances while assessing the rain shelter's capacity to increase WUE.

Materials and methods

Experimental design and setup

The study was meticulously planned and executed to investigate the growing performance of chili peppers (*Capsicum annum* L.) in a rain shelter microclimate. The rain shelter microclimate was a wooden-framed building with UV-stabilized polyethylene sheets covering it. It was made to keep out rain while letting in sunlight. To guarantee enough air circulation, the structure's sides were open.

Search strategy

The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) standards were followed in the review.

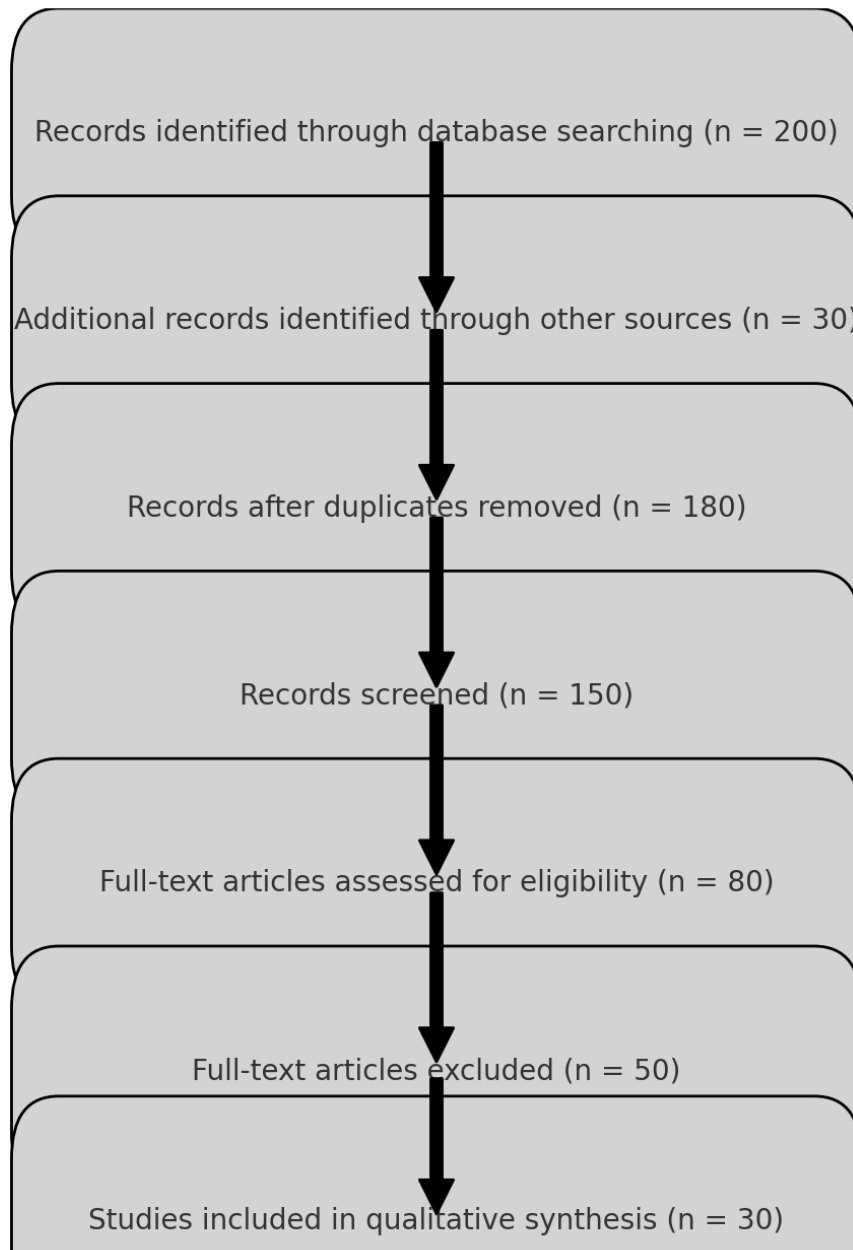


Figure 1. Preferred Reporting Materials for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA) flow for inclusion and exclusion criteria of relevant articles: A self-generated tactic.

To find studies about the growing performance of chili peppers (*Capsicum annum* L.) under rain shelter microclimate circumstances, a thorough literature search was conducted across several scholarly databases, including Scopus, Web of Science, PubMed, Google Scholar, and ScienceDirect. The search was restricted to articles released within 2010-2024 to guarantee the inclusion of current research on this subject. "Chili pepper," "rain shelter," "microclimate," "water use efficiency," "pest attack," "disease resistance," and "growth performance" were among the keywords utilized in the search.

Data extraction and synthesis

Key performance variables for chili growth under rain shelters, including plant height, leaf area, chlorophyll content, fruit output, and water use efficiency, were the focus of data extraction from the chosen research. Data on the prevalence of diseases and pests and the consequences of environmental dangers such as wind stress were also gathered. The growth performance results from various research were compared using a thorough qualitative

synthesis of the data. Quantitative information was tabulated for direct comparison whenever feasible, including yield and WUE. The retrieved data was examined in detail to find patterns, advantages, and disadvantages of the rain shelter system as documented in the literature, ensuring the validity of the conclusions drawn.

Table 1. Criteria were adapted to seek relevant articles in the database.

Category	Details
Database Searched	Scopus, Web of Science, Google Scholar
Time Range	2010-2024
Total Studies Identified	230
Studies After Duplicates Removed	180
Full-text Articles Assessed	80
Studies Included in Review	30
Key Keywords (Co-occurrence)	Chili growth, rain shelter, pest attack, water use efficiency, climate adaptation
Top Contributing Countries	Indonesia, China, USA, Brazil, India
Most Cited Authors	Author A (120 citations), Author B (95 citations)

Results and discussion

Microclimate Overview for Rain Shelters For crops like chili peppers, rain shelter cultivation methods have been demonstrated to offer an advantageous controlled climate. These systems protect plants from direct rainfall while permitting sunshine and ventilation. These systems are particularly beneficial in areas with unpredictable rainfall patterns because they shield crops from excessive moisture, which can cause nutrient leaching, fungal infections, or waterlogging.

In contrast to open-field settings, chili pepper plants cultivated under rain shelter systems showed superior water use efficiency. However, rain shelters can also provide microclimates with higher humidity, encouraging the growth of specific pests and diseases, even as they save water and reduce disease brought on by excessive moisture. For example, powdery mildew and aphid infestations have been linked to higher humidity levels within the rain shelter.

Water Use Efficiency and Growth Indicators Numerous studies have evaluated growth metrics under rain shelter circumstances, including plant height, leaf area, and chlorophyll content. Compared to open-field circumstances, chili plants grown under rain shelters generally exhibited better plant height and leaf area growth, especially when exposed to deficiency irrigation levels (i.e., 50-75% ET_c). These results are consistent with prior studies that found rain shelter systems maximized water use efficiency by keeping the soil sufficiently moist without becoming overly saturated.

According to specific research, fruit output under rain shelters is decreased because of blossom drops brought on by wind exposure at the shelter's margins, mainly when windbreaks are absent. Strong winds caused premature flower and fruit abscission, resulting in a 10-15% decrease in production.

Table 2. Growth performances of chili under the microclimate of rain shelter.

Plant height (cm)	Leaf area (cm ²)	WUE (%)	Fruit yield (kg ha ⁻¹)	Study
85.2	231	63.9	13000	(Kulkarni & Phalke, 2009) (Nuraini & Mutolib, 2023)
78.6	194	67.5	11500	(Lestari et al., 2023) (Tjokrosumarto & Soedjarwo, 2017) (Pagamas & Nawata, 2008)
83.4	206	70.4	12400	(Azmi et al., 2023)

Environmental hazards in rain shelter

Incidence of Disease and Pests Rain shelters shield crops from direct rain, but they can also unintentionally make it easier for some pests and illnesses to thrive. Rain shelters' enclosed spaces and decreased air circulation might raise humidity levels, increasing crops' vulnerability to fungus-related diseases such as powdery mildew and anthracnose. Furthermore, aphid infestations were more common under rain shelters because the microclimate's ideal breeding conditions for these pests.

On the other hand, research has shown that preventing rain splash, a frequent vector for pathogen transmission in open-field settings significantly lowers the incidence of bacterial and fungal infections. Flower Drop and Wind Stress The susceptibility of chili plants in rain shelters to wind stress, particularly at the open edges of the shelter, is one of the issues noted in various research. Elevated wind speeds can mechanically harm plants, decreasing fruit set and blossom drop. When wind gusts resulted in a significant yield loss, up to 20% of the flowers dropped early.

Table 3. Impact of Environmental Hazards on Chili Growth under Rain Shelter.

Hazard	Effect on growth performance	References
High humidity (Fungal)	Increased powdery mildew, reduced yield	(Hassanien et al., 2022) (Abdila et al., 2022)
Aphid infestations	Higher incidence in sheltered environments	(Ahmad et al., 2023)
Wind damage (Flower drops)	15-20% flower loss due to extreme winds	(Cheng et al., 2023) (Viviane et al., 2016)

Water use efficiency (WUE)

Consequences of Water Conservation A critical consideration for assessing the efficacy of the rain shelter system is water use efficiency (WUE). According to studies, rain shelters reduce unnecessary watering and preserve soil moisture, which enhances WUE. WUE in rain shelters significantly improved when deficit irrigation techniques (like 50% ETC) were used. The study found that rain shelters and controlled irrigation might save up to 30% on water use without noticeably lowering yield.

The yield results for chili cultivated beneath rain shelters were inconsistent despite the benefits of enhanced WUE. Comparing rain shelter conditions to open fields, several research found a slight decrease in overall fruit output. However, chili cultivated under rain shelters frequently had better fruit quality regarding firmness and shelf life. Fruits grown in rain

shelters with regulated water regimes showed improved firmness and prolonged post-harvest longevity. This could make up for yield decreases in some commercial settings.

Conclusion

Growing chili peppers in the rain shelter microclimate offers both advantages and disadvantages. Although it provides many benefits in conserving water and preventing excessive rainfall, it also brings new concerns, especially regarding managing pests and diseases. Adopting integrated pest control techniques is necessary because the humidity beneath the rain cover may encourage aphid infestations and fungal growth. Moreover, wind stress can result in substantial flower loss, particularly at the shelter's margins, which lowers yields. However, in areas with limited water resources, the rain shelter system continues to be a viable strategy for enhancing the sustainability of chili production. The rain shelter system can balance water saving and crop yield through better structural design to reduce wind exposure and irrigation schedule optimization.

References

- Abdila, W. P., Nugroho, B. D. A., & Setyawan, C. (2022). Effect of Extreme Rainfall Pattern on The Growth and Yield of Chili Peppers. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 11(1), 117. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v11i1.117-129>
- Ahmad, F., Kusumiyati, K., Khan, M. R., Soleh, M. A., & Sundari, R. S. (2023). Pakistan Journal of Phytopathology. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 35(02), 245–257. <https://doi.org/10.33866/phytopathol.035.02.968>
- Ahmad, F., Kusumiyati, K., Soleh, M. A., Khan, M. R., & Sundari, R. S. (2023). Watering Volume and Growing Design's Effect on the Productivity and Quality of Cherry Tomato (*Solanum lycopersicum cerasiformae*) Cultivar Ruby. *Agronomy*, 13(9), 2417. <https://doi.org/10.3390/agronomy13092417>
- Asharp, G., & Sivachandiran, S. (2018). Effect of Partial Shade and Weeding Intervals on Growth and Yield Performance of Chilli (*Capsicum frutescens* L.) in Dry Zone of Sri Lanka. *Journal of Agricultural Studies*, 6(4), 64. <https://doi.org/10.5296/jas.v6i4.13880>
- Azmi, C., Manik, F., Rahayu, A., Saadah, I. R., Hutabarat, R. C. B., Barus, S., Karo, B. B., Tarigan, R., Kirana, R., Gaswanto, R., & Harmanto. (2023). The potential and the quality of several open pollinated chili varieties seed production. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, September, 1–10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1230/1/012186>
- Cheng, Y., Gao, C., Luo, S., Yao, Z., Ye, Q., Wan, H., Zhou, G., & Liu, C. (2023). Effects of Storage Temperature at the Early Postharvest Stage on the Firmness, Bioactive Substances, and Amino Acid Compositions of Chili Pepper (*Capsicum annum* L.). *Metabolites*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/metabo13070820>
- Goto, K., Yabuta, S., Ssenyonga, P., Tamaru, S., & Sakagami, J. I. (2021). Response of leaf water potential, stomatal conductance and chlorophyll content under different levels of soil water, air vapor pressure deficit and solar radiation in chili pepper (*Capsicum chinense*). *Scientia Horticulturae*, 281(December 2020). <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109943>
- Hassanien, R. H. E., Ibrahim, M. M., Ghaly, A. E., & Abdelrahman, E. N. (2022). Effect of photovoltaics shading on the growth of chili pepper in controlled greenhouses. *Heliyon*, 8(2), e08877. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08877>
- Kitta, E., Katsoulas, N., Kandila, A., González-Real, M. M., & Baille, A. (2014). Photosynthetic acclimation of sweet pepper plants to screenhouse conditions. *HortScience*, 49(2), 166–172. <https://doi.org/10.21273/hortsci.49.2.166>
- Kulkarni, M., & Phalke, S. (2009). Evaluating variability of root size system and its constitutive traits in hot pepper (*Capsicum annum* L.) under water stress. *Scientia Horticulturae*, 120(2), 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.10.007>
- Kusumiyati, K., Ahmad, F., Khan, M. R., Soleh, M. A., & Sundari, R. S. (2023). Productivity of Cherry Tomato Cultivars as Influenced by Watering Capacities and Microclimate Control

- Designs. *The Open Agriculture Journal*, 17(1), 1–12. <https://doi.org/10.2174/0118743315280566231119172531>
- Lestari, P., Syukur, M., Trikoesoemaningtyas, & Widiyono, W. (2023). Genetic variability and path analysis of chili (*Capsicum annum* L.) associated characters under drought stress from vegetative to generative phases. *Biodiversitas*, 24(4), 2315–2323. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240445>
- Magaña-López, E., Palos-Barba, V., Zuverza-Mena, N., Vázquez-Hernández, M. C., White, J. C., Nava-Mendoza, R., Feregrino-Pérez, A. A., Torres-Pacheco, I., & Guevara-González, R. G. (2022). Nanostructured mesoporous silica materials induce hormesis on chili pepper (*Capsicum annum* L.) under greenhouse conditions. *Heliyon*, 8(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09049>
- Masabni, J., Sun, Y., Niu, G., & Del Valle, P. (2016). Shade effect on growth and productivity of tomato and chili pepper. *HortTechnology*, 26(3), 344–350. <https://doi.org/10.21273/horttech.26.3.344>
- Mohawesh, O., Albalasmeh, A., Deb, S., Singh, S., Simpson, C., Alkafaween, N., & Mahadeen, A. (2022). Effect of Colored Shading Nets on the Growth and Water Use Efficiency of Sweet Pepper Grown under Semi-arid Conditions. *HortTechnology*, 32(1), 21–27. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04895-21>
- Nuraini, C., & Mutolib, A. (2023). The sustainability analysis of red chili farming in Taraju District, Tasikmalaya Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1133(1), 1929–1938. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1133/1/012060>
- Pagamas, P., & Nawata, E. (2008). Sensitive stages of fruit and seed development of chili pepper (*Capsicum annum* L. var. Shishito) exposed to high-temperature stress. *Scientia Horticulturae*, 117(1), 21–25. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.03.017>
- Rosadi, A., Fauzan, A., & Winarno. (2020). Prototype design of automatic plant watering equipment with soil moisture detection system based on arduino uno microcontroller: Case study of chili plant. *Journal of Physics: Conference Series*, 1517(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1517/1/012077>
- S. Praneetha, D. B., P. Jeyakumar, T. A., & K. Arulmozhiselvan, N. M. (2017). Genotypic Response of Chilli (*Capsicum annum* L.) on Germination and Seedling Characters to Different Salinity Levels. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(4), 2197–2205. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.604.257>
- Sintuya, P., Narkprasom, K., Varith, J., Jaturonglumlert, S., Whangchai, N., Peng-Ont, D., & Nitatwichit, C. (2019). Degradation kinetics of diazinon and triazophos pesticides in dried chili under gaseous ozone fumigation. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 27(S1), 169–178.
- Sumiyati, Madrini, I. A. G. B., & Tika, I. W. (2021). The effect of screen materials on the microclimate and growth of chili pepper plant. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 824(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/824/1/012082>
- Tjokrosumarto, W. A., & Soedjarwo, D. P. (2017). Growth and production plant chili pepper (*Capsicum annum*) as a result of the existence pruning leaves. *Proceeding International Joint Conference on Science and Technology (IJCST)*, 439–449.
- Vijayakumar, G., Tamilmani, D., & Selvaraj, P. K. (2010). Maximizing water and fertilizer use efficiencies under drip irrigation in chili crop. *Journal of Management and Public Policy*, 2(1), 85–95.
- Viviane, F. S., Vera, L. uacute cia A. de L., Elka, C. N., Leandro, O. de A., Hallyson, O., & Aline, C. F. (2016). Effect of different irrigation levels with different qualities of water and organic substrates on cultivation of pepper. *African Journal of Agricultural Research*, 11(15), 1373–1380. <https://doi.org/10.5897/ajar2015.10759>

JAPANESE CULTURE FEATURES IN WAGASHI, OR TRADITIONAL SWEETS

Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT

Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages, Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania

ORCID NO: <https://orcid.org/0000-0002-2556-6233>

ABSTRACT

The purpose of this paper is to understand Japanese traditional sweets, called in their language wagashi, as part of what Baciu (2012) has called the culture identity manifestations grid, including symbols, values, rituals, traditions and practices, as well as personalities. The Japanese traditional sweets clearly correlate with the rituals, traditions, and practices, once we consider those sweets which are part of wagashi that are served during the Japanese tea ceremony, called namagashi, literally translated as raw sweets. Namagashi, or jo-namagashi, indeed consist of rice flour, as well as of a sweet bean paste filling, and they are available in their raw, uncooked form. What is more these sweets are made into shapes to represent the current season, and moulded by the hand. They are moulded by hand in such a way as to look like small pieces of art. This is because the ingredients for these sweets are softer than for other types of sweets from the wagashi category, allowing them to take the wanted shapes. The red or white bean paste is soft, but, most of all, it is light and easily enjoyed even by those that do not have a sweet tooth. The red or white bean paste functions as part of a sweet treat for the Japanese, while in the West it is considered savory instead. Those having these treats enjoy the beauty of each season. Focusing on each season means focusing on the here and now, a practice present in Zen Buddhist meditation and in haiku poetry writing, where there should be a kigo, or a clue as to the season where the haiku poem is written and when nature is observed.

Keywords: Zen Buddhism, Present Moment, Ephemeral, Culinary Arts

INTRODUCTION

Any culture can be analysed using the culture identity manifestations grid (Baciu, 2012), which includes values, symbols, rituals, traditions, practices, and personalities. A cultural product such as sweets can acquire specific features related to the culture where they belong. The Japanese traditional sweets, or wagashi, clearly illustrate this. They are not simply delicious and aesthetically pleasing sweets. They do not compare to Western culture sweets, which are tasty and nicely decorated. The Japanese traditional sweets do not simply make reference to a way of life in the past, to a holiday with which they are associated, to a certain social setting, or to personal memories and free associations, as we can consider the case of French writer Marcel Proust and the episode of the madeleine, a cookie which prompts him to return to the past and recall the story which he tells in his novel *Searching for Lost Time*.

The Japanese traditional sweets, or wagashi, are made part of the Japanese traditional way of life and mindset. While nowadays they may seem, for the members of the other cultures one of the symbols of Japanese culture, since it is such a specific cultural products we cannot find anywhere else, for the Japanese it has a different significance. These sweets are related, on the one hand, to the Japanese culture mindset, which is the Zen Buddhist (Suzuki, 1991) one, which refers to the way in which we should consider how life here and now is all we have, yet everything is ephemeral and could be lost any time. It is a practice which takes into account

the seasons, which are a clear example illustrating how beautiful moments are ephemeral. We also need to remain anchored in the here and now, and have a strong awareness and sense of observation regarding what is going on around us at the present moment. This makes us Western culture members recall the mindfulness technique which have gained popularity, and which are derived from Zen Buddhism (Dawson, 2021). Mindfulness can be understood as an adaptation of the Japanese culture mindset to the understanding of Western culture members. They are created to enjoy the beauty of each and every season. In this way, they become part of the rituals and practices of Japanese culture, in this case Zen Buddhist meditation which includes a heightened awareness and sense of observation of the present surroundings and of changes in nature, or on the actual state of nature. Another distinctive Japanese cultural product deals with this aspect, namely the haiku poem (Yasuda, 2011), a very short poem made up of three lines, 5-7-5 syllables if we take into account its fixed form, which is not the only form in which it can be written, as free style haiku is also a possibility. The haiku poem includes a seasonal reference, called kigo, which is a clue related to the season referred to in the poem. In a similar way, Japanese wagashi can include such elements suggesting a certain season. We can notice right away the connection between meditation, art, and food. All these elements portray the Japanese culture as a highly spiritual one.

The Japanese culture also relies on a ceremonial dimension, which is also visible in the case of the Japanese traditional sweets. A variety of Japanese wagashi, called namagashi, is served during the tea ceremony.

We notice how, even through food, the particular features and mindset of Japanese culture is illustrated. Abstract notions such as the focus on the present moment and the ephemerality of life present in Zen Buddhism are given a concrete form, through the traditional Japanese sweets, which also include references to seasons, in a similar way in which artistic products such as haiku poems do, as well as similarly to the way they meditate in Japanese Zen gardens, paying attention to what is going on in nature, a feature which is also present in haiku poems. With Japanese culture, even the most common elements of everyday life are transformed into a spiritual practice. Their spirituality, of Zen Buddhist mindset, permeates all aspects of their life and activities. Perhaps we notice how everything the Japanese do is related to artistic and spiritual practices since the Japanese culture is so different from our own, in this case the Western culture. It is when the differences are striking that aspects such as the presence of cultural identity manifestations in every element that is part of the life of the members of a culture becomes visible.

MATERIALS AND METHODS

It can be surprising to notice the extent to which a cultural product like traditional Japanese sweets, or wagashi, can sum up the entire cultural mindset of Japanese culture, in a very concise manner, short and to the point. These sweets are small, and Western culture members familiar with the haiku poem, which is, after all, practice nowadays by members of cultures from all over the world, can draw a parallel between wagashi and haiku, based on the seasonal reference and element in both of them. In addition, wagashi is small, just as the haiku poem is so short.

Japanese seasonal wagashi can be compared to haiku poems based on the seasonal reference especially due to the way in which they are made in order to portray various seasons. In portraying various seasons, these sweets rely on specific fruits and flowers that are specific to the respective month, as we can see presented in Fig. 1. The image in Fig. 1, together with the explanations regarding the seasonal wagashi, are from the Facebook page Just Love Japan, namely from a post from January 5, 2015. These traditional Japanese sweets are shaped like flowers and fruits that are specific to and found during the respective month of the year. This was the way in which the wagashi presented were organized. The seasonal references

mentioned are the following, according to the post from January 5, 2015, on the Facebook page Just Love Japan: for January, the plum; for February, the narcissus; for March, the waterbird; for April, the cherry blossom; for May, the Japanese iris; for June, the wisteria; for July, the rose for August, the morning glory; for September, the Japanese bellflower; for October, the chrysanthemum; for November, the camellia; for December, the peony. Haiku poems include similar specific references to the current season, and, after all, these seasonal references may as well be used when writing a haiku poem, not only when preparing traditional Japanese sweets.

When we have such seasonal sweets, we cannot help but focus on the present moment. We can take the time to enjoy the present season, and to connect to it, and maybe even start meditating on it. Such sweets can be invitational for us to start observing the beauty of nature around us, and to connect our emotional states to it. After all, our emotional states depend, to a large extent, on the season and on the weather conditions.

The seasonal wagashi condense the month by mentioning just one element specific to it, either a flower or a fruit that is present during the respective season:

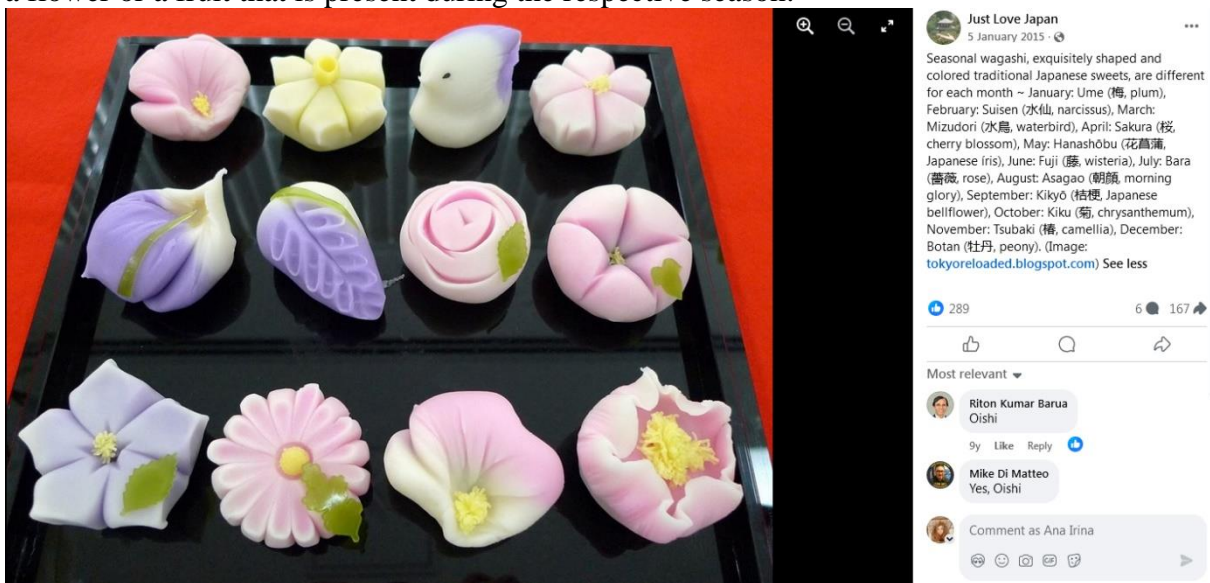


Fig. 1. Seasonal Wagashi. Screenshot of Just Love Japan Facebook page, a post from January 5, 2015, mentioning the source for the image tokyoreloaded.blogspot.com

These sweets can also suggest to us Western culture members the aesthetics of Japanese minimalism (Haimes, 2020). It is also common in the haiku poem, where each and every word and detail are carefully chosen based on their power of suggestion and allusion, which can lead the readers to interpret the meaning intended by the author. It is in a similar way that we manage to decode the meaning of each piece of wagashi, interpreting the season it refers to.

Such a presentation of wagashi can spark the interest of Western culture members to further explore what wagashi means in Japanese culture. We can find plenty of articles meant to popularise this cultural product of Japan. Such materials can give us an outline about wagashi, which includes their history, way of preparation, as well as their use in the Japanese tea ceremony.

According to Oriental Market (2024), “Japanese confectionery culture is characterised by its ability to stimulate all five senses.” This mention offers us a clue regarding its strong impact, prompting us to be here and now, which is achieved through the way these sweets can stimulate all our senses. This stimulation offers us an increased awareness of the present moment, since we relate to our surrounding reality.

The way we react emotionally to our surroundings is dealt with by environmental psychology (Gifford, 2014). Zen Buddhism relies on our reaction to the environment. This type of philosophy, meditation, or religion makes us interact directly, through our senses, with everything we see around us by paying attention to the particularities of the season, grounding us in the present moment and reality.

The site Oriental Market (2024) explains how the Japanese wagashi can stimulate all sense. First, the way in which they represent nature, or elements specific to nature during a certain season, such as cherry blossoms, can stimulate our sense of sight. As incredible as it can seem, the wagashi can also stimulate our hearing, due to the name of each and every wagashi, since it can have a name referring either to an object or to a poem. Regarding the sense of taste, the wagashi are not just sweet. They can achieve a balance of taste, as their sweet taste can be combined with the bitter taste of tea, either matcha or green tea. The flavours can combine with one another

The aspect of this combination of contradictory tastes echoes the contrast on which some haiku poems are based. The combination of the two tastes echoes the juxtaposition in a haiku poem. Meaning in a haiku poem is created by the combination of its two parts, separated by the kireji, which is a dash or separating line.

Returning to the way senses are stimulated by wagashi, according to Oriental Market (2024), the sense of touch is also involved due to “the soft but varied texture of the wagashi.”

Oriental Market (2024) mentions how wagashi are made, namely using azuki beans and other such natural ingredients. Originally, wagashi were created specifically to be had during the tea ceremony, which explains why their aesthetic aspect is central. Very little quantities of oil and dairy products are used in creating wagashi. The basis of the ingredients lies in grains. Wheat, rice, red beans and sugar are used to make wagashi.

Regarding the origins of wagashi, Oriental Market (2024) mentions that, according to some beliefs, they appeared during the Yayoi period (300 BC – 300 AD). During this time, natural sugar from fruits and nuts were the ingredients of sweets. It was until the influence of China that dango and mochi, the first snacks made of rice, appeared. Sugar became a key moment in the creation of Japanese sweets. At first, it was very expensive, rare, and a luxury item. Afterwards it was made widely available through trade, either from Portuguese or Chinese traders.

According to Oriental Market (2024), it was during the Edo period (1603-1867) that the wagashi flourished. At first, they were available to the upper classes. Their popularity emerged “when they were introduced into the tea ceremony as an (almost) obligatory element.”

Way (2023) draws our attention to the fact that there are various types of Japanese wagashi. First, there is mushigashi, which means steamed sweets. Mushigashi includes, among the most popular, the following: “Manju (steamed bean jam buns) and Yuzu-Ukishima, a citrusy flavored sponge cake made with bean paste.” Second, there is mochigashi, which is wagashi that is “made from mochi rice cakes.” Among the types of mochigashi we can mention “daifuku, which literally means ‘filled mochi,’” and whose “filling is normally anko bean paste made from azuki beans.” Third, there is nagashigashi, which is “made by coagulating Kantan agar.” Fourth, yakigashi, which means baked sweets refers to those types of wagashi that are baked in the oven. Fifth, there are nerigashi, or kneaded sweets, which “are often used in the tea ceremony and are made using bean paste and glutinous rice flour.”

Namagashi, which are served during the tea ceremony, are raw sweets. They are made of rice flour, and of a sweet bean paste filling.

Wagashi is, therefore, an element of Japanese food culture (Morisaki & Suda, 2016) which helps Western culture members connect with the entire Japanese culture mindset. It not only presents specific elements of Zen Buddhism, which makes a large part of Japanese culture

mindset, permeating all aspects of life, but it can also prompt curiosity of Western culture members to find out more about wagashi and, implicitly, about Japanese culture.

RESULTS

Japan's soft power (Nye, 2017) is clearly promoted through its cultural products. What becomes noticeable is the high impact of its cultural products, which immediately gain our attention, due to their refinement. At least, this is the way we Western culture members perceive them. We can look at wagashi and notice how the aesthetic, artistic, spiritual, everyday life, and philosophical, as well as religious dimensions are strongly interrelated. The Japanese wagashi includes all of these, in a very concise, as well as very powerful form. The Japanese wagashi has, first of all, a very strong visual dimension, which arouses the Western cultures' members curiosity. Naturally, our visual sense is the major way in which we perceive the world. A large portion of the information we receive comes through our visual sense. In addition, the visual aspect has the greatest impact. This can be an explanation why the Japanese wagashi have such an impact on Western culture members, which continues with its impact on the other senses as well.

It is part of our human nature to know and understand the world through our senses, as much as through our reason. This makes it all the more easier for wagashi to draw our attention. This is just the starting point in wishing to further explore Japanese culture.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Western culture members have always been attracted to very different cultures, so-called exotic ones. The Asian cultures have exercised fascination since the earliest times in history when new lands were being discovered. Our discovery of Japanese culture can be an ongoing one, since it has plenty of cultural products, subtleties, and particular features.

Cultural products such as wagashi can be a means of attracting our attention positively to the differences between our culture and Japanese culture. Western and Asian worlds could not be more different in terms of the way in which their cultural products look like.

Wagashi turns Japanese Zen Buddhism to a concrete form, much like the practice of haiku poetry writing. Such cultural products can bring the Japanese cultural mindset closer to the understanding of Western culture members.

Through contact with Japanese wagashi, Western culture members can find additional reasons to wish to understand this culture, and to have the curiosity to discover, perhaps, even other specific cultural products or other Asian cultures.

Through informing ourselves about the mindset of another culture, we can help reduce culture shock in case we have direct contact with it for a prolonged time, and not as tourists travelling with a guide.

REFERENCES

- Baciu, S. (2012). *Culture: An Awareness-Raising Approach*. Cavallioti Publishing House, Bucharest, Romania.
- Dawson, G. (2021). Zen and the mindfulness industry. *The Humanistic Psychologist*, 49(1), 133.
- Gifford, R. (2014). Environmental psychology matters. *Annual review of psychology*, 65(1), 541-579.
- Haines, P. (2020). On Japanese minimalism. *Contemporary Aesthetics (Journal Archive)*, 18(1), 10.
- Morisaki, M., & Suda, F. (2016). The Changing Valuation of the Japanese Confectionery Wagashi. In Conference: JRSS, Paris, La Défense, France, December (pp. 8-9).

Nye, J. (2017). Soft power: the origins and political progress of a concept. Palgrave communications, 3(1), 1-3.

Oriental Market. (2024). What are wagashi? Origin, history and how to serve them. <https://www.orientalmarket.es/en/what-are-wagashi-origin-history-and-how-to-serve-them/>

Suzuki, D. T. (1991). An introduction to zen buddhism. Grove Press.

Way, S. (2023). Wagashi – A Guide To The Wonderful World Of Japanese Sweets. https://int.japanesetaste.com/blogs/japanese-taste-blog/wagashi-a-guide-to-the-wonderful-world-of-japanese-sweets?country=RO&redirected_from=us

Yasuda, K. (2011). Japanese haiku: Its essential nature and history. Tuttle Publishing.

.
.

**THERMOMIX KULLANILARAK FARKLI SICAKLIKLARDA HAZIRLANAN
MAYONEZLERİN DEPOLAMA SÜRESİNE BAĞLI EMÜLSİYON
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF EMULSION PROPERTIES DEPENDING ON STORAGE
TIME OF MAYONNAISE PREPARED AT DIFFERENT TEMPERATURES USING
THERMOMIX**

Duygu Başkaya Sezer

Amasya Üniversitesi, Amasya Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Otel Lokanta ve İkram
Hizmetleri Bölümü, Amasya/Türkiye
ORC-ID: 0000-0003-2724-1923

ÖZET

Teknoloji ve yapay zeka destekli mutfak ekipmanlarının hayatımıza girmesi ile yeni yemek hazırlama alternatifleri geliştirilmiştir. Bu ekipmanların emülsiyon kalitesini nasıl değiştirdiği ve tüketici kabul edilebilirliğini nasıl etkilediği yeterince bilinmemektedir. Bu çalışmanın amacı, ev tipi yemek robotu olan Thermomix'te mayonez hazırlayarak cihazın emülsiyon hazırlama yeteneğini farklı sıcaklıklarda hammaddeler kullanarak belirlemek, hazırlanan emülsiyonun depolama stabilitesini ölçmek ve mayonezin duyu özelliklerini değerlendirmektir. Elde edilen sonuçlara göre en sert, en kıvamlı, en yapışkan ve viskozitesi en yüksek olan örnekler Thermomix ile hazırlanan mayonezlerdir. En düşük değerler ise 30°C'de malzemeler kullanılarak blender ile hazırlanan örneklerde ölçülmüştür. Duyusal değerlendirmede tüm Thermomix'te hazırlanan örnekler lezzet açısından aynı ve en yüksek olarak puanlanmış 15°C ve daha sıcak malzemeler ile blender yardımıyla hazırlanan örneklerin lezzet puanları ise en düşük bulunmuştur. Genel kabul edilebilirlik açısından en iyi örneğin 4°C'de Thermomix'te hazırlanan mayonezler olduğu en düşük skorlanan örneğin sıcak (30°C) ve blender ile hazırlanan mayonez olduğu tespit edilmiştir. Thermomix ile hazırlanan örneklerin daha yüksek stabilizeye sahip olduğu özellikle iki günlük sıcak depolamada blender ile hazırlananlardan daha stabil bir emülsiyona sahip olduğu belirlenmiştir. Thermomix'in sonuçlardaki üstünlüğünün nedeni emülsiyonu kırmadan karıştırmaya olanak sağlayan bıçak takımı şekli ve konumlanması olabilir.

Anahtar kelimeler: emülsiyon, mayonez, stabil, robot, yemek.

ABSTRACT

With the introduction of technology and artificial intelligence-supported kitchen equipment into our lives, new food preparation alternatives have been developed. It is not well known how these equipment change emulsion quality and affect consumer acceptability. The aim of this study is to prepare mayonnaise in Thermomix, a home food processor, to determine the emulsion preparation ability of the device using raw materials at different temperatures, to measure the storage stability of the prepared emulsion and to evaluate the sensory properties of mayonnaise. According to the results obtained, the hardest, most consistent, most cohesive and highest viscosity samples are the mayonnaises prepared with Thermomix. The lowest values were measured in samples prepared with a blender using materials at 30°C. In sensory evaluation, all samples prepared in Thermomix were scored the same and highest in terms of taste, while the taste scores of samples prepared with 15°C and hotter ingredients and blender

were found to be the lowest. In terms of general acceptability, it was determined that the best sample was mayonnaise prepared in Thermomix at 4°C, and the lowest scored sample was mayonnaise prepared hot (30°C) and with a blender. It was determined that the samples prepared with Thermomix had higher stability and had a more stable emulsion than those prepared with the blender, especially in two-day hot storage. The reason for Thermomix's superiority in results may be the shape and positioning of the blade set, which allows mixing without breaking the emulsion.

Keywords: emulsion, mayonnaise, stable, robot, food.

1. GİRİŞ

Son yıllarda günlük aktivitelerin yoğunluğu ve uzayan mesai saatleri nedeni ile insanlar beslenme tercihlerini yemek hizmeti veren işletmelerden ya da evde kullanılabilecek yemek hazırlama cihazlarından yana kullanmaktadır. Hızlı yemek sektörünün bir alternatifi olmaya başlayan evde yemek yapan akıllı cihazlar uzmanlık gerektirmeyen, pratik, yemeklerin hazırlık süresi belli olan, kullanıcı dostu, verimli çalışan ve günün her anı hizmet verebilen mutfak aletleri ile ev dışı gıda yemek hizmeti veren işletmelere fark yaratmaktadırlar.

Thermomix® TM6 on iki temel fonksiyonu bulunan yeni nesil akıllı bir yemek robotudur. Bu temel fonksiyonlar karıştırma, doğrama, öğütme, buharda pişirme, yavaş karıştırarak/kazıyarak pişirme, parçalayarak karıştırma, pişirme, kontrollü ısıtma, hamur yoğurma, emülsiyon, çırpma ve tartımdır (Vorwerk, 2024). Bunlar içinden emülsiyon ekipman dizaynı, kullanım/hazırlama koşullarının optimize edilmesi ve hazırlayıcıyı yönlendirmesi açısından diğer fonksiyonlardan daha kritik bir gıda işleme yöntemidir. Bu cihazın hazırladığı emülsiyonun özelliklerini incelemek yeni yemek hazırlama teknolojilerini takip etmek, yeni nesil yemek robotlarının fonksiyonlarını yerine getirmedeki başarısını değerlendirmek ve kullanılan teknolojiyi endüstriyel düzeye entegre etme olasılığı hakkında öngörü oluşturmak açısından önemlidir.

Emülsiyon, karışmayan iki sıvının kolloid yapı oluşturmasıdır. Mayonez viskoz yapıda psödoplastik akışa sahip bir emülsiyondur (Kadian vd., 2021). Mayonezin kalite özellikleri kullanılan malzeme ve hazırlık ortamının özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Malzeme özellikleri çoğunlukla malzemenin kalitesi, miktarı ve formülasyondaki oranı ile ilişkilidir. Hazırlık ortamı özelliklerine ise sıcaklık, karıştırma süresinin yanı sıra ekipman türü, karıştırıcı/bıçak özellikleri gibi teknik koşullar da dahil edilebilir.

Sıcaklık emülsiyon oluşması ve oluşan yapının stabil kalmasındaki en önemli etkenlerdendir (Ariizumi vd., 2017; Depree & Savage, 2001). Ariizumi vd. (2017); Mackson ve Singh (1991); Pradhananga ve Adhikari (2015); Wang vd. (2022) yüksek sıcaklığın emülsiyon özelliklerini olumsuz etkilediğini belirlemiştir. Elde edilen bulgular sıcaklığın 24°C'nin üzerine çıkmasının emülsiyon oluşumunu ve depolama aşamasındaki stabiliteyi olumsuz etkilediğini (Duncan, 2004), 40°C'den sonra emülsiyonun belirgin düzeyde kırılmaya başladığını göstermiştir (Depree & Savage, 2001). Çünkü bu sıcaklıklarda emülsiyonu oluşturan elektrostatik etkileşimlerin ve hidrojen bağlarının kurulabilmesi zordur (Tian vd., 2024). Bunun nedeni ısının kinetik enerjiyi yükseltmesi ile moleküllerin hızlı hareket etmesi ve böylece bağlanmaya olan eğilimin azalmasıdır (Goshawk vd., 1998). Literatürde depolama sıcaklığından farklı olarak emülsiyonun hazırlandığı malzeme sıcaklığına bağlı değişen özellikleri inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Oysa ki emülsiyonun oluşması sırasında da sıcaklık etkili bir faktördür ve emülsiyon dayanıklılığını etkiler (Ariizumi vd., 2017). Ayrıca toplu yemek sektöründe de evsel uygulamalarda da bazen son ürün kalitesindeki değişimlerin neden olduğunun tespit edilmesi için en çok karşılaşılan farklılık olan sıcaklığın etkisinin her aşamada belirlenmesi önemlidir. Teknik özellikler ise çoğunlukla ekipman türü, ekipman geometrisi ve karıştırıcı bıçakların tasarımı ve konumlanmasıdır (Dickey, 2015; Pacey vd.,

2013). Thermomix de karıştırma teknolojisi, optimize edilmiş ürün reçeteleri ile incelenmesinde fayda olan bir ekipmandır. Tüm bu bilgiler ışığında çalışmanın amacı, ev tipi bir yemek robotu olan Thermomix'in emülsiyon hazırlama yeteneğini farklı sıcaklıklarda hammaddeler kullanarak değerlendirmek, hazırlanan emülsiyonun depolama stabilitesini belirlemek ve emülsiyonun (mayonez) duyu özelliklerini ölçmektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmada Thermomix ile hazırlanan mayonezlerde (yarı otomatik sistem ile hazırlanan) biri eğimli olmak üzere üstü üste bindirilmiş açık kanatlı iki bıçak setine sahip metal hazneli karıştırma kaplı (12 cm çaplı) Thermomix® TM6 (Vorwerk SE & Co. KG, Wuppertal, Almanya) kullanılmıştır (Şekil 1). Diğer mayonez örnekleri tekli bıçak aparatına ve Thermomix karıştırma kabına benzer (10 cm çapında metal hazneli) kaba sahip blender (Waring LB20ES, Waring Commercial LLC, New York, ABD) ile hazırlanmıştır (Şekil 2). Mayonez malzemeleri yerel marketten temin edilmiştir. Kontrol için kullanılan endüstriyel mayonez için Heinz (KHC Turkey Gıda Sanayi A.Ş., Balıkesir, Türkiye) tercih edilmiştir.



Şekil 1. Thermomix TM6 cihazı, karıştırma kabı ve bıçağı



Şekil 2. Blender ve bıçağı

2.2. Metot

2.2.1. Mayonez yapımı

Mayonez Thermomix ekipmanında belirlenen parametreler kullanılarak hem blender hem de Thermomix ile Tablo 1'deki malzemeler kullanarak hazırlanmıştır. Buna göre yağ hariç tüm malzemeler karıştırma kabına eklenmiş ve kapağı kapatılarak 2000 rpm'de karıştırmaya başlanmış ve ardından yağ 90 saniye boyunca kapaktaki boşluktan akıtılarak emülsiyon (mayonez) hazırlanmıştır (Toplam karıştırma süresi 120 saniyedir).

Tablo 1. Mayonez formülasyonu

Malzemeler	Miktar	Miktar (%)
Ayçiçek yağı	250 g	81.4
Yumurta	50 g	16.3
Limon suyu	5 g	1.6
Tuz	2 g	0.7

Sıfırncı saatte yapılacak mayonez testlerine ilk 30 dakika içinde başlanmıştır. Blender ile hazırlanan mayonezde diğer parametre, malzeme miktarları ve işlem sırası aynı kalmak koşulu ile karıştırma için blenderda en yüksek seviye çırpma modu (2100 rpm) kullanılmıştır.

2.2.2. Tekstürel özellikler

Mayonezlerin sertliği (N), kıvamı (N·s), iç yapışkanlığı (N) ve viskozitesi (N·s) TA-XT Plus Texture Analizörü (Stable Micro Systems, Surrey, İngiltere) kullanılarak geri ekstrüzyon testi ile belirlenmiştir. Özellikler 25 mm çapında silindirik prob 10 cm yüksekliğinde 4 cm çapındaki kapta bulunan 30 g örneğin %75'ine kadar daldırılarak ölçülmüştür. Ölçümde ön test ve son test hızı için 5 mm/s ile 2 mm/s iken 10 g tetikleme kuvveti kullanılmıştır. Bu parametreler ile mayonezlerin sertlik ve yapışkanlık değerleri belirlenmiştir. Sertlik, test hücresinin örneğe nüfuz ettiği maksimum kuvvet iken (Worrasinchai vd., 2006) yapışkanlık maksimum negatif kuvvet (Liu vd., 2007) olarak raporlanmıştır. Örneklerin kıvamı pozitif tepe eğrisinin altındaki alandan, viskozite ise negatif tepe eğrisinin altındaki alandan (Karaoğlu vd., 2021) hesaplanmıştır.

2.2.3. Duyusal değerlendirme

Duyusal değerlendirmede mayonez örneklerinin kıvam, homojenlik (faz ayrılması olmaması), pürüzsüzlük (topaklanma olmaması), lezzet, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik özellikleri puanlanmıştır. Bu 6 özellik ISO 4121:2003 standartlarına göre en düşük = 1, en yüksek = 9 puanlama ile ölçülmüştür (ISO, 2003). Panelistlerin birbirlerinden etkilenmemesi için tadım yapacakları alanlar birbirinden ayrılmıştır. Tüm örnekler hazırlandıktan sonra 30 dakika içinde 3 haneli rakamlarla kodlanarak panelistlere aynı anda sunulmuştur. Duyusal değerlendirme etik kurul tarafından E-30640013-108.01-143103 numarasıyla onaylandıktan sonra 30 gönüllü panelist ile gerçekleştirilmiş ve çalışmaya katılmadan önce her panelisten bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

2.2.4. Emülsiyon stabilitesi

15 g (A₀) mayonez santrifüj tüpüne alınarak örnekler 50°C'de 6, 12, 24 ve 48 saat depolanmıştır. Ardından 4000 x g 'de 10 dakika boyunca santrifüj (Beckman GS-6R, Kaliforniya, ABD) edilen örnekler 1 dakika dinlendirilerek yağın ayrılmadığı emülsiyon katmanı (A₁) tartılmıştır. Emülsiyon stabilitesi sonuçları denklem [1] ile hesaplanmıştır (Mun vd., 2009).

$$\text{Emülsiyon stabilitesi (\%)} = \frac{A_1}{A_0} \times 100$$

[1]

2.2.5. İstatistiksel analiz

Bulgular SPSS programı (versiyon 23, 2018, IBM Corp., New York, ABD) kullanılarak istatistiksel olarak hesaplanmıştır. Örnekler arası karşılaştırmalarda ANOVA ve Tukey HSD aracı kullanılmıştır. Her örnek için laboratuvar analizleri üç kez tekrarlanmış sonuç ortalamaları standart sapmaları ile sunulmuştur. Bulgularda p < 0.05 koşuluna göre farklı istatistiksel harflendirme yapılmıştır. Duyusal değerlendirme grafiği hazırlamak için Excel programı (Microsoft 365, Washington, ABD) kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı sıcaklıklardaki malzemeler ile farklı ekipmanlar kullanılarak hazırlanan mayonezlerin sertlik, kıvam, iç yapışkanlık, viskozite gibi tekstürel özellikleri ile kıvam, homojenlik, pürüzsüzlük, lezzet, ağızda bıraktığı his, genel kabul edilebilirlik gibi duyuşal özellikleri ve 0., 6., 12., 24., 48. saatteki emülsiyon stabiliteeleri raporlanmıştır.

3.1. Tekstürel özellikler

Mayonez örneklerinin sertlik, kıvam, iç yapışkanlık ve viskozite değerleri Tablo 2’de sunulmuştur. Buna göre endüstriyel mayonez dışındaki örnekler için en sert, en kıvamlı, en yapışkan ve viskozitesi en yüksek olan örnekler Thermomix ile hazırlanan mayonezler olarak tespit edilmiştir. Hatta 4°C’de blender ile hazırlanan mayonezlerin tekstürel ölçümleri 30°C’de Thermomix ile hazırlanan örneklerden yüksek ama 15°C’de blender ile hazırlanan mayonezlerden düşük bulunmuştur. En düşük değerler ise 30°C’de blender ile hazırlanan örneklerde ölçülmüştür. Soğuk hazırlama koşullarının sertlik, kıvam ve viskoziteyi arttırdığı görülmüştür. Daha önceki çalışmalarda soğuk hazırlanmış olan tofuda da soğumaya bağlı artan değerlere rastlanmıştır (Tang vd., 2007). Burada sıcaklık düşüşü ile moleküllerin birbiri üzerinde kayması zorlaşarak var olan yüzeye tutunma eğilimi artar. Bu da viskozite artışı demektir (Goshawk vd., 1998). Bilindiği üzere mayonez psödoplastik akış davranışı göstermektedir bunun için emülsiyon sıcaklığının artması ile kayma incilmesi beklenir. Viskozitenin sıcaklıkla azalmasının diğer bir nedeni de mayonezdeki proteinlerin bağ yapısının sıcaklık etkisi ile zayıflaması bazı durumlarda da üç boyutlu yapısının bozulması olabilir (Katsaros vd., 2020). İç yapışkanlığın ise yüksek sıcaklıkta azalmasının nedeni viskozitedeki düşüş olabilir. Tablo 2’de sertliğin kıvam ve viskozite ile benzer değişim gösterdiği görülmektedir. Ali vd. (2015)’de de belirtildiği gibi sertlik; kıvam ve viskozitenin bir göstergesidir.

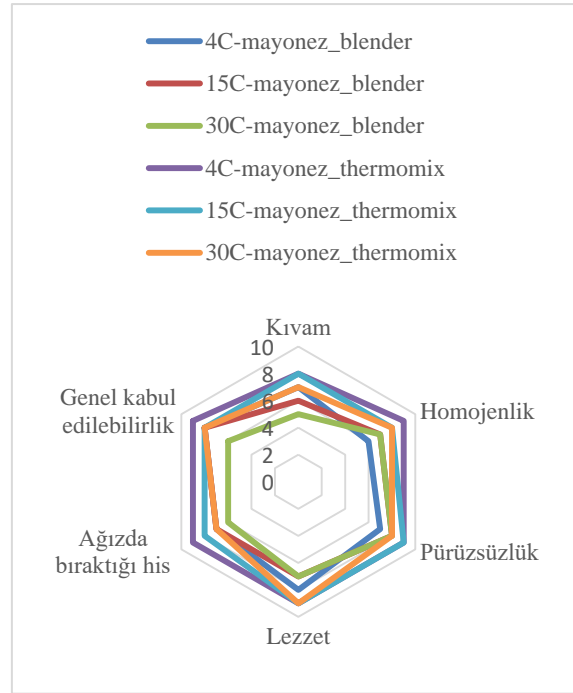
Tablo 2. Tekstürel özellikler

Örnekler	Sertlik (N)	Kıvam (N·s)	İç yapışkanlık (N)	Viskozite indeksi (N·s)
Kontrol_endüstriyel	0.88±0.03 ^a	8.76±0.02 ^a	-0.64±0.06 ^a	-7.29±0.00 ^a
4C-mayonez_blender	0.68±0.01 ^d	5.12±0.00 ^d	-0.37±0.03 ^d	-4.88±0.01 ^d
15C-mayonez_blender	0.57±0.01 ^f	4.69±0.02 ^f	-0.23±0.00 ^f	-2.92±0.04 ^f
30C-mayonez_blender	0.45±0.02 ^g	2.71±0.02 ^g	-0.13±0.05 ^g	-1.22±0.05 ^g
4C-mayonez_thermomix	0.81±0.02 ^b	6.65±0.04 ^b	-0.55±0.04 ^b	-6.03±0.02 ^b
15C-mayonez_thermomix	0.76±0.00 ^c	6.09±0.05 ^c	-0.44±0.03 ^c	-5.57±0.01 ^c
30C-mayonez_thermomix	0.62±0.01 ^e	4.98±0.00 ^e	-0.20±0.03 ^e	-4.24±0.05 ^e

3.2. Duyusal değerlendirme

Şekil 3’te gösterildiği gibi mayonezlerin duyuşal değerlendirmesinde en yüksek puanın 4°C malzemeler ile hazırlanan mayonezlerde olduğu belirlenmiştir. Bu mayonezlerin içinde tüm özellikler için Thermomix ile hazırlananların daha yüksek puana sahip olduğu görülmüştür. Daha yüksek sıcaklıklarda (15°C ve 30°C) Thermomix’te hazırlanan mayonezlerin puanlarının aynı gruptaki blender ile hazırlananlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Gruplar ve kullanılan teknikler arasında en çok farklılaşan puanlamanın kıvam ve ağızda bıraktığı his olduğu görülmüştür. En iyi kıvam 4°C ve 15°C’de Thermomix’te hazırlanan mayonezler olduğu, en düşük puanlamanın ise 30°C’de blender ile hazırlanan örneklerle verildiği görülmüştür. Homojenlikte ve pürüzsüzlükte en yüksek puanlama 4°C’de Thermomix’te hazırlanan mayonezlerde bulunmuş, en düşük skorların da 4°C’de blender ile hazırlanan örneklerde olduğu belirlenmiştir.

Tüm Thermomix'te hazırlanan örnekler lezzet açısından aynı ve en yüksek (9) puanlanmış 15°C ve daha sıcak blender ile hazırlanan örneklerin lezzet puanları ise en düşük bulunmuştur. Genel kabul edilebilirlik açısından en iyi örneğin 4°C'de Thermomix'te hazırlanan mayonezler olduğu en kötü örneğin sıcak (30°C) ve blender ile hazırlanan örnek olduğu tespit edilmiştir. Pradhananga ve Adhikari (2015) da oda sıcaklığında bekletilen mayonezin 14 güne kadar duyuşal olarak stabil kaldığı oysa ki soğuk malzemedden hazırlanan ürünlerin duyuşal özellikleri ve kıvamının daha stabil olduğunu belirlemiştir. Bunun nedeni düşük sıcaklığın sağladığı daha düşük asit ve peroksit değerleri olabilir (Karas vd., 2002). Weenen vd. (2003)'de de soğuk hazırlamanın duyuşal özellikleri iyileştiren önemli bir parametre olduğu ifade edilmiştir.



Şekil 3. Duyuşal değerlendirme

3.3. Emülsiyon stabilitesi

Örneklerin 0., 6., 12., 24. ve 48. saatteki emülsiyon stabiliteleeri Tablo 3'de sunulmuştur. En düşük stabiliteleer 48. saatte tespit edilmiştir. Emülsiyon stabilitenin en yüksek olduğu örnek grubu Thermomix ile hazırlananlardır. Sıcaklıklar arasındaki sıralamada ise en iyi stabilitenin 4°C'de hazırlanan örnekler olduğu bunu sıra ile 15°C ve 30°C'deki örneklerin takip ettiği görülmüştür. Stabiliteleerindeki istatistiksel sıralama 48. saate kadar değişmemiş, 48. saatte blender ile hazırlanan mayonezlerde (-%5-9) Thermomix ile hazırlanan örneklerden (-%0.5-1) daha fazla düşüş olduğu belirlenmiştir. 48. saate kadar 15°C'de blender ile hazırlanan mayonezlerin stabiliteleeri 30°C'de Thermomix ile hazırlananlardan daha yüksek iken 48. saat ölçümlerinde 30°C Thermomix örneklerinin stabilitesinin daha iyi korunduğu ve 15°C'de blender ile hazırlananlardan daha yüksek kaldığı belirlenmiştir.

Tablo 3. Emülsiyon stabilitesi (%)

Örnekler	Depolama süresi				
	0 saat	6 saat	12 saat	24 saat	48 saat
Kontrol_endüstriyel	100.00±0.00 _a	100.00±0.01 _a	99.94±0.02 _a	99.87±0.01 _a	99.11±0.01 _a
4C-mayonez_blender	81.11±0.04 ^f	80.87±0.02 ^f	79.13±0.02 _f	77.21±0.01 _f	72.98±0.00 _f
15C-mayonez_blender	89.43±0.02 ^d	89.03±0.03 ^d	87.98±0.01 _d	86.10±0.01 _d	80.76±0.01 _e
30C-mayonez_blender	78.69±0.05 ^g	76.81±0.02 ^g	76.02±0.03 _g	75.34±0.03 _g	68.55±0.00 _g
4C-mayonez_thermomi x	92.01±0.01 ^c	91.94±0.02 ^c	91.88±0.01 _c	91.67±0.03 _c	91.13±0.02 _c
15C-mayonez_thermomi x	97.28±0.03 ^b	97.01±0.02 ^b	96.91±0.02 _b	96.70±0.01 _b	95.99±0.01 _b
30C-mayonez_thermomi x	86.44±0.01 ^e	86.19±0.03 ^e	85.85±0.03 _e	85.61±0.01 _e	84.71±0.02 _d

Sıcaklığın artması ile emülsiyon stabilitesinin düştüğü daha önceki su-yağ emülsiyon çalışmalarda da tespit edilmiştir (Chen & Tao, 2005). Bunun yanı sıra karıştırıcı bıçakların dizaynı ve geometrisinin kalite ve emülsiyon karakteri üzerine etkileri olduğu bilinmektedir (Brennan, 2011; King, 2010). Thermomix'te aralıklı olarak kullanılmış iki takım bıçak seti sayesinde vorteks oluşturmadan bıçaklar arasında emülsiyon oluşumu sağlanmış böylece mayonez stabilitesinin korunmuş, tekstürel ve duyuşsal özelliklerin iyileşmiş olabileceği öngörülmektedir.

4. SONUÇ

En iyi tekstürel, duyuşsal özellikler ve emülsiyon stabilitesi 4°C'de hazırlanan mayonezlerde tespit edilmiştir. Soğuk malzemeler ile hazırlanan mayonezlerin sıcakta iki gün depolama sonrasında emülsiyon stabilitesinin sıcak malzemeler ile hazırlanandan daha yüksek olması dikkat çekicidir. Thermomix ile hazırlanan mayonezlerin el blenderı ile hazırlananlardan daha üstün depolama öncesi ve sonrası özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Aynı formülasyon, hazırlama aşamaları ve sürenin blender ile hazırlanan örneklerde de kullanıldığı düşünüldüğünde Thermomix'in bıçak dizaynı ve kapaktan hazneye sızan yağın hızının mayonez özelliklerini etkilemiş olabileceği düşünülmektedir. Thermomix, çift bıçaklı yapısı sayesinde bıçak aralarında boşluk yaratarak üst yüzeyde de vorteks oluşumunu engelleyerek malzemelerin cidarlara sıçramasını önlemiş bu sayede emülsiyona zarar vermeden bir karıştırma sağlamış olabilir. Bu durumun depolama aşamasında da emülsiyonu koruduğu görülmektedir. İleriki çalışmalarda dondurup çözdürmenin emülsiyon stabilitesine etkisi araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- Ali, T. M., Waqar, S., Ali, S., Mehboob, S., & Hasnain, A. (2015). Comparison of textural and sensory characteristics of low-fat mayonnaise prepared from octenyl succinic anhydride modified corn and white sorghum starches. *Starch - Stärke*, 67(1-2), 183-190. <https://doi.org/10.1002/star.201400153>
- Ariizumi, M., Kubo, M., Handa, A., Hayakawa, T., Matsumiya, K., & Matsumura, Y. (2017). Influence of processing factors on the stability of model mayonnaise with whole egg during long-term storage. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 81(4), 803-811. <https://doi.org/10.1080/09168451.2017.1281725>
- Brennan, J. G. (2011). Mixing, Emulsification, and Size Reduction. *Çinde Food Processing Handbook* (ss. 363-406). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9783527634361.ch11>
- Chen, G., & Tao, D. (2005). An experimental study of stability of oil–water emulsion. *Fuel Processing Technology*, 86(5), 499-508. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2004.03.010>
- Depree, J. A., & Savage, G. P. (2001). Physical and flavour stability of mayonnaise. *Trends in Food Science & Technology*, 12(5), 157-163. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00079-6](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00079-6)
- Dickey, D. S. (2015). Fluid Mixing Equipment Design. *Çinde Pharmaceutical Blending and Mixing* (ss. 311-344). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118682692.ch12>
- Duncan, S. E. (2004). Fats: Mayonnaise. *Çinde Food Processing* (ss. 329-341). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470290118.ch18>
- Goshawk, J. A., Binding, D. M., Kell, D. B., & Goodacre, R. (1998). Rheological phenomena occurring during the shearing flow of mayonnaise. *Journal of Rheology*, 42(6), 1537-1553. <https://doi.org/10.1122/1.550967>
- ISO. (2003). Sensory analysis—Guidelines for the use of quantitative response scales. ISO 4121.
- Kadian, D., Kumar, A., Badgujar, P. C., & Sehrawat, R. (2021). Effect of homogenization and microfluidization on physicochemical and rheological properties of mayonnaise. *Journal of Food Process Engineering*, 44(4), e13661. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13661>
- Karaoğlu, M. M., Malek, S., Bedir, Y., & Boz, H. (2021). Kavrulmuş Buğday ve Arpadan Elde Edilen Unların Keklerin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(3), Article 3. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.933210>
- Karas, R., Skvarča, M., & Žlender, B. (2002). Sensory Quality of Standard and Light Mayonnaise during Storage. *Food Technology and Biotechnology*, 40(2), 119-127.
- Katsaros, G., Tsoukala, M., Giannoglou, M., & Taoukis, P. (2020). Effect of storage on the rheological and viscoelastic properties of mayonnaise emulsions of different oil droplet size. *Heliyon*, 6(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05788>
- King, A. H. (2010). Hydrocolloids in Salad Dressings. *Çinde Hydrocolloids in Food Processing* (ss. 19-33). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780813814490.ch2>
- Liu, H., Xu, X. M., & Guo, Sh. D. (2007). Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT - Food Science and Technology*, 40(6), 946-954. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.11.007>
- Mackson, J. P., & Singh, S. P. (1991). The effect of temperature and vibration on emulsion stability of mayonnaise in two different package types. *Packaging Technology and Science*, 4(2), 81-90. <https://doi.org/10.1002/pts.2770040206>
- Mun, S., Kim, Y.-L., Kang, C.-G., Park, K.-H., Shim, J.-Y., & Kim, Y.-R. (2009). Development of reduced-fat mayonnaise using 4αGTase-modified rice starch and xanthan gum. *International Journal of Biological Macromolecules*, 44(5), 400-407. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2009.02.008>

- Pacek, A. W., Hall, S., Cooke, M., & Kowalski, A. J. (2013). Emulsification in Rotor–Stator Mixers. *Çinde Emulsion Formation and Stability* (ss. 127-167). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9783527647941.ch5>
- Pradhananga, M., & Adhikari, B. (2015). Sensory and quality evaluation of mayonnaise and its effect on storage stability. *Sunsari Technical College Journal*, 2(1), 48-53.
- Tang, C.-H., Li, L., Wang, J.-L., & Yang, X.-Q. (2007). Formation and rheological properties of ‘cold-set’ tofu induced by microbial transglutaminase. *LWT - Food Science and Technology*, 40(4), 579-586. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.03.001>
- Tian, Y., Lv, X., Oh, D.-H., Kassem, J. M., Salama, M., & Fu, X. (2024). Emulsifying properties of egg proteins: Influencing factors, modification techniques, and applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(5), e70004. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70004>
- Vorwerk. (2024). Thermomix® TM6. Vorwerk. <https://thermomix.vorwerk.com.tr/tr/c/home/urunler/thermomix/thermomix-tm6>
- Wang, W., Hu, C., Sun, H., Zhao, J., Xu, C., Ma, Y., Ma, J., Jiang, L., & Hou, J. (2022). Physicochemical Properties, Stability and Texture of Soybean-Oil-Body-Substituted Low-Fat Mayonnaise: Effects of Thickeners and Storage Temperatures. *Foods*, 11(15), Article 15. <https://doi.org/10.3390/foods11152201>
- Weenen, H., Van Gemert, L. j., Van Doorn, J. m., Dijksterhuis, G. b., & De Wijk, R. a. (2003). Texture and Mouthfeel of Semisolid Foods: Commercial Mayonnaises, Dressings, Custard Desserts and Warm Sauces. *Journal of Texture Studies*, 34(2), 159-179. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2003.tb01373.x>
- Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S., & Jamnong, P. (2006). β -Glucan prepared from spent brewer’s yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydrocolloids*, 20(1), 68-78. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2005.03.005>

DETERMINATION OF THE CAPSAICIN AMOUNT OF THREE RED PEPPER SPICES PRODUCED BY DIFFERENT MANUFACTURING METHODS IN TÜRKİYE

Elif TUNÇİL

Res. Asst., Hacettepe University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Ankara, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8704-8263>

ABSTRACT

Capsaicin is the main active ingredient in red pepper that is responsible for its pungent flavor and has potential health benefits such as anti-obesity, anti-cancer, pain relief, etc. This study aimed to detect the amount of capsaicin in three commercially available red peppers used as spices, each of which has a different manufacturing process. There are commercially available three common forms of red pepper spices with different manufacturing processes in Türkiye: Hot Chili Powder (HCP; none), Red Pepper Flakes (RPF; salt+sunflower oil) and Isot Pepper (IP; salt+sunflower oil+extended drying process). The spice samples were extracted and then analyzed via the high performance liquid chromatography (HPLC) method. Extraction was carried out with spice samples (2 g) and methanol (10 ml), heated at 50 °C for 20 min. The extract was filtered by using a 0.45 µm membrane filter, and then capsaicin was quantified by HPLC method (total run time: 20 min, injection volume: 10 µl, flow rate: 1ml/min) coupled with an Intersil ODS-3V column (250mm×4.6mm ID, 5 µm particle size) and UV/VIS detector (wavelength: 222-280 nm) at 30°C. The mobile phase was a gradient consisting of 27% solvent A (dH₂O) and 73% solvent B (MeOH). The concentration of capsaicin was calculated from the reference capsaicin that is used for standard curve calculation. Descriptive statistics were used as mean±SD. The capsaicin amounts in HCP, RPF, and IP were 0.63±0.01 mg/g, 0.45±0.01 mg/g and 0.28±0.03 mg/g, respectively. In conclusion, HCP form was contain more abundant capsaicin than other forms. This means treatment with oil and salt during the manufacturing process may cause a reduction the amount of capsaicin in red pepper. Thus, proper production and cooking techniques are important in terms of preserving the capsaicin content.

Key words: capsaicin, red pepper, active ingredient, functional food, health

INTRODUCTION

Red pepper belongs to the Solanaceae family. There are primarily three species of red pepper: *Capsicum annuum* L., *Capsicum frutescens* L., and *Capsicum minimum* Mill. The most prevalent species are *C. annuum* and *C. frutescens*. *C. annuum* is commonly referred to as "Spanish Pepper" or "Paprika," while *C. frutescens* is known as "Chili." The *C. frutescens* species is generally hotter than *C. annuum*. In Türkiye, the majority of red pepper production is concentrated on the *C. annuum* species (Demiray and Tülek, 2012). Red pepper is predominantly cultivated in Türkiye across the Southeastern Anatolia, Aegean, Mediterranean, and Marmara regions. The provinces recognized for extensive red pepper agriculture include Kahramanmaraş, Şanlıurfa, Gaziantep, Bursa, and Hatay. In addition to meeting domestic demand in Türkiye, it provides significant income from exports (Demiray and Tülek, 2012; Duman et al., 2002).

Red pepper is primarily utilized as a spice to enhance flavor and aroma. The consumption levels of red pepper as a spice exhibit considerable variation based on the dietary patterns of

different nations. In regions with high red pepper consumption, such as Korea ($\approx 7\text{g/day/person}$), India ($\approx 2.5\text{g/day/person}$), Thailand ($\approx 5\text{g/day/person}$), and Mexico ($\approx 20\text{g/day/person}$), the intake is markedly higher than in the United States and Europe (Şener and Şahin, 2010; Ludy and Matters, 2011). Although precise figures for red pepper consumption in Türkiye remain unspecified, research investigating spice utilization consistently identifies red pepper among the most frequently used spices (Demircioğlu et al., 2007; Fırat Yaşar et al., 2018).

Appearing in Aztec texts for the first time in history, red pepper has been used for therapeutic purposes for various ailments such as cramps, diarrhea, colds and fever since ancient times, in addition to the flavor and smell it adds to meals. The Aztecs used red pepper to cure a persistent cough. In India, red pepper was used to treat tonsillitis, reduce swelling, heal snake bites, treat bronchitis and relieve gout pain. In Africa, it was reported that red pepper was mostly used to heal wounds and get rid of intestinal parasites, emphasizing its antimicrobial activity. In the Ottoman Empire, red pepper was sold as medicine in the Mısır (Egyptian) Bazaar. In Ottoman medicine, red pepper was mixed with various foods and applied topically or orally in the treatment of colds, flu, sore throat and hemorrhoids (Kadakal et al., 2001; Verit et al., 2001). Nowadays, some positive effects have also been shown on anti-obesity (Wang et al., 2021), anti-microbial (Periferakis et al., 2023), anti-cancer (Zhang et al., 2020) properties and central nervous system disorders (Pasierski and Szulczyk, 2022) etc. The beneficial effect of red pepper on health is due to its capsaicinoids content, in particular capsaicin.

Irritant substances that are responsible for the bitter taste in red pepper and cause a burning sensation at the tissue they penetrate are grouped under the general heading of capsaicinoids (Srinivasan, 2016). Capsaicinoids are divided into two categories as major and minor according to their amounts in red pepper. Major capsaicinoids are capsaicin and dihydrocapsaicin. Minor capsaicinoids are nordihydrocapsaicin, homocapsaicin and homodihydrocapsaicin. The effect of major capsaicinoids on taste and nerves is approximately twice that of minor capsaicinoids. Capsaicin is the most abundant and most important bitter compound in red pepper. In studies investigating the therapeutic efficacy of red pepper, the effect of capsaicin is generally emphasized (Kadakal et al., 2001; Şener and Şahin, 2010; Luo et al., 2011). Capsaicin (8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamide) is formed by adding branched chain fatty acid to vanillamine. The placental tissue that hold the seeds of red pepper and inner membranes contain abundant amounts of capsaicin, while the other fleshy parts contain small amounts. The seeds do not contain capsaicin; however, the white sponge tissue to which the seeds are attached has the highest capsaicin content (Srinivasan, 2016). The capsaicin component was first isolated in 1816. It was synthesized for the first time in 1930. Pure capsaicin is a hydrophobic, colorless and odorless compound (Şener and Şahin, 2010).

The first measurement utilized to determine the pungency of red pepper is the Scoville Heat Units (SHU), a subjective test developed by Wilbur Scoville in 1912. Organoleptic assessment method is used in the implementation of the test (Batchelor and Jones, 2000). This subjective test is performed by a panel of five trained individuals who record the intensity of pungency. Samples are diluted until no detectable bitterness is detected and the amount of dilution is expressed in SHU (Tremblay et al., 2016). 300 - 600 SHU is indicated by mild pungency, while the hottest red peppers have 200,000 - 350,000 SHU. Pure capsaicin has 16×10^6 SHU and pure dihydrocapsaicin has 15×10^6 SHU (Kadakal et al., 2001; Verit et al., 2001). The objective method for determination of the pungency of red pepper is the quantification of capsaicin and capsaicinoids. The predominant method used for quantification is chromatographic methods. High-pressure liquid chromatography (HPLC) is particularly utilized in this context. With HPLC, even very small particles can be separated

without being exposed to heat (Şener and Şahin, 2010; Musfiroh et al., 2013; Günşen, 2016). The amount of capsaicinoids contained in red pepper is an important criterion that can be used to determine the type of pepper. Those with capsaicinoids content of 0.4% and above are called "chili" (*C. frutescens*) and those with less content are called "capsicum" (*C. annuum*) (Kadakal et al., 2001). The amount of capsaicinoids varies between 0.22 - 20 mg/g depending on the red pepper species (Şener and Şahin, 2010). Although the amount of capsaicinoids in the content of the species varies, the ratios of capsaicin and dihydrocapsaicin in the species are certain. The ratio of capsaicin to dihydrocapsaicin is 1/1 in *C. annuum* and 2/1 in *C. frutescens* and therefore *C. frutescens* is particularly pungent (Demiray and Tülek, 2012; Kadakal et al., 2001). Considering the size of the peppers, it is stated that the smaller ones are generally more pungent (Verit et al., 2001). The dose of capsaicin contained in red pepper is extremely significant in terms of its therapeutic effects. Therefore, this study aims to quantify the capsaicin concentrations in three commercially available varieties of red pepper utilized as spices, each characterized by a distinct production process. The objective is to identify which variety exhibits the highest levels of capsaicin, thereby contributing to a better understanding of the biochemical variations among these cultivars.

MATERIALS AND METHODS

There are three types of red pepper spices in Türkiye: Hot Chili Powder (HCP), Red Pepper Flakes (RPF), and Isot Pepper (IP) (Figure 1). Each are have different manufacturing process. For example, RPF contains salt and sunflower oil. IP has extended drying process alongside salt and sunflower oil content. On the other hand, HCP has none of them. These commercially available three red pepper spices were selected for capsaicin analysis.



Figure 1. Red Pepper Spices

2 g of red pepper and 10 ml of methanol were placed in a flask and incubated at 50 °C in an ultrasonic water bath for 20 minutes. After incubation, the upper part was passed through a filter (0.45 µm). After extraction, all samples were diluted 1:10 with methanol to prepare the samples for analysis in the HPLC system.

Capsaicin analysis was performed by HPLC (Shimadzu LC-20AD) with LC Postsum Data Analysis system. The amount of capsaicin in the samples was determined by comparison with standard capsaicin. The concentration of capsaicin was calculated from the reference capsaicin used for standard curve calculation. Reference capsaicin was dissolved in methanol before HPLC analysis like the samples. The column equipped with HPLC was 4.6 × 250 mm with 5 µm particle size. The mobile phase was a gradient of 27 % solvent A (dH₂O) and 73 % solvent B (MeOH). The injection volume was 10 µL and the flow rate was 1,0 mL/min. Total run time lasted 20 min at 30°C. The UV / VIS detector (SPD-20A) was recorded in the wavelength range 222–280 nm. All samples were run in three times. For capsaicin content, descriptive statistics were expressed as mean ± SD (IBM Statistic SPSS, Version 20).

RESULTS

The capsaicin concentration of HCP, RPF and IP were evaluated three times. Calibration curve view was given at Figure 2 and capsaicin method standard data was demonstrated at Figure 3. Capsaicin amount was found as ppm and then converted into mg/g. The HCP exhibited a concentration of 0.63 ± 0.01 mg/g, indicating a relatively high level of this active ingredient. In contrast, the RPF demonstrated a lower capsaicin concentration of 0.45 ± 0.01 mg/g, suggesting moderate pungency. The IP showed the least concentration, with a value of 0.28 ± 0.03 mg/g.

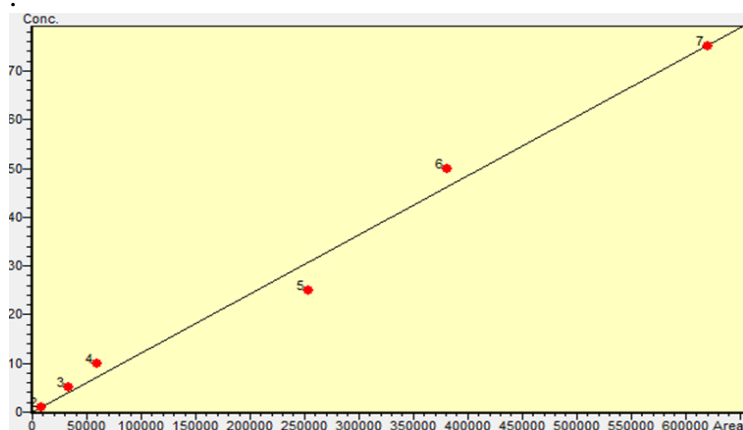


Figure 2. Calibration Curve View

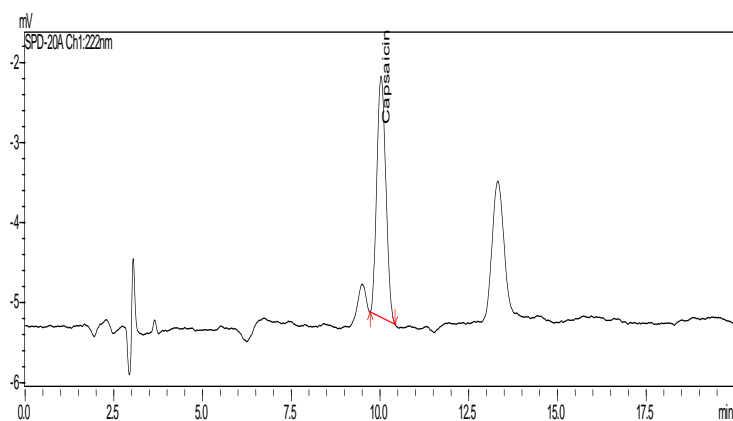


Figure 3. Capsaicin Method Standard Data

DISCUSSION

It was suggested that capsaicin does not lose its original potential in storage, freezing and cooking processes (Şener and Şahin, 2010). However, a study examining the effect of heat (boiling for 10 min, boiling for 20 min and high pressure-cooking for 10 min) and pH (6.2 pH - 5.2 pH) in cooking methods on the capsaicin content of red pepper in spice form stated that capsaicin was not affected by pH change. Nevertheless, capsaicin concentration decreased by 18 - 36% with heat treatment (especially with high pressure cooking method) (Suresh et al., 2007). Schweiggert et al. (2006) reported that heating and drying process caused degradation of the baseline capsaicinoid content by 21.7% to 28.3%, respectively. In addition, during storage at ambient temperature for 6 months with and without illumination, 6.8-11.9% further degradation of capsaicinoids was demonstrated. Manjunatha and Srinivasan (2008) examined the hypolipidemic and antioxidant effects of red pepper by giving rats red pepper without heat treatment or red pepper cooked with high pressure. Heat-treated red pepper was able to exhibit statistically significant hypolipidemic and antioxidant effects despite the loss of capsaicin caused by heat.

The major challenge in the clinical application of capsaicin is its short half-life and low bioavailability. Various strategies have been investigated to increase the bioavailability of capsaicin. Among these, synergistic effects with other nutrients may increase its efficacy (Rollyson et al., 2014). Capsaicin in combination with other bioactive compounds may show synergistic effects. In a study Belza et al. (2007) found that the combination of capsaicin with catechin, tyrosine and caffeine caused weight loss significantly. When resveratrol and capsaicin were tested alone and in combination, the combination was found more effective in antitumor activity and protection from low-dose gemcitabine (a type of chemotherapy drug) toxicity (Vendrely et al., 2017). Curcumin and capsaicin exhibited protective effects against inflammation, LDL oxidation etc. These beneficial effects were generally higher when capsaicin and curcumin were given in combination (Manjunatha and Srinivasan, 2006; Manjunatha and Srinivasan, 2007; Seyithanoğlu, 2015). In another study, a synergistic effect was also shown with green tea (Reinbach et al., 2009).

CONCLUSION

These findings indicated the variability in capsaicin content among different pepper products, which may influence their sensory characteristics, culinary applications, and potential pharmacological effects. Further investigation into the factors contributing to these differences, such as cultivar, processing methods, and environmental conditions, is warranted to enhance our understanding of capsaicin distribution in pepper derivatives. Although cooking, storage, drying, pH, exposure to salt and oil, etc. reduce the amount of capsaicin in red pepper, its combination with other active ingredients (e.g. curcumin, resveratrol, green tea) may increase its bioavailability.

REFERENCES

- Batchelor JD, Jones BT. Determination of the scoville heat value for hot sauces and chilies: an HPLC experiment. *Journal of Chemical Education*. 2000;77(2):266-7.
- Belza A, Frandsen E, Kondrup J. Body fat loss achieved by stimulation of thermogenesis by a combination of bioactive food ingredients: a placebo-controlled, double-blind 8-week intervention in obese subjects. *International Journal of Obesity*. 2007;31(1):121-30.
- Demiray E and Tülek Y. Kurutma işleminin kırmızı biberdeki renk maddelerine etkisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 2012;7(3):1-10.
- Demircioğlu Y, Yaman M, Şimşek I. Kadınların baharat kullanım alışkanlıkları üzerine bir araştırma. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*. 2007;6(3):161-8.
- Duman AD, Zorlugenç B, Evliya B. Kahramanmaraş'ta kırmızı biberin önemi ve sorunları. *KSÜ Fen ve Müh Derg*. 2002;5(1):111-7.
- Fırat Yaşar Y, Tunçil E, Çelebi N, Çevik S, Öner N. Kadınların Baharat kullanımına yönelik alışkanlıkları, inanışları ve bilgi düzeyleri. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*. 2018;5(1-2);24-35.
- Günşen U. Gıda analizlerinde kullanılan kromatografik yöntemler-I: HPLC. *Türkiye Klinikleri J Food Hyg Technol-Special Topics*. 2016;2(1):23-32.
- Kadalkal Ç, Poyrazoğlu E, Yemiş O, Artık N. Kırmızı biberlerde acılık ve renk bileşikleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 2001;7(3):359-66.
- Ludy MJ and Mattes RD. The effects of hedonically acceptable red pepper doses on thermogenesis and appetite. *Physiology & Behavior*. 2011;102(3-4):251-8.
- Luo XJ, Peng J, and Li YJ. Recent advances in the study on capsaicinoids and capsinoids. *European Journal of Pharmacology*. 2011;650(1):1-7.
- Manjunatha H, and Srinivasan K. Protective effect of dietary curcumin and capsaicin on induced oxidation of low-density lipoprotein, iron-induced hepatotoxicity and carrageenan-induced inflammation in experimental rats. *The FEBS journal*. 2006;273(19):4528-37.

- Manjunatha H, and Srinivasan K. Hypolipidemic and antioxidant effects of curcumin and capsaicin in high-fat-fed rats. *Can J Physiol Pharmacol*. 2007;85(6):588-96.
- Manjunatha H, and Srinivasan K. Hypolipidemic and antioxidant potency of heat processed turmeric and red pepper in experimental rats. *African Journal of Food Science*. 2008;2(1):001-6.
- Musfiroh I, Mutakin M, Angelina T, Muchtaridi M. Capsaicin level of various capsicum fruits. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2013;5(1):248-51.
- Pasierski M, and Szulczyk B. Beneficial effects of capsaicin in disorders of the central nervous system. *Molecules*, 2022;27(8);2484.
- Periferakis AT, Periferakis A, Periferakis K, Caruntu A, Badarau IA, Savulescu-Fiedler I et al. Antimicrobial properties of capsaicin: available data and future research perspectives. *Nutrients*, 2023;15(19);4097.
- Reinbach HC, Smeets A, Martinussen T, Møller P, Westerterp-Plantenga M. Effects of capsaicin, green tea and CH-19 sweet pepper on appetite and energy intake in humans in negative and positive energy balance. *Clinical Nutrition*. 2009;28(3):260-5.
- Rollyson WD, Stover CA, Brown KC, Perry HE, Stevenson CD, McNeese CA, et al. Bioavailability of capsaicin and its implications for drug delivery. *Journal of Controlled Release*. 2014;196:96-105.
- Schweiggert U, Schieber A, and Carle R. Effects of blanching and storage on capsaicinoid stability and peroxidase activity of hot chili peppers (*Capsicum frutescens* L.). *Innovative food science & emerging technologies*. 2006;7(3);217-24.
- Şener E, and Şahin S. Kapsaisin: farmakokinetik, toksikolojik ve farmakolojik özellikleri. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*. 2010;29:149-63.
- Seyithanoğlu M. Deneysel yüksek yağlı beslenme modelinde kurkumin ve kapsaisin uygulamasının karaciğer yağlanması üzerine etkileri [Uzmanlık tezi]. İstanbul: İstanbul Üniversitesi; 2015.
- Srinivasan K. Biological activities of red pepper (*Capsicum annuum*) and its pungent principle capsaicin: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2016;56(9):1488-500.
- Suresh D, Manjunatha H, Srinivasan K. Effect of heat processing of spices on the concentrations of their bioactive principles: Turmeric (*Curcuma longa*), red pepper (*Capsicum annuum*) and black pepper (*Piper nigrum*). *Journal of Food Composition and Analysis*. 2007;20(3-4):346-51.
- Tremblay A, Arguin H, Panahi S. Capsaicinoids: a spicy solution to the management of obesity? *International Journal of Obesity*. 2016;40(8):1198-1204.
- Vendrely V, Peuchant E, Buscail E, Moranvillier I, Rousseau B, Bedel A, et al. Resveratrol and capsaicin used together as food complements reduce tumor growth and rescue full efficiency of low dose gemcitabine in a pancreatic cancer model. *Cancer Letters*. 2017;390:91-102.
- Verit A, Yeni E, Ünal D. Tarihten günümüze ürolojisine kırmızı acı biber. *Türk Üroloji Dergisi*. 2001;27(4):399-402.
- Wang Y, Zhou Y, and Fu J. Advances in antiobesity mechanisms of capsaicin. *Current Opinion in Pharmacology*, 2021;61;1-5.
- Zhang S, Wang D, Huang J, Hu Y, and Xu Y. Application of capsaicin as a potential new therapeutic drug in human cancers. *Journal of clinical pharmacy and therapeutics*. 2020;45(1);16-28.

NOVEL COOKIE FORMULATIONS DEVELOPED WITH FLAXSEED MEAL AND WILD FRUITS

Doç. Dr. Elif YAVER

Konya Technical University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Food Processing, Selçuklu, Konya. ORCID No: 0000-0002-2651-9922

Prof. Dr. Asuman KAN

Konya Technical University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Food Processing, Selçuklu, Konya. ORCID No: 0000-0003-0907-0665

ABSTRACT

Nowadays consumers are more interested in functional food products enriched with healthy and nutritious ingredients. Flaxseed meal (FM), a waste of flaxseed oil production process, is a functional ingredient with rich protein, dietary fiber, mineral, and phenolic contents. Wild fruits including blueberry and cherry laurel are a good option to prepare healthy food products. They contain great amounts of phenolic compounds, vitamins, and minerals. In this study, novel cookie formulations were developed using FM, FM+freeze-dried blueberry powder (50:50, w/w), and FM+freeze-dried cherry laurel powder (50:50, w/w) separately at 0, 5, and 10% levels. Color, diameter, thickness, and spread ratio values and sensory characteristics of samples were investigated. The incorporation of FM and wild fruits decreased color L* and b* values of cookies compared to the control. The greatest a* value was obtained in cookies enriched with 10% FM+blueberry powder. Increasing levels of FM and fruit powders increased ΔE values of cookies. The diameter values of cookies containing 5% FM and 5% FM+blueberry powder were greater than the control. Besides that, thickness values of cookies did not change with the addition of FM and fruit powders. The spread ratio values of cookies made with 10% FM+blueberry powder and 5% FM+cherry laurel powder were higher than the control. All cookie samples (except for 10% FM+cherry laurel powder) showed similar overall acceptability scores to the control. The data demonstrated that novel cookie formulations can be developed with FM and wild fruit powders with acceptable physical and sensory quality.

Keywords: Blueberry, Cherry laurel, Cookies, Flaxseed, Functional foods

INTRODUCTION

Cookies are one of the most relished cereal-based snacks all over the world because they have a long shelf-life, low cost, variety, and ease of consumption. However, cookies contain high quantities of fat and sugar, which may put consumers' health at risk (Masood et al., 2021). Based on this fact, cookies should be enriched with healthy ingredients such as oilseed by-products and fruits (Florence Suma et al., 2014).

Flaxseed (*Linum usitatissimum*) is primarily consumed as oil for its omega-rich fatty acids. After oil extraction from the seeds, flaxseed meal is obtained. The meal is rich in proteins, fibers, and minerals (Oomah, 2020). Makowska et al. (2023) observed that the addition of flaxseed meal increased protein, ash, and dietary fiber contents and decreased starch content of bread. Sanmartin et al. (2020) stated that the fortification of sourdough bread with flaxseed meal enhanced total phenolic, total flavonoid contents and antioxidant activity, decreased saturated fatty acid content compared to the control.

Most fruits including blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) and cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) are good sources of polyphenols, flavonoids, fibers, vitamins, pigments, minerals, and antioxidants (Yıldız and Peral Eydurán, 2009; Patel, 2014). These components can help to prevent the risks of some common diseases such as cardiovascular disease, coronary heart disease, stroke, atherosclerosis, and cancer (Liyana-Pathirana et al., 2006; Yasmeeen et al., 2017). Therefore, they had the potential to improve the nutritional quality of food products. Konak et al. (2015) reported that the incorporation of cherry laurel increased total phenolic content and antioxidant capacity of cookies. Bhaduri and Navder (2014) observed that gluten-free muffins enriched with blueberry powder had greater antioxidant activity, total phenolic content, and anthocyanin content than control muffins.

Considering the benefits of flaxseed meal, blueberry, and cherry laurel, this study was aimed to prepare cookies with flaxseed meal, flaxseed meal+freeze-dried blueberry powder, and flaxseed meal+freeze-dried cherry laurel powder at 0, 5, and 10% levels, and to determine the color, diameter, thickness, spread ratio values and sensory properties of enriched cookies.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Wheat flour, icing sugar, shortening, baking powder, salt, skimmed milk powder, and vanillin were procured from a local shop in Konya (Turkey). Cold-pressed flaxseed meal was obtained from a local producer in Tokat (Turkey). Freeze-dried blueberry and freeze-dried cherry laurel were taken from a local manufacturer in Giresun (Turkey).

Methods

Production of cookies

To prepare control cookies; 100 g of wheat flour, 45 g of icing sugar, 40 g of shortening, 2 g of baking powder, 1.25 g of salt, 1 g of skimmed milk powder, 0.5 g of vanillin, and water were mixed in a dough processor (Arzum Ar1066, İstanbul, Turkey) for 5 min. The dough was shaped with a round mold and baked (Kumtel LX-9645, Kayseri, Turkey) at 175°C for 12 min (AACC, 2010).

For the produce novel cookies, wheat flour was substituted with flaxseed meal, flaxseed meal+freeze-dried blueberry powder (50:50, w/w), and flaxseed meal+freeze-dried cherry laurel powder (50:50, w/w) separately at 0, 5 and 10% levels. These cookies were subjected to the same cookie-preparing procedure as the control.

Physical analysis

Color L* (lightness), a* (redness), and b* (yellowness) values were determined by a Minolta CR400 colorimeter (Konica, Osaka, Japan). Total color difference (ΔE) was calculated according to equation 1:

$$\Delta E = \sqrt{(L_{\text{Sample}}^* - L_{\text{Control}}^*)^2 + (a_{\text{Sample}}^* - a_{\text{Control}}^*)^2 + (b_{\text{Sample}}^* - b_{\text{Control}}^*)^2} \quad (1)$$

The diameter and thickness values were measured by the AACC method 10-54 (AACC, 2010). The diameter was divided by the thickness to get the spread ratio value.

Sensory analysis

Nine panelists evaluated the color, taste, odor, texture, appearance, and overall acceptability of cookies using a nine-point hedonic scale (1: dislike extremely, 9: like extremely).

Statistical analysis

The results were compared with the Tukey Honest Significant Difference (HSD) comparison test using SAS JMP software (NC, USA).

RESULTS AND DISCUSSION

Color L*, a*, b*, and ΔE values of cookies are presented in Table 1. L*, a*, and b* values of cookies ranged between 54.67-81.23, (-1.44)-7.29, and 2.64-22.19, respectively. The greatest L* (81.23) and b* (22.19) values were observed in the control cookies. Besides that, the control samples had the lowest a* value (-1.44). The results may be related to the darker color and pigment contents of flaxseed meal, blueberry powder, and cherry laurel powder (Rodriguez-Amaya, 2016). Increasing the level from 5% to 10% decreased L* values and increased a* values of cookies (Table 1). However, cookies made with 5 and 10% flaxseed meal and flaxseed meal+cherry laurel powder had similar b* values to each other. The lowest b* values were obtained in cookies enriched with 5 and 10% flaxseed meal+blueberry powder. Similarly, Makowska et al. (2023) observed a decrease in L* and b* values and an increase in a* value of bread when flaxseed meal was added. They stated that these results may be due to the brown-colored flaxseed coat. Konak et al. (2015) reported that adding 20% cherry laurel powder resulted in lower L* and b* values in cookies compared to the control.

Table 1. Color Values of Cookies

Cookies	L*	a*	b*	ΔE
Control	81.23±0.78 ^a	-1.44±0.24 ^e	22.19±0.56 ^a	-
5% FM	73.75±0.83 ^b	1.11±0.23 ^d	19.11±0.69 ^b	8.48±0.76 ^c
10% FM	68.33±0.70 ^c	2.47±0.27 ^c	17.38±0.72 ^b	14.31±0.78 ^d
5% FM+Blueberry	58.80±0.86 ^e	5.87±0.22 ^b	4.74±0.61 ^c	29.34±0.75 ^b
10% FM+Blueberry	54.67±0.72 ^f	7.29±0.25 ^a	2.64±0.66 ^c	34.12±0.84 ^a
5% FM+Cherry laurel	69.34±0.76 ^c	3.09±0.21 ^c	17.97±0.70 ^b	13.41±0.87 ^d
10% FM+Cherry laurel	63.43±0.84 ^d	4.91±0.29 ^b	16.97±0.68 ^b	19.61±0.76 ^c

Means followed by different letters in the same column are different ($p < 0.05$). FM: Flaxseed meal

ΔE values of cookies have varied in the range of 8.48 to 34.12 (Table 1). The addition of flaxseed meal and flaxseed meal+fruit powders at a 5% level elicited lower ΔE values in cookies than cookies containing 10% flaxseed meal and flaxseed meal+fruit powders. The reasons for the color differences in cookies may be the development of the Maillard reaction after baking and the natural colors and pigment content of flaxseed meal and fruit powders (Bhise and Kaur, 2013; Rodriguez-Amaya, 2016).

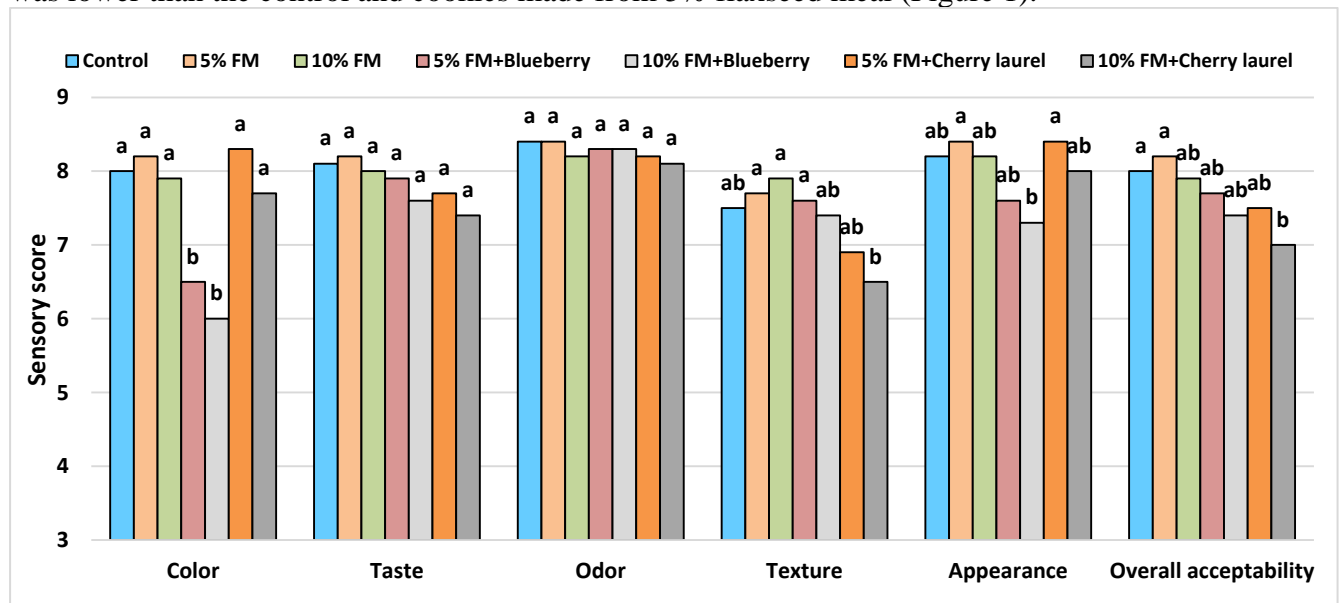
The diameter values of cookies fortified with 5% flaxseed meal and flaxseed meal+blueberry powder were higher than the control (Table 2). On the other hand, the incorporation of 5 and 10% flaxseed meal, flaxseed meal+blueberry powder, and 5% flaxseed meal+cherry laurel powder into cookies revealed similar diameter values to each other. The thickness values of samples changed between 5.62 mm and 6.29 mm. The enrichment of cookies with flaxseed meal and fruit powders showed statistically ($p > 0.05$) similar thickness values to the control. The spread ratio values of cookies prepared from 10% flaxseed meal+blueberry powder and 5% flaxseed meal+cherry laurel powder were greater than the control. The increase may be associated with the reduction in gluten matrix as the wheat flour is replaced with by flaxseed meal and fruit powders (Jeon and Lee, 2021). On the other hand, the addition of 5 and 10% flaxseed meal, 5% flaxseed meal+blueberry powder and 10% flaxseed meal+cherry laurel powder elicited similar spread ratio values to the control (Table 2). Bhise et al. (2014) also found that the spread ratio value of cookies enriched with 10% texturized flaxseed meal was like the control.

Table 2. Diameter, Thickness, and Spread Ratio Values of Cookies

Cookies	Diameter (mm)	Thickness (mm)	Spread ratio
Control	54.64±0.49 ^b	6.19±0.21 ^a	8.83±0.25 ^{bc}
5% FM	56.88±0.52 ^a	5.90±0.27 ^a	9.64±0.20 ^{abc}
10% FM	55.30±0.44 ^{ab}	6.28±0.24 ^a	8.81±0.29 ^{bc}
5% FM+Blueberry	56.67±0.45 ^a	5.94±0.23 ^a	9.54±0.30 ^{abc}
10% FM+Blueberry	56.27±0.49 ^{ab}	5.82±0.20 ^a	9.67±0.24 ^{ab}
5% FM+Cherry laurel	55.85±0.49 ^{ab}	5.62±0.21 ^a	9.94±0.27 ^a
10% FM+Cherry laurel	54.33±0.52 ^b	6.29±0.27 ^a	8.64±0.22 ^c

Means followed by different letters in the same column are different ($p < 0.05$). FM: Flaxseed meal

Sensory evaluation of cookies in terms of color, taste, odor, texture, appearance, and overall acceptability parameters is demonstrated in Figure 1. Cookies made from flaxseed meal and flaxseed meal+cherry laurel powder had similar color scores to the control. However, the use of flaxseed meal+blueberry powder blend decreased color scores. This result may be attributed to the natural color and polyphenolic substance content of blueberry powder, which inhibits the Maillard reaction during the baking process (Lin et al., 2009; Bhaduri and Navder, 2014). Taste and odor parameters were not remarkably affected by the addition of flaxseed meal and fruit powders (Figure 1). Furthermore, texture and appearance scores of enriched cookies were close to the control. Cookies formulated with 5 and 10% flaxseed meal, flaxseed meal+blueberry powder, and 5% flaxseed meal+cherry laurel powder revealed similar overall acceptability scores to the control cookies. In a similar study reported by Jeon and Lee (2021), it was found that the incorporation of maqui berry (*Aristotelia chilensis* L.) powder at 10% level into cookies revealed a similar overall acceptability score to the control. Besides that, the overall acceptability score of cookies made from 10% flaxseed meal+cherry laurel powder was lower than the control and cookies made from 5% flaxseed meal (Figure 1).

**Figure 1.** Sensory Evaluation of Cookies (FM: Flaxseed meal)

CONCLUSION

In this study, novel cookie formulations were developed by the incorporation of flaxseed meal, flaxseed meal+blueberry powder, and flaxseed meal+cherry laurel powder at 0, 5, and 10% levels. The developed cookies were analyzed in terms of color, diameter, thickness, spread ratio, and sensory properties. The findings showed that the use of flaxseed meal and wild fruit powders in cookie formulations decreased L* and b* values and increased a* values. The high flaxseed meal and fruit powder addition level (10%) increased ΔE values of cookies. Cookies prepared from 5% flaxseed meal and flaxseed meal+blueberry powder had greater diameter values than the control, but thickness values of all enriched cookies were statistically ($p>0.05$) similar to the control. Increasing flaxseed meal and flaxseed meal+blueberry powder level from 5% to 10% did not notably change the spread ratio values of cookies. However, cookies made from 10% flaxseed meal+cherry laurel powder had a lower spread ratio value than cookies made from 5% flaxseed meal+cherry laurel powder. All enriched cookie samples (except for containing 10% flaxseed meal+cherry laurel powder) had similar overall acceptability scores to the control. The results demonstrated that flaxseed meal and flaxseed meal+wild fruit (blueberry and cherry laurel) powder blends can be considered as potential ingredients to prepare novel cookies with acceptable physical and sensory quality.

REFERENCES

- AACC. (2010). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, (11th Ed.). St. Paul, MN, USA: AACC.
- Bhaduri, S., & Navder, K. (2014). Freeze dried blueberry powder fortification improves the quality of gluten free snacks. *Journal of Food Processing and Technology*, 5 (12), 1000396.
- Bhise, S., & Kaur, A. (2013). Development of functional chapatti from texturized deoiled cake of sunflower, soybean and flaxseed. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 3 (5), 1581-1587.
- Bhise, S., Kaur, A., Ahluwalia, P., & Thind, S. S. (2014). Texturization of deoiled cake of sunflower, soybean and flaxseed into food grade meal and its utilization in preparation of cookies. *Nutrition & Food Science*, 44 (6), 576-585.
- Florence Suma, P., Urooj, A., Asha, M. R., & Rajiv, J. (2014). Sensory, physical and nutritional qualities of cookies prepared from pearl millet (*Pennisetum typhoideum*). *Journal of Food Processing and Technology*, 5 (10), 1000377.
- Jeon, H. J., & Lee, J. H. (2021). Quality and antioxidant properties of wheat cookies supplemented with maqui berry powder. *Food Science and Preservation*, 28 (4), 480-488.
- Konak, Ü. İ., Erem, F., Altındağ, G., & Certel, M. (2015). Effect of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) incorporation on physical, textural and functional properties of cakes and cookies. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 29 (2), 13-24.
- Lin, L. Y., Liu, H. M., Yu, Y. W., Lin, S. D., & Mau, J. L. (2009). Quality and antioxidant property of buckwheat enhanced wheat bread. *Food Chemistry*, 112 (4), 987-991.
- Liyana-Pathirana, C. M., Shahidi, F., & Alasalvar, C. (2006). Antioxidant activity of cherry laurel fruit (*Laurocerasus officinalis* Roem.) and its concentrated juice. *Food Chemistry*, 99 (1), 121-128.
- Makowska, A., Zielinska-Dawidziak, M., Waszkowiak, K., & Myszka, K. (2023). Effect of flax cake and lupine flour addition on the physicochemical, sensory properties, and composition of wheat bread. *Applied Sciences*, 13 (13), 7840.
- Masood, S., un-Nisa, A., Arif, F., Ashraf, M., Ashraf, S., ur-Rehman, H., Hina, S., & Ahmad, I. (2021). Aloe vera based cookies as a functional food. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 56 (4), 293-298.

- Oomah, B. D. (2020). Flaxseed by-products. Food wastes and by-products: Nutraceutical and health potential. In: *Food Wastes and By-products: Nutraceutical and Health Potential*. New Jersey: John Wiley & Sons Ltd., pp. 267-289.
- Patel, S. (2014). Blueberry as functional food and dietary supplement: The natural way to ensure holistic health. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 7 (2), 133-143.
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2016). Natural food pigments and colorants. *Current Opinion in Food Science*, 7, 20-26.
- Sanmartin, C., Taglieri, I., Venturi, F., Macaluso, M., Zinnai, A., Tavarini, S., Botto, A., Serra, A., Conte, G., Flamini, G., & Angelini, L. G. (2020). Flaxseed cake as a tool for the improvement of nutraceutical and sensorial features of sourdough bread. *Foods*, 9 (2), 204.
- Yasmeen, R., Fukagawa, N. K., & Wang, T. T. (2017). Establishing health benefits of bioactive food components: A basic research scientist's perspective. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, 109-114.
- Yıldız, Ö., & Peral Eydurán, S. (2009). Functional components of berry fruits and their usage in food technologies. *African Journal of Agricultural Research*, 4 (5), 422-426.

GIDA DOSTU OTEL KONSEPTİ

FOOD FRIENDLY HOTEL CONCEPT

Emre HASTAOĞLU

Doçent, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Turizm Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları
Bölümü, Sivas, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8802-6632>

ÖZET

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, turizm sektörü en hızlı büyüyen sektörlerdendir. Her ne kadar küresel ve bölgesel olumsuzluklardan en hızlı etkilenen sektörlerin de başında gelse de turizm, toplumların etkileşiminde önemli rol oynamaktadır. Konaklama işletmeciliğinin standartları ülkeden ülkeye değişmekle birlikte otelcilik sistemlerinin ortak değerlendirme ve kıyaslamaya yönelik puanlama sistemleri bulunmaktadır. Bunlar yıldız, puanlama, yorum sıralama, oda sayısına göre sıralama, yiyecek içecek servis sayısı, çocuk veya doğa dostu olma gibi birçok niteliğe göre oteller kategorize edilebilmekte ve karşılaştırılmaktadır. Son yıllarda gıdaların bilinçsizce ve tüketilmeden ya da yanlış taşıma/nakliye/işleme gibi operasyonlardan dolayı israf edilmesi hem Gıda ve Tarım Örgütü'nün hem de birçok otoritenin gündemi olmuştur. Gıdaların israfının en sık yaşandığı yerlerin başında her şey dahil oteller ve açık büfe servisler yer almaktadır. Otellerde görülen ve gıda güvencesini doğrudan etkileyen bu durumun yanı sıra büyük otel işletmelerinde hızlı yiyecek ve içecek operasyonları sırasında, gıda güvenliğinin sağlanamaması, gıda atıklarının yanlış bertaraf edilmesi gibi insan sağlığına zarar verebilecek durumlar da yaşanabilmektedir. Bunları önleyebilmek adına, gıda dostu otel yönetim anlayışının benimsenmesi, müşteri bilincinin sağlanması ve personelin bilinçlendirilmesi temel yollar arasında yer almaktadır. Bu çalışma kapsamında, otellerde oluşan gıda israfının azaltılması, gıda güvencesinin ve gıda güvenliğinin korunmasını sağlayabilecek sistemlerin kurulabilmesi açısından "gıda dostu otel" konsepti ve bu konseptin detaylarına yönelik tavsiyeler araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: gıda dostu otel, gıda güvencesi, otel işletmesi, gıda güvenliği

ABSTRACT

Tourism is one of the fastest growing sectors in developed and developing countries. Although it is also one of the sectors most rapidly affected by global and regional adversities, tourism plays an important role in the interaction of societies. Although the standards of hospitality management vary from country to country, hotel management systems have common scoring systems for evaluation and comparison. Hotels can be categorized and compared according to many qualities such as stars, ratings, review ranking, ranking by number of rooms, number of food and beverage services, child or nature friendliness. In recent years, the wastage of food unconsciously and unconsumed or due to operations such as improper handling/transportation/processing has been on the agenda of both the Food and Agriculture Organization and many authorities. All-inclusive hotels and open buffet services are the most common places where food is wasted. In addition to this situation in hotels, which directly affects food security, during fast food and beverage operations in large hotel establishments, situations that can harm human health such as food safety and improper disposal of food waste can also occur. In order to prevent these, adopting a food-friendly hotel management approach, raising customer awareness and raising staff awareness are among the main ways to prevent

these problems. Within the scope of this study, the concept of “food friendly hotel” and recommendations for the details of this concept have been investigated in order to establish systems that can reduce food waste in hotels and ensure the protection of food security and food safety.

Keywords: food friendly hotel, food safety, food security, hotel business, food safety

Giriş

Günümüzde turizm sektörü, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal sorumluluk konularında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Oteller, misafirlerine sundukları hizmetlerin yanı sıra, çevreye olan etkileriyle de dikkat çekmektedir. Özellikle yiyecek işletmeleri, gıda israfı, hijyen yetersizlikleri gibi sorunlarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu makalede, gıda dostu otel konseptinin geliştirilmesinin gerekliliği ele alınacaktır.

Otellerdeki Yiyecek İşletmelerinin Sorunları

- **Gıda İstifleme ve İsrafı**

Otellerde, özellikle büyük etkinlikler ve yemek servisleri sırasında, yiyeceklerin aşırı miktarda hazırlanması sıkça karşılaşılan bir durumdur. Bu durum, gıda israfına yol açmakta ve çevresel etkileri artırmaktadır. Dünya genelinde her yıl milyarlarca ton gıda israf edilmektedir ve bu israf, hem ekonomik kayıplara hem de çevresel sorunlara neden olmaktadır.

- **Gıda Hijyen Yetersizliği**

Gıda hijyeni, otel işletmelerinin en önemli konularından biridir. Yetersiz hijyen koşulları, gıda kaynaklı hastalıkların yayılmasına ve misafirlerin sağlığının tehlikeye girmesine neden olabilir. Otellerdeki mutfakların hijyen standartlarına uymaması, hem misafir memnuniyetini olumsuz etkiler hem de otelin itibarını zedeler.

- **Yerel Ürün Kullanımının Azlığı**

Birçok otel, yerel ürünleri kullanmak yerine ithal ürünlere yönelmektedir. Bu durum, hem yerel ekonomiyi olumsuz etkilemekte hem de çevresel sürdürülebilirliği tehdit etmektedir. Yerel ürünlerin kullanımı, taze ve sağlıklı gıdaların temin edilmesini sağlarken, aynı zamanda karbon ayak izini azaltır.

Gıda Dostu Otel Konsepti

Gıda dostu otel konsepti, yukarıda bahsedilen sorunları çözmek amacıyla geliştirilen bir yaklaşımdır. Bu konsept, sürdürülebilirlik, yerel ürünlerin kullanımı ve gıda güvenliği gibi unsurları içermektedir.

- **Gıda İsrafını Azaltma Stratejileri**

Gıda dostu oteller, yiyecek hazırlama süreçlerini optimize ederek gıda israfını azaltmayı hedeflemektedir. Bu stratejiler arasında, misafirlerin taleplerine göre yemek porsiyonlarının ayarlanması, artan yiyeceklerin bağışlanması ve yenilikçi yemek planlaması yer alır. Ayrıca, otellerin gıda israfını takip eden sistemler kurması, israfı azaltmak için önemli bir adımdır.

- **Hijyen Standartlarının Yükseltilmesi**

Gıda dostu oteller, hijyen standartlarını artırmak için sürekli eğitim programları düzenlemekte ve çalışanların gıda güvenliği konusundaki bilgilerini güncellemektedir. Ayrıca, mutfakların düzenli olarak denetlenmesi ve hijyen koşullarının iyileştirilmesi, misafirlerin sağlığını korumak için kritik öneme sahiptir.

- **Yerel Ürünlerin Tercih Edilmesi**

Gıda dostu otel konsepti, yerel üreticilerle işbirliği yaparak taze ve sağlıklı gıdaların temin edilmesini teşvik eder. Bu yaklaşım, yerel ekonomiyi desteklerken, misafirlere de bölgenin lezzetlerini sunma imkanı sağlar. Yerel ürünlerin kullanımı, otelin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasına da yardımcı olur.

Gıda Dostu Otel Konseptinin Kurulması

Gıda dostu otel sertifikasyonu, otellerin sürdürülebilir gıda uygulamalarını benimsemesini teşvik eden bir sistemdir. Bu sertifikasyonun kurulması için aşağıdaki adımlar izlenebilir:

- **Hedeflerin Belirlenmesi**

Sürdürülebilirlik İlkeleri: Sertifikasyonun temelini oluşturan sürdürülebilirlik ilkeleri belirlenmelidir. Bu ilkeler, gıda israfının azaltılması, yerel ürünlerin kullanımı ve gıda güvenliği gibi konuları içerebilir.

- **Standartların Geliştirilmesi**

Kriterlerin Tanımlanması: Sertifikasyon için gerekli kriterler belirlenmelidir. Örneğin, gıda hijyeni, gıda israfı yönetimi, yerel ürün kullanımı gibi alanlarda belirli standartlar oluşturulmalıdır.

Rehberlik Belgeleri: Otellerin bu standartlara nasıl ulaşabileceğini gösteren rehber belgeler hazırlanmalıdır.

- **Eğitim ve Farkındalık**

Eğitim Programları: Otel personeline yönelik eğitim programları düzenlenmeli, sürdürülebilir gıda uygulamaları hakkında bilgi verilmelidir.

Farkındalık Kampanyaları: Hem otel çalışanları hem de misafirler için sürdürülebilir gıda uygulamaları hakkında farkındalık artırıcı kampanyalar yapılmalıdır.

- **Denetim Süreci**

Değerlendirme Kriterleri: Sertifikasyon sürecinde kullanılacak değerlendirme kriterleri oluşturulmalıdır. Bu kriterler, otelin gıda dostu uygulamalarını ölçmek için kullanılacaktır.

Denetim Mekanizması: Sertifikasyon sürecinin denetimi için bağımsız denetim kuruluşları ile işbirliği yapılabilir. Denetim, belirlenen kriterlere uygunluk açısından düzenli olarak yapılmalıdır.

- **Sertifikasyon Süreci**

Başvuru Süreci: Otellerin sertifikasyon için başvuruda bulunabileceği bir sistem oluşturulmalıdır.

Değerlendirme ve Onay: Başvurular, belirlenen kriterlere göre değerlendirilerek onaylanmalıdır.

- **Sürekli İyileştirme**

Geri Bildirim Mekanizması: Sertifikalı otellerden geri bildirim almak için bir mekanizma oluşturulmalıdır. Bu geri bildirimler, sertifikasyon sürecinin geliştirilmesine yardımcı olacaktır.

Yenileme Süreci: Sertifikasyonun belirli aralıklarla yenilenmesi gerektiği belirtilmeli ve otellerin sürekli iyileştirme yapmaları teşvik edilmelidir.

- **Tanıtım ve Pazarlama**

Sertifika Tanıtımı: Sertifikalı otellerin bu başarılarını tanıtmaları için destek sağlanmalıdır. Bu, otelin pazarlama stratejilerine entegre edilebilir.

İşbirlikleri: Yerel ve uluslararası sürdürülebilirlik kuruluşlarıyla işbirliği yaparak sertifikasyonun daha geniş kitlelere ulaşması sağlanabilir.

Bu adımlar, gıda dostu otel sertifikasyonunun kurulmasına yönelik genel bir çerçeve sunmaktadır. Her otelin kendine özgü ihtiyaçları ve koşulları göz önünde bulundurularak süreç özelleştirilebilir.

Gıda Dostu Otel Konseptinin Avantajları

1. Misafir Memnuniyetinin Artması

Gıda dostu oteller, misafirlerine sağlıklı ve lezzetli yemekler sunarak memnuniyetlerini artırmaktadır. Ayrıca, sürdürülebilir uygulamalarla ilgilenen misafirler, bu tür otelleri tercih etme eğilimindedir.

2. Ekonomik Tasarruf

Gıda israfının azaltılması, otel işletmelerinin maliyetlerini düşürmesine yardımcı olur. Ayrıca, yerel ürünlerin kullanımı, nakliye maliyetlerini azaltarak ekonomik tasarruf sağlar.

3. Çevresel Sürdürülebilirlik

Gıda dostu otel konsepti, çevresel sürdürülebilirliği artırarak otellerin karbon ayak izini azaltır. Bu yaklaşım, doğal kaynakların korunmasına ve ekosistemlerin sürdürülebilirliğine katkıda bulunur.

Sonuç

Gıda dostu otel konsepti, otel işletmelerinin karşılaştığı gıda israfı ve hijyen sorunlarına etkili çözümler sunmaktadır. Sürdürülebilirlik, yerel ürünlerin kullanımı ve gıda güvenliği gibi unsurlar, bu konseptin temel taşlarını oluşturmaktadır. Otellerin bu yeni yaklaşımı benimsemesi, hem misafir memnuniyetini artıracak hem de çevresel etkileri azaltacaktır. Gıda dostu otel konsepti, geleceğin turizm sektöründe önemli bir yer tutacak ve sürdürülebilir bir dünya için gerekli bir adım olacaktır.

Bu makale, gıda dostu otel konseptinin önemini ve gerekliliğini vurgulamakta, otel işletmelerinin bu alanda atması gereken adımları ortaya koymaktadır. Sürdürülebilir bir gelecek için, gıda dostu otel konseptinin benimsenmesi kaçınılmazdır.

ALTERNATIF ET TÜRÜ: TAVŞAN ETİ

ALTERNATIVE MEAT TYPE: RABBIT MEAT

Emre HASTAOĞLU

Doçent, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Turizm Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları
Bölümü, Sivas, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8802-6632>

ÖZET

Et, yüksek ve zengin protein, vitamin ve mineral içeriğinden dolayı hemen hemen her toplumun vazgeçilmez besin kaynağı olmuştur. Ancak tüketilen hayvan türleri o toplumunun dini inanışları, bölgenin coğrafi ve ekonomik koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Dünyada eti en çok tüketilen et türü büyükbaş sığır eti olup onu tavuk eti ve domuz eti takip etmektedir. Türk toplumları göçebe hayattan yerleşik hayata kadar çoğunlukla sığır ve at eti tercih etmiş, yerleşik hayata geçtikten sonra sığır etini küçükbaş hayvan etleri ve kanatlı etleri takip etmiştir. Bilhassa kuzu eti, saray mutfağında vazgeçilmezi olmuştur. Günümüzde de eti en çok tüketilen hayvanlar sırasıyla, sığır eti, tavuk eti ve kuzu etidir. Gastronomi, yemek ve kültür arasındaki ilişkiyi, zengin veya hassas ve iştah açıcı yiyecekleri hazırlama ve sunma sanatı, belirli bölgelerin pişirme stilleri ve iyi yeme biliminin incelenmesidir. Bireylerin yenilikçi mutfak ürünlerine merakı ve yeni yemek keşifleri sonucunda popülerliği artan gastronomi turizmi sayesinde yiyecek içecek işletmeleri mutfaklarına farklı ürünler sunma gayreti oluşmuştur. Son yıllarda sığır, piliç ve kuzu etine alternatif olarak tavşan eti de tüketilmeye başlanmıştır. Tavşan eti, beyaz, gevrek ve kemik oranı düşük bir et çeşididir. Protein oranı yüksek olan tavşan eti, kolay bir şekilde pişirilir. Tavşan etinden hemen hemen her çeşit yemek yapılabilir. Bu çalışma kapsamında tavşan etinin özellikleri, tavşan etinden yapılan yemek alternatifleri derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: tavşan eti, beslenme, gastronomi

ABSTRACT

Meat has been an indispensable food source for almost every society due to its high and rich protein, vitamin and mineral content. However, the types of animals consumed vary depending on the religious beliefs of that society and the geographical and economic conditions of the region. The most consumed meat type in the world is bovine beef, followed by chicken and pork. Turkish societies mostly preferred cattle and horse meat from nomadic life to settled life, and after settling down, cattle meat was followed by small cattle meat and poultry meat. Lamb, in particular, was indispensable in the palace kitchen. Today, the most consumed animals are beef, chicken and lamb, respectively. Gastronomy is the study of the relationship between food and culture, the art of preparing and presenting rich or delicate and appetizing foods, the cooking styles of particular regions and the science of good eating. Thanks to gastronomy tourism, which has increased in popularity as a result of individuals' curiosity about innovative culinary products and new food discoveries, food and beverage businesses have endeavored to offer different products to their kitchens. In recent years, rabbit meat has started to be consumed as an alternative to beef, chicken and lamb. Rabbit meat is white, crispy and low in bone content. Rabbit meat, which has a high protein content, is easily cooked. Almost all kinds of dishes can be made from rabbit meat. In this study, the properties of rabbit meat and food alternatives made from rabbit meat were compiled.

Keywords: rabbit meat, nutrition, gastronomy

GİRİŞ

Et, insan beslenmesinin temel unsurlarından biridir. Yüksek protein, vitamin ve mineral içeriği sayesinde et, birçok toplum için vazgeçilmez bir gıda kaynağı olmuştur. Farklı kültürler, dini inançları ve coğrafi koşulları doğrultusunda çeşitli hayvan türlerini tüketmektedir. Dünya genelinde en fazla tüketilen et türleri arasında büyükbaş sığır eti, tavuk eti ve domuz eti yer almaktadır. Türk toplumları, tarihsel süreç içerisinde göçebe yaşamdan yerleşik hayata geçişle birlikte sığır ve at etini tercih etmiş, zamanla küçükbaş hayvan etleri ve kanatlı etler de popülerlik kazanmıştır. Özellikle kuzu eti, Türk mutfağının vazgeçilmezleri arasında yer alırken, tavşan eti son yıllarda alternatif bir kaynak olarak dikkat çekmektedir.

Tavşan Eti ve Özellikleri

Tavşan, Lagomorpha takımı içinde sınıflandırılan tavşangiller (Leporidae) familyasını oluşturan memeli türlerinin ortak adıdır. Tavşangiller familyası yaklaşık 60 türü içine alır. Kuyrukları uzun kıllarla örtülüdür. Kulaklar ve arka bacaklar uzamıştır. Bir kısmı toprak altında oyuklarda yaşar. Tavşangiller, Ochotonidae familyasını oluşturan pikalardan tüylü küçük kuyrukları, uzun kulakları ve arka ayakları ile ayrılır. Lepus harici cinslerin tüm üyeleri genel olarak ada tavşanı olarak adlandırılır. Bazı türlerin kulakları oldukça iyi duymaktadır. Her türlü sese şaşkınlıkla tepki vermektedirler. Bu yüzden kendi türünden ya da başka canlıların yaklaşması durumunda yabancı tavşanlar irkilirler. Okyanusya hariç tüm yeryüzünde yerlidir. Okyanusya'ya gelişleri yerli memeliler için büyük bir tehdit oluşturur.

Tavşan eti, beyaz et kategorisine girmekte olup, düşük yağ içeriği ve yüksek protein oranıyla dikkat çekmektedir. 100 gram tavşan eti, ortalama 20-25 gram protein içermektedir. Ayrıca, B vitamini (özellikle B12), demir ve çinko gibi mineraller açısından zengindir. Tavşan etinin diğer et türlerine göre bazı avantajları şunlardır:

- **Düşük Yağ Oranı:** Tavşan eti, yağsız bir et olması nedeniyle diyet yapanlar için ideal bir seçenektir.
- **Hafif ve Lezzetli:** Tavşan eti, hafif bir lezzete sahip olup, çeşitli yemeklerde kullanılabilir.
- **Hızlı Pişirme Süresi:** Tavşan eti, hızlı bir şekilde pişirilebilir ve bu özellik, yemek hazırlama süresini kısaltır.

Tavşan eti, yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitleri, proteinler ve esansiyel amino asitler gibi spesifik besinsel özellikleri nedeniyle sağlıklıdır. Aynı zamanda, orta derecede yüksek enerji değerleri, düşük yağ ve düşük kolesterol seviyeleri arzu edilen bileşimine katkıda bulunur (Dalle Zotte & Szendrő, 2011). Bu besinsel özellikler, modern tüketicilerin sağlıklı bir yaşam tarzı arzusunu karşılamaktadır; bu nedenle, tavşan eti ürünleri son yirmi yılda hızla geliştirilmiş ve dünya çapında, özellikle Çin'de giderek daha popüler hale gelmiştir.

Tavşanların domuz ve sığır gibi yaygın olarak tüketilen çiftlik hayvanlarına kıyasla çok daha küçük vücut boyutları nedeniyle, tek bir tavşan bir öğünde kolayca yenebilecek sınırlı miktarda et sağlar. Bu nedenle, tavşan eti/ürünlerinin araştırılması ve geliştirilmesi için çok az çaba harcanmıştır ve sonuç olarak, dünya çapında geleneksel tavşan eti ürünleri için birkaç marka adı mevcuttur. Bu durum, tavşan eti tüketiminin uzun bir geçmişe sahip olduğu Akdeniz bölgesi için de geçerlidir (Petracci & Cavani, 2013).

Tavşan etindeki lezzet bileşiklerinin oluşumu ve bileşimi, elde edilen et kalitesi için önemlidir. Özellikle, tavşan etinin tipik bir ot kokusuna sahip olan eşsiz kokusu, birçok tüketicinin cesaretini kırmakta ve tüketim tercihlerini etkilemekte, hatta dünya çapında tavşan eti üretiminin gelişmesini engellemektedir.

Dini Açıdan Tavşan Eti

İslamiyet açısından helaldir. Ancak tavşan eti adet gördüğü için alevi mezhebi mensupları tavşan eti yemezler. Yahudi dinine göre tavşan eti yasaktır. Hristiyanlık dinine göre tavşan etinin yenilmemesi önerilir.

Tavşan Etinin Besin Değeri

Tavşan eti, düşük yağ içeriği nedeniyle kırmızı etlere kıyasla daha düşük enerji değeri ile tanımlanmıştır (Dalle Zotte, 2004). Yağ içeriği, karkas kısmına bağlı olarak %0,6 ila %14,4 (kas içi ve kaslar arası yağ içeriği ile yenilebilir etten gelen yağ) arasında değişmekte olup ortalama değer %6,8'dir (Hernández ve Gondret, 2006) ve bel kısmı karkasın en yağsız kısmıdır (lipitlerin %1,2'si). Tavşan etinin yağ asidi bileşiminde yüksek çoklu doymamış yağ asidi içermektedir. Tavşan etindeki kolesterol miktarı yaklaşık 59 mg/100 g kas olup (Combes, 2004), diğer türlerin etlerinde bulunan değerlerden daha düşüktür (domuz etinde 61 mg, sığır etinde 70 mg, tavuk etinde 81 mg) (Dalle Zotte, 2004).

Tavşan etinin mineral fraksiyonu, düşük sodyum (arka bacak ve fileto için sırasıyla 49 ve 37 mg/100 g) ve demir (arka bacak ve fileto için sırasıyla 1,3 ve 1,1 mg/100 g) içeriği ile karakterize edilirken, fosfor seviyesi yüksektir (arka bacak ve fileto için sırasıyla 230 ve 222 mg/100 g; Combes, 2004).

Tavşan etinin çinko konsantrasyonu düşüktür ve bakır konsantrasyonu diğer türlerin etlerine oldukça benzerdir (0,03 mg/100 g) (Lombardi-Boccia ve ark., 2005).

Besin Ögesi	100 gram tavşan eti içeriği
Kalori	173 kcal
Protein	20-25 g
Yağ	3-5 g
Karbonhidrat	0 g
Lif	0 g
Demir	2.2 mg
Çinko	1.5 mg
B12 Vitamini	2.3 µg

Tablo 1. Tavşan Etinin Besin Öğeleri

Dünyada Tavşan Eti Üretimi ve Tüketimi

Dünya genelinde tavşan eti üretimi, özellikle Avrupa ve Asya ülkelerinde yaygındır. İtalya, Fransa ve İspanya gibi ülkeler, yüksek tavşan eti tüketimi ile bilinirken, Asya'nın bazı bölgelerinde de geleneksel olarak tavşan eti tüketimi yaygındır.

Ülke	Üretim Miktarı (ton)
Çin	1,500,000
İtalya	200,000
Fransa	150,000
İspanya	100,000
Diğer Ülkeler	50,000

Tablo 2. Dünya Genelinde Tavşan Eti Üretimi (2022 Verileri)

Türkiye'de Tavşan Eti Üretimi ve Tüketimi

Türkiye'de tavşan eti üretimi, son yıllarda artış göstermektedir. Geleneksel olarak daha az tüketilen bir et türü olmasına rağmen, sağlıklı beslenme trendlerinin etkisiyle tavşan eti tüketimi artmaktadır. Türkiye'de tavşan eti üretimi ve tüketimi ile ilgili veriler aşağıdaki gibidir:

Yıl	Üretim Miktarı (ton)	Tüketim Miktarı (ton)
2020	5,000	4,500
2021	6,000	5,500
2022	7,500	6,500

Tablo 3. Türkiye'de Tavşan Eti Üretimi ve Tüketimi (2022 Verileri)

Tavşan Etinin Gastronomideki Yeri

Gastronomi, yemek ve kültür arasındaki ilişkiyi inceleyen bir disiplindir. Gastronomi turizmi, yerel mutfakların keşfedilmesi ve deneyimlenmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Tavşan eti, özellikle Akdeniz ve Avrupa mutfaklarında yer bulmuş, çeşitli yemeklerde kullanılmaya

başlanmıştır. Türk mutfağında ise tavşan etinin kullanımı giderek artmakta, restoran menülerinde yer almaktadır.

Tavşan Etinden Yapılan Yemek Tarifleri

Tavşan eti, birçok farklı şekilde hazırlanabilir. İşte tavşan etinden yapılabilecek bazı popüler yemek alternatifleri ve tarifleri:

Tavşan Eti Güveci

Malzemeler: 1 kg tavşan eti, 2 adet soğan, 3 adet havuç, 4 adet patates, 2 diş sarımsak, tuz, karabiber, zeytinyağı.

Hazırlanışı: Tavşan eti kemiksiz olarak parçalara ayrılır. Zeytinyağında doğranmış soğan ve sarımsak sotelenir ve üzerine kuşbaşı tavşan etini eklenir. Mühürlenmiş tavşan etinin üzerine doğranmış sebzeler eklenir ve geçecek kadar su ilave edilir. Kapağı kapalı halde ve kısık ateşte yaklaşık 1.5 saat pişirilir.

Fırında Tavşan

Malzemeler: 1 kg tavşan eti, 3 yemek kaşığı zeytinyağı, 1 limonun suyu, 3 diş sarımsak, tuz, baharatlar.

Hazırlanışı: Tavşan etini tüm haldeyken limon suyu, zeytinyağı, sarımsak ve baharatlarla marine edin. 200 derece fırında 1 saat pişirin.

Tavşan Köftesi

Malzemeler: 500 gram tavşan eti, 1 adet soğan, 1 yumurta, 1 su bardağı galeta unu, tuz, karabiber.

Hazırlanışı: Tavşan eti ve soğan robotta/blenderda çekilir. Diğer malzemeleri eklenip yoğurulur. Köfte şekli verilerek kızartılır.

Tavşan Sarması

Malzemeler: 500 gram tavşan eti, 1 su bardağı pirinç, 1 adet soğan, 2 yemek kaşığı domates salçası, baharatlar.

Hazırlanışı: Tavşan eti haşlanır. Pirinç, soğan ve baharatlar eklenerek karıştırılır. Tavşan etinin içine doldurulur ve sarılır. Tencerede pişirilir.

Tavşan Eti Üzerine Yapılan Araştırmalar

Tavşan eti üzerine yapılan araştırmalar, bu etin besin değerleri ve sağlıklı beslenme üzerindeki etkilerini incelemektedir. Öne çıkan bazı çalışmalar:

- Yıldız, A. (2020). "Tavşan Eti ve Besin Değeri". Gıda Bilimleri Dergisi, 45(2), 123-130.
 - Bu çalışma, tavşan etinin besin değerlerini ve sağlık üzerindeki etkilerini incelemektedir.
- Kaya, M. ve Demirtaş, H. (2021). "Tavşan Eti Tüketiminin Artışı: Nedenler ve Sonuçlar". Tarım Ekonomisi Dergisi, 12(3), 45-60.
 - Araştırma, Türkiye'deki tavşan eti tüketimindeki artışı ve bunun arkasındaki faktörleri ele almaktadır.
- Çelik, S. (2022). "Tavşan Eti: Gastronomideki Yeri ve Kullanım Alanları". Gastronomi ve Mutfak Sanatları Dergisi, 7(1), 22-35.
 - Bu çalışma, tavşan etinin gastronomideki yerini ve farklı yemek tariflerini incelemektedir.
- Siddiqui ve ark. (2024). Social, ethical, environmental, economic and technological aspects of rabbit meat production-A critical review. Heliyon.
 - Çalışmada tavşan eti üretiminin etik, sosyal, ekonomik ve teknolojik yönleri incelenmiştir.
- Zotte, A. D. (2002). Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. Livestock production science, 75(1), 11-32.
 - Araştırmada tavşan eti kalitesi algısı ve tavşan karkas ve et kalitesini etkileyen başlıca faktörler ele alınmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Tavşan eti, besin değeri yüksek ve lezzetli bir alternatif et kaynağıdır. Gastronomi alanında yer bulması, bu etin daha fazla tanınmasına ve tüketilmesine katkı sağlamaktadır. Tavşan etinin sağlıklı beslenme trendleriyle uyumlu olması, onu gelecekte daha popüler bir seçenek haline getirebilir. Bu makalede, tavşan etinin özellikleri, dünyada ve Türkiye'de üretim ve tüketim verileri, gastronomideki yeri, tavşan etinden yapılan yemek tarifleri ve bu konuda yapılmış çalışmalar ele alınmıştır. Tavşan etinin çeşitli yemek alternatifleri ile zenginleştirilmesi, hem mutfak kültürüne hem de sağlıklı beslenme alışkanlıklarına katkıda bulunacaktır.

Kaynaklar

- Yıldız, A. (2020). "Tavşan Eti ve Besin Değeri". Gıda Bilimleri Dergisi, 45(2), 123-130.
- Kaya, M. ve Demirtaş, H. (2021). "Tavşan Eti Tüketiminin Artışı: Nedenler ve Sonuçlar". Tarım Ekonomisi Dergisi, 12(3), 45-60.
- Çelik, S. (2022). "Tavşan Eti: Gastronomideki Yeri ve Kullanım Alanları". Gastronomi ve Mutfak Sanatları Dergisi, 7(1), 22-35.
- Siddiqui ve ark. (2024). Social, ethical, environmental, economic and technological aspects of rabbit meat production-A critical review. Heliyon.
- Zotte, A. D. (2002). Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. Livestock production science, 75(1), 11-32.

THE INFLUENCE OF GROWING MEDIA COMBINATION ON MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY AND GROWTH PERFORMANCE OF STEVIA REBAUDIANA

Mohammad Moneruzzaman Khandaker
Nur Aqilah Binti Abdullah

School of Agriculture Science and Biotechnology, Faculty Bioresource and Food Industry,
Universiti Sultan Zainal Abidin, Besut Campus, Besut, Terengganu, Malaysia

Abstract

Stevia is a slow-growing herb well known for its beneficial nutrients which are safe to consume as it is a calorie-free sweetener. Nevertheless, the growth performance and leaf production of *Stevia rebaudiana* by using common growing media is deficient, and little information is available on stevia's growth performance. The main objectives are to study the influence of different combinations of growing media on the morphology, physiology, root development and growth performances of *S. rebaudiana*. To establish great growth, stevia seedlings were planted into different ratios of topsoil, coco peat, peat moss, BRIS soil and organic soil. Results showed that treatment T2 consisting of topsoil and peat moss had a great effect and improvement in the sugar content of leaf (0.14 mg/mL), total soluble solids (TSS) content (8.75 °Brix) and plant height (44.5 cm). Besides that, the production of leaf was increased in T3 (combinations of topsoil and coco peat) with an average of 348 and chlorophyll content (44.1 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$). Based on WinRhizo root analysis, the root length, root density and root volume were greatest in these treatments T1 (all topsoil) and T4 (topsoil, peat moss and coco peat). Lastly, the concentration of macronutrients (Na=1483 mg/kg and P = 49020 mg/kg) was high in T3 and T4 while micronutrients of Ca and Mg were the highest in T2. It can be concluded that T2 treatment was the best for stimulation of leaf and root growth which increased the biomass production of stevia.

Keywords: Stevia, growth performance, peat moss, coco peat, sugar.

Introduction

Stevia rebaudiana (stevia) is famous as a perennial and sweet herb. The sugar from stevia is well known for being a calorie-free, sweetener substitute for natural sugar (Shaily & Shamim, 2012). The growth and development of stevia are greatly influenced by growing media (Gerrewey et al, 2020). Steviol glycosides are responsible for sugar accumulation in stevia leaves and there are at least eight distinct steviol glycosides that are accumulated in the leaves (Shaily & Shamin, 2012). Stevia leaves also include a variety of biologically active chemicals favourable that have impacts on human health (Singh and Rao, 2005). The stevia plants grow very well in soil that is well-drained and the herb is able to reach a height of 30.5-80 cm (Smita and Takarkhede, 2016). The growth of stevia seedlings is sometimes very slow due to unsuitable growing media. The plant produces a low number of leaves when grow in normal soil. This study investigated the effect of different growing media on morpho-physiological characteristics, growth and biochemical properties of stevia. This study will develop a new growing media for better growth, development and biomass production.

Materials and Methods

A combination of five different growing media; top soil, organic soil, peat moss, cocopeat and BRIS soil were used in this study. The treatment combination shown in table 1.

Table 1: Treatment combination of this study.

Treatments	Growing media
T0	3 topsoil: 2 organic soil: 1 BRIS soil
T1	All topsoil
T2	1 topsoil: 1 peat moss
T3	1 topsoil: 1 coco peat
T4	1 topsoil: 1 coco peat: 1 peat moss

Various morphophysiological characteristics such as the number of leaves, leaf area, plant height, stomatal conductance, chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and root development were recorded and measured. The total soluble solids (TSS), sugar content, minerals nutrients and dry matter content were determined. A Randomized Completely Block Design (RCBD) was used to set the treatments with four replications. Data analysis was carried out using Minitab 21 software and one-way ANOVA was carried out to compare the treatment means.

Results and Discussion

The highest number of leaves and plant height were recorded in treatments T3 and T2 with a value of 348 and 44.5 cm. The largest leaf area and stomatal conductance were found in T4 and T1 treatments. All the treatments also increased the leaf chlorophyll content and photosynthetic yield compared to the control group. High calcium and Mg content suitable growing media might significantly contribute to the plant's height and biomass production (Sardar et al., 2022). The mixture of topsoil, coco peat and peat moss significantly increased the total soluble solids, sugar and dry matter content in stevia leaves compared to the plant grown in the control treatment (mixture of topsoil, organic soil and BRIS soils). The treatments (T1 to T4) increased the mineral accumulation in the stevia leaves and improved the growth and development of stevia roots. The improved root system and higher mineral content may increase the sugar content and dry matter production of stevia plants. The available nutrients, water retention and good aeration characteristics of coco peat and peat moss may improve the growth and development of stevia plants (Khan et al., 2019). The mixture of topsoil and peat moss may provide a good environment for the growth and development of stevia.

Conclusion

From this study, it can be concluded that treatment 2 consisting of topsoil and peat moss has a great impact on the stevia plant's growth. Plant height, chlorophyll content, total soluble solids (TSS), and dry matter content significantly increased with treatment 2. However, treatment 3 consisted of topsoil and coco peat have significantly increased the number of leaves, sugar content and chlorophyll fluorescence. Treatment 1 and treatment 4 also have significantly increased the rate of gas exchange and leaf area. Ca and Mg accumulation and root growth & development were also high in the treatment group compared to the control. It can be concluded that treatment 2 and treatment 3 are the most suitable growing media for improving the growth of stevia.

References

- Shaily, M., & Shamim, A. (2012). *Stevia rebaudiana* Bertoni : A review. *Chemistry* 268: 513–521.
- Van Gerrewey T, Vandecruys M, Ameloot N, Perneel M, Van Labeke M-C, Boon N, Geelen D. Microbe-Plant Growing Media Interactions Modulate the Effectiveness of Bacterial Amendments on Lettuce Performance Inside a Plant Factory with Artificial Lighting. *Agronomy*. 2020; 10(10):1456.
- Smita N and Takarkhede et al. (2016). A Review on Stevia (*Stevia rebaudiana*): A Medicinal Plant. *Asian Journal of Pharmaceutical Technology & Innovation*, 04 (20); 2016; 58 – 62

Singh SD, & Rao GP (2005). Stevia: The herbal sugar of the 21st century. Sugar Technology, 7(1), 17–24. <https://doi.org/10.1007/BF02942413>

Sardar H, Waqas M, Naz S, Ejaz S, Ali S, & Ahmad R (2022). Evaluation of different growing media based on agro-industrial waste materials for the morphological, biochemical and physiological characteristics of stevia. Cleaner Waste Systems, 3(October), 100038. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2022.100038>

Khan MZ, Era MD, Islam MA, Khatun R, Begum A, & Billah SM (2019). Effect of Coconut Peat on the Growth and Yield Response of <i>Ipomoea aquatica</i>; American Journal of Plant Sciences, 10(03), 369–381. <https://doi.org/10.4236/ajps.2019.103027>

ERZİNCAN TULUM VE PEYNİRİ VE RAF ÖMRÜ ÇALIŞMALARI

ERZİNCAN TULUM AND CHEESE AND SHELF LIFE STUDIES

FATMA YENİCE

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Erzincan

Dr. Öğr. Üyesi ZEYNEP AKŞİT

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Turizm ve Otelcilik Meslek Yüksek Okulu, Aşçılık programı, Erzincan

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'nin en çok üretilen yerel peynirlerinden biri olan Erzincan tulum peyniri, üretim teknikleri, kimyasal bileşimi ve raf ömrü incelenmiştir. Özellikle Erzincan tulum peyniri, coğrafi işaret tescili ile öne çıkmakta olup, geleneksel ve ticari yöntemlerle üretilmektedir. Geleneksel üretim genellikle koyun sütü kullanılarak yapılırken ticari üretimde farklı süt türleri ve hazır maya tercih edilmektedir. Çalışmada; peynirin olgunlaşma süreci, kullanılan ambalaj malzemeleri ve bu süreçlerin ürün kalitesine etkisi ele alınmıştır. Ayrıca peynirin raf ömrünün uzatılmasında ambalajlama yöntemleri ve koruyucu maddelerin etkisi vurgulanmıştır. Erzincan tulum peynirinin standardizasyonu ve hijyenik koşulların iyileştirilmesi gerektiği önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Erzincan tulum peyniri, raf ömrü, coğrafi işaret

ABSTRACT

In this study, Erzincan tulum cheese, one of the most produced local cheeses in Turkey, was examined in terms of production techniques, chemical composition and shelf life. Erzincan tulum cheese, in particular, stands out with its geographical indication registration and is produced by traditional and commercial methods. Traditional production is usually carried out using sheep's milk, while different types of milk and ready-made yeast are preferred in commercial production. In the study; the ripening process of the cheese, the packaging materials used and the effects of these processes on product quality were discussed. In addition, the effects of packaging methods and preservatives in extending the shelf life of the cheese were emphasized. It is suggested that standardization of Erzincan tulum cheese and improvement of hygienic conditions should be made.

Keywords: Erzincan tulum cheese, shelf life, geographical indication

1. GİRİŞ

Türkiye'de üretimde kullanılan sütün çeşidi ve uygulanan işlemlere bağlı olarak 130'un üzerinde peynir çeşidi bulunmaktadır. Bunlar içinde en fazla üretilenler, beyaz peynir, kaşar peynir ve tulum peynirleridir (Tekinşen ve Tekinşen, 2005). Tulum peyniri; beyaz veya krem renginde, yüksek yağ içerikli kolay ufalanan, yarı sert tekstürlü, tereyağımsı ve keskin kokulu bir peynir çeşididir (Kurt 1996).

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğine göre tulum peyniri; "Hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin fermantasyonunu takiben ufalanıp

tuzlanması, daha sonra gıdaya temasa uygun bir ambalaj malzemesine veya deri tulumlara sıkıca basılarak üretilen ve olgunlaştırıldıktan sonra piyasaya arz edilen çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren peynir” olarak tanımlanmaktadır (TGK, 2015). Türkiye’de tulum peynirleri, kuru ve salamuralı olmak üzere iki çeşitte yapılmaktadır. Görünüm ve yapım aşamaları itibarıyla oldukça farklılık gösterirler. Kuru tulum peyniri İzmir Tulumu adıyla bilinen salamuralı tulum peynirine nazaran daha çok tüketilmekte olup, en çok İç Anadolu, Doğu Anadolu, Güney ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde, salamuralı tulum peyniri ise Ege bölgesinde kıyıya yakın yerleşim yerlerinde yapılmaktadır (Tekinşen ve Tekinşen, 2005).

Tulum peynirleri başlangıçta yöresel olarak ve küçük çapta üretilirken, zamanla geniş kitlelerin beğenisini kazanmış bu sayede daha büyük miktarlarda üretilmeye başlanmıştır. Günümüzde değerli olan tereyağına yakın fiyatlarda satılan ve ihracatı yapılan peynirler arasında yer alan trend bir ürün haline gelmiştir (Şengül ve Çakmakçı, 1998). Tulum peyniri; hayvansal protein, yağ, vitamin, mineral maddeler ve özellikle Ca ve P bakımından zengin bir kaynak olması sebebiyle toplumun dengeli ve sağlıklı beslenmesi bakımından oldukça büyük önem taşımaktadır. Günde 100 g tulum peynirin tüketilmesi Uluslar Arası Bilim Akademisi’nin belirttiği günlük alınması gereken mineral madde miktarını büyük ölçüde karşılayacağı belirtilmiştir (Yıldırım, 2014; Özalp, Kaymaz ve Akşehirli, 1978; Sert ve Kıvanç, 1984).

2. ERZİNCAN TULUM PEYNİRİ

Tulum peyniri genelde yaygın olarak üretildiği yörelere göre farklı isimlerle anılmaktadır. En fazla üretilen tulum peyniri çeşitleri; Erzincan (Şavak), Divle, Çimi ve İzmir (salamuralı) tulum peynirleridir (Keleş, 1995). Tulum peyniri, insanların beğenisine bağlı olarak en fazla üretilen ve satışa sunulan yöresel peynirler içerisinde olup, Erzincan tulum peynirinin ABD’ye ihracatı yapılmaktadır (Çolak, 1997; Dağdemir, 2000). Tablo 1’de ülkemizde üretilen tulum peyniri çeşitleri verilmiştir.

Tablo 1. Tulum Peyniri Üretim Yöntemleri ve Başlıca Çeşitleri (Tekinşen ve Tekinşen, 2005; Ünsal, 1997; Kılıç, Gönç, Uysal ve Karagözlü, 1998)

Yöntem	Çeşit	Üretim Yöresi
Salamura	İzmir Tulum Peyniri	İzmir
	Afyon tulum peyniri	Afyon
	Akçabelen (Çepni) tulum peyniri	Beyşehir
	Çimi tulum peyniri	Serik, Akseki ve Manavgat
	Divle tulum peyniri (Üçharman)	Divle
	Ereğli tulum peyniri	Ereğli
	Ermenek tulum peyniri	Ermenek
	Erzincan (Şavak) tulum peyniri	Erzincan ve Elazığ
	Giresun tulum peyniri	Giresun
	Isparta tulum peyniri	Isparta
Kuru	Karaburun lorlu tulum peyniri	Karaburun
	Karın kaymağı peyniri	Gümüşhane ve Sarıkamış
	Kayseri tulum peyniri	Kayseri
	Konya küflü peyniri	Konya
	Ordu çökelekli tulum peyniri	Ordu
	Pasinler lorlu tulum peyniri	Pasinler
	Trabzon tulum peyniri	Vakfikebir ve Sürmene

Erzincan tulum peyniri Türkiye’nin ilk coğrafi işaret tescilli peyniri olup, Erzincan Ticaret ve Sanayii Odasının 2000 yılında başvurusu ile 29.08.2001 tarihinde C2000/004 dosya numarası

ile ‘‘Peynirler’’ kategorisinde 30 tescil numarası ile Türk Patent ve Marka Kurumu (TPMK) tarafından tescil edilmiştir (akmakı ve Salık, 2021; Türk Patent, 2000). TPMK’ya göre Erzincan Tulum Peyniri ‘‘Beyaz ve krem renkte, kolay dağılmayan, ağza alındığında bileşenlerinden kaynaklanan kendine özgü aroması kolaylıkla hissedilen, yarı sert, homojen yapıda ve belirgin asidik tattadır’’. Erzincan tulum peynirinin üretimi şu şekilde yapılır; yalnızca Akkaraman koyununun sütünden ya da Akkaraman koyununun sütüne en çok % 5 oranında Morkaraman koyunu sütü veya keçi sütü ilave edilerek üretilir. Üretim yılın 4.ve 12. ayları arasında yapılır. Erzincan tulum peyniri çiğ sütten üretildiği için en az 4 ay boyunca olgunlaştırılmalıdır. 1 kg tulum peyniri 4-5 litre sütten elde edilir. Erzincan Tulum Peynirinin ayırt edici özelliklerini; yapısındaki en az % 95 oranındaki koyun sütü, buzağı veya kuzu şirdeninden geleneksel şekilde üretilmiş peynir mayası ve kaynak tuzu kullanılarak keçi ve koyun derisi tulumlara veya gıdalla temasa uygun ambalaj malzemesine sıkıca basılarak üretilmesi sağlar (Türk Patent, 2000).

Tulum peynirlerinin farklı şekilde ambalajlanması, olgunlaşma dönemi ve uçucu aroma maddeleri konsantrasyonu konularındaki çalışmalar devam etmektedir (Gürses, 2002; Sengül ve akmakı, 2003; Hayaloğlu, akmakı, Brechany, Deegan ve McSweeney, 2007; akmakı, Dağdemir, Hayaloğlu, Gürses ve Gündoğdu, 2008; Arslaner, 2008; Avşar ve Karagl-Yüceer, 2009).

2.1. ERZİNCAN TULUM PEYNİRİNİN BİLEŞİMİ VE ÖZELLİKLERİ

TPMK’ya göre Erzincan tulum peynirinde kuru madde an az %55, nem en çok % 45, kuru maddede tuz en çok %5, kuru maddede yağ en az %45, asitlik ise laktik asit cinsinden en çok %2 olmalıdır (Türk Patent, 2000). Tablo 2’de Erzincan tulum peyniri bileşimi üzerine yapılan araştırmaların sonuçları verilmiştir.

Tablo 2. Erzincan Tulum Peynirinin Yüzde Kimyasal Bileşimi ile Asidite ve pH Değerleri.

Rutubet	Yağ	Protein	Tuz	Kl	Asitlik*	pH	Kaynak
46.8	28.2	18.5	3.4	4.7	1.83	-	(Kurt, akmakı, ağlar ve Akyüz, 1991)
37.29	34.96	21.54	4.66	5.50	1.66	-	(Akyüz, 1981)
44.50	25.73	24.56	3.26	-	1.82	-	(Arıcı ve şimşek, 1991)
42.81	-	-	-	-	1.41	5.30	(Bostan ve Uğur, 1992)
42.07	24.49	-	3.38	4.47	.39	-	(Bostan, Uğur ve Aksu, 1992)
46.29	27.76	16.91	3.44	5.22	1.61	-	(Dığrak, Yılmaz ve zelik, 1994)
39.17	30.03	24.63	4.30	5.82	1.88	-	(Ceylan, ağlar ve akmakı, 2007)**
38.48	35.25	20.48	3.52	4.46	0.89	4.98	(Arslaner ve Türkmen, 2024)

*Asitlik Laktik asit cinsinden **Geleneksel yöntemle yapılmış ortalama

Erzincan Tulum Peyniri’nin özellikleri, üretimin gerçekleştirildiği coğrafı konum ve üretim sürecinin her aşamasını etkileyen insan faktörleriyle yakından ilişkilidir (Arslaner ve Türkmen, 2024). Tablodaki veriler göz önüne alınarak Erzincan tulum peynirinin kimyasal içeriğinin farklı olabileceği ve bileşimindeki maddelerin miktarlarının geniş aralık içinde değişebileceği, standart bir üretim ve ürün bileşiminden söz etmenin oldukça zor olduğu anlaşılmaktadır.

2.2. TULUM PEYNİRİ ÜRETİM TEKNİĞİ

Erzincan Tulum peyniri geleneksel ve ticari olarak üretilebilmekte olup üreticiler tarafından daha çok geleneksel yöntem tercih edilmektedir. Yaylalarda üretilen tulum peyniri hem yurt içinde satılmakta hem de yurt dışına ihraç edilmektedir. Ancak son yıllarda köyden şehirlere olan göç nedeniyle yaylalardaki peynir üretimi azalarak yerini imalathanelere bırakmıştır. Buralarda genellikle hazır maya kullanılmaktadır. Yaylalarda üretilen peynirlerde ise yöre halkı genellikle içerisinde çeşitli bitkilerin de olduğu ev yapımı maya kullanılmaktadır (Tekinşen ve Akar, 2017; Dülgeroğlu ve Aksoy, 2017).

2.2.1. Geleneksel Üretim

Geleneksel üretimde genellikle koyun sütü tercih edilse de koyun sütüne inek ve keçi sütü karıştırılarak da üretim yapılabilir (Yılmaz, Ayar ve Akın, 2005). Sağım sonrası süt süzülür, çiğ olarak 28-32°C sıcaklıklarda ticari peynir mayaları ile mayalanır. Pıhtılaşma süresi maya aktivitesi ve miktarına bağlı olarak değişmekle birlikte en uygun sürenin 36°C'de 45 dakika olduğu belirtilmektedir (Karaibrahimoğlu ve Üçüncü, 1988). Sütün mayalanıp pıhtılaştırılmasının ardından pıhtı gelişi güzel parçalanır. Pıhtının elyaf çuvallara doldurulup serin bir ortamda 14-16 saat bekletilmesiyle peynir altı suyu uzaklaştırılır. Son yıllarda bu süreç hızlandırılarak 2-2,5 saatlik baskılama yapılır ve peynir altı suyunun daha hızlı uzaklaşması sağlanır. Teleme daha sonra elle ya da sopa yardımıyla parçalanır. Peynir altı suyunun tamamen uzaklaştırılması için teleme tekrar torbalara konarak 1-3 gün süreyle baskı altında bırakılır. Bu sürecin sonunda teleme iyice parçalanır ve % 2-4 oranında kuru tuz eklenir. Bu süreçte bazı işletmeler telemeye yoğurt veya süt ekleyerek peynirin lezzetini ve dokusunu iyileştirmeye çalışır ayrıca eklenen yoğurt ve sütün dolum işlemini kolaylaştırdığı belirtilmektedir. Yoğurt eklendikten sonra 2-3 saatte bir karıştırılmak suretiyle 18-24 saatlik ön olgunlaştırma işlemi uygulanmaktadır. Ön işleme tamamlanan peynirler keçi veya koyun derisinden hazırlanmış tulumlara hava kalmayacak şekilde doldurulmaktadır. Son yıllarda ambalaj materyali olarak plastik bidonlar kolay elde edilmesi, ucuz ve dayanıklı olması nedeniyle bu amaçla kullanılmaktadır (Kurt, Çakmakçı, Çağlar ve Akyüz 1991; Akyüz 1981; Güven 1993; Koca 1996; Kurt ve Öztekin, 2011). Doldurma işlemi gerçekleştirilen plastik bidon ve/veya tulumlar, sıcaklığı 2-3°C ve nispi nemi %80-82 olan soğuk hava depolarında veya doğal mağaralarda 90-120 gün boyunca olgunlaştırma işlemine tabi tutulmaktadır (Koca 1996; Kurt ve Öztekin, 2011). Bu süreçler peynirin özgün tadını, dokusunu ve aromatik özelliklerini şekillendiren önemli aşamalarıdır.

Olgunlaştırma işlemi son yıllarda soğuk hava depolarında gerçekleşmekte olup obruk ve mağaralarda da gerçekleştirilmektedir. Tulum peynirleri, öteki peynir çeşitlerine göre daha uzun bir olgunlaşma dönemi geçirmektedir. Piyasaya sürülmeden önce en az 3 ay mağaralardaki olgunlaşma işleminin ardından bir süre de tüketilinceye kadar geçmektedir. Tulum peynirlerinde toplam olgunlaşma süresi bazen 1 yıla kadar uzayabilir. Geleneksel olarak keçi derisinde gerçekleştirilen olgunlaştırma işlemi esnasında peynirdeki su keçi derisinin gözeneklerinden dışarı sızılmaktadır. Deri gözenekli yapıya sahip olduğundan oksijen geçirgenliği peynirde okside bir tat oluşmasını sağlamaktadır (Çakmakçı, Hayaloğlu ve Kolçak, 2009a). Tulum peynirlerinde randıman, üretim tekniğinin ilkel olması ve kullanılan hammaddenin farklı kalitede olması sebebiyle düşüktür. Karışık yağlı süttten üretilen tulum peynirlerinde randıman ortalama % 12, yavan (yağı alınmış) süttten üretilenlerde bu oran yaklaşık % 9'dur (Tekinşen ve Tekinşen, 2005).

Tablo 4. Erzincan Tulum Peyniri Üretim Aşamaları (Çakmakçı,Hayaloğlu ve Kolçak 2009a)

Koyun sütü (koyun sütünün az olması durumunda keçi sütü de karıştırılabilir.)
Filtrasyon ve Kaba Süzme
Geleneksel yöntemle üretilmiş şirden maya ilavesi 100mL/10 L süt
Pıhtının kırılması
Pıhtının bez torbalara doldurulması
Oda sıcaklığında 24 saat baskı (torbalar üst üste yığılarak)
Torbalardan çıkarılıp elle yoğurma/parçalama
Kuru tuzlama (%3 NaCl)
Tekrar torbalara dolun ve 10 gün süre ile baskılama/ peynir suyunu uzaklaştırma
Ambalajlama (tulumlarda veya plastik ambalajlarda)
Olgunlaşma (4-6 ⁰ C ‘de 3- 6 ay veya daha uzun süre)

2.2.2. Ticari Üretim

Ticari üretim tekniklerinde kullanılan bu yöntem, geleneksel tekniklere dayansa da modern üretim yöntemleriyle uyarlanarak daha verimli hale getirilmiştir. Üreticiler genellikle “kelle peynir” olarak da bilinen telemeyi kullanır ve bu teknikle 100 kg kelle peynirden yaklaşık 60 kg tulum peynirin elde edilebildiği belirtilir. Ticari üretimde Geleneksel yöntemin bazı adımları korunarak modernize edilmiş süreçler uygulanır. Ticari üretimde yapılan temel aşamalar aşağıda belirtilmiştir.(Tekinşen ve Akar 2017).

Tablo 5. Erzincan Tulum Peynirinin Ticari Üretim Tekniği (Tekinşen ve Akar 2017).

Telemenin parçalanması ve tuzlanması
Telemenin baskılanması
Telemenin kalıplanması
Telemenin olgunlaştırılması
Paketleme ve satış

Teknelerde yağlı kelle peynirler küçük parçalara ayrılarak %3-5 oranında kuru tuzlama işlemine tabi tutulur. Tuzlama işlemi sonrasında teleme bez çuvallara sıkıca doldurulur. Dolun sonrası 5-6 torbanın üst üste istiflenmesi ve periyodik olarak yerlerinin değiştirilmesiyle 3-5⁰C’de 10-15 gün süreyle baskılama işlemi yapılmaktadır. Teleme yüksek devirli bir parçalama makinesi sayesinde daha küçük parçalara ayrılır ve farklı kapasitedeki plastik bidonlara hava boşluğu kalmayacak şekilde dolun işlemi gerçekleştirilir. Deri tulumlara yapılacak dolun makineyle uyumlu olmadığından tahta sopalarla gerçekleştirilir. Tulumlar dikilerek kapatılır. Dolun işlemi sonrası 3-4⁰C’deki soğuk hava depolarında 90 gün olgunlaştırma işlemi gerçekleştirilir. Geleneksel olarak tulum veya plastik bidonlar içerisinde olgunlaştırılan peynirler direkt olarak bu ambalajlar içinde satılabildiği gibi farklı şekillerde de pazara sunulabilir. Günümüzde bazı üreticiler olgunlaşma sürecinden sonra peyniri bidon veya tulumlardan çıkarıp farklı miktarlarda vakum paketleme ile de satışa sunmaktadır. (Tekinşen ve Akar 2017).

3. RAF ÖMRÜ

Geleneksel Erzincan tulum peyniri çiğ süttten yapıldığından dolayı raf ömrü için en önemli kriterlerin başında süütün mikrobiyolojik kalitesi gelmektedir. Bununla beraber üretimin hijyen şartları, çalışanların hijyen bilinci, ekipmanların temizliği, ortamın sıcaklığı, depolama şartları, ambalaj materyali gibi unsurlar peynirin raf ömrü ve güvenliği üzerine oldukça etkilidir.

Ambalajlama gıda maddelerinin raf ömrünü arttırmada ve kaliteyi korumada önemli bir faktördür. Vakum paketleme yöntemi, özellikle süt ve süt ürünlerinde oldukça yaygın kullanılan ambalajlama tekniğidir. Bu yöntemle ambalaj içerisindeki oksijenin büyük bir kısmı çıkarılır, böylece uçucu bileşiklerin buharlaşmasını engellenir, gıdanın rengi ve tadını korur, gıda çevresel faktörlerden korunur ve daha esnek kalıplarla daha az yer kaplayarak ürünün cazibesini artırır ve bu süreçteki hedef ürünün raf ömrünü arttırmaktır (Üçüncü, 2003).

Gıdaları muhafaza etmede yaygın olarak kullanılan maddelerden biri de sorbik asit ve tuzlarıdır. Sorbatlar gıdaların raf ömrünü uzatmak için kullanılan organik tuzlar olup mikrobiyal büyümeyi engellemektedir. Genel olarak potasyum tuzu formunda tercih edilmektedir. Potasyum sorbat, iyi çözünebilmesi ve kullanıldığı ürünlerde etkili koruma sağlaması nedeniyle tercih edilmektedir. Mikrobiyolojik açıdan potasyum sorbatın koliform grubu, fekal streptokok mikroorganizmalar ile maya ve küfler üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Erzincan tulum peynirlerine potasyum sorbatın ilave edilmesi ve vakum paketlenerek raf ömrünün uzatılabileceği düşünülmektedir Ancak, ülkemizde yaygın bir şekilde tüketimi yapılan tulum peynirlerinde sorbatların kullanılabilirliği ile ilgili herhangi bir veri bulunmamaktadır (Üçüncü, 2003; Demir, Öksüztepe, İncili ve İlhak, 2017).

Erzincan Tulum peynirinin üretildiği bazı yaylalarda da yöre halkının kendi ev ya da imalathanelerinde yaptıkları peynirlerde, içeriğinde çeşitli bitkilerin de bulunduğu, ev yapımı maya tercih ettikleri görülmüştür. Maya hazırlandıktan sonra son olarak yörede yetişen mustafa çiçeği (*Securigera orientalis* subsp. *orientalis* (Mill.) Lassen) ve tutya (*Primula auriculata* Lam.) olarak bilinen taksonlardan herhangi birisinin çiçekli toprak üstü kısımlarından hazırlanmış olan demet karışıma eklenir. Sıcak bir ortamda üç gün bekletildikten sonra ev yapımı maya kullanıma hazır hale gelmiş olur. Yöredeki peynir üreticileri belirtilen bitkiler kullanılarak yapılan maya ile üretilen peynirlerin, hazır maya ile üretilenlerden daha uzun süre bozulmadan kaldığını bildirmişlerdir (Dülgeroğlu ve Aksoy 2017). Bazı peynir çeşitlerinde çeşitli bitkiler kullanılmaktadır. Ülkemizde Van otlı peyniri gibi çeşitli peynirlerin yapımında bitkilerin kullanıldığını gösteren çalışmalar yapılmıştır. Van Otlı Peyniri üzerine yapılan araştırmalar, bu peynirin üretiminde kullanılan çeşitli bitkilerin antimikrobiyal özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu sayede peynir daha uzun süre bozulmadan saklandığı, ayrıca bu bitkilerin peynirin vitamin ve antioksidan içeriğini artırarak besin değerini de arttırdığı belirtilmiştir (Çelik, Özyürek, Altun, Bektaşoğlu, Güçlü, Berker, Özgökçe ve Apak, 2008).

3.1. MİKROBİYOLOJİK ÇALIŞMALAR

Üretilen peynir çeşitlerinin kalitesi büyük ölçüde mikrofloraya bağlıdır. Mikroflorada bazı *Staphylococcus* ve *Micrococcus* türlerinin ve alt gruplarının varlığı ürünün kalitesi ve hijyenik oluşu hakkında bize geniş bir bilgi verir. *Staphylococcus* un bazı suşları enterotoksin oluşturarak insan sağlığını tehlikeye atarken *Micrococcus* suşları da peynirin lezzetine katkıda bulunur (Fryer, 1969; Tekinşen ve Çelik, 1979). Tablo 3'te Erzincan tulum peynirinin mikrobiyolojik özelliklerine yapılan çalışmalar verilmiştir.

TAB*	Lipolitik Bakteriler	Proteolitik Bakteriler	Laktobasil Bakteriler	Koliform Bakteriler	Maya ve Küf	KAYNAK
2.1x10 ⁹	1.9x10 ⁶	1.7x10 ⁷	8.5x10 ⁶	3.2x10 ⁶	1.8x10 ⁶	(Kurt, Çakmakçı, Çağlar ve Akyüz, 1991)
3.2x10 ⁸	-	-	-	7.3x10 ³	1.1x10 ⁶	(Bostan ve Uğur, 1992)
1.8x10 ⁹	-	-	1.1x10 ⁷	2.4x10 ³	3.6x10 ⁶	(Dığrak, Yılmaz ve Özçelik, 1994)
4.5x10 ⁸	-	1.9x10 ⁸	-	1.8x10 ⁶	9.1x10 ⁴	(Arslaner ve Türkmen, 2024)

Tablo 3. Erzincan Tulum Peynirinin Mikrobiyolojik Özellikleri

*Toplam Aerobik Mikroorganizma

Erzincan tulum peynirinin küf florasını *Penicilium chrysogenum*, *Penicilium expansum*, *Penicilium nodatum*, *Penicilium verrucosum*, *Penicilium roqueforti*, *Cladosporium herbarum*, *Cladosporium makrocarpum*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus mangininni*, *Aspergillus niger* ve *Alternaria alternata* türleri oluşturmaktadır. Tulum peynirinin kendine özgü terayağımsı aromasını oluşturan ve uçucu yağ asitlerini ortaya çıkaran lipolitik, proteolitik ve laktik asit mikroorganizmalarının sayıları Kaşar ve Van otlı peynirden daha fazladır. Bu nedenle aroma ve lezzeti bu peynirlerden daha belirgindir (Kamber, 2005).

Ülkemizde, peynirlerin hijyenik durumunun tespiti amacıyla toplam mikroorganizma sayımı, Fekal Streptokok, Koliform, Salmonella, Brusella grubu bakteri, küf ve mayaların izolasyonu ve sayımları gibi çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda Erzincan tulum peynirinin mikrobiyolojik nitelikler bakımından Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'nde belirtilen kriterlere uygun olmadığı tespit edilmiştir (Dığrak, Yılmaz ve Özçelik, 1994).

3.2. AMBALAJ

Tulum peyniri, adını geleneksel olarak kullanılan ambalaj materyali olan "tulum"dan almış olmasına rağmen, günümüzde piyasada satılan tulum peynirlerinin büyük bir kısmı plastik bidonlarda satışa sunulmaktadır. Eskiden, teneke ve diğer modern ambalaj malzemeleri bulunmadığı için peynirin tulum içerisinde muhafazası tercih edilmiştir. Son yıllarda teminin kolay olması, ucuz ve dayanıklı olması nedeniyle gıda ambalajlama açısından güvenilirliği henüz net olmayan plastik bidonlar tercih edilmektedir (Ünsal, 1997).

Tulum peyniri üretiminde geleneksel ambalaj materyali olarak deri kullanılmasına rağmen, son yıllarda Erzincan tulum peynirinin büyük bir kısmı, ucuz ve dayanıklı olmasının yanı sıra kolay erişilebilirliği nedeniyle gıda ambalajlamada çok güvenilir olmayan, plastik bidon ve kaplarda satışa sunulmaktadır (Akyüz ve Gülümser 1984; Güven ve Konar, 1994). Erzincan tulum peyniri gibi yağlı ve asidik yapıya sahip ürünlerin, gıda güvenliği açısından uygun olmayan plastik ambalajlarda muhafaza edilmesi birtakım kanserojenik maddelerin gıdaya geçme riskini arttırmaktadır. Bu durum, bu tür ambalajların kullanım güvenilirliğini tartışmalı hale getirmektedir. Bu değişim hem maliyet avantajı hem de pratiklik sağlasa da bazı gıda güvenliği kaygılarına yol açmaktadır. Gelişmiş ülkelerde peynirler için kullanılan ambalaj malzemelerinin taşınması gereken özellikler belirlenmiş olsa da ülkemizde bu konuda standart bir uygulama yoktur (Şengül ve Çakmakçı, 1996; Bostan, Uğur ve Aksu, 1992).

Tulum peyniri üretiminde sentetik kılıf kullanılabileceği de ileri sürülmüştür ancak sentetik kılıf kullanımı durumunda ortamının yüksek bağıl nem oranına sahip olması gerektiği

belirtmiştir. Türk Gıda Kodeksi Peynir tebliğinde ise sentetik kılıf kullanımından bahsedilmemektedir. Deri ambalajın kullanımı; mikrobiyal problemler, yüksek maliyet, estetik sorunlar ve taşıma zorlukları gibi dezavantajlardan nedeniyle giderek daha az tercih edilmektedir. Bu nedenlerle sentetik kılıfların kullanımına olan talep artmaktadır. Ayrıca, yapılan araştırmalarda plastik bidonlarda ve sentetik kılıflarda olgunlaştırılan peynirlerin, keçi derisinden yapılmış tulumdakilerden görünüm, tat, koku ve yapı bakımından daha üstün olduğu belirtilmiştir (Keleş 1995; Arslaner 2008; Tekinşen, Nizamlıoğlu, Keleş, Atasever ve Güner 1998). Derinin ambalaj materyali olarak kullanılması fekal kontaminasyonlara yol açabilmektedir. Bu nedenle daha ucuz ve daha hijyenik ambalaj materyallerinin kullanım olanakları araştırılmalıdır (Ceylan, Çağlar ve Çakmakçı 2007).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Erzincan tulum peyniri; üretimi, olgunlaştırma süresi, nakliyesi, satışa sunulması ve tüketimi yaklaşık bir seneyi bulabilmektedir. Soğuk zincir ile taşıyıp tüketiciye ulaşması sonrasında da buzdolabı sıcaklığında bekletilmesi gereken bir üründür. Çiğ sütün kalitesi, üretim hijyeni ve ambalaj materyali raf ömrü üzerine etki eden unsurların başında gelmektedir. Genellikle geleneksel üretimi yapılan bu peynir çeşidinde bazı üreticiler farklı aromatik bitkiler de kullanılmaktadır. Bitki kullanılarak veya kullanılmadan üretilen peynirlerin raf ömrü farkı üzerine bir çalışma veya bilgi bulunmamaktadır. Erzincan tulum peyniri üretiminde gerek mandıralarda gerekse aile işletmelerinde standart bir üretim tekniği uygulanmamaktadır. Üretim genellikle geleneksel yöntemlerle yapılmakta olup, bu da piyasadaki peynirlerin farklı lezzet ve kalitelerde olmasına yol açmaktadır. Bu çeşitlilik üreticiden tüketiciye kullanılan sütün kalitesi, fermantasyon süresi, işleme yöntemlerinin değişikliği ve farklı ambalaj materyallerinin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Tulum peynirinde kullanılan ambalaj materyalinin içeriği ve sahip olması gereken kriterler daha net ve detaylı bir şekilde ortaya konulmalıdır. Bu nedenle Erzincan Tulum peyniri coğrafi işaretle koruma altına alınmasına rağmen üretimde ve olgunlaştırmada belirli bir standarda oturmamış bölgesel farklılıklar gösteren bir ürün olarak kabul edilebilir ve üretiminde standardizasyona ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Akyüz N, (1981). Erzincan (Şavak) tulum peynirinin yapılışı ve bileşimi. Atatürk Üniversitesi Zir Fak Dergisi 12(1): 85-112.
- Akyüz, N., ve Gülümser, S. (1984). Yozgat Çanak Peynirinin Yapılışı Bileşimi ve Olgunlaştırılması. Gıda, 9(4).
- Arıcı M., Şimşek O., 1991. Kültür kullanımının tulum peynirinin duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi. Gıda, 16, 53-62
- Arslaner, A. (2008). Geleneksel yöntem ve farklı sütlerden ısıl işlem uygulanarak üretilen ve farklı ambalaj materyallerinde olgunlaştırılan Erzincan tulum peynirinde bazı kalite niteliklerinin tespiti.
- Arslaner, A., ve Türkmen, Ö. (2024). Biochemical and physicochemical characteristics and volatile profiles of Erzincan Tulum cheese coagulated by herb-fortified artisanal lamb rennet. Small Ruminant Research, 107368.
- Avşar, Y.K., Karagül-Yüceer, Y. (2009). Erzincan tulum peynirinin aroma profili ve aroma aktif bileşiklerinin belirlenmesi (s:97). 6. Gıda Mühendisliği Kongresi, 6 - 8 Kasım, Kemer, Antalya.
- Bostan, K., Uğur, M. ve Çiftçioğlu, G. 1992: Tulum peynirinde laktik asit bakterileri ve küf florası. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.17(2):111-118.
- Bostan K., Uğur M., 1992. Tulum peynirlerinde starter kültür kullanımı üzerine bir araştırma. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 17, 97-110.

Bostan K., Uğur M., Aksu H., 1992. Deri ve plastik bidonlar içinde satışı sunulan tulum peynirlerinin duysal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Pendik Hayv Hast Merk Araşt Enst Derg*, 23, 75-83.

Ceylan ZG., Çağlar A., Çakmakçı S., 2007. Some physicochemical, microbiological, and sensory properties of Tulum cheese produced from ewe's milk via a modified method. *International Journal of Dairy Technology*, 60, 191-197

Çakmakçı, S., Dağdemir, E., Hayaloğlu, A. A., Gürses, M., ve Gündoğdu, E. (2008). Influence of ripening container on the lactic acid bacteria population in Tulum cheese. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24, 293-299.

Çakmakçı, S. Hayaloğlu, A.A., Kolçak, M. (2009a) Her yönüyle Erzincan Tulum Peyniri (s:750-753). II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29 Mayıs , Van

Çakmakçı, S., ve Salık, M. A. (2021). Türkiye'nin coğrafi işaretli peynirleri. *Akademik Gıda*, 19(3), 325-342.

Çelik, S.E., Özyürek, M., Altun, M., Bektaşoğlu, B., Güçlü, K., Berker, K.I., Özgökçe, F. ve Apak, R. 2008, Antioxidant Capacities of Herbal Plants Used in the Manufacture of Van Herby Cheese: 'Otlı Peynir'. *International Journal of Food Properties*, 11 (4), 747- 761

Çolak, M. K.: Munzur'dan New York'a. *Sabah gazetesi*. 3 subat 1997. <http://arsiv.sabah.com.tr/1997/02/03/e02.html> (Erişim tarihi:10/09/2024)

Dağdemir V. 2000. Erzincan ilinde Tulum peynirinin imalat maliyeti ve pazarlama marjının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 57-61

Demir, P., Öksüztepe, G., İncili GK., ve İlhak Oİ, 2017. Vakum paketli Şavak tulum peynirlerinde potasyum sorbatın kullanımı. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23(1).

Dülgeroğlu, C., ve Aksoy, A. (2017). Erzincan Tulum Peyniri Mayasında Katkı Maddesi Olarak Kullanılan Bitkiler. *Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (1), 156-167.

Dığrak M., Yılmaz Ö., Özçelik S., 1994. Elazığ kapalı çarşısında satışı sunulan Erzincan tulum (Şavak) peynirlerinin mikrobiyolojik ve bazı fiziksel kimyasal özellikleri. *Gıda*, 19, 381-387.

Fryer, T.B., 1969. Microflora of cheddar cheese flavour. *Dairy Sci. Abstr.*, 31, 471-490.

Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (2015/6) <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/02/20150208-16.htm>

Gürses, M. (2002). Tulum Peynirinde Farklı Depolama Şartlarında Aflatoksin Oluşum Potansiyelinin Belirlenmesi (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum).

Güven M., 1993. İnek, Koyun ve Keçi Sütlerinden Üretilen ve Farklı Materyallerde Olgunlaştırılan Tulum Peynirlerinin Özellikleri Üzerine Karşılaştırılmalı Bir Araştırma. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Güven, M., Konar, A.(1994): İnek sütlerinden üretilen ve farklı ambalajlarda olgunlaştırılan tulum peynirlerinin mikrobiyolojik özellikleri. *Gıda*, 19 (3): 179- 185, 1994a

Hayaloğlu, A. A., Çakmakçı, S., Brechany, E. Y., Deegan, K. C., ve McSweeney, P. L. H. (2007). Microbiology, biochemistry, and volatile composition of Tulum cheese ripened in goat's skin or plastic bags. *Journal of Dairy Science*, 90(3), 1102-1121.

Kamber, U. (2005). Geleneksel Anadolu Peynirleri. U. Kamber. S:83

Karabrahimoğlu Y., Üçüncü M., 1988. Erzincan Tulum Peynirinin işlem ve ürün parametrelerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, Seri B 6, 79-97.

Keleş A. 1995. Çiğ ve pastörize süttten üretilen tulum peynirinin farklı ambalajlarda olgunlaştırılmasının kaliteye etkisi üzerine araştırmalar. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Tezi, Konya

Kılıç S., Gönç S., Uysal H., Karagözlü C., 1998. Geleneksel yöntemle ve kültür kullanılarak yapılan İzmir tulum peynirinin olgunlaşma süresince meydana gelen değişikliklerin kıyaslanması. Geleneksel Süt Ürünleri. Milli Produktivite Merkezi Yayın No: 621, 43-64, Mert Matbaası, Ankara.

Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A., ve Akyüz, N. (1991). Erzincan Tulum (Şavak) peynirinin yapılışı, duyuşsal, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde bir araştırma. Gıda, 16(5).

Kurt A. 1996. Süt Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi. Erzurum

Kurt, A., ve Öztekin, L. (2011) Şavak Tulum Peynirinin Yapım Tekniği Üzerinde Araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(3-4).

Koca N., 1996. Çeşitli Starter Kültür Kombinasyonlarının İzmir Teneke Tulum Peynirlerinin Nitelikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir

Özalp E, Kaymaz S, Akşehirli E. 1978. Erzincan tulum peynirlerinde enterotoksijenik stafilocoklar ve salmonellalar yönünden bir araştırma. Ankara Üniv Vet Fak Dergisi, 25(1)

Sert S, ve Kıvanç M. 1984. Erzurum piyasasında taze olarak tüketime sunulan beyaz peynirlerin hijyenik kaliteleri üzerine bir araştırma. Atatürk Üniv Ziraat Fak Dergisi, 15(3-4):79-89.

Şengül M., ve Çakmakçı S., 1996. Çiğ ve pastörize inek sütünden yapılan ve farklı ambalaj materyallerinde olgunlaştırılan tulum peynirlerinde bazı kalite kriterleri. Süt Teknolojisi Dergisi 1,13-21

Şengül, M. ve Çakmakçı, S., 1998. Erzincan Tulum (Şavak) peynirlerinin bazı kalite kriterleri üzerine ambalaj materyali ve olgunlaşma süresinin etkisi. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, Bildiri Kitabı (14-18 Eylül 1998), s. 1687-1698, Erzurum

Şengül, M., ve Çakmakçı, S. (2003). Characterization of natural isolates of lactic acid bacteria from Erzincan (Savak) Tulum cheese.

Tekinşen O.C. ve Çelik C., 1979. Savak peynirinde Siaphylococcus lar ve Micrococcus'lar. A.Ü. Vet. Fak. Dergisi, 3-4, 47-63.

Tekinşen O.C., & Tekinşen K.K., 2005. Süt ve Süt Ürünleri: Temel Bilgiler, Teknoloji, Kalite Kontrolü. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.

Tekinşen, O. C., Nizamlıoğlu, M., Keleş, A., Atasever, M. ve Güner, A. 1998: Tulum peyniri üretiminde yarı sentetik kılıfların kullanılabilme imkanları ve vakum ambalajlamanın kaliteye etkisi. Vet. Bilimleri Derg. 14(2): 63-70.

Tekinşen, K., ve Akar, D. (2017). Erzincan tulum cheese.

Türk Patent ve Marka Kurumu (Türk Patent, 2000), Erzincan Tulum Peyniri, Coğrafi İşaret Tescil Belgesi (Tescil No:30) <https://ci.turkpatent.gov.tr/Files/GeographicalSigns/26af60f7-d8d7-46b4-86b6-a7ff6dc30c72.pdf> (Erişim tarihi: 10/09/2024)

Üçüncü, M. (2003). Peynirlerin ambalajlanması. Akademik Gıda, 1(3), 20-25.

Ünsal A., 1997. Süt Uyuyunca–Türkiye Peynirleri. I. Baskı, Yapı Kredi Kültür Sanat Yayıncılık Ticaret ve Sanayi Anonim Şirketi, İstanbul.

Yılmaz G., Ayar A., Akın N., 2005. The Effect of mikrobial lipase on the lipolysis during ripening of Tulum cheese. Journal of Food Engineering, 69

Yıldırım, H. (2014). Geleneksel şavak tulum peynirinin olgunlaştırılması esnasında aside adapte ve adapte edilmemiş salmonella'ların yaşamının araştırılması (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tunceli, Türkiye).

YENİ BİR FONKSİYONEL İÇECEK OLARAK FERMENTE SEMİZOTU (PORTULACA OLERACEA L.) SUYU: DERLEME

FERMENTED PURSLANE (PORTULACA OLERACEA L.) JUICE AS A NOVEL FUNCTIONAL BEVERAGE: A REVIEW

Tuğba Gül DİKME

Öğr. Gör. Dr, Harran Üniversitesi, Siverek MYO, Gıda Teknolojisi Programı, Şanlıurfa,
Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2212-6443>

Hakiye ASLAN

Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık MYO, Gıda İşleme Bölümü,
Bingöl, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2936-5367>

ÖZET

Bu derleme çalışmasında, fermente semizotu suyu (*Portulaca oleracea* L.) üzerine yapılan son araştırmalar incelenmektedir. Semizotunun zengin besin profili ve sağlık yararlarının laktik asit fermantasyonu ile daha arttığı ve gastrointestinal sağlığı desteklediği tespit edilmiştir. Araştırmalar, fermente semizotu suyunun irritabl bağırsak sendromu (IBS) gibi rahatsızlıklara karşı olumlu etkiler sağladığını ortaya koymaktadır. Özellikle *Lactobacillus kunkeei* ve *Pediococcus pentosaceus* suşları, biyoaktif bileşenlerin ve fenoliklerin biyoyararlanımını artırarak oksidatif stresi azaltmaktadır. Fermantasyon süreci ayrıca, oksalik asit seviyelerini düşürmekte ve gama aminobütirik asit (GABA) gibi sağlık yararları olan bileşenlerin miktarını artırmaktadır. Semizotunun bu özellikleri, fermente semizotu suyunu potansiyel bir fonksiyonel gıda olarak öne çıkarmakta ve gelecekteki çalışmalar için yeni bir araştırma alanı sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Semizotu, fermantasyon, fonksiyonel içecek

ABSTRACT

In this review, examines recent research on fermented purslane juice (*Portulaca oleracea* L.). It has been found that the rich nutritional profile and health benefits of purslane are enhanced by lactic acid fermentation and support gastrointestinal health. Studies show that fermented purslane juice provides positive effects against disorders such as irritable bowel syndrome (IBS). In particular, *Lactobacillus kunkeei* and *Pediococcus pentosaceus* strains reduce oxidative stress by increasing the bioavailability of bioactive compounds and phenolics. The fermentation process also reduces oxalic acid levels and increases the amount of compounds with health benefits, such as gamma aminobutyric acid (GABA). These properties of purslane highlight fermented purslane juice as a potential functional food and offer a new research area for future studies.

Key words: Purslane, fermentation, functional beverage

GİRİŞ

Fonksiyonel içecekler, sağlık ve beslenme alanında hızla gelişen bir trend olarak ön plana çıkmaktadır (Bogue ve ark.,2017). Gıda endüstrisinde en hızlı büyüyen segmentlerden biri olan bu içecekler, sadece enerji sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda çeşitli sağlık faydaları da

sunmaktadır. Özellikle süt içermeyen fonksiyonel içeceklere olan talep, vegan ve vejetaryen diyetlerin benimsenmesi, laktoz intoleransı ve malabsorpsiyon gibi sağlık sorunlarının artışı ve diyetle ilişkili bulaşıcı olmayan hastalıkların (örneğin kardiyovasküler hastalıklar) yaygınlaşmasıyla hızla artmaktadır (Corbo ve ark., 2014). Ayrıca, sağlık odaklı ürünler arasında önemli bir yer edinmiş olan bu içecekler hastalıkların önlenmesi ile yaşam kalitesinin artırılmasına yönelik bir çözüm olarak geliştirilmektedir (Filannino ve ark.,2018).

Fonksiyonel içecekler, içeriklerine bağlı olarak farklı kategorilere ayrılmaktadır: tahıl bazlı, meyve ve sebze bazlı, süt bazlı, baklagil bazlı, çay bazlı ve kahve bazlı içecekler bu kapsamda değerlendirilebilir (Sethi ve ark., 2016). Bu içecekler, besin öğeleri ve biyoaktif bileşenler açısından zengin olup, bu bileşenlerin biyoyararlanımını artırarak vücudun bu maddeleri daha etkin bir şekilde kullanmasını sağlamaktadır (Ghoshal ve Kansal, 2019). Genellikle çözünen diyet lifleri, vitaminler, mineraller, yağ asitleri ve fitokimyasallar (örneğin fitoöstrojenler, fenolik bileşikler, flavonoidler ve karotenoidler) içeren bu içecekler, sağlık açısından önemli katkılar sağlayarak çeşitli hastalıkların önlenmesinde rol oynayabilmektedir (Petropoulos ve ark., 2016; Zhou ve ark., 2015).

Fonksiyonel içeceklerin geliştirilmesinde kullanılan önemli biyoteknolojik yöntemlerden biri fermantasyondur. Fermantasyon, mikroorganizmaların organik maddeleri enzimatik yollarla farklı bileşiklere dönüştürdüğü biyolojik bir süreçtir. Bu işlem, içeceklerin besin profilini, işlevselliğini, sindirilebilirliğini ve raf ömrünü iyileştirirken, tadını ve aromasını da geliştirir (Filannino ve ark., 2017). Fermantasyon sırasında organik bileşikler, laktik asit ya da etanol gibi ürünlere dönüşerek içeceklerin fonksiyonel özelliklerini artırır. Bu süreçte sıklıkla kullanılan mikroorganizmalar arasında laktik asit bakterileri (LAB) yer almaktadır ve bu bakteriler, hem probiyotik özellikleri hem de sağlık yararları sağlayan postbiyotik bileşiklerin üretimi ile öne çıkar.

Laktik asit fermantasyonu, bitkisel bazlı matrislerin fonksiyonel potansiyelini artırmada etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Fermantasyon süreci, bitkisel fitokimyasalların biyoyararlanımını ve biyoaktivitesini artırarak, bu ürünlerin fonksiyonel bakteriyel metabolitlerle zenginleştirilmesine katkıda bulunur. Örneğin, siyah frenk üzümü, nar, üzüm, kivi, kiraz ve çilek gibi meyveler laktik asit bakterileri ile fermente edilerek hem yüksek besin değerine sahip hem de sağlık açısından faydalı içecekler elde edilmektedir (Zhou ve ark., 2015).

Fonksiyonel içecekler alanında bu tür yenilikçi yaklaşımlar dikkate alındığında, semizotu gibi bitkiler fermantasyon için oldukça uygun bir adaydır. Semizotu, yüksek besin içeriği ve biyoaktif bileşenleriyle bilinen, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından “küresel şifalı bitki” olarak kabul edilen önemli bir bitkidir. Yapısında bulunan proteinler, polisakkaritler, omega-3 ve omega-6 yağ asitleri, fenolik bileşikler, karotenoidler ve antioksidanlar, semizotunun geniş farmakolojik etkilerindedir. Bu bileşikler nöroprotektif, antimikrobiyal, antioksidan, antiinflamatuvar, antikanser ve antidiyabetik özellikler göstermektedir (Petropoulos ve ark., 2016)

Sonuç olarak, bu derleme çalışmasında, semizotunun fermantasyonu ile elde edilen fermente semizotu suyu, yeni bir fonksiyonel içecek olarak değerlendirilmektedir. Semizotunun içerdiği zengin biyoaktif bileşenler, fermantasyon süreciyle daha da zenginleştirilerek sağlık yararları artırılabilir. Bu çalışma, fermente semizotu suyunun, potansiyel fonksiyonel içecek üretimi açısından değerli bir kaynak olduğunu göstermekte ve gelecekte yapılacak araştırmalar için önemli bir referans olacağı öngörülmektedir.

Semizotu ve Sağlık Açısından Faydaları

Portulaca oleracea L., yaygın olarak semizotu olarak bilinen, Portulacaceae Juss ailesinin önemli bir üyesidir (Ocampo ve Columbus, 2012). Dünya genelinde yaygın bir dağılıma sahip olup, esasen tropik ve subtropik bölgelerde yetişmekte ve Güney Amerika ile Afrika'yı köken

merkezleridir (Nyffeler ve Egli , 2010). "Portulaca" ismi, Latince 'porto' (taşımak) ve 'lac' (süt) kelimelerinden türetilmiş olup, bitkide bulunan sütlü sıvıya atıfta bulunmaktadır. Literatürdeki birçok çalışma, semizotunun besin değeri, tıbbi özellikleri, fitoremediasyon potansiyeli ve estetik katkıları nedeniyle oldukça önemli bir bitki olduğunu ortaya koymaktadır (Ashrafi ve ark., 2015). Semizotu, antik dönemlerden bu yana halk ilacı olarak kullanılmış ve geleneksel beslenme kültürlerinde yer almıştır (Xiang ve ark., 1994). Birçok etnobotanik çalışma, bu bitkinin diyabet, idrar yolu enfeksiyonları, böbrek ve kardiyovasküler rahatsızlıklar, ishal, baş ağrısı, ülser, yılan ve böcek ısırıkları gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde yerli topluluklarca kullanıldığını bildirmektedir (Belcheff, 2012). Bu geniş kullanım alanı, bitkinin halk sağlığı uygulamalarında önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir.

Son yıllarda yapılan fitokimyasal analizler, semizotunun farklı bölümlerinde yüzlerce metabolitin varlığını ortaya koymuştur (Uddin ve ark.,2014). Bilim insanları, etnobotanik ipuçlarını takip ederek, semizotunun tıbbi etkilerini hem in vitro hem de in vivo çalışmalarda test etmiş ve farmakolojik potansiyelini destekleyen güçlü kanıtlar elde etmişlerdir (Bai ve ark., 2016). Modern bilimsel araştırmalar, bitkinin geleneksel tıbbi kullanımlarını doğrulamakta ve bu alandaki bilgiyi pekiştirmektedir. Fitokimyasal çalışmalar, semizotunun ω -3 ve ω -6 yağ asitleri, askorbik asit, tokoferoller, glutatyon ve β -karoten açısından zengin olduğunu ve nutrasötik bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir (Melilli ve ark., 2020). Taze ağırlık bazında yapraklarında yaklaşık olarak 100 gramda 300-400 mg alfa-linolenik asit, 12,2 mg alfa-tokoferol, 26,6 mg askorbik asit, 1,9 mg beta-karoten ve 14,8 mg glutatyon bulunduğu tespit edilmiştir (Simopoulos ve ark., 2005). Semizotu aynı zamanda alkaloidler, katekolaminler, fenolik asitler, antosiyaninler, flavonoidler, lignanlar, terpenoidler ve betalainler gibi özel metabolitlerin de önemli bir kaynağıdır (Jiang ve ark., 2018).



Şekil 1. Doğal ortamda semizotu bitkisi (Kumar ve ark., 2022).

Semizotu'nun Fitokimyasal Zenginliği

Semizotunun etnobotanik önemi göz önünde bulundurulduğunda, fitokimyasal bileşiminin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi oldukça önem arz etmektedir. *P. oleracea* L. üzerine yapılan çeşitli çalışmalar, bitkinin fitokimyasal analizini kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Bitkinin farklı bölümlerinde bulunan fitokimyasalları incelemek için hem nitel hem de nicel analiz yöntemleri uygulanmıştır (Negi, 2018). Bu çalışmalar, semizotunun sağlık açısından faydalı birçok önemli metaboliti içerdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, semizotunun kimyasal bileşiminin büyüme aşamalarına göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Bitkinin önemli

miktarda protein, nişasta ve temel amino asitler içerdiği tespit edilmiştir (Zhu ve ark., 2010). Özellikle yaprak ve gövdede yüksek miktarda yağ bulunmakta, yapraklar lif içerirken gövdede bu içeriğin bulunmadığı bildirilmiştir (Ezeabara ve ark., 2014).

Semizotu, alkaloidler, saponinler, tanenler, flavonoidler, kardiyak glikozitler, terpenoidler, fenolik asitler ve organik asitler gibi ikincil metabolitlerin (günümüzde özel metabolitler olarak adlandırılmaktadır) kaynağıdır (Zaman ve ark., 2020). Bu biyoaktif bileşiklerin çeşitli konsantrasyonlarda bulunması, bitkinin çok sayıda biyolojik aktivitesinden sorumlu olabilir (Negi, 2018). Semizotunun farklı kısımlarındaki biyoaktif bileşiklerin kantifikasyonu üzerine yapılan araştırmalar, çiçek özütünün gövde ve yapraklardan daha fazla fenolik madde içerdiğini, yaprakların ise daha yüksek flavonoid ve askorbik asit konsantrasyonlarına sahip olduğunu göstermiştir (Siriarnornpun ve Suttajit, 2010). Ayrıca, yapraklar β -karoten açısından gövdeden daha zengin bulunmuştur (Liu ve ark., 2000).

Semizotu, yüksek miktarda omega-3 yağ asitleri ile bilinir ve yabani genotiplerinin 100 gramında yaklaşık $188,48 \pm 6,35$ mg omega-3 yağ asidi içerdiği rapor edilmiştir. Bu nedenle, semizotu omega-3 yağ asitlerinin en zengin karasal kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir. *P. oleracea*, *P. rausii* ve *P. granulatostellulata* gibi üç türde toplam 85 metabolit tanımlanmış olup, bunlar alkaloidler, yağ asitleri, fenolik asitler ve amino asitler gibi çeşitli sınıflara aittir (Kumar ve ark., 2022).

Semizotunun kimyasal analizlerinde metoksillenmiş flavon glikozitleri, O ve C-flavonoidler ve olerasein A, C, K ve N gibi dört siklodopa alkaloidi rapor edilmiştir (Farag ve ark., 2019). Fernández-Poyatos ve ark., (2021), oleraseinler X ve Y olarak adlandırılan iki yeni siklodopa amidini tanımlamışlardır. Lei ve ark., (2015) semizotundan dört yeni serebrosid ve beş bilinen bileşiği izole etmişlerdir. Nemzer ve ark., (2020) ise semizotunda yaygın flavonoidler olan kuersetin, kaempferol, isorhamnetin ve naringenin varlığını ortaya koymuştur. Toplamda 48 yağ asidi/lipit, 11 flavonoid ve türevleri, yedi karbonhidrat, iki glikozlanmış hidroksi-sinnamik asit türevi ve çeşitli terpenoidler, steroidler, lignanlar ve purin nükleozidleri dahil olmak üzere birçok başka fitokimyasal bileşik tanımlanmıştır (Farag ve ark., 2021).

Semizotu, nutrasötik potansiyele sahip besin açısından zengin bir bitki olup, dünya genelinde geleneksel bir gıda olarak tüketilmektedir. Bitkinin yaprakları %23-24 oranında protein içerir ve protein, kül ve lif içeriğinin buğday unundan daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca semizotu, bakır, demir, manganez, magnezyum, potasyum, kalsiyum, fosfor gibi önemli diyet mineralleri açısından da zengindir. Potasyum (494 mg/100 g), magnezyum (68 mg/100 g) ve kalsiyum (65 mg/100 g) içeriği açısından dikkate değer bir kaynak olarak kabul edilmektedir (Kumar ve ark., 2022).

Sonuç olarak, semizotu; vitaminler, mineraller ve omega-3 yağ asitleri gibi birçok önemli besin bileşeni içerir. Antioksidan moleküllerin varlığı, semizotu tüketiminin oksidatif stresi azaltma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Semizotundaki besin bileşenlerinin çokluğu, onu yüksek nutrasötik potansiyele sahip önemli bir bitki haline getirmektedir (Kumar ve ark., 2022).

Semizotu'nun Etnofarmakolojik Potansiyeli

Semizotu, sahip olduğu zengin fitokimyasal içerik nedeniyle tıbbi açıdan oldukça önemli bir bitki olarak kabul edilmektedir (Ezeabara ve ark., 2014). Bitkinin tıbbi kullanımı, Çin'de binlerce yıllık bir geçmişe dayanmaktadır; hem ilaç hem de gıda olarak kullanılmıştır (Chen ve ark., 2019). Ayrıca, eski İran tıp kitaplarında semizotunun solunum yolu hastalıklarına karşı kullanımına dair ipuçları yer almaktadır. Etnobotanik araştırmalar, semizotunun dünyanın çeşitli bölgelerinde farklı kültürler tarafından geleneksel tıbbın önemli bir bileşeni olarak değerlendirildiğini göstermektedir (Kumar ve ark., 2022).

Semizotunun farmakolojik değeri, fitokimyasal bileşiminin nitel ve nicel analizleriyle de desteklenmiştir. Bu bitki üzerine yapılan metabolik çalışmalar, içeriğinde bulunan

fitokimyasalları kapsamlı bir şekilde ortaya koymuştur. Semizotunun etnomedikal önemi, birçok kültürde yaygın bir şekilde kullanılması nedeniyle bilim insanlarının dikkatini çekmiştir. Bu doğrultuda, diyabet, kanser, sinir hastalıkları, astım, obezite ve bakteriyel ile viral hastalıklar gibi çeşitli sağlık sorunlarına karşı bitkinin farmakolojik potansiyeli, in vivo çalışmalar ve hücre hatları kullanılarak incelenmiştir (Kumar ve ark., 2022).

Fermente Semizotunun Hazırlanma Süreci

Fermente semizotunun hazırlanma süreci, Filannino ve ark., (2017) çalışmalarına göre özellikle laktik asit bakterilerinin kullanıldığı bir fermentasyon sürecini içermektedir. Bu süreç, semizotunun besin içeriğinin korunmasını ve probiyotik özellikler kazanmasını sağlar. Fermentasyon sırasında, laktik asit bakterileri glikozu laktik aside dönüştürür, bu da gıdanın asitliğini artırarak zararlı mikroorganizmaların büyümesini engeller.

Mikoorganizmalar ve Kültür Koşulları

Semizotu suyunun fermentasyonunda, başlatıcı kültür olarak sekiz laktik asit bakterisi suşu kullanılmıştır (Tablo 1). Bu suşlar, daha önce meyve, sebze ve bal arısı bağırsağından izole edilmiş olup, 16S rRNA, recA, pheS ve rpoA genlerinin kısmi dizi analizleri ile tanımlanmıştır. Kültürler, %15 (v/v) gliserol içerisinde -80°C'de stoklanmış ve rutin olarak MRS besiyerinde (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, Birleşik Krallık) 30°C'de 24 saat süreyle inkübe edilerek çoğaltılmıştır. Suşların büyük çoğunluğu, daha önce büyüme ve asitleştirme kapasiteleri ile işlevsel özellikleri açısından detaylı olarak incelenmiştir. (Di Cagno ve ark., 2019)

Tablo 1. Çalışmada kullanılan laktik asit bakteri suşları (n = 8)

Suşlar	Kaynak
Laktobasil plantarum POM1	Domates
L. plantarum T1.3	Hurma meyvesi
L. plantarum EnFIII3	Origanum vulgare L.
Lactobacillus brevis POM4	Domates
Lactobacillus rossiae 2MR8	Ananas
Pediococcus pentosaceus CILSWE5	Kiraz
Leuconostoc mezenteroides OP9	Dikenli armut
Lactobacillus kunkeii B7	Bal arısı bağırsağı

Portulaca oleracea Püresi (POP) İşleme

Filannino ve ark., (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, P. oleracea bitkisinin toprak üstü kısımları suyla yıkanmış, ardından küçük parçalara kesilerek blender yardımı ile püre haline getirilmiştir. Elde edilen P. oleracea püresi (POP), homojen bir örnek elde etmek amacıyla iyice karıştırılmış -20 °C'de saklanmıştır.

POP Fermantasyonu

Saf laktik asit bakteri suşları, tek başlarına başlatıcı kültür olarak kullanılmıştır. Hücreler, geç üstel büyüme fazına ulaşana kadar (yaklaşık 12 saat) MRS besiyerinde kültüre edilmiş, ardından 50 mM fosfat tamponunda (pH 7,0) iki kez yıkanmış ve yaklaşık 7,0 log CFU mL⁻¹'lik başlangıç hücre yoğunluğunda P. oleracea suyuna yeniden süspansiyon edilmiştir. P. oleracea suyu 36 saat boyunca 30°C'de inkübe edilmiştir. Bakteriyel büyüme, 30°C'de MRS

agar üzerine plak ekilerek izlenmiş ve pH değerleri ölçülmüştür. Örnekler, fermantasyon öncesi ve sonrası alınmıştır. Ayrıca, bakteri inokulumu içermeyen ve laktik asitle kimyasal olarak asitleştirilmiş POP örnek (son pH değeri yaklaşık 4,0), aynı koşullarda inkübe edilerek kontrol olarak kullanılmıştır (CA-PJ). (Di Cagno ve ark., 2019)

Tüm aşılınmış partilerin başlangıç hücre yoğunluğu yaklaşık $7,0 \log \text{CFU mL}^{-1}$ düzeyindedir. 36 saatlik fermantasyon sonucunda, en yüksek hücre yoğunlukları *Lactobacillus plantarum* suşlarıyla fermente edilen POP 'de kaydedilmiş olup ($8,30\text{--}8,42 \log \text{CFU mL}^{-1}$), diğer suşların hücre yoğunluğu ise $8,07 \pm 0,12$ ile $8,25 \pm 0,14 \log \text{CFU mL}^{-1}$ arasında değişmiştir. Ham POP' nin başlangıç pH değeri $5,08 \pm 0,03$ olarak ölçülmüştür. Fermantasyon sonrası en düşük ($p < 0,05$) pH değeri *L. plantarum* suşlarında ($4,10\text{--}4,15$ pH birimi) saptanmış olup, bunu *Pediococcus pentosaceus* ($4,23 \pm 0,02$ pH birimi) ve *Lactobacillus rossiae* ($4,26 \pm 0,03$ pH birimi) takip etmiştir. Diğer suşlar için ise yaklaşık $0,3$ pH birimlik hafif bir değişiklik gözlemlenmiştir (Di Cagno ve ark., 2019).

Fermente Semizotunun Fonksiyonel Özellikleri

Son yıllarda, antioksidan ve antiinflamatuvar aktivite gösteren birçok bitkisel aktif bileşiğin, kronik inflamatuvar bağırsak sendromunun (IBS) tedavisinde klinik olarak potansiyel uygulamalara sahip olduğu kanıtlanmıştır. IBS, genetik yatkınlığı olan bireylerde çevresel faktörlerin etkisiyle tetiklenen gastrointestinal sistemin çeşitli kronik inflamatuvar bozukluklarını tanımlayan bir durumdur. IBS'nin yaygınlığı, Avrupa'da en yüksek oranlarda görülmekte, bunu Kuzey Amerika takip etmektedir; ancak daha önce düşük riskli olarak kabul edilen Japonya ve Hindistan gibi bölgelerde de görülme sıklığının arttığı bildirilmektedir. İlgili klinik çalışmaların sınırlı olmasına rağmen, fitokimyasalların IBS tedavisinde umut vadeden sonuçlar verdiği görülmektedir (Ghattamaneni ve ark., 2018). Özellikle, *Portulaca oleracea* özütlerinin potansiyel etkinliğine dair raporlar ışığında, Di Cagno ve ark., (2019) gerçekleştirdiği çalışmada *P. oleracea* L. suyunun bağırsak iltihabı ve epitel hasarına karşı iyileştirici etkilerini geliştirmek amacıyla laktik asit fermantasyonunun doğal bir strateji olarak kullanımını incelemiştir. Daha önce *P. oleracea* püresinin fermantasyonu için başarıyla kullanılan sekiz laktik asit bakterisi suşu, bu çalışmada *P. oleracea* suyunun fermantasyonunda başlatıcı kültür olarak kullanılmıştır.

Öncelikle, laktik asit fermantasyonunun, özellikle *Lactobacillus kunkeei* ve *Pediococcus pentosaceus* suşlarının başlatıcı olarak kullanıldığı durumlarda, *P. oleracea* suyunun toplam antioksidan kapasitesini anlamlı şekilde arttırdığı gözlemlenmiştir. Reaktif oksijen türleri (ROS), IBS'de meydana gelen inflamatuvar süreçlerin neden olduğu doku hasarlarına aracılık eden kilit moleküller olarak kabul edilmektedir. İnsanların endojen antioksidan savunma sistemleri, vitaminler ve fenolikler gibi ekzojen kaynaklı indirgeyici bileşikler olmadan yetersiz kalmaktadır ve gastrointestinal sistem, endojen ROS ile diyetle alınan antioksidanlar arasındaki etkileşimlerin merkezi bir bölgesidir. Di Cagno ve ark., (2019) çalışmasında uygulanan fermantasyon, C, A ve E vitaminlerinin doğal seviyeleri üzerinde koruyucu bir etki sağlamış ve ayrıca *P. oleracea* suyundaki B2 vitamini ile fenolik bileşiklerin biyoyararlanımını artırmıştır. Fermente edilmiş *P. oleracea* suyunun oksidatif strese karşı koruyucu etkileri, in vivo koşullara en yakın in vitro model olan Caco-2 hücre hattı kullanılarak incelenmiştir. Bu modelde, indüklenen oksidatif stresin hücrelerde oluşturduğu hasarı ve *P. oleracea* suyunun bu hasarı önleme kapasitesini değerlendirmek amacıyla hücre içi ROS birikimi analiz edilmiştir. Sonuçlar, fermente edilmiş *P. oleracea* suyu ile önceden muamele edilen Caco-2 hücrelerinde, ham ve kimyasal olarak asitlendirilmiş *P. oleracea* suyuna kıyasla önemli ölçüde daha düşük ROS seviyeleri olduğunu göstermiştir.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, inflamatuvar yanıtların IBS (İrritabl Bağırsak Sendromu) patogeneğinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Akut inflamasyon sırasında, klinik ve deneysel çalışmalar, siklooksijenazların, indüklenbilir nitrik oksit sentazların (iNOS) ve

proinflamatuar sitokinlerin, özellikle interlökin-1 β (IL-1 β), interlökin-8 (IL-8) ve monosit kemotaktik protein-1 (MCP-1) gibi moleküllerin salınımında önemli artışlar olduğunu raporlamaktadır. Bu moleküller, inflammatuar hücrelerin toplanmasını ve aktivasyonunu teşvik eder. IBS'nin tedavisinde bağırsak inflamasyonunun baskılanması, önemli bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır (Di Cagno ve ark., 2019).

Di Cagno ve ark., (2019) çalışmasında fermente edilmiş *P. oleracea* suyunun, inflammatuar uyarıcılarla tedavi edilen Caco-2 hücrelerindeki inflammatuar süreçleri güçlü bir şekilde inhibe ettiği gözlenmiştir. Bu fermantasyon işlemi, siklooksijenazlar tarafından üretilen prostaglandin E2 ve iNOS tarafından üretilen nitrik oksit seviyelerini sınırlamış, IL-8 ve MCP-1 sentezini de belirgin şekilde azaltmıştır. IL-8 ve MCP-1'in IBS patofizyolojisindeki önemli rolleri dikkate alındığında, bu moleküller, anti-inflamatuar tedaviler için önemli hedefler haline gelmiştir. Bu moleküller, epitel hücre bariyeri boyunca nötrofil göçünü tetikleyerek epitel geçirgenliğini artırabilir ve bağırsak bariyerini bozabilir. IBS hastalarında bağırsak bariyeri disfonksiyonunun, proinflamatuar sitokin artışıyla doğrudan ilişkili olduğu düşünülmektedir. Aynı çalışmada, fermente edilmiş *P. oleracea* suyunun Caco-2 hücre monokatmanlarının bütünlüğünü koruduğu bulunmuştur. Caco-2 hücreleri, enterositlere benzer şekilde sıkı bağlantılar ve bir monokatman oluşturarak bağırsak epitel bariyerini modellemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Sonuç olarak, fermente edilmiş *P. oleracea* suyunun IBS hastalarında bağırsak bariyerinin bütünlüğünü koruma potansiyeli olduğu öne sürülebilir. Filannino ve ark. (2017) yaptığı bir araştırma, *P. oleracea* püresinin laktik asit fermantasyonu sonucu linalool seviyelerinin önemli ölçüde arttığını ve bunun da anti-inflamatuar aktiviteye katkıda bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca, oleraceinlerin biyodönüşümünün, fermente edilmiş *P. oleracea* püresinde artan antioksidan aktivitenin nedeni olabileceği ileri sürülmüştür (Di Cagno ve ark., 2019).

Genel olarak, *P. oleracea* suyunun *L. kunkei* B7 ile fermente edilmesinin, serbest fenolikler ve vitaminler gibi biyoaktif bileşiklerin içeriğini artırarak bağırsak bariyerini koruma ve iltihap ile oksidatif hasarı azaltma açısından en uygun kombinasyonu sağladığı sonucuna varıldı. Di Cagno ve ark., (2019) çalışmasında *P. oleracea* suyunun işlevsel bir içecek olarak değerlendirilmesine yönelik öncü bir çalışmadır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, fermantasyonun diğer besinsel ve işlevsel özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmak ve teknolojik ve duysal özellikleri iyileştirmek için bu biyoteknolojik yaklaşımları daha ileriye taşıyabilir. Çoğu laktik asit bakteri suşu için probiyotik potansiyel öne sürüldüğünden, *P. oleracea* suyunun fermantasyonu ile probiyotik içeceklerin geliştirilmesi de mümkün olabilir. Bu doğrultuda, meyve suyu ve probiyotik bakteriler arasındaki sinerjik etkiler de keşfedilebilir.

Lactobacillus kunkei B7, bal arısı bağırsağından izole edilmiş olup, fruktofilik laktik asit bakterilerine (FLAB) ait bir suş olarak kabul edilmektedir (Filannino ve ark., 2017). Mevcut literatürde, *L. kunkei* suşlarının fermantasyon süreçlerindeki mikrobiyal başlatıcı olarak potansiyelini inceleyen herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, büyüme ve asitlenme kinetiği verilerine dayanarak *P. oleracea* püresinin 30°C'de 36 saat boyunca fermentasyonu için bir protokol geliştirilmiştir.

L. kunkei B7 ve *L. plantarum* POM1 suşları ile fermente edilen *P. oleracea* püresi, oksalik asit seviyelerinde yaklaşık %30 oranında bir azalma sağlamıştır. Oksalik asit, insan vücudunda çözünmeyen oksalat tuzlarına dönüşerek mineral emilimini sınırlayabilir ve hiperoksalüri riskini artırabilir (Gomathi ve ark., 2014). Bu nedenle, *P. oleracea* 'nın yüksek oksalik asit içeriği nedeniyle sınırlı bir tüketimi bulunmaktadır (Palaniswamy ve ark., 2001; Petropoulos ve ark., 2016). Bu çalışmada, laktik asit fermentasyonunun *P. oleracea*'daki oksalik asit seviyelerini azaltarak, insan tüketimi için daha uygun bir hale getirebileceği gösterilmiştir. Ayrıca, bağırsak mikrobiyotasında oksalatı parçalayabilen bakterilerin varlığı da bildirilmiştir (Turroni ve ark., 2007). Bu çalışma, *L. kunkei*'nin oksalat tüketme

yeteneğinin, özellikle bal arısı bağırsak mikroflorasına benzerlikler taşıyan özelliklerinden kaynaklandığını göstermektedir (Filannino ve ark., 2017).

P. oleracea aynı zamanda esansiyel amino asitlerin doğal bir kaynağıdır. *L. brevis* ile fermente edilen *P. oleracea* püresi, GABA (γ -amino bütirik asit) konsantrasyonunu %400 oranında artırmıştır. GABA, merkezi sinir sisteminde inhibitör bir nörotransmitter olarak işlev görür ve hipotansif, sakinleştirici ve diüretik etkileri bulunmaktadır (Oh ve Oh, 2003). *L. brevis* ile fermente edilen ürün, günlük önerilen GABA alımının üzerinde bir miktar sağlayarak sağlığa olumlu etkiler sunmaktadır (Filannino ve ark., 2017).

Ayrıca, fermentasyon süreci *P. oleracea*'nın uçucu bileşikler profilini değiştirmiş, özellikle α -linalool konsantrasyonunu dört bin kat artırmıştır. Linalool, çeşitli farmakolojik özelliklere sahip olan monoterpen bir bileşiktir ve merkezi sinir sistemi üzerinde yatıştırıcı, antikonvülsan, analjezik ve antimikrobiyal etkiler göstermektedir (Nöldner ve ark., 2011). Bu nedenle, laktik asit fermentasyonu, *P. oleracea*'nın biyoyararlanımını artırarak bu biyoaktif bileşiklerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerini desteklemektedir (Filannino ve ark., 2017).

SONUÇ

Sonuç olarak, bu derleme çalışması laktik asit fermentasyonunun, semizotunun oksalik asit seviyesini azaltarak ve GABA, linalool gibi sağlığa faydalı bileşiklerin seviyesini artırarak fonksiyonel gıdalara dönüştürülmesi için umut verici bir yöntem olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, fermentasyonun biyoaktif bileşiklerin zenginleştirilmesinde ve sağlık destekleyici özelliklerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynayabileceğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular ışığında, fermentasyon ile semizotunun fonksiyonel içecekler, diyet takviyeleri ve farmasötik preparatlar geliştirmek için kullanılabilirliği sonucuna varılabilir.

KAYNAKLAR

- Ashrafi, A., Zahedi, M., & Soleimani, M. (2015). Effect of co-planted purslane (*Portulaca oleracea* L.) on Cd accumulation by sunflower in different levels of Cd contamination and salinity: A pot study. *International Journal of Phytoremediation*, 17(9), 853-860.
- Bai, Y., Zang, X., Ma, J., & Xu, G. (2016). Anti-diabetic effect of *Portulaca oleracea* L. Polysaccharide and its mechanism in diabetic rats. *International journal of molecular sciences*, 17(8), 1201.
- Belcheff, E. (2012). *A medical intuitive reveals the wonders of Purslane*. Polished Publishing Group.
- Bogue, J.; Collins, O.; Troy, A.J. Market analysis and concept development of functional foods. In *Developing New Functional Food and Nutraceutical Products*; Debasis, B., Sreejayan, N., Eds.; Academic Press: London, UK, 2017; pp. 29–45.
- Boskabady, M. H., Kaveh, M., Shakeri, K., Roshan, N. M., & Rezaee, R. (2019). Hydro-ethanolic extract of *Portulaca oleracea* ameliorates total and differential WBC, lung pathology and oxidative biomarkers in asthmatic rats. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 18(4), 1947.
- Chen, D., Yao, J. N., Liu, T., Zhang, H. Y., Li, R. R., Zhang, Z. J., & Gu, X. Z. (2019). Research and application of *Portulaca oleracea* in pharmaceutical area. *Chinese Herbal Medicines*, 11(2), 150-159.
- Chugh, V., Mishra, V., Dwivedi, S. V., & Sharma, K. D. (2019). Purslane (*Portulaca oleracea* L.): An underutilized wonder plant with potential pharmacological value. *The Pharma Innovation Journal*, 8(6), 236-246.
- Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Petrucci, L., Casanova, F. P., & Sinigaglia, M. (2014). Functional beverages: the emerging side of functional foods: commercial trends, research, and health implications. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 13(6), 1192-1206.

- Di Cagno, R., Filannino, P., Vincentini, O., Cantatore, V., Cavoski, I., & Gobbetti, M. (2019). Fermented *Portulaca oleracea* L. juice: A novel functional beverage with potential ameliorating effects on the intestinal inflammation and epithelial injury. *Nutrients*, 11(2), 248.
- Ezeabara, C. A., Ikeh, C. F., Ilodibia, C. V., Aziagba, B. O., Okanume, O. E., & Mbaekwe, E. I. (2014). Comparative determination of phytochemical, proximate and mineral compositions in various parts of *Portulaca oleracea* L. *Journal of Plant Sciences*, 2(6), 293-298.
- Farag, M. A., & Shakour, Z. T. A. (2019). Metabolomics driven analysis of 11 *Portulaca* leaf taxa as analysed via UPLC-ESI-MS/MS and chemometrics. *Phytochemistry*, 161, 117-129.
- Farag, O. M., Abd-Elsalam, R. M., Ogaly, H. A., Ali, S. E., El Badawy, S. A., Alsherbiny, M. A., ... & Ahmed, K. A. (2021). Metabolomic profiling and neuroprotective effects of purslane seeds extract against acrylamide toxicity in rat's brain. *Neurochemical Research*, 46, 819-842.
- Fernández-Poyatos, M. D. P., Llorent-Martínez, E. J., & Ruiz-Medina, A. (2021). Phytochemical composition and antioxidant activity of *Portulaca oleracea*: Influence of the steaming cooking process. *Foods*, 10(1), 94.
- Filannino, P., Di Cagno, R., & Gobbetti, M. (2018). Metabolic and functional paths of lactic acid bacteria in plant foods: Get out of the labyrinth. *Current Opinion in Biotechnology*, 49, 64-72.
- Filannino, P., Di Cagno, R., Trani, A., Cantatore, V., Gambacorta, G., & Gobbetti, M. (2017). Lactic acid fermentation enriches the profile of biogenic compounds and enhances the functional features of common purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Journal of functional foods*, 39, 175-185.
- Ghattamaneni, N. K., Panchal, S. K., & Brown, L. (2018). Nutraceuticals in rodent models as potential treatments for human Inflammatory Bowel Disease. *Pharmacological Research*, 132, 99-107.
- Ghoshal, G., & Kansal, S. K. (2019). The emerging trends in functional and medicinal beverage research and its health implication. *Functional and Medicinal Beverages*, 41-71.
- Gomathi, S., Sasikumar, P., Anbazhagan, K., Sasikumar, S., Kavitha, M., Selvi, M. S., & Selvam, G. S. (2014). Screening of indigenous oxalate degrading lactic acid bacteria from human faeces and South Indian fermented foods: assessment of probiotic potential. *The Scientific World Journal*, 2014(1), 648059.
- Jiang, M., Zhang, W., Yang, X., Xiu, F., Xu, H., Ying, X., & Stien, D. (2018). An isoindole alkaloid from *Portulaca oleracea* L. *Natural product research*, 32(20), 2431-2436.
- Kumar, A., Sreedharan, S., Kashyap, A. K., Singh, P., & Ramchiary, N. (2022). A review on bioactive phytochemicals and ethnopharmacological potential of purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Heliyon*, 8(1).
- Lei, X., Li, J., Liu, B., Zhang, N., & Liu, H. (2015). Separation and identification of four new compounds with antibacterial activity from *Portulaca oleracea* L. *Molecules*, 20(9), 16375-16387.
- Liu, L., Howe, P., Zhou, Y. F., Xu, Z. Q., Hocart, C., & Zhang, R. (2000). Fatty acids and β -carotene in Australian purslane (*Portulaca oleracea*) varieties. *Journal of chromatography A*, 893(1), 207-213.
- Melilli, M. G., Pagliaro, A., Scandurra, S., Gentile, C., & Di Stefano, V. (2020). Omega-3 rich foods: Durum wheat spaghetti fortified with *Portulaca oleracea*. *Food Bioscience*, 37, 100730.
- Negi, S. (2018). Quantitative phytochemical analysis of *Portulaca oleracea* Linn. growing in unpolluted and polluted area. *The Pharma Innovation*, 7(5, Part I), 619.
- Nemzer, B., Al-Taher, F., & Abshiru, N. (2020). Phytochemical composition and nutritional value of different plant parts in two cultivated and wild purslane (*Portulaca oleracea* L.) genotypes. *Food chemistry*, 320, 126621.

- Nöldner, M., Germer, S., & Koch, E. (2011). Pharmacokinetics of linalool and linalyl acetate, the two main constituents of silexan, an essential oil from *Lavandula angustifolia* flowers, in rats. *Planta Medica*, 77(12), PM44.
- Nyffeler, R., & Eggli, U. (2010). Disintegrating Portulacaceae: a new familial classification of the suborder Portulacineae (Caryophyllales) based on molecular and morphological data. *Taxon*, 59(1), 227-240.
- Ocampo, G., & Columbus, J. T. (2012). Molecular phylogenetics, historical biogeography, and chromosome number evolution of *Portulaca* (Portulacaceae). *Molecular phylogenetics and evolution*, 63(1), 97-112.
- Oh, S. H., & Oh, C. H. (2003). Brown rice extracts with enhanced levels of GABA stimulate immune cells. *Food Science and Biotechnology*, 12(3), 248–252.
- Palaniswamy, U. R., McAvoy, R. J., & Bible, B. B. (2001). Stage of harvest and polyunsaturated essential fatty acid concentrations in purslane (*Portulaca oleracea*) leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(7), 3490–3493.
- Petropoulos, S., Karkanis, A., Martins, N., & Ferreira, I. C. (2016). Phytochemical composition and bioactive compounds of common purslane (*Portulaca oleracea* L.) as affected by crop management practices. *Trends in Food Science & Technology*, 55, 1–10.
- Sethi, S., Tyagi, S. K., & Anurag, R. K. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 53(9), 3408–3423.
- Simopoulos, A. P., Tan, D. X., Manchester, L. C., & Reiter, R. J. (2005). Purslane: a plant source of omega-3 fatty acids and melatonin. *Journal of Pineal Research*, 39(3).
- Siriamornpun, S., & Suttajit, M. (2010). Microchemical components and antioxidant activity of different morphological parts of Thai wild purslane (*Portulaca oleracea*). *Weed science*, 58(3), 182-188.
- Turrone, S., Vitali, B., Bendazzoli, C., Candela, M., Gotti, R., Federici, F., ... & Brigidi, P. (2007). Oxalate consumption by lactobacilli: Evaluation of oxalyl-CoA decarboxylase and formyl-CoA transferase activity in *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Applied Microbiology*, 103(5), 1600–1609.
- Uddin, M. K., Juraimi, A. S., Hossain, M. S., Nahar, M. A. U., Ali, M. E., & Rahman, M. M. (2014). Purslane weed (*Portulaca oleracea*): A prospective plant source of nutrition, omega-3 fatty acid, and antioxidant attributes. *The Scientific World Journal*, 2014(1), 951019.
- Xiang, L., Guo, D., Rui, J. U., Bin, M. A., Lei, F., & Lijun, D. U. (1994). Cyclic dipeptides from *Portulaca oleracea*. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, (11).
- Zaman, S., Bilal, M., Du, H., & Che, S. (2020). Morphophysiological and comparative metabolic profiling of purslane genotypes (*Portulaca oleracea* L.) under salt stress. *BioMed research international*, 2020(1), 4827045.
- Zhou, Y. X., Xin, H. L., Rahman, K., Wang, S. J., Peng, C., & Zhang, H. (2015). *Portulaca oleracea* L.: A review of phytochemistry and pharmacological effects. *BioMed Research International*, 2015(1), 925631.
- Zhu, H., Wang, Y., Liu, Y., Xia, Y., & Tang, T. (2010). Analysis of flavonoids in *Portulaca oleracea* L. by UV–vis spectrophotometry with comparative study on different extraction technologies. *Food Analytical Methods*, 3, 90-97.

THE YIELD RESPONSE OF PISTACHIO TREES TO FOLIAR SPRAY OF SOME MICRO-NURRIENTS AT TIME OF POST-BLOOM

Akbar Soliemanzadeh

Soil and Water Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources
Research and Education Center, AREEO, Bandar-e-Abbas, Iran
<https://orcid.org/0000-0002-6394-4397>

Vahid Mozafari

Department of Soil Science, College of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan ,
Rafsanjan, Iran
<https://orcid.org/0000-0003-3178-6926>

Abstract

Foliar fertilization is a rapid, efficient way to improve crop nutrient status when soil conditions (salinity, pH) render soil nutrients and soil-applied fertilizers less available to the plant. For this purpose, to investigate the yield response of pistachio trees to foliar spray of zinc (Zn), copper (Cu) and iron (Fe) at time of post-bloom, the orchard study was conducted over two consecutive seasons. Tests were done at a commercial orchard in the region of Rafsanjan in Iran and treatments tested in the study were control, zinc sulfate (2000 mg L⁻¹), copper sulfate (200 mg L⁻¹) and iron sulfate (300 mg L⁻¹) with four replications. All treatments were applied at the time of post-bloom (end of Apr. to early May). Trees were hand sprayed to the point of runoff with treatments and Tween 20 was used as a wetting agent. The results indicated that the application of zinc, copper and iron increased the fresh and dry yield (g mm⁻² shoot across area) of pistachio trees. The highest amount of fresh and dry yield was observed in zinc sulfate (2000 mg L⁻¹) treatment. However, spray of zinc, copper and iron increased yield of pistachio trees by 22, 18 and 15 %, in comparison to the control. These results show that Zn, Cu and Fe applications can increase fresh and dry yield of pistachio, especially when grown in calcareous soils. The observations of this research demonstrated that micro-nutrients foliar application at time of post-bloom, in addition to increasing the yield of pistachio trees, can also lead to greater economic efficiency for farmers.

Keywords: Copper, Iron, foliar fertilization, pistachio, Zinc

Introduction

Pistachio (*Pistacia vera* L.) has been cultivated commercially for many years in the arid and semi-arid regions of Iran. The soils in these areas are commonly characterized by high salinity, high pH, low availability of micronutrients and low organic matter, typically below 1%, which results in poor physical and chemical soil conditions (Karimi et al., 2020). In this type of soil, deficiencies of Zn, Fe and Cu can become severe. Soil application is the most common method for providing essential nutrients to plants, where the nutrients are absorbed by the plant's roots. However, plants can also take up mineral nutrients through their leaves when applied as foliar sprays in the correct concentrations (Niu et al., 2021). To solve this problem, foliar fertilization is considered an economical and effective way to supplement a plant's nutrient needs, enhancing the efficiency of fertilization. Therefore, In the Rafsanjan pistachio-growing area, the foliar application of Zn, Fe and Cu might offer a potential solution to address these nutrient deficiencies. The objectives of the present study were to

evaluate the impact of foliar applications of zinc (Zn), iron (Fe), and copper (Cu) during the post-bloom period on the fresh and dry yield of pistachio trees over two consecutive seasons in a commercial orchard.

Materials and methods

The experiment was conducted using 25-year-old pistachio trees (*Pistacia vera* L.), cultivar Owhadi, growing under typical irrigated conditions in a commercial orchard located in the Rafsanjan region of Iran. The trees were spaced 6 meters apart in rows, with 3 meters between trees within each row. They were trained in a vase form with a uniform canopy volume, and due to their age and the dry growing conditions, only minimal maintenance pruning was performed. During the study period, the trees were left unpruned.

The experimental design followed a randomized complete block format with four replications. The treatments tested included a control (no treatment), zinc sulfate (2000 mg L⁻¹), copper sulfate (200 mg L⁻¹), and iron sulfate (300 mg L⁻¹). All treatments were applied during the post-bloom period, from the end of April to early May. The trees were hand-sprayed with the treatments until runoff, and Tween 20 was used as a wetting agent to improve the effectiveness of the foliar applications.

Four branches from different directions on each tree, with similar length, diameter, and number of flower buds, were selected for each treatment. Pistachios on the labeled branches were harvested during the commercial harvest period in Rafsanjan, when the fruit reached physiological maturity, indicated by a reddish hull. All pistachio clusters were hand-harvested from the labeled branches to determine the gross yield across the shoot area. The fresh yield for the four branches (g mm⁻² shoot area) in each treatment was calculated by weighing the clusters, which included split, non-split, and blank nuts. To estimate the dry yield, the green outer skin of the nuts was removed, and the nuts were dried in a forced-air oven at 65°C for 72 hours. The dry yield per four branches (g mm⁻² shoot area) for each treatment was then determined by weighing the dried nuts, including both split and non-split nuts.

Statistical significance was assessed using analysis of variance (ANOVA). All analyses were conducted on a personal computer using SAS 9.1 software (SAS Institute, Cary, N.C.). A combined analysis across treatments was performed, and Duncan's multiple range test ($P = 0.05$) was applied to identify significant differences among the means.

Results and discussion

Data from present study showed that Zn, Fe and Cu application had a significant impact on dry and fresh yield of pistachio trees (Table, 1). Our results showed that foliar application of Zn, Fe, and Cu increased the fresh yield of pistachio trees by 22%, 15%, and 18%, respectively, compared to the control. For dry yield, the increases were 30%, 9%, and 18%, respectively.

Table 1, Effect of zinc, iron and copper foliar application of fresh and dry yield of pistachio trees

Treatments	Rate mg L ⁻¹	Fresh yield (g mm ⁻² shoot across area)	Dry yield
control	0	1.1c	0.33b
zinc	2000	1.34a	0.43a
iron	300	1.26a	0.36ab
copper	200	1.29a	0.39a

Numbers followed by the same letter in a column are not significantly different (Duncan test, $P = 0.05$).

The results obtained from this work indicated that Zn, Fe, and Cu foliar applications significantly improved fresh and dry yields of pistachio trees. These results also point out the importance of supplementation with micronutrients mostly in enhancing pistachio productivity through conditions when nutrient availability in the soil might be too low to meet the physiological needs of the plants. Najizadeh and Khoshgoftarmanesh (2019) demonstrated an increased fruit yield of pistachio trees from Zn application due to increased Zn leaf concentration. Our results align with the findings of Ibrahim (2020), who reported that foliar application of zinc, copper, and iron, as well as their interactions, significantly improved yield per shoot, fruit set, and nut quality in pistachio trees.

Conclusion

In conclusion, the positive response of pistachio trees to Zn, Fe, and Cu application underscores the critical role of micronutrients in maximizing yield potential. Zn, in particular, had the most significant impact, suggesting its vital role in pistachio tree productivity. These results could be used to inform nutrient management practices for pistachio cultivation, ultimately leading to improved yields and profitability for growers.

References

- Najizadeh, A., and Khoshgoftarmanesh, A. H. (2019). Effects of foliar applied zinc in the form of ZnSO₄ and Zn-amino acid complexes on pistachio nut yield and quality. *Journal of Plant Nutrition*, 42(18), 2299-2309.
- Ibrahim, Z. R. (2020). Effect of Spraying Zinc, Copper and iron on leaf nutrient, fruit set and some fruit quality of pistachio trees (*Pistacia vera* L.) cv. *Journal of University of Duhok*, 23, 218-227.
- Niu, J., Liu, C., Huang, M., Liu, K., and Yan, D. (2021). Effects of foliar fertilization: a review of current status and future perspectives. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21, 104-118
- Karimi, S., Tavallali, V., Ferguson, L., and Mirzaei, S. (2020). Developing a nano-Fe complex to supply iron and improve salinity tolerance of pistachio under calcium bicarbonate stress. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(14), 1835-1851

DETERMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF *Lentinula edodes* MUSHROOM

Dr. Monika Stojanova

Association for Scientific-research, Educational and Cultural Activities “Open Science”,
North Macedonia

Acad. Prof. Dr. Dragutin A. Djukic

University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Čačak, Serbia

Prof. Dr. Marina T. Stojanova

University of Ss. Cyril and Methodius, Faculty of Agricultural Sciences and Food, Skopje,
North Macedonia

ABSTRACT

This research aimed to determine the chemical composition and antimicrobial potential of shiitake (*Lentinula edodes*) mushroom extracts. All of the values for the chemical composition of the dried shiitake mushroom are ranged according to the literacy data. Thus, the total water content is 7.90%, the total acids are presented with 0.43%, the mineral matter is about 4.70%, the vitamin C has a value of 14.70%. The concentration of carbohydrates is 6.40%. In terms of the mineral elements, with the highest concentration is characterized the presence of Ca (4.00%). The content of proteins is 10.63%. Water extract showed higher ($p < 0.05$) antimicrobial potential against most of the tested microorganisms, compared to the ethanol extract (against *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Shigella sonnei*, *Proteus vulgaris*, and *Pseudomonas aeruginosa*). Both of the extracts showed higher ($p < 0.05$) antimicrobial potential against *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Shigella sonnei*, and *Pseudomonas aeruginosa* compared to one or both positive controls (well-known synthetic antibiotics). All of the values ranged between 9.4 and 20.1 mm.

Keywords: Shiitake, Wild Mushroom, Drying, Extraction, Antibacterial Activity.

INTRODUCTION

Currently, there are around 12,000 species of fungi that can be classified as mushrooms, including over 2000 edible and therapeutic mushroom species, many of which are widely consumed. According to the phyla Ascomycota and Basidiomycota, mushrooms are fungi that produce spongy fruiting bodies, particularly those that possess a stalk and an envelope top. Mushrooms are composed of 90% water and 10% dry material. Additionally, it has a physicochemical composition that is important for nutrition. Mushrooms have long been considered to have medicinal value. The early herbalists were more interested in the medicinal properties of mushrooms than in their basic value as a source of food (Chang and Miles, 2004).

Several important compounds including bioactive polysaccharides (lentinan), dietary fibre, ergosterol, vitamins B₁, B₂, and C, phenols, flavonoids, and minerals have been isolated from the fruiting body, mycelia, culture medium of the mushrooms, as well as their extracts (Gursoy et al., 2010).

The study of biologically active compounds (phenolic compounds, flavonoids, carbohydrates) that are part of the mushroom or plant composition occupies an increasingly important place in terms of the medical effect these compounds have on consumers' health (Stojanova et al. 2021; Stojanova et al., 2023).

In the process of obtaining bioactive compounds from raw materials, extraction is the first and crucial step. Many of the secondary plant metabolites are expensive or impossible to synthesize in labs, so extraction from natural sources is the best option for their separation and concentration. There are various techniques for extraction, ranging from traditional to modern, each with its advantages and disadvantages. The extraction technique chosen affects the composition and isolation of the obtained extract as well as the effectiveness of the final product. Therefore, extraction is a vital step in obtaining different preparations (Stojanova et al., 2024).

Among the bioactive compounds in mushrooms, polysaccharides are those that show the most antitumoral, antiviral, and immunomodulatory activity. In particular, the polysaccharides that are found on the cellular wall are those that show the most bioactivity. These polysaccharides are chitin, cellulose, and β -glucans (Mizuno and Nishitani, 2013).

The stimulation of the host's immune defence by bioactive polysaccharides derived from wild mushrooms has a significant effect on the maturation, differentiation, and proliferation of many types of immune cells in the host (Wasser, 2011).

Numerous studies have shown that regular consumption of certain mushroom species as either a regular food or as extracted compounds is effective in both preventing and treating specific diseases, mainly through immunopotential and antioxidant activity. Thus, the intake of mushrooms and their extractable bioactive compounds appears to be effective in cancer prevention and growth inhibition. Another important fact is the certainty that mushroom extracts, compared with other drugs, show very low toxicity when regularly consumed, even in high dosages (Reis et al., 2014).

Mushrooms have been recognized as functional foods and as a source for the development of medicines and nutraceuticals (Lindequist et al., 2005; Poucheret et al., 2006). They could also be a source of natural antibiotics. Some mushroom extracts, including *Laetiporus sulphureus* (Turkoglu et al., 2007), *Ganoderma lucidum* (Gao et al., 2005) and *Lentinus edodes* (Hatvani, 2001) have already demonstrated antibacterial activity.

Lentinus edodes (shiitake) is an edible mushroom that contains a polysaccharide, lentinan. Its use is occasionally associated with skin reactions. *Lentinus edodes* ranks second in the global mushroom market based on consumer demand. Its nutritional components include bio-active polysaccharides such as β -D-glucan, heteroglucan, xylomannan, lentinan, and eritadenine; free sugars including arabinose, arabitol, mannose, mannitol, trehalose, and glycerol; vitamins (B₂, B₁₂, D₂) and dietary fibre (Rahman et al., 2018).

This research aimed to determine the chemical composition and antimicrobial potential of shiitake (*Lentinula edodes*) mushroom extracts.

MATERIAL AND METHODS

The mushrooms for this research were harvested from Baba Mountain, North Macedonia, when the cap was approximately 70 % open, i.e. when the mushroom caps were still slightly curled under.

Determination of the chemical composition

The following chemical parameters of dried shiitake mushrooms were determined:

- Content of total dry matter - determined by drying the material in a dryer at a temperature of 105°C (Stojanova, 2017);
- Moisture content – determined by a calculation that from 100 % will be deducted % of total dry matter (Stojanova, 2017);
- Content of vitamin C - determined by the Thilmans method based on the redox reaction between L-ascorbic acid and organic colour 2.6 dichlorophenolindophenol (Stojanova, 2017);
- Total acid content - determined by the method of neutralization with 0.1 M NaOH solution in the presence of the indicator 1 % solution of phenolphthalein indicator (Stojanova, 2017);
- Content of total carbohydrates - determined by HPLC method (Stojanova, 2017);
- Content of mineral matter (ash) - determined with material burning at a temperature of 500 °C (Stojanova, 2017);
- Content of nitrogen (N) - determined using the Kjeldahl method (Stojanova, 2017);
- Content of phosphorus (P₂O₅) - determined by using atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma (ICP - AEC) (Stojanova, 2017);
- Content of potassium (K₂O) - determined by incineration of the material with concentrated H₂SO₄ and plamenfotometar (Stojanova, 2017);
- Content of calcium (SAT) - determined by using atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma (ICP - AEC) (Stojanova, 2017);
- Content of magnesium (Mg) - determined by applying atomic; emission spectrometry with inductively coupled plasma (ICP - AEC) (Stojanova, 2017);
- Proteins – determined with calculation when the % N is multiplied with a coefficient of 6.25 (Stojanova, 2017).

Preparation of water extract and ethanol extract

The water extract was prepared according to the methods of Slawinska et al. (2013) and Ribeiro et al. (2015). A measured mass of dried and finely powdered mushroom sample (10 g) was poured with approximately 200 mL of distilled water and then extracted in a boiling water bath for 1 h. The ethanol extract was prepared according to the procedure described by Vidovic et al. (2011). A measured mass of dried and finely powdered mushroom sample (10 g) was poured with 100 mL of 50% ethanol, and the extract was treated for 40 min in an ultrasonic bath at 45 °C.

Antimicrobial potential of extracts

The antimicrobial activity of mushroom extracts was determined using the disc-diffusion method (Klaus et al. 2015). Water and ethanol extracts of the examined mushrooms were prepared at a concentration of 12 mg/mL. In parallel, positive controls consisting of discs

soaked with gentamicin and neomycin were prepared. The negative control consisted of disks soaked with sterile distilled water. After incubation, the zone of inhibition (mm) was measured.

Statistical analysis

The obtained results were statistically processed using SPSS 20. To determine the statistically significant differences of the obtained results ANOVA (post hoc Tukey's test, $p = 0.05$) was used.

RESULTS AND DISCUSSION

Natural antimicrobial compounds synthesized by various plant species can inhibit the growth of microorganisms. The antimicrobial effect of mushrooms is probably the most studied. Mushrooms also produce antibacterial and antifungal substances to protect against other species in their environment, resulting in antimicrobial properties against bacteria, yeasts, and other fungi. Most of the studies conducted to date on mushrooms to find antibacterial activity have focused on showing the antibacterial properties of mushroom extracts to identify the compounds responsible for the antibacterial activity (Stojanova et al., 2024).

Since antiquity, conventional medicine has valued edible fungus for its tremendous health benefits. A variety of ways that mushrooms can improve human well-being depend on their biological components. A growing number of people are interested in extracting bioactive components from mushrooms to create functional foods (Zhang et al., 2019).

Globally, antimicrobial resistance poses a severe threat to public health, particularly with the emergence of multidrug-resistant organisms that are now almost immune to all antibiotics. Finding bioactive compounds from plants and animals that can be utilized as alternatives to conventional antimicrobials is therefore becoming increasingly important.

Mushroom species release several bioactive compounds, such as terpenoids, flavonoids, tannins, alkaloids, and polysaccharides which could be used as novel antibiotics. Herein, *Lentinula edodes* has attracted particular attention concerning its antimicrobial activity (Bender et al., 2001).

Table 1: Chemical composition of dried shiitake mushroom

Parameter	n	Dried shiitake mushroom
Total water (%)	3	7.90
Total dry matters (%)	3	92.10
Total acids (%)	3	0.43
Vitamin C (mg/100g)	3	14.70
Mineral matters (ash) (%)	3	4.70
Total carbohydrates (%)	3	6.40
N (%)	3	1.70
P (%)	3	0.90
K (%)	3	1.10
Ca (%)	3	4.00
Mg (%)	3	2.40
Proteins (%)	3	10.63

Based on the data presented in Table 1, can be seen that all of the values for the chemical composition of the dried shiitake mushroom are ranged according to the literacy data. Thus,

the total water content is 7.90%, the total acids are presented with 0.43%, the mineral matter is about 4.70%, and the vitamin C has a value of 14.70%. The concentration of carbohydrates is 6.40%. In terms of the mineral elements, with the highest concentration is characterized the presence of Ca (4.00%). The content of proteins is 10.63%.

Of all the bioactive compounds found in mushrooms, polysaccharides have the most pronounced antitumor, antiviral, and immunomodulatory activities, and the highest bioactivity has been proven in polysaccharides that are part of the cell wall (Mizuno and Nishitani, 2013).

According to data presented in Table 2, it can be seen that, generally, water extract showed higher ($p < 0.05$) antimicrobial potential against most of the tested microorganisms, compared to the ethanol extract (against *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Shigella sonnei*, *Proteus vulgaris*, and *Pseudomonas aeruginosa*). The most important to be highlighted is the fact that both of the extracts showed higher ($p < 0.05$) antimicrobial potential against *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Shigella sonnei*, and *Pseudomonas aeruginosa* compared to one or both positive controls (well-known synthetic antibiotics). All of the values ranged between 9.4 and 20.1 mm.

Table 2. Antimicrobial activity of tested mushroom extracts (mm)

Microorganism	n	Lentinula edodes extracts		Gentamicin (30 µg/disc)	Neomycin (30 µg/disc)
		W*	EtOH*		
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	3	19.1 ± 0.02 ^a	17.6 ± 0.09 ^b	20.6 ± 0.03 ^c	17.0 ± 0.03 ^d
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876	3	13.3 ± 0.07 ^a	12.10 ± 0.01 ^b	14.2 ± 0.01 ^c	13.5 ± 0.03 ^a
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	3	10.0 ± 0.15 ^a	8.2 ± 0.06 ^b	14.7 ± 0.03 ^c	14.0 ± 0.01 ^d
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	3	15.9 ± 0.12 ^a	9.4 ± 0.11 ^b	12.0 ± 0.03 ^c	10.9 ± 0.01 ^d
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	3	17.2 ± 0.10 ^a	18.3 ± 0.13 ^b	18.4 ± 0.05 ^b	16.3 ± 0.03 ^c
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729	3	11.8 ± 0.08 ^a	20.1 ± 0.11 ^b	30.8 ± 0.01 ^c	27.1 ± 0.02 ^d
<i>Shigella sonnei</i> ATCC 29930	3	18.7 ± 0.07 ^a	14.1 ± 0.05 ^b	16.5 ± 0.02 ^c	14.9 ± 0.02 ^d
<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 8427	3	19.5 ± 0.19 ^a	16.9 ± 0.09 ^b	23.9 ± 0.02 ^c	22.6 ± 0.02 ^d
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 35554	3	13.7 ± 0.06 ^a	10.8 ± 0.13 ^b	17.7 ± 0.01 ^c	10.2 ± 0.02 ^d

a, b, c, d – values marked with different letters have statistically significant differences ($p < 0.05$), ANOVA, post hoc Tukey's test; * W – water extract; * EtOH – ethanol extract

In the research of Garcia et al. (2021), concerning aqueous extracts, the bacterial inhibition halos varied between 7 – 11 mm and between 7 – 16 mm for var. Donko and var. Koshin, respectively. Methanolic extracts of both varieties were not effective against either isolate tested. Also, Gram-negative isolates were resistant to all extracts tested.

According to the classification scheme proposed by Aires et al. (2009), the aqueous extract was “moderately effective” against all Gram-positive isolates, and “non-effective” against all Gram-negative isolates.

Despite some similarities in the composition of mushroom samples, it is known that the chemical compositions of mushrooms are affected by many factors, namely, mushroom strain/type, composition of growth media, time of harvest, management techniques, handling conditions, and preparation of the substrates. Therefore, the chemical contents and antimicrobial substances of species of mushrooms naturally grown in different geographic locations of the world must be analyzed (Ozen et al., 2011).

People exert more effort to find substances from nature that provide health benefits as they become more conscious of the potential negative effects of synthetic medicines and health supplements. In-vivo and in-vitro research have shown mushrooms offer amazing medicinal potential and excellent nutritional value. All kinds of mushrooms provide a good supply of carbohydrates, protein, unsaturated fatty acids, and some vitamins, which are all nutritionally similar to vegetables. Although edible mushrooms are well known for their culinary and nutritional benefits, they are still less known about their medicinal potential.

Given the problem associated with antibiotic resistance worldwide, *Lentinula edodes* is a potential source of antibacterial compounds that can be used prophylactically to prevent the risk of infection and may be used in combination with antibiotics, to reduce the time of infection and the possible occurrence of resistance phenomena (Garcia et al., 2021).

CONCLUSION

Based on the results, it can be concluded that both tested extracts of *Lentinula edodes* mushroom showed moderate to good antibacterial activity. Slightly higher ($p < 0.05$) values were obtained in the water extract compared to the ethanol extract. It has a rich chemical composition which is according to the literacy data.

Therefore, it can be pointed out that both extracts of tested mushrooms showed good antibacterial properties that can be a substitute for some of the synthetic antibiotics used for industrial purposes. According to that, this study represents a novel starting point for future studies in which mushroom extracts can be used in various fields such as the food industry, pharmaceuticals, medicine, or cosmetics. These extracts, as well as specific compounds, should be evaluated for further conclusions. Moreover, more studies are required to clarify the mechanisms of action that support the observed effects upon each microorganism.

REFERENCES

- Aires, A., Mota, V.R., Saavedra, M.J., Monteiro, A.A., Simoes, M., Rosa, E.A., & Bennett, R. N. (2009). Initial in vitro evaluations of the antibacterial activities of glucosinolate enzymatic hydrolysis products against plant pathogenic bacteria. *J Appl Microbiol.*, 106(6), 2096–2105. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2009.04181.x>.
- Bender, S., Lonergan, G.T., Backhaus, J., Cross, R.F., Dumitrache-Anghel, C.N., & Baker, W.L. (2001). The antibiotic activity of the edible and medicinal mushroom *Lentinus edodes* (berk.) sing. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 3(2-3), 1. doi:10.1615/IntJMedMushr.v3.i2-3.360.
- Chang, S.T., & Miles, P.G. (2004). *Mushrooms – Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact - 2nd ed.*, CRC Press.
- Gao, Y.H., Tang, W.B., Gao, H., Chan, E., Lan, J., Li, X. et al. (2005). Antimicrobial activity of the medicinal mushroom *Ganoderma*. *Food Rev Int.*, 21, 211–229.
- Garcia, J., Afonso, A., Fernandes, C., Nunes, F.M., Marques, G., & Saavedra, M.J. (2021). Comparative antioxidant and antimicrobial properties of *Lentinula edodes* Donko and Koshin varieties against priority multidrug-resistant pathogens. *South African Journal of Chemical Engineering*, 35, 98-106. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2020.09.008>.
- Gursoy, N., Sarikurkcu, C., Tepe, B., & Solak, M.H. (2010). Evaluation of Antioxidant Activities of 3 Edible Mushrooms: *Ramaria flava* (Schaeff.: Fr.) Quél., *Rhizopogon roseolus* (Corda) T.M. Fries., and *Russula delica* Fr. *Food Sci. Biotechnol.*, 19(3), 691-696.
- Hatvani, N. (2001). Antibacterial effect of the culture fluid of *Lentinus edodes* mycelium grown in submerged liquid culture. *Int J Antimicrob Ag.*, 17, 71-74.
- Klaus, A., Kozarski, M., Vunduk, J., Todorovic, N., Jakovljevic, D., Zizak, Z., Pavlovic, V., Levic, S., Niksic, M., & Van Griensven, L.J.L.D. (2015). Biological potential of extracts of wild edible Basidiomycete mushroom *Grifola forndosa*. *Food Research International*, 67, 272-283. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.035>.
- Lindequist, U., Niedermeyer, T.H.J., & Julich, W.D. (2005). The pharmacological potential of mushrooms. *eCAM* 2, 285-299.
- Mizuno, M., & Nishitani, Y. (2013). Immunomodulating compounds in Basidiomycetes. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 52(3), 202–207.
- Ozen, T., Darcan, C., Aktop, O., & Turkecul, I. (2011). Screening of antioxidant, antimicrobial activities and chemical contents of edible mushrooms wildy grown in the black sea region of Turkey. *Comb Chem High Throughput Screen.*, 14, 72-84.
- Poucheret, P., Fons, F., & Rapior, S. (2006). Biological and pharmacological activity of higher fungi: 20-Year retrospective analysis. *Mycologie*, 27, 311-333.
- Rahman, M.A., Abdullah, N., & Aminudin, N. (2018). *Lentinula edodes* (shiitake mushroom): An assessment of in vitro anti-atherosclerotic bio-functionality. *Saudi J Biol Sci.*, 25(8), 1515-1523. doi:10.1016/j.sjbs.2016.01.021.
- Reis, F.S., Stojković, D., Barros, L., Glamočlija, J., Ćirić, A., Soković, M., Martins, A., Vasconcelos, M.H., Morales, P., & Ferreira, I.C.F.R. (2014). Can *Suillus granulatus* (L.) Roussel be classified as a functional food?. *Food and Function*, 5, 2861–2869. <https://doi.org/10.1039/C4FO00619D>.
- Sławińska, A., Radzki, W., & Kalbarczyk, J. (2013). Antioxidant activities and polyphenolics content of *Flammulina velutipes* mushroom extracts. *Kerla Polonica, De Gruyter*, 59(3), 26–36. <https://doi.org/10.2478/hepo-2013-0014>.
- Stojanova, T.M. (2017). *Plant nutrition. Handbook*. Academic Press, Skopje. ISBN 978-608-231-198-2. COBISS.MK-ID 102756618

- Stojanova, M., Pantić, M., Karadelev, M., Čuleva, B., & Nikšić, M. (2021). Antioxidant potential of extracts of three mushroom species collected from the Republic of North Macedonia. *J Food Process Preserv.*, 00:e15155. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15155>
- Stojanova, M., Djukic, D., Stojanova, M.T. Šatana, A., & Lalevic, B. (2023). Antioxidant and Antimicrobial Potential of Wild Chestnut Ohrid Diamond Extract – An Opportunity for Creation of New Natural Products. *Erwerbs-Obstbau*. <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00668-9>
- Stojanova, M., Djukic, D.A., Stojanova, M.T., & Šatana, A. (2024). *Modern Extraction Methods of Biologically Active Components in Food Biotechnology*. Monography. Cambridge Scholars Publishing, UK. ISBN: 1-5275-7211-0; ISBN13: 978-1-5275-7211-9
- Turkoglu, A., Duru, M.E., Mercan, N., Kivrak, I., & Gezer, K. (2007). Antioxidant and antimicrobial activities of *Laetiporus sulphurous* (Bull.) Murrill. *Food Chem.*, 101, 267-273.
- Vidović, S., Zoran-Zeković, Z., Mujić, I., Lepojević, Ž., Radojković, M., & Živković, J. (2011). The antioxidant properties of polypore mushroom *Daedaleopsis confragosa*. *Central European Journal of Biology*, 6(4), 575–582. <https://doi.org/10.2478/s11535-011-0029-5>.
- Wasser, S.P. (2011). Current findings, future trends, and unsolved problems in studies of medicinal mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 89, 1323–1332.
- Zhang, M., Zhang, Y., Zhang, L., & Tian, Q. (2019). Mushroom polysaccharide lentinan for treating different types of cancers: A review of 12 years clinical studies in China. *Progress in molecular biology and translational science*, 1(163), 297-328.

THE ROLE OF THE MIND DIET IN NEURODEGENERATIVE DISEASE PREVENTION AND CARDIOVASCULAR HEALTH

Mónika Fekete

Institute of Preventive Medicine and Public Health, Semmelweis University, 1089 Budapest, Hungary

ORCID: 0000-0001-8632-2120

Noémi Mózes

Institute of Preventive Medicine and Public Health, Semmelweis University, 1089 Budapest, Hungary

ORCID: 0000-0001-8632-2120

Andrea Lehoczki

Institute of Preventive Medicine and Public Health, Semmelweis University, 1089 Budapest, Hungary

ORCID: 0000-0001-8632-2120

National Institute for Haematology and Infectious Diseases, Department of Haematology and Stem Cell Transplantation, South Pest Central Hospital, 1097 Budapest, Hungary

Tamás Csípő

Institute of Preventive Medicine and Public Health, Semmelweis University, 1089 Budapest, Hungary

ORCID: 0000-0001-8632-2120

János T Varga

Department of Pulmonology, Semmelweis University, 1083 Budapest, Hungary;

ORCID: 0000-0002-8552-1336

Abstract

The MIND (Mediterranean-DASH Diet Intervention for Neurodegenerative Delay) diet, a combination of the Mediterranean and DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) diets, plays a crucial role in preserving cognitive function and delaying neurodegenerative diseases in older adults. This diet emphasizes the consumption of natural foods such as vegetables, berries, whole grains, nuts, legumes, fish, and moderate amounts of red wine. Olive oil is a key component, while butter, margarine, red meats, and sugar are avoided. The DASH diet, aimed at reducing hypertension, focuses on lowering salt intake, increasing fruit and vegetable consumption, and avoiding saturated fats. Studies have shown that the MIND diet not only supports cognitive health but also effectively prevents cardiovascular diseases. Additionally, the Mediterranean diet has been proven to aid in the prevention of chronic conditions such as obesity, type 2 diabetes, and Alzheimer's disease. Omega-3 fatty acid-rich seafood, whole grains, and the antioxidants in olive oil play a significant role in maintaining overall health and reducing disease risk. Keywords: MIND diet, Mediterranean diet, DASH diet, cognitive function, cardiovascular health

Funding: The project was funded by the Ministry of Innovation and Technology under the National Cardiovascular Laboratory Program (RRF-2.3.1-21-2022-00003) from the National Research, Development and Innovation Fund. Project, no. TKP2021-NKTA-47 was funded

by the National Research, Development and Innovation Fund under the TKP2021-NKTA, with the support from the Ministry of Innovation and Technology of Hungary.

Introduction

Neurodegenerative diseases and dementias, such as Alzheimer's disease and Parkinson's disease, are becoming increasingly significant issues as the global population ages. The role of healthy nutrition in preventing these conditions and delaying disease progression is paramount. The MIND (Mediterranean-DASH Diet Intervention for Neurodegenerative Delay) diet, which combines the benefits of the Mediterranean and DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) diets, offers a particularly promising approach for preserving cognitive function and preventing cardiovascular diseases.

Research indicates that adherence to the MIND diet is closely associated with improvements in cognitive functions. Following this diet may help reduce the risk of developing dementia, as its antioxidants and anti-inflammatory compounds protect the nervous system from neurodegenerative processes. Additionally, the MIND diet is rich in omega-3 fatty acids and other essential nutrients that support optimal brain function.

The positive effects of the MIND diet extend not only to cognitive functions but also to cardiovascular health. The principles of the DASH diet, such as reducing sodium intake and increasing fruit and vegetable consumption, contribute to lowering blood pressure and minimizing the risk of heart disease. To prevent cardiovascular diseases, the MIND diet emphasizes the intake of healthy fats and fiber, which support heart health and circulation (1-6).

Principles of the MIND diet

The MIND diet emphasizes the following key food groups:

- Vegetables: Especially leafy greens and dark green vegetables, which are rich in vitamins and minerals.
- Berries: High in antioxidants, these fruits help protect cells from damage.
- Whole Grains: Rich in fiber, they promote digestion and stabilize blood sugar levels.
- Nuts: Sources of healthy fats that support cardiovascular health.
- Legumes: High in protein, they aid in reducing blood pressure.
- Fish: Rich in omega-3 fatty acids, beneficial for brain health.
- Olive Oil: Serving as the primary fat, it plays a crucial role in the diet's health benefits, while minimizing the intake of butter, margarine, red meats, and added sugars is recommended.

Recommended food groups and serving suggestions

Food Group	Recommended Amount
Whole Grains	3+ servings per day
Vegetables (excluding leafy greens)	1+ servings per day
Leafy Greens	6+ servings per week
Nuts	5+ servings per week
Beans	4+ meals per week
Berries	2+ servings per week
Poultry	2+ meals per week
Fish	1+ meal per week
Olive Oil (primary fat)	Use as the main fat

Food Group	Recommended Amount
Unhealthy Products (to avoid)	
Pastries and sweets	Less than 5 servings per week
Red meat (beef, pork, lamb)	Less than 4 servings per week
Cheese and fried foods	Less than 1 serving per week
Butter/margarine	Less than 1 tablespoon per day

In cohort studies, it has been shown that participants with the highest MIND diet scores had a 53% lower risk of Alzheimer's disease, while those with moderate scores also exhibited a 35% lower risk(7, 8). These results remained significant even after accounting for dementia-related factors, supporting the positive impact of the MIND diet on cognitive function.

A 2023 randomized controlled trial (RCT) followed 604 overweight participants aged 65 and older (9). The intervention group focused on adhering to the MIND diet, while the control group maintained their usual diet. Both groups demonstrated improved cognitive performance and lost approximately 11 kg; however, the MIND diet group achieved a more significant enhancement in dietary quality. Brain changes were assessed through magnetic resonance imaging, but no differences were found between the two groups.

Research has also highlighted a strong association between poverty and lower educational attainment with lower MIND diet scores and poorer cognitive function (10). While the MIND diet demonstrates beneficial effects on cognitive health and cardiovascular status, further studies are needed to understand its long-term effects.

Mechanisms

The MIND diet is a nutritional model that combines elements of the Mediterranean and DASH diets, aimed at preserving brain health and reducing the risk of neurodegenerative diseases. Below, we detail the role of the diet's key nutrients and their mechanisms in maintaining brain health.

Anti-Inflammatory Effects

Key nutrients in the MIND diet include berries, vegetables, and nuts, which are rich sources of polyphenols, flavonoids, and other bioactive compounds. These substances have significant anti-inflammatory effects, which are crucial in preventing brain aging and the onset of neurodegenerative diseases such as Alzheimer's.

Berries: Particularly blackberries, blueberries, and strawberries are abundant in flavonoids, which contribute to the protection of neurons by reducing inflammation. These compounds may help prevent inflammatory processes that can lead to cognitive decline.

Vegetables: Leafy greens, such as spinach and kale, are packed with antioxidants like vitamins C and E, which help neutralize free radicals, thereby reducing the risk of cellular damage.

Antioxidant Effects

The role of antioxidants in protecting the brain is vital. Foods recommended in the MIND diet, such as nuts and olive oil, are rich in antioxidants that help safeguard neurons from oxidative stress.

Nuts: Walnuts, almonds, and other oily seeds are high in vitamin E, providing protection for brain cells and reducing the risk of Alzheimer's disease and other cognitive disorders.

Olive Oil: Extra virgin olive oil is particularly rich in oleic acid and polyphenols, which not only have anti-inflammatory effects but also improve lipid profiles and cardiovascular health.

Omega-3 Fatty Acids

The MIND diet emphasizes the consumption of fish and seafood, particularly fatty fish such as salmon and mackerel, which are rich in omega-3 fatty acids.

DHA and EPA: These omega-3 fatty acids play a crucial role in brain health by contributing to the integrity of neurons and the function of synapses. DHA (docosahexaenoic acid) is especially important for neuroplasticity, enabling the brain to adapt and learn.

Omega-3 fatty acids also have anti-inflammatory properties, as they inhibit the production of pro-inflammatory molecules, thereby reducing chronic inflammation—a major factor in brain aging.

Role of B Vitamins

The MIND diet includes various sources of B vitamins, such as whole grains, vegetables, and poultry.

- **Homocysteine Levels:** B vitamins, particularly B6, B12, and folate, help maintain healthy homocysteine levels in the body. Elevated homocysteine levels have been linked to an increased risk of dementia.
- **Nervous System Function:** B vitamins are essential for the normal functioning of the nervous system. They support the production of neurotransmitters and neuronal signaling, thereby contributing to the maintenance of cognitive functions.

The nutrients in the MIND diet support brain health through various mechanisms, including anti-inflammatory and antioxidant effects, the protective role of omega-3 fatty acids, and the beneficial impacts of B vitamins. Together, these factors help preserve cognitive functions, reduce the risk of neurodegenerative diseases, and contribute to healthy aging. Following this diet can thus offer significant benefits not only for brain health but also for cardiovascular health (11-20).

Summary

The MIND diet offers a promising approach to preventing neurodegenerative diseases and preserving cardiovascular health. The consumption of natural foods, a nutrient-rich diet, and anti-inflammatory effects all contribute to improving overall health. For older adults, adhering to the MIND diet not only promotes the preservation of cognitive functions but also reduces the risk of cardiovascular diseases. Further research is needed to fully understand the long-term effects of the diet and its effective application in practice.

References

1. Morris MC, Tangney CC, Wang Y, Sacks FM, Barnes LL, Bennett DA, et al. MIND diet slows cognitive decline with aging. *Alzheimer's & dementia*. 2015;11(9):1015-22.
2. Fekete M, Szarvas Z, Fazekas-Pongor V, Feher A, Csipo T, Forrai J, et al. Nutrition strategies promoting healthy aging: From improvement of cardiovascular and brain health to prevention of age-associated diseases. *Nutrients*. 2022;15(1):47.
3. Ungvari Z, Tarantini S, Donato AJ, Galvan V, Csiszar A. Mechanisms of Vascular Aging. *Circ Res*. 2018;123(7):849-67.
4. Ungvari A, Gulej R, Csik B, Mukli P, Negri S, Tarantini S, et al. The Role of Methionine-Rich Diet in Unhealthy Cerebrovascular and Brain Aging: Mechanisms and Implications for Cognitive Impairment. *Nutrients*. 2023;15(21).
5. Fekete M, Szöllősi G, Németh AN, Varga JT. Az ómega-3 zsírsavak pótlásának klinikai értéke krónikus obstruktív tüdőbetegségben. *Orvosi Hetilap*. 2021;162(1):23-30.
6. Fekete M, Csípő T, Fazekas-Pongor V, Fehér Á, Szarvas Z, Kaposvári C, et al. The Effectiveness of Supplementation with Key Vitamins, Minerals, Antioxidants and Specific Nutritional Supplements in COPD-A Review. *Nutrients*. 2023;15(12).
7. Morris MC, Tangney CC, Wang Y, Sacks FM, Bennett DA, Aggarwal NT. MIND diet associated with reduced incidence of Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*. 2015;11(9):1007-14.

8. Dhana K, James BD, Agarwal P, Aggarwal NT, Cherian LJ, Leurgans SE, et al. MIND diet, common brain pathologies, and cognition in community-dwelling older adults. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2021;83(2):683-92.
9. Barnes LL, Dhana K, Liu X, Carey VJ, Ventrelle J, Johnson K, et al. Trial of the MIND diet for prevention of cognitive decline in older persons. *New England Journal of Medicine*. 2023;389(7):602-11.
10. Boumenna T, Scott TM, Lee J-S, Zhang X, Kriebel D, Tucker KL, et al. MIND diet and cognitive function in Puerto Rican older adults. *The Journals of Gerontology: Series A*. 2022;77(3):605-13.
11. Féart C, Samieri C, Rondeau V, Amieva H, Portet F, Dartigues JF, et al. Adherence to a Mediterranean diet, cognitive decline, and risk of dementia. *Jama*. 2009;302(6):638-48.
12. Calil SR, Brucki SM, Nitrini R, Yassuda MS. Adherence to the Mediterranean and MIND diets is associated with better cognition in healthy seniors but not in MCI or AD. *Clinical nutrition ESPEN*. 2018;28:201-7.
13. Golzarand M, Mirmiran P, Azizi F. Adherence to the MIND diet and the risk of cardiovascular disease in adults: a cohort study. *Food Funct*. 2022;13(3):1651-8.
14. Aminianfar A, Hassanzadeh Keshteli A, Esmailzadeh A, Adibi P. Association between adherence to MIND diet and general and abdominal obesity: a cross-sectional study. *Nutr J*. 2020;19(1):15.
15. Kheirouri S, Valiei F, Taheraghdam A-A. Association of plant-rich dietary patterns of mediterranean and MIND with risk of alzheimer disease. *Human Nutrition & Metabolism*. 2024;37:200283.
16. Su KP, Tseng PT, Lin PY, Okubo R, Chen TY, Chen YW, et al. Association of Use of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids With Changes in Severity of Anxiety Symptoms: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2018;1(5):e182327.
17. Mohammadpour S, Ghorbaninejad P, Janbozorgi N, Shab-Bidar S. Associations between adherence to MIND diet and metabolic syndrome and general and abdominal obesity: a cross-sectional study. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2020;12(1):1-10.
18. Ungvari Z, Kaley G, De Cabo R, Sonntag WE, Csiszar A. Mechanisms of vascular aging: new perspectives. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*. 2010;65(10):1028-41.
19. Ungvari Z, Fazekas-Pongor V, Csiszar A, Kunutsor SK. The multifaceted benefits of walking for healthy aging: from Blue Zones to molecular mechanisms. *GeroScience*. 2023:1-29.
20. Csiszár A, Csiszar A, Pinto JT, Gautam T, Kleusch C, Hoffmann B, et al. Resveratrol encapsulated in novel fusogenic liposomes activates Nrf2 and attenuates oxidative stress in cerebrovascular endothelial cells from aged rats. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*. 2015;70(3):303-13.

KOLAJEN: SAĞLIK ETKİLERİ, TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE SÜT ÜRÜNLERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİNDE KULLANIM POTANSİYELİ

COLLAGEN: HEALTH EFFECTS, TECHNOLOGICAL PROPERTIES, AND USAGE POTENTIAL IN THE FORTIFICATION OF DAIRY PRODUCTS

Öğr. Gör. Dr. Mehmet Ali SALIK

Bingöl University, Vocational School of Food, Agriculture and Livestock, Department of Food Processing, Bingöl, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4727-9830>

ÖZET

Kolajen deri, kemik, tendon ve bağ dokularında en bol bulunan yapısal bir proteindir. Kolajen, mükemmel parçalanabilirliği ve biyolojik uyumluluğu nedeniyle dokuların oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, kolajen pek çok sağlık alanındaki (diş, kardiyovasküler cerrahi, plastik cerrahi, ortopedi, üroloji, nöroloji, oftalmolojide vb.) tıbbi uygulamalarda biyomateryal olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yapılan in vitro ve in vivo çalışmalarda hidrolize kolajenin antioksidan, osteoblastik aktivitede artış, kemik rejenerasyonu, yara iyileşme hızında artış ve yaşlanmayı geciktirici gibi pek çok sağlık faydalarının olduğu rapor edilmiştir. Kolajen türleri, dokulardaki dağılım, işlev ve boyut açısından önemli ölçüde farklılık gösterse de temelde hidrojen bağlarıyla birbirine bağlanan üç polipeptit zincirinin oluşturduğu kararlı bir sarmal yapıdan oluşmaktadır. Kolajen α -sarmal yapısının bileşimine bağlı olarak çeşitlenmektedir. Günümüze kadar çeşitli dokularda yaklaşık 29 tip kolajen (I-XXIX) tanımlanmış olup, biyolojik dokularda en fazla bulunan tip I kolajendir. Glisin (Gly, %35) ve prolin (Pro, %12) kolajenin yapısında en fazla bulunan aminoasitlerdir. Kolajenin küresel pazar değeri giderek artan bir eğilim göstermekte olup büyük oranda sağlık (%48) ve gıda (%32) sektörlerinde kullanılmaktadır. Yüksek protein içeriğiyle (%84-90) kolajen; köpürme, jel oluşturma, kolloidal stabilizasyon sağlama, emülsifiye etme ve biyolojik olarak parçalanabilir film oluşturma gibi sahip olduğu teknolojik özellikleriyle gıda endüstrisinde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Süt ürünleri, günümüzde fonksiyonel gıdaların yaklaşık %40'ını temsil etmekte olup temel beslenmede, sağlıklı yaşamda ve hastalıkların önlenmesinde önemli etkilere sahiptir. Yapılan araştırmalarda, süt ürünlerinin (yoğurt, peynir, dondurma, fermente süt, vb.) zenginleştirilmesinde kolajen ve türevlerinin kullanımının ürünlere fonksiyonel özellikler (antioksidan aktivite, ACE-I inhibitörü, protein zenginleştirme, prebiyotik etki, vb.) ve teknolojik faydalar (viskoziteyi artırma, sinerezisi azaltma, erime direncini artırma ve çökelti oluşumunu azaltma gibi özelliklere bağlı olarak tekstürel ve reolojik özellikleri geliştirme) sağladığı ve ürünlerin duyu özelliklerini geliştirdiği belirlenmiştir. Bu çalışmada, hayvansal yan ürün kolajen ve kolajen peptitlerinin insan sağlığı ve beslenmesindeki önemi ile teknolojik özelliklerine dikkat çekerek, kolajen ile zenginleştirilmiş süt ve süt ürünleri üzerinden genel bir bakış sunmak amaçlanmıştır. Böylece, kolajenin gıda işleme, ambalajlama ve fonksiyonel gıdalarda kullanımını yaygınlaştırmak hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel gıda, Kolajen, Kolajen ve sağlık, Zenginleştirilmiş süt ürünleri, Gıda kalitesi, Teknolojik özellikler.

ABSTRACT

Collagen is a structural protein most abundant in skin, bone, tendon, and connective tissues. Collagen plays an important role in the formation of tissues due to its excellent degradability and biocompatibility. Therefore, collagen is widely used as a biomaterial in medical

applications in many health fields (dental, cardiovascular surgery, plastic surgery, orthopedics, urology, neurology, ophthalmology, etc.). In vitro and in vivo studies have reported that hydrolyzed collagen has many health benefits such as antioxidant, increase in osteoplastic activity, bone regeneration, increase in wound healing rate, and anti-aging. Although collagen types vary considerably in terms of distribution, function, and size in tissues, they mainly consist of a stable helical structure formed by three polypeptide chains linked together by hydrogen bonds. Collagen is diversified depending on the composition of its α -helix structure. Approximately 29 types of collagen (I-XXIX) have been identified in various tissues to date, and type I collagen is the most abundant in biological tissues. Glycine (Gly, 35%) and proline (Pro, 12%) are the most abundant amino acids in the structure of collagen. The global market value of collagen shows a growing trend and is largely utilized by the health (48%) and food industries (32%). With its high protein content (84-90%), collagen is widely used in the food industry due to its technological aspects such as foaming, gel formation, colloidal stabilization, emulsification, and biodegradable film formation. Dairy products represent about 40% of functional foods today and have important effects on basic nutrition, healthy living, and disease prevention. Studies have shown that the use of collagen and its derivatives in the enrichment of dairy products (yogurt, cheese, ice cream, fermented milk, etc.) provides functional properties (antioxidant activity, ACE-I inhibitor, protein enrichment, prebiotic effect, etc.) and technological benefits (improving textural and rheological properties due to properties such as increasing viscosity, reducing syneresis, increasing melt resistance and reducing sediment formation) and improving the sensory characteristics of the products. This study aims to provide an overview of collagen-enriched milk and dairy products by drawing attention to the importance and technological aspects of animal by-product collagen and collagen peptides in human health and nutrition. Thus, it is targeted to promote the use of collagen in food processing, packaging, and functional foods.

Keywords: Collagen, Functional food, Collagen and health, Fortified dairy products, Food quality, Technological properties

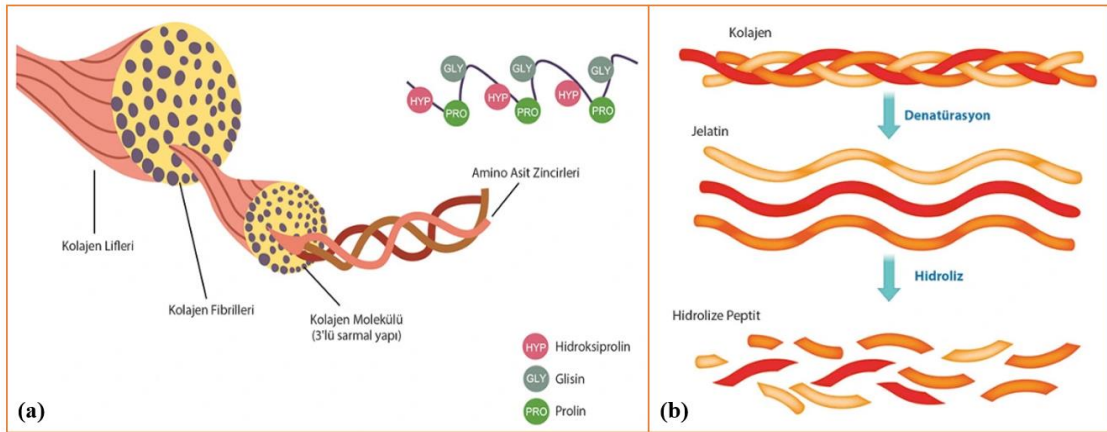
1. GİRİŞ

Kolajen hayvanlardaki toplam proteinin yaklaşık %30'unu oluşturmaktadır olup deri, kemik, tendon ve bağ dokularında en bol bulunan yapısal bir proteindir (Nurubhasha et al., 2019; Tang et al., 2022; Ahmad et al., 2024). Kolajen dokuların oluşumunda önemli bir rol oynayarak pek çok sağlık alanındaki (diş, kardiyovasküler cerrahi, plastik cerrahi, ortopedi, üroloji, nöroloji, oftalmolojide vb.) tıbbi uygulamalarda biyomateryal olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Lee et al., 2001). Günümüzde kolajen doğal olarak hayvansal ve bitkisel kaynaklarından elde edilebilmektedir; bakteriler, mayalar, böcekler, memeli hücreleri veya yapay fibriller kullanılarak rekombinant protein üretim sistemlerinden de elde edilmektedir (Wang, 2021). Karasal ve deniz hayvanlarının yan ürünleri (kemikler, tendonlar, deri, yağ dokusu, boynuzlar, toynaklar, ayaklar, kan ve iç organlar) kolajen ve kolajen peptitlerinin elde edilmesinde kullanılan ana hammaddelerdir (Cao et al., 2022). Kolajenin dokulardan elde edilmesinde en önemli işlem ekstraksiyondur. Bu işlem kimyasal hidroliz ve enzimatik hidroliz olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır (Wang, 2021). Hidrolize kolajen; doğal kolajene kıyasla daha yüksek çözünürlüğe sahip, düşük viskozite sergileyen, vücut tarafından kolayca sindirilebilen ve emilebilen düşük molekül ağırlıklı (3-6 kDa) bir peptit grubudur (Soutelino et al., 2024). Enzimatik hidroliz, kolajen peptitlerinin üretiminde en çok tercih edilen yöntemlerden biri olup, bu amaçla pek çok hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal enzim (pepsin, tripsin, papain, bromelain, alkalın proteaz, vb.) yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte immobilize enzim teknolojisi, ultrafiltrasyon sistemi ve ön işlem teknolojileri (çeşitli asit, alkali ve organik çözeltilerin kullanılmasıyla şişme, yağdan arındırma ve demineralizasyon işlemlerini içeren) gibi yöntemlerde kullanılabilmektedir (Cao et al., 2022).

Son yıllarda hayvansal yan ürünlerin değerlendirilmesi konularına artan ilgi ve araştırmalar, kolajen ve kolajen peptitlerin popülaritesinde artışa yol açmıştır (Cao et al., 2022). Kolajen, mükemmel parçalanabilirliği ve biyolojik uyumluluğu nedeniyle gıda, tıp, doku mühendisliği, kozmetik ve ilaç gibi pek çok alanda kullanım alanına sahiptir. Bu da kolajene olan talebi artırarak küresel bir kolajen pazarının gelişmesine neden olmuştur (Wang, 2021; Cao et al., 2022; Ahmad et al., 2024). Kolajenin pazar değeri 2020 yılında ~4,7 milyar ABD dolarını aşmış olup, bunun %80'i sağlık (%48) ve gıda endüstrileri (%32) tarafından kullanılmaktadır. Bu pazar payının ise 2027 yılına kadar %6 büyüme oranıyla ~7 milyar ABD dolarının üzerine çıkacağı tahmin edilmektedir (Cao et al., 2022; Tang et al., 2022; Ahmad et al., 2024). Kolajen, spesifik yapısal, fizikokimyasal ve biyokimyasal özellikleri nedeniyle gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, hayvansal yan ürün kolajen ve türevlerinin insan sağlığı ve beslenmesindeki önemi ile teknolojik yönlerine dikkat çekerek, kolajen ile zenginleştirilmiş süt ve süt ürünleri üzerinden genel bir bakış sunmak amaçlanmıştır. Böylece, kolajenin gıda işleme, ambalajlama ve fonksiyonel gıdalarda kullanımını yaygınlaştırmak ve/veya teşvik etmek hedeflenmiştir.

2. KOLAJENİN YAPISI VE SAĞLIK ETKİLERİ

Kolajen türleri dokulardaki dağılım, işlev ve boyut açısından önemli ölçüde farklılık gösterse de temelde hidrojen bağlarıyla birbirine bağlanan üç polipeptit zincirinin oluşturduğu kararlı bir sarmal yapıdan (Şekil 1a) oluşmaktadır (Owczarzy et al., 2020; Tang et al., 2022; Ahmad et al., 2024). Bir kolajen proteininin birincil yapı (amino asit üçlüsü), ikincil yapı (α -sarmal), üçüncül yapı (üçlü sarmal) ve dördüncül yapı (fibriller) olmak üzere dört yapısal seviyesi vardır (Wang, 2021). Kolajen, α -sarmal yapısının bileşimine bağlı olarak çeşitlenmektedir. Glisin (Gly, %35) ve prolin (Pro, %12) kolajenin yapısında en bol bulunan aminoasitlerdir. Lizin (Lys), alanin (Ala), aspartik asit (Asp), glutamik asit (Glu) ve arginin (Arg) amino asitleride kolajenin yapısında bulunan önemli aminoasitlerdendir (Owczarzy et al., 2020). Kolajen proteininin üçlü sarmal yapısının denatürasyonu sonucunda düşük molekül ağırlığına sahip kolajen peptit zincirleri elde edilmektedir. Kolajen peptit zincirinin hidrolizi sonucunda ise daha düşük molekül ağırlığına sahip hidrolize kolajen peptitler üretilmektedir (Şekil 1b).

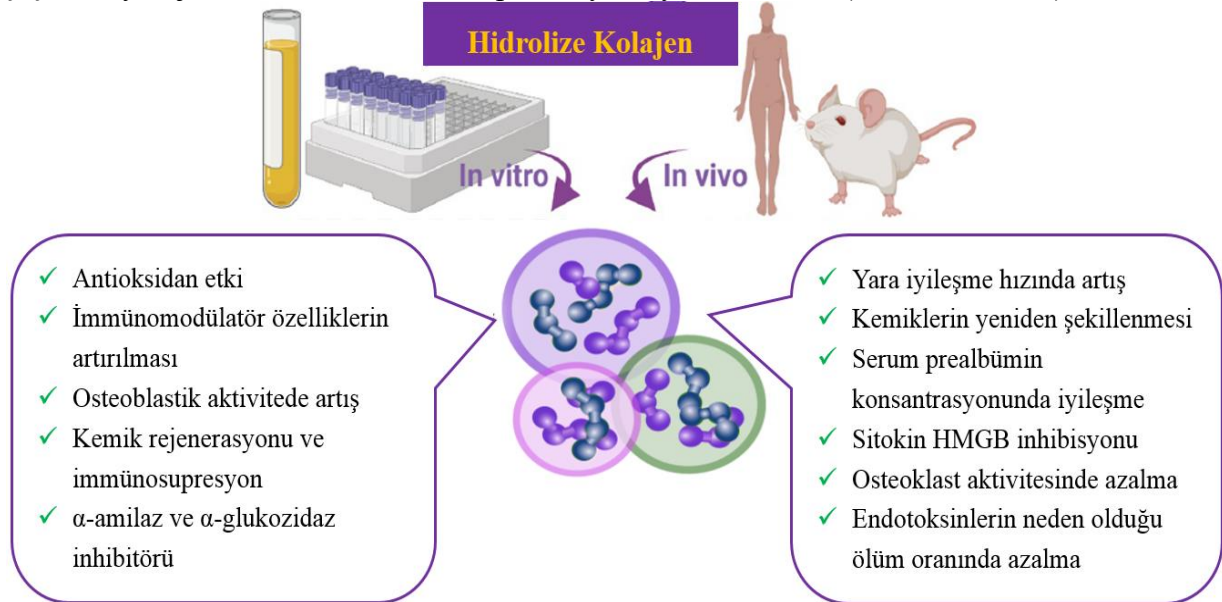


Şekil 1. Kolajen proteininin yapısı (a) ve hidrolize kolajen peptit oluşumu (b) (Anonim, 2024) Günümüze kadar çeşitli dokularda yaklaşık 29 tip kolajen (I-XXIX) tanımlanmış olup (Nurubhasha et al., 2019; Owczarzy et al., 2020; Soutelino et al., 2024), biyolojik dokularda en bol bulunan tip I kolajendir (Wang, 2021; Soutelino et al., 2024). Bunlardan tip I-V dokularda en yaygın olarak bulunan 5 kolajen türleridir (Tablo 1; Wang, 2021). Kolajen tip I, diş ve kemik dokusunun ana bileşenidir ve deri, tendonlar, damar sistemi, akciğerler ve kalpte bulunur. Kolajen tip II, kıkırdakta bol miktarda bulunan bir matris molekülüdür ve iskelet displazileri, romatoid artrit ve osteoartrit gibi birçok hastalıkla ilişkilidir. Kolajen tip III kan damarlarının ve kasların önemli bir bileşeni olup fibriller kolajen grubuna aittir. Kolajen tip IV, bazal membranın omurgasını oluşturan baskın kolajendir. Kolajen tip V kornea stromasında, kemik matriksinde ve kasların, akciğerlerin, karaciğerin ve plasentanın interstisyel matriksinde bulunur (Wang, 2021).

Tablo 1. En yaygın 5 kolajen türünün işlevi

Kolajen	İşlev veya Uygulama	Doku veya Organ	Moleküler Bileşim
Tip I	Kemiğin organik kısmı, yönlendirilmiş doku rejenerasyonu için membranlar	Deri, kemik, diş, tendon, ligament, vasküler ligatür	$[\alpha 1(\text{I})]_2\alpha 2(\text{I})$
Tip II	Kıkırdak, kıkırdak onarımı ve artrit tedavisinin ana bileşeni	Kıkırdak	$[\alpha 1(\text{II})]_3$
Tip III	Retiküler liflerin, hemostatların ve doku sızdırmazlık maddelerinin ana bileşeni	Kas, kan damarları	$[\alpha 1(\text{III})]_3$
Tip IV	Bazal membranın ana bileşeni, hücre kültürünün bağlanma arttırıcısı ve diyabetik nefropati göstergesi	Bazal lamina, bazal membranın epitel salgılayan tabakası	$[\alpha 1(\text{IV})]_2\alpha 2(\text{IV})$ $[\alpha 3(\text{IV})]_2\alpha 4(\text{IV})$ $[\alpha 5(\text{IV})]_2\alpha 6(\text{IV})$
Tip V	Kornea tedavilerinde biyomalzemeler için hammadde	Saç, yüzeyleri hücre ve plasenta	$\alpha 1(\text{V}), \alpha 2(\text{V}), \alpha 3(\text{V})$

İnsan vücudu 25 ve 40 yaşları arasında yılda yaklaşık %1,5 oranında kolajen kaybeder ve bu süre zarfında vücut bu bileşiğin üretimini önemli ölçüde azaltır. Bu kayıp karşısında, doku seviyelerinde değişiklikler meydana gelmeye başlar ve bunun sonucunda cilt yaşlanması (Wang, 2021) ve hastalıkların görülme sıklığında ve/veya ilerlemesinde artış olabilir (Soutelino et al., 2024). Yapılan in vitro ve in vivo çalışmalarda hidrolize kolajenin bir çok sağlık faydası (antioksidan, osteoblastik aktivitede artış, kemik rejenerasyonu, yara iyileşme hızında artış ve yaşlanmayı geciktirici gibi) rapor edilmiştir (Şekil 2) (Soutelino et al., 2024). Ayrıca, kolajen peptidlerin kardiyovasküler sistem (kan şekeri, trigliseritleri ve kolesterolünü azaltma, yağ metabolizmasını destekleme ve damar basıncını azalma, vb.), sinir sistemi (yaşa bağlı öğrenme ve hafıza eksikliklerini giderme, bilişsel işlevleri, anksiyete benzeri davranışları ve stres yanıt bozukluklarını önleme vb.), bağışıklık sistemi (tümör hücre geçişini ve çoğalmasını engelleme, alerjik reaksiyonları baskılama, vb.) ve gastrointestinal sistem (bağırsak epitel fonksiyonların korunması, besin metabolizmasını etkileme, bağırsak florasını değiştirme, vb.) gibi vücudun çeşitli fizyolojik sistemleri üzerindeki potansiyel faydaları vardır (Cao et al., 2022).

**Şekil 2.** Hidrolize kolajenin sağlık üzerindeki etkileri

3. KOLAJENİN TEKNO-FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Kolajen, biyoaktivite ve yapısal özelliğinden kaynaklı olarak fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde ve gıdaların tekstürel özelliklerinin artırılmasında önemli etkilere sahiptir (Ahmad et al., 2024). Kolajenin fonksiyonel özellikleri üç kategoride sınıflandırılabilir: I)

hidrasyon özelliklerine bağlı olarak şişme ve çözünme gibi temel özellikler; II) jel oluşumu, deformasyon, kalınlaşma ve su bağlama yeteneği gibi jel ile ilgili özellikler; III) emülsiyon ve köpük oluşumu ve/veya stabilitesi, yapışma ve agregasyon, koruyucu kolloid ve film oluşturma yeteneği gibi özellikler (Cao et al., 2022; Tang et al., 2022). Kolajen yüksek protein içeriği (%84-90) ve sahip olduğu tekno-fonksiyonel özellikler nedeniyle gıda endüstrisinde geniş bir kullanım alanı sağlamaktadır (Soutelino et al., 2024).

4. SÜT ÜRÜNLERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİNDE KOLAJENİN FONKSİYONEL ETKİLERİ

Kolajen ve türevleri, çeşitli fonksiyonel özelliklere ve biyoaktiviteye sahiptir. Bu özellikler, kolajenin gıda katkı maddesi, gıda ambalajlama ve koruma malzemesi ve fonksiyonel gıda bileşeni olarak uygulamalarında büyük bir potansiyel kazandırmaktadır (Tang et al., 2022). Kolajen hidrolizatları yağlı gıdalarda antioksidan, emülsiyon bazlı gıdalarda emülgatör, az yağlı et ürünlerinde yağ ikamesi, içeceklerde berraklaştırıcı, süt ve ürünlerinin zenginleştirilmesi ve teknolojik özelliklerinin geliştirilmesinde fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanılabilir (Tang et al., 2022). Fonksiyonel gıdalar, gıda endüstrisindeki gelişim ve inovasyonun ana kaynağıdır (León-López et al., 2020). Süt ürünleri, günümüzde fonksiyonel gıdaların yaklaşık %40'ını temsil etmekte olup temel beslenmede, sağlıklı yaşamda ve hastalıkların önlenmesinde önemli etkilere sahiptir (Soutelino et al., 2024). Süt ürünlerinde kolajen uygulamasının etkisini değerlendiren bazı araştırmalara ait sonuçlar Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Süt ürünlerinde kolajen uygulamasının etkisini değerlendiren bazı araştırmalar

Gıda ürünü	Konsantrasyon ve uygulama	Önemli bulgular veya etkiler	Referanslar
Süt	1.5-3.5 mg/mL balık kolajen peptit (yağsız süte eklenerek)	Kolajen peptit ilavesiyle sütün protein içeriği ve besleyici özellikleri artmıştır. Optimizasyon çalışmaları sonucunda %2,63 ve %2,86 kolajen peptit içeren sütler duyuusal olarak kontrole en yakın bulunmuştur.	Samimiazad et al. (2021)
Probiyotik fermente süt	%3 kolajen protein hidrolizatı (fermentasyon öncesi süte eklenerek)	Kolajen peptit, jel sertliğini artırmış, sinerezisini azaltmış ve sütün tadını ve kokusunu etkilememiştir. Bifidobacterium BB-12'nin ise canlılığını olumlu etkilemiştir.	Znamirowska et al. (2020)
Probiyotik fermente süt	%1.5 ve %3 sığır kolajeni ve kolajen hidrolizatı (fermentasyon öncesi süte eklenerek)	Kolajen ilavesinin probiyotik bakterilerin canlılığı ve büyümesi üzerinde olumsuz bir etkisi olmamıştır. Bununla birlikte, kolajen hidrolizat içeren sütlerde, depolama sırasında Lactobacillus casei'nin sayısının arttığı görülmüştür.	Szopa et al. (2022)
PAS temelli fermente içecek	%0.3, %0.5, %0.75 ve %1 hidrolize kolajen	Hidrolize kolajen ilavesi içeceklerin viskozitesini, biyoyararlılığını, protein miktarını ve antioksidan aktivitesini artırmıştır.	León-López et al. (2020)
Yoğurt	0.2, 0.4, 0.8 ve 1 mg/ml balık kolajeni türevli biyoaktif peptitler (inkübasyon sonrası yoğurda eklenerek)	Kolajen peptid ilavesi yoğurtların fizikokimyasal ve duyuusal özelliklerini etkilememiştir. Bununla birlikte, kolajen peptid ilavesiyle yoğurtlar antioksidan aktivite, ACE-I inhibitörü ve DPP-IV inhibitörü dahil olmak	Ayati et al. (2022)

		üzere önemli ölçüde daha yüksek fonksiyonel özellikler göstermiştir.	
Yoğurt	%5, %10 ve %15 çay polifenolleri içeren kalsiyum aljinat/kollajen hidrolizat temelli kapsüller/boncuklar (fermentasyon öncesi süte eklenerek)	Farklı oranlarda kapsül takviyesi yoğurdun besinsel ve fonksiyonel özelliklerini artırmıştır. Ayrıca kapsüller, süt proteinlerinin çökmesini azaltarak, yoğurtlarda stabil reolojik özellikleri ve iyi su tutma kapasitesini sağlamıştır.	Feng et al. (2024)
Yoğurt	%2.5 balık kolajeni (fermentasyon öncesi süte eklenerek)	Balık kolajeni ilavesi yoğurtlarda proteolize katkıda bulunarak serbest aminoasit miktarını artırmıştır.	Shori et al. (2013)
Cheddar peyniri	%0.25 balık kolajeni (pıhtılaşmış süte eklenerek)	Balık kolajeni ilavesi 1 haftalık olgunlaşmadan sonra peynirde proteolizi artırmıştır.	Shori et al. (2020)
Dondurma	%0.1-0.5 domuz kolajen peptit (miks karışımına eklenerek)	Kolajen peptit ilavesi dondurmanın erime direnci ve viskozitesini artırmış, ancak duyu kalitede tat kusurlarına neden olmuştur.	Li et al. (2015)

Gıda bilimi ve mühendisliği açısından bakıldığında, süt ürünlerinin (yoğurt, peynir, dondurma, fermente süt, vb.) zenginleştirilmesinde kolajen ve türevlerinin kullanımının ürünlerde antioksidan aktivite (León-López et al., 2020; Ayati et al., 2022), ACE-I inhibitörü (Ayati et al., 2022), protein zenginleştirilmesi (León-López et al., 2020; Samimiadzad et al., 2021) ve prebiyotik etki (Znamirowska et al., 2020; Szopa et al., 2022) gibi fonksiyonel özellikler sağladığı; viskoziteyi artırma (Li et al., 2015; León-López et al., 2020), sinerezisi azaltma (Znamirowska et al., 2020), erime direncini artırma (Li et al., 2015) ve çökelti oluşumunu azaltma (Feng et al., 2024) gibi özelliklere bağlı olarak tekstürel ve reolojik özellikleri geliştirdiği; ürünlerde proteolize (Shori et al., 2013; 2020) katkıda bulunarak serbest aminoasit içeriğinin artmasına neden olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Tüm bu sonuçlar, kolajenin süt ürünlerinde belirlenen hedeflere yönelik fonksiyonel katkı olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda, fonksiyonel gıda bileşeni olarak, gıda işleme ve depolama sırasında kolajen peptitler ve diğer gıda bileşenleri arasındaki etkileşimi anlamak için daha fazla araştırmanın yapılması önem arz etmektedir.

SONUÇ

Hayvansal yan ürünlerden elde edilen kolajen, yüksek protein içeriğiyle umut verici bir protein kaynağıdır. Hidrolize kolajen, kemik ve cilt sağlığında güçlü bir onarıcı olmasının yanı sıra çeşitli hastalıkların önlenmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Kolajen, mükemmel mekanik ve fonksiyonel özellikleri ile biyolojik aktivitesiyle pek çok alanda oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu özelliklerinin yanı sıra biyoyararlanım, yenilebilirlik ve biyolojik olarak parçalanabilirlik özellikleri, gıda endüstrisinin farklı alanlarında yaygın olarak kullanılmalarını sağlamaktadır. Özellikle tüketim oranı yüksek olan fonksiyonel gıdaların üretilmesi, küresel sağlığı geliştirmeye yönelik bir stratejidir. Günümüzde fonksiyonel gıdaların önemli bir kısmını süt ürünleri temsil etmektedir. Süt ve ürünleri, kendine özgü bileşenleri (süt proteinleri, süt yağı, laktoz, kalsiyum, vb.) içermesinin yanı sıra çeşitli biyoaktif bileşikler bakımından da dikkat çeken, sağlıklı ve temel beslenmede önemli bir gıda grubudur. Ayrıca, süt ürünü çeşitliliğinin oldukça fazla olması ve/veya ürünlerinin çeşitlendirilmeye uygun yapısı fonksiyonel gıda üretiminde büyük avantajlar sağlamaktadır. Daha sağlıklı gıdalara yönelik artan talep, süt ürünleri formülasyonlarına fonksiyonel bileşenlerin dahil edilmesine olanak

sağlamıştır. Son yıllarda sağlık faydaları, biyoaktivitesi ve teknolojik özellikleriyle dikkat çeken kolajenin süt ve süt ürünlerinin zenginleştirilmesinde fonksiyonel gıda bileşeni olarak uygulama alanı bulduğu ve/veya potansiyel taşıdığı görülmüştür. Bu bilgiler ışığında kolajenin, süt endüstrisi başta olmak üzere gıda endüstrisinin farklı alanlarında da gıda işleme, ambalajlama ve fonksiyonel gıda üretimi kapsamında kullanılabileceği sonucu ortaya çıkarılabilir.

KAYNAKLAR

- Ahmad, M. I., Li, Y., Pan, J., Liu, F., Dai, H., Fu, Y., Huang, T., Farooq, S., & Zhang, H. (2024). Collagen and gelatin: Structure, properties, and applications in food industry. *International Journal of Biological Macromolecules*, 254, 128037.
- Anonim (2024). <https://voonkacollagen.com/tr/blog.php?slug=kolajen-nedir> (Erişim Tarihi: 18.09.2024)
- Ayati, S., Eun, J. B., Atoub, N., & Mirzapour-Kouhdasht, A. (2022). Functional yogurt fortified with fish collagen-derived bioactive peptides: Antioxidant capacity, ACE and DPP-IV inhibitory. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(1), e16208.
- Cao, C., Xiao, Z., Ge, C., & Wu, Y. (2022). Animal by-products collagen and derived peptide, as important components of innovative sustainable food systems-a comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(31), 8703-8727.
- Feng, Y., Niu, L., Li, D., Zeng, Z., Sun, C., & Xiao, J. (2024). Effect of calcium alginate/collagen hydrolysates beads encapsulating high-content tea polyphenols on quality characteristics of set yogurt during cold storage. *LWT - Food Science and Technology*, 191, 115608.
- Lee, C. H., Singla, A., Lee, Y. (2001). Biomedical applications of collagen. *International Journal of Pharmaceutics*, 221, 1-22.
- León-López, A., Pérez-Marroquín, X. A., Campos-Lozada, G., Campos-Montiel, R. G., & Aguirre-Álvarez, G. (2021). Characterization of whey-based fermented beverages supplemented with hydrolyzed collagen: Antioxidant activity and bioavailability. *Foods*, 9, 1106.
- Li, L., Kim, J. H. Jo, Y. J. Min, S. G. & Chun, J. Y. (2015). Effect of porcine collagen peptides on the rheological and sensory properties of ice cream. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35(2),156-63.
- Nurubhasha, R., Sampath Kumar, N. S., Thirumalasetti, S. K., Simhachalam, G., & Dirisala, V. R. (2019). Extraction and characterization of collagen from the skin of *Pterygoplichthys pardalis* and its potential application in food industries. *Food Science and Biotechnology*, 28(6),1811-1817.
- Owczarzy, A., Kurasiński, R., Kulig, K., Rogóż, W., Szkudlarek, A., Maciążek-Jurczyk, M. (2020). Collagen-structure, properties and application. *Engineering of Biomaterials*, 23(156), 17-23.
- Samimiazad, A., Ehsani, M.R., & Shabani, Sh. (2022). Functional, sensory and microbial properties of milk fortified by bioactive peptides derived from fish waste collagen. *Journal of Food Biosciences and Technology*, Islamic Azad University, Science and Research Branch, 12(3), 39-50.
- Shori, A. B., Baba, A. S., & Chuah, P. F. (2013). The effects of fish collagen on the proteolysis of milk proteins, ACE inhibitory activity and sensory evaluation of plain- and *Allium sativum*-yogurt. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 44, 701-706.
- Shori, A. B., Baba, A. S., & Slear, L. S. H. (2020). *Allium sativum* and fish collagen enhanced proteolysis pattern of milk protein during cheddar cheese ripening. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100059.
- Soutelino, M. E. M., da Silva Rocha, R., de Oliveira, B. C. R., Mársico, E. T., & de Oliveira Silva, A. C. (2024). Technological aspects and health effects of hydrolyzed collagen and

application in dairy products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(18), 6120-6128.

Szopa, K., Znamirska-Piotrowska, A., Szajnar, K., & Pawlos, M. (2022). Effect of collagen types, bacterial strains and storage duration on the quality of probiotic fermented sheep's milk. *Molecules*, 27, 3028.

Tang, C., Zhou, K., Zhu, Y., Zhang, W., Xie, Y., Wang, Z., Zhou, H., Yang, T., Zhang, Q., & Xu, B. (2022). Collagen and its derivatives: From structure and properties to their applications in food industry. *Food Hydrocolloids*, 131, 107748.

Wang, H. (2021). A review of the effects of collagen treatment in clinical studies. *Polymers*, 13, 3868.

Znamirska, A., Szajnar, K., & Pawlos, M. (2020). Probiotic fermented milk with collagen. *Dairy*, 1, 126-134.

**TRADITIONAL FRUIT SNACKS OF ERZINCAN: “ŞEFTALİ (PEACH) SARUCU”
AND “UZUM (GRAPE) SARUCU”**

**ERZİNCAN'IN GELENEKSEL MEYVE ATIŞTIRMALIKLARI: “ŞEFTALİ
SARUCU” VE “ÜZÜM SARUCU”**

Öğr. Gör. Dr. Mehmet Ali SALIK

Bingöl University, Vocational School of Food, Agriculture and Livestock, Department of
Food Processing, Bingöl, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4727-9830>

ABSTRACT

Traditional foods are defined as products with a traditional composition or production method, natural, accepted by the public, and time-tested, with potential health effects. “Saruç” is a traditional snack product produced by combining walnuts (*Juglans regia* L.) with various dried fruits (apricot, plum, pear, etc.), especially “Karaerik” grape (*Vitis vinifera* ssp., Cimin) and peach (*Prunus persica* L.) in the Erzincan region, which has the characteristic taste and aroma of the fruit it is produced and has high nutritional value. “Erzincan Üzümlü Sarucu” was registered as a geographical indication by the Turkish Patent and Trademark Office on 05.09.2022. In this study, it was aimed to determine some physical and chemical properties of “Saruç” samples [PS: “Şeftali (Peach) Sarucu”, GS: “Üzüm (Grape) Sarucu”] produced from peach and grape and to compare them in terms of composition and color properties. According to the analysis results, the pH value was 4.54-3.92, dry matter content 89.98-89.13%, ash content 3.09-3.37%, protein content 8.32-6.52%, fat content 30.20-25.84% and water activity (*A_w*) value 0.51-0.45 in PS and GS samples, respectively. The *L**, *a**, and *b** values of PS and GS samples were measured as 53.92-32.02, 9.16-3.99, and 24.54-(-0.50), respectively. The *H^o* value (69.29) determined in the PS sample indicates a color tone closer to yellow, while the *H^o* value (353.04) determined in the GS sample indicates a color tone closer to red. The highest browning index (BI) value (72.63) was determined in the PS sample. Consequently, “Saruç” samples were determined to be good sources of protein, fat, and ash and had characteristic color properties. It is thought that the results of this research will contribute to the importance, promotion, and increasing the value of PS and GS in terms of gastronomy tourism and cultural sustainability.

Keywords: Traditional Foods, Fruit Snack, Üzüm Sarucu, Şeftali Sarucu, Nutritional Value.

ÖZET

Geleneksel gıdalar, geleneksel bir bileşime veya üretim yöntemine sahip, doğal, halk tarafından kabul görmüş ve zaman içinde test edilmiş, potansiyel sağlık yararları olan ürünler olarak tanımlanmaktadır. “Saruç”, Erzincan yöresinde ceviz (*Juglans regia* L.) ile başta “Karaerik” üzümü (*Vitis vinifera* ssp., Cimin) ve şeftali (*Prunus persica* L.) olmak üzere çeşitli kuru meyvelerin (kayısı, erik, armut vb.) birleştirilmesiyle üretilen, üretildiği meyvenin karakteristik tat ve aromasına sahip, besin değeri yüksek geleneksel bir atıştırmalık/çerez ürünüdür. “Erzincan Üzümlü Sarucu” 05.09.2022 tarihinde Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından coğrafi işaret olarak tescil edilmiştir. Bu çalışmada, şeftali ve üzümünden üretilen “Saruç” örneklerinin (PS: “Şeftali Sarucu” GS: “Üzüm Sarucu”) bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenerek, bileşim ve renk özellikleri bakımından karşılaştırılması amaçlanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, sırasıyla PS ve GS örneklerinde pH değeri 4.54-3.92,

kuru madde miktarı %89.98-89.13, kül miktarı %3.09-3.37, protein miktarı %8.32-6.52, yağ miktarı %30.20-25.84 ve su aktivitesi (Aw) değeri 0.51-0.45 olarak belirlenmiştir. PS ve GS örneklerinin L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 53.92-32.02, 9.16-3.99 ve 24.54-(-0.50) olarak ölçülmüştür. PS numunesinde belirlenen H° değeri (69.29) sarıya daha yakın bir renk tonuna temsil ederken, GS numunesinde belirlenen H° değeri (353.04) kırmızıya daha yakın bir renk tonunu göstermektedir. En yüksek kahverengileşme indeksi (BI) değeri (72.63) PS örneğinde belirlenmiştir. Sonuç olarak, “Saruç” örneklerinin iyi birer protein, yağ ve kül kaynağı olduğu ve karakteristik renk özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu araştırma sonuçlarının PS ve GS'nin gastronomi turizmi ve kültürel sürdürülebilirlik açısından önemine, tanıtımına ve değerinin artırılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel Gıdalar, Meyveli Atıştırmalığı, Üzüm Sarucu, Şeftali Sarucu, Besin Değeri.

INTRODUCTION

Recent studies show that consumers' interest in natural and healthy traditional foods is increasing each day (Guerrero et al., 2009; Albayrak and Güneş, 2010; Ötleş et al., 2016). Traditional foods are defined as products with a traditional composition or production method, natural, accepted by the public, and time-tested, with potential health effects (Ötleş et al., 2016; Salık et al., 2021). Traditional foods vary according to the cultural richness of a country and play an important role in terms of local identity, consumer behavior, transfer and preservation of cultural heritage for future generations (Guerrero et al., 2009; Albayrak and Güneş, 2010; Ötleş et al., 2016). In Turkey, which has significant potential in terms of traditional foods, hundreds of traditional foods with different characteristics and flavors have been produced and consumed for generations by preserving their originality (Salık et al., 2021).

Erzincan province, which is located in the Eastern Anatolia Region, has a very rich fruit-growing culture with its micro-climate characteristic; it stands out mainly with the cultivation of grapes, apples, pears, apricots, plums, cherries, sour cherries, peaches, walnuts, and mulberry (Çakır, 2012). The geographical structure, climate, historical development process and culture of Erzincan have affected the diversity and content of traditional foods (Başar and Silahşör, 2019). In the Erzincan region, fruits (fresh or dried) and traditional foods [“pekmez (molasses)”, “bastık (fruit leather)”, “kesmece”, “dövmeç”, “çiğit”, “kasefe”, “Saruç”, etc.] produced from fruits are important gastronomic products (Arslaner and Salık, 2018; Salık et al., 2021; Salık and Çakmakçı, 2022). “Saruç” is a traditional snack product produced by combining walnuts with various dried fruits (apricot, plum, pear, etc.), especially “Karaerik” grape and peach in the Erzincan region, which has the characteristic taste and aroma of the fruit it is produced and has high nutritional value.

“Üzüm (grape) Sarucu” is an important gastronomic product traditionally produced especially by women producers in the Üzümlü (Cimin) district and villages of Erzincan province (Arslaner and Salık, 2018). This product was registered as a geographical indication with the name “Erzincan Üzümlü Sarucu” by the Turkish Patent and Trademark Office on 05.09.2022 (TÜRK PATENT, 2022). “Saruç” made from peach is less produced and less known than “Üzüm (grape) Sarucu”. “Saruç”, with its high nutritional value and rich mineral content, is an indispensable energetic snack during the winter months in the region. There are limited studies on “Erzincan Üzümlü Sarucu” in the literature. However, no research on “Şeftali (peach) Sarucu” has been found. This research determined some physical and chemical properties of the “Saruç” samples produced from peach and “Karaerik” grape by the traditional method and made a comparison.

MATERIAL AND METHOD

Material

Fresh peach (*Prunus persica* L.), "Karaerik" grape (*Vitis vinifera* ssp., Cimin), and walnut (*Juglans regia* L.) fruits used in the production of "Saruç" samples were obtained from Bayırbağ village of Erzincan province. Before analysis, the "Saruç" samples were ground using a laboratory blender (Blender 8011ES, HGB2 WTS3 Model, USA).

Method

Production of "Saruç" Samples

The production of "Saruç" from peach and grape fruits was traditionally carried out according to the flow chart given in Figure 1 and Figure 2. For this purpose, the fruits were separated, washed, and dried in the sun for a few days. Then, the pre-dried fruits were combined with walnuts and stringed individually on cotton thread with a needle. Then, the prepared "Saruç" samples were kept in the sun for a few more days to dry completely. "Saruç" samples [Figure 1; PS: "Şeftali (Peach) Sarucu", GS: "Üzüm (Grape) Sarucu"] were taken into 250 g sample bags immediately after production and kept in the refrigerator (+4°C) until analysis.

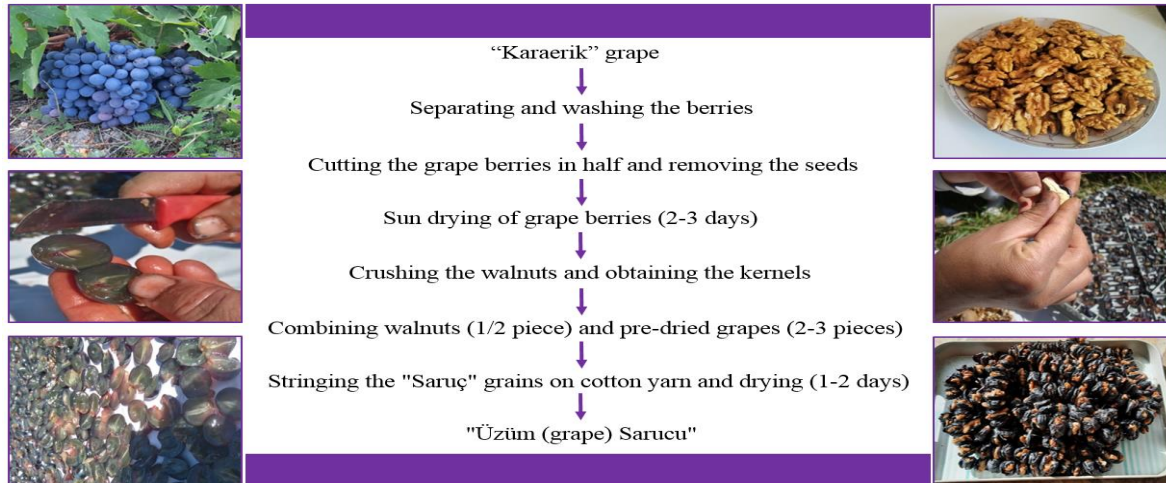


Figure 1. Production stages of the "Üzüm (grape) Sarucu" by the traditional method

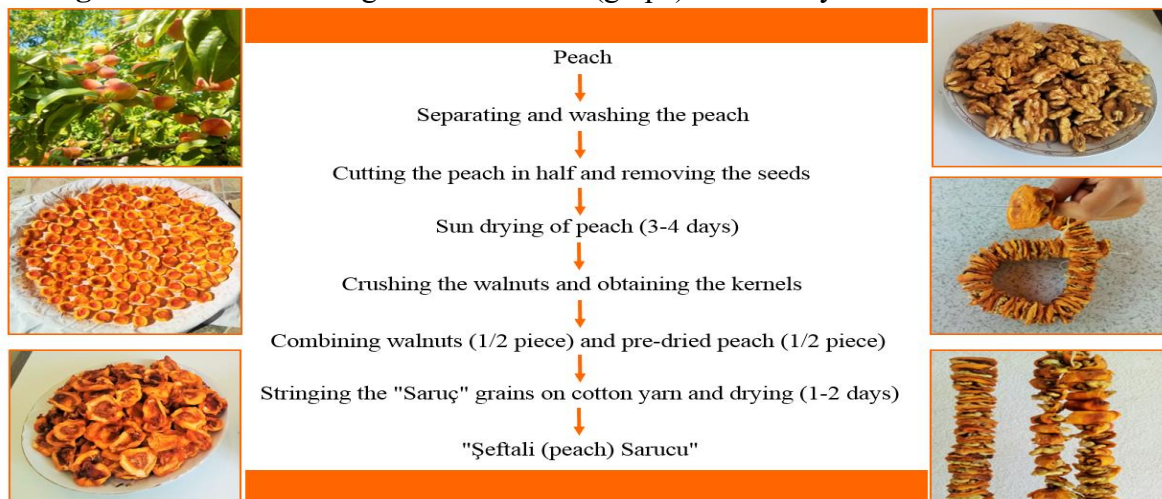


Figure 2. Production stages of the "Şeftali (peach) Sarucu" by the traditional method

Physical and chemical analysis

The pH, dry matter (gravimetric method), protein (N% x 6.25), fat (with the Soxhlet extraction method), ash (gravimetric method) and water activity (A_w) analyses of the "Saruç" samples were carried out using the methods proposed by Cemeroğlu (2010). The color parameters of

the “Saruç” samples were determined by colorimetry (Minolta CR-200, Minolta Chromometer, Japan) as L* (100: white, 0: black), a* (+: redness, -: greenness), b* (+: yellowness, -: blueness), H° (hue angle; 0°: red, 90°: yellow, 180°: green, 270°: blue, 360°: red) and C* (color saturation). The browning index (BI) was calculated based on the L*, a*, and b* values using Equation given by Zeng et al. (2023).

$$BI = [100 (X - 0.31)] / 0.17 \text{ where } X = a^* + (1.75 \times L^*) / [(5.645 \times L^*) + (a^* - (3.012 \times b^*))]$$

Statistical analysis

All the data were analyzed by the independent samples t test using Statistical Package for Social Sciences (SPSS) Version 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) licensed software ($p < 0.05$).

RESULTS

The physicochemical properties of the “Saruç” samples are shown in Figure 3. The difference between the samples in terms of pH, fat and water activity (A_w) content was found to be statistically significant ($p < 0.01$). pH values of PS and GS samples were determined as 3.92 and 4.54, respectively. Kalkan et al. (2012) determined the pH value as 3.13 in “Saruç” samples produced from grapes. The amount of dry matter was found to be 89.98% in the PS sample and 89.13% in the GS sample. Similarly, Akşehir et al. (2015) determined the amount of dry matter in the range of 87.77-92.83% in “Saruç” samples produced from grapes. Kwon et al. (2013) determined the pH value and dry matter content of dried peach samples in the range of 4.01-4.38 and 91.68-92.49%, respectively. While the highest protein (8.32%) and fat (30.20%) contents were detected in the PS sample, the highest ash content (3.37%) was detected in the GS sample. The PS and GS samples detected the A_w as 0.51 and 0.45, respectively. Similarly, Akşehir et al. (2015) determined the value of A_w in the range of 0.42-0.54 in “Saruç” samples produced from grapes. Salık and Arslaner (2020) determined the pH, dry matter, protein, ash, fat, and A_w values in the “Saruç” mixture (60% dried “Karaerik” grapes and 40% walnut paste) produced from grapes as 3.87, 87.65%, 6.13%, 2.13%, 22.18%, and 0.62, respectively. Altaf et al. (2020) reported that the dry matter content of dried peach samples was 91.66-93.75%, protein content was 4.37-4.92% and ash content was between 2.28-4.35%.

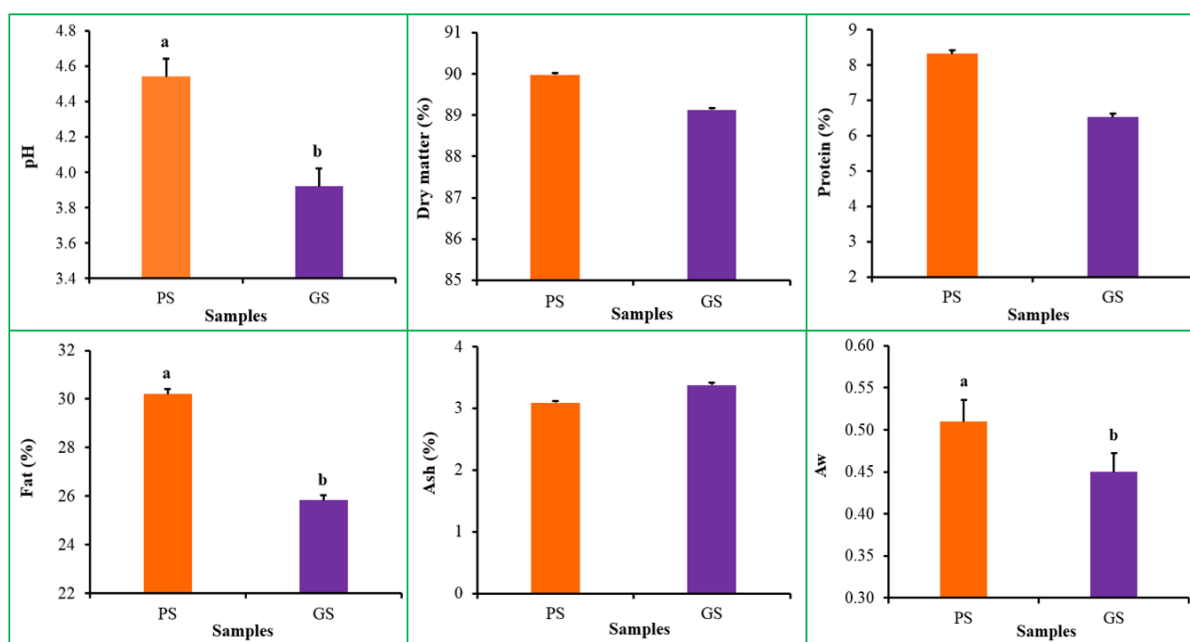


Figure 3. Some physicochemical properties of “Saruç” samples [PS: “Şeftali (Peach) Sarucu”, GS: “Üzüm (Grape) Sarucu”]

The effect of the sample variable on the color properties of the “Saruç” samples was found to be statistically significant ($p < 0.01$) (Figure 4). L^* value, which expresses the lightness and darkness properties of the color; gets closer to 100 as the color gets lighter and to 0 as the color gets darker. L^* value was determined as 53.92 in the PS sample and 32.02 in the GS sample. From these results, it is clear that the PS sample is brighter. While the lowest a^* (3.99) and b^* (-0.50) values were determined in the GS sample, the highest a^* (9.16) and b^* (24.54) values were determined in the PS sample. As shown in Figure 4, the H° value (69.29) determined in the PS sample indicates a color tone closer to yellow, while the H° value (353.04) determined in the GS sample indicates a color tone closer to red ($p < 0.01$). Salık and Arslaner (2020) determined the L^* , a^* , b^* , H° and C^* values in the “Saruç” mixture produced from grapes as 18.42, 7.26, -0.25, 358.03 and 7.26, respectively. Kwon et al. (2013) determined the L^* value as 71.44-82.08, a^* value as 3.89-4.74, b^* value as 8.98-12.88, H° value as 67.60-72.90 and C^* value as 9.79-13.62 in peach samples dried by pretreatment and cold vacuum drying methods. The browning index (BI) is a measure of the color loss of dried foods and is strongly influenced by drying conditions (temperature, humidity, time, etc.) (Zeng et al., 2023). The highest BI value (72.63) and C^* (26.21) were determined in the PS sample. From these results, it can be concluded that the browning of the PS sample is more and/or the color change is more clearly visible due to the Maillard reaction as stated by Zeng et al. (2023).

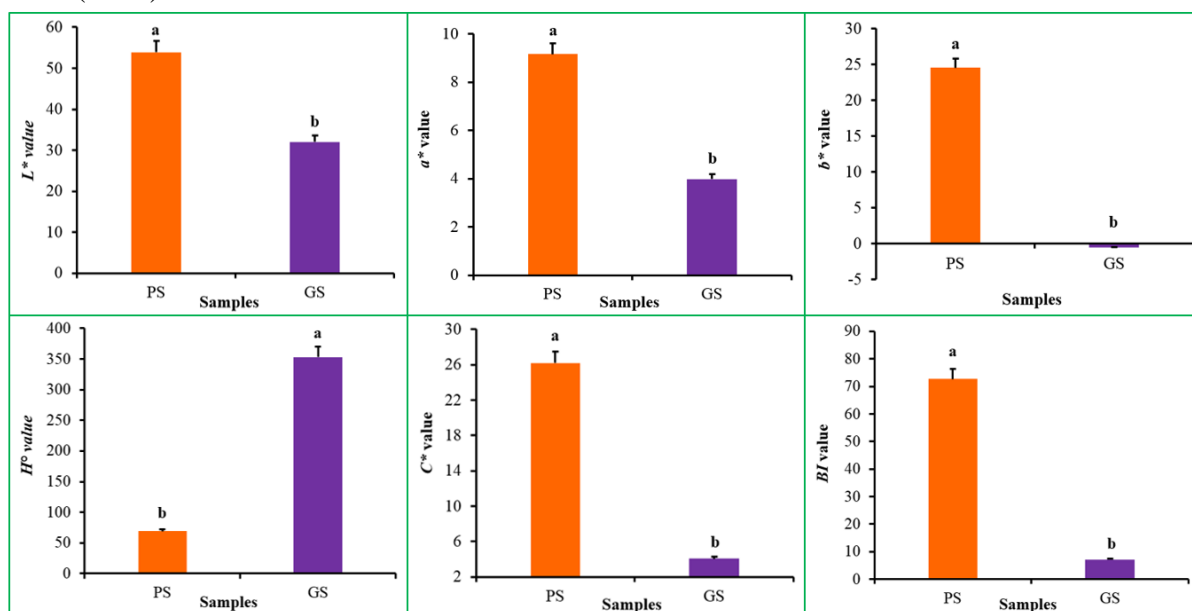


Figure 4. Color properties of “Saruç” samples [PS: “Şeftali (Peach) Sarucu”, GS: “Üzüm (Grape) Sarucu”]

4. CONCLUSION

“Saruç” is an important gastronomic fruit snack indispensable for the winter months, which is traditionally produced especially by women producers in the Erzincan province. In this research, some composition and color parameters of the “Saruç” samples produced from peach and “Karaerik” grape were determined and a comparison was made. As a result of the research; it was determined that the PS and GS samples were good sources in terms of protein (6.52-8.32%), fat (25.84-30.20%) and ash (3.09-3.37%) and had high nutritional value. The color and taste of “Saruç” samples are derived from the properties of the fruits from which they are produced. In addition, considering the results of this research, the promotion and consumption of Erzincan fruit Sarucu (PS, GS, etc.), which has a rich nutritional composition and high market value, should be encouraged throughout the country. In this regard, it is

important to encourage standardized production on an industrial scale and to carry out studies on appropriate packaging material and shelf life.

Acknowledgments

The author would like to Süreyya Salık (Erzincan, Turkey) for his sincere help, knowledge, and experience during the production of the “Saruç” samples.

REFERENCES

- Akşehir, K., Arslaner, A., & Çakır, Ö. (2015). Saruç'un bazı kalite nitelikleri. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, 28-30 Nisan Nevşehir.
- Albayrak, M., & Güneş, E. (2010). Traditional foods: Interaction between local and global foods in Turkey. *African Journal Business Management*, 4, 555-561.
- Altaf, A., Zhu, M., Zhu, X., Saeed, A., Aleem, M., Gull, S., Hussain, S., Masoom, A., & Quan, M. (2020). Study of the drying behavior of solar dryer and proximate analysis of the dried pear (*Pyrus communis*) and peach (*Prunus persica*). *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 57(5), 1413-1420.
- Arslaner, A. & Salık, M. A. (2018). Potansiyel bir coğrafi işaret: Saruç. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 74-84.
- Başar, B., & Silahşör, Y. (2019). Erzincan'da Yemek Kültürü (471-486). In: *Erzincan 2019*. (Editör: A. Hüsrev), ISBN:978-605-69189-6-4, Uyum Ajans, 520 s.
- Cemeroğlu, B. (2010). General Methods in Food Analysis. In B. Cemeroglu (Ed.), *Food analysis* (2nd ed. (pp. 87-93). Ankara: Food Technology Association Publications Turkey.
- Çakır, Ö. (2012). Erzincan Ovasında Doğal Olarak Bulunan Erik X Kayısı Melezlerinin Morfolojik, Biyokimyasal ve Moleküler Yöntemlerle Karakterizasyonu (Characterization of The Natural Plum X Apricot Hybrid in The Erzincan Lowland By Morphological, Biochemical and Molecular Methods). *Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 143 s.
- Guerrero, L., Guardia, M. D., Xicola, J., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Zakowska-Biemans, S., Sajdakowska, M., Sulmont-Rosse, C., Issanchou, S., Contel, M., Scalvedi, M. L., Granli, B. S., & Hersleth, M. (2009). Consumer-driven definition of traditional food products and innovation in traditional foods. A qualitative cross-cultural study. *Appetite*, 52, 345-354.
- Kalkan, N. N., Öz, H. M. & Cangi, R. (2012). Saruç'un üretim tekniği ve bazı fiziksel kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 12, 17-18.
- Kwon, M. G., Kim, J. W., & Youn, K. S. (2013). Effect of pretreatment and packaging methods on quality of cold vacuum dried peach. *Korean Journal of Food Preservation*, 20(3), 317-322.
- Ötleş, S., Özçelik, B., Göğüş, F., & Erdoğan, F. (2016). In Book: *Traditional Foods General and Consumer Aspects*, Edition: 1, Chapter: 6, Publisher: Springer, Editors: Kristberg Kristbergsson, Jorge Oliveira, pp:85-98.
- Salık, M. A., & Arslaner, A. (2020). The quality characteristics and shelf life of probiotic ice cream produced with Saruç and *Saccharomyces boulardii*. *International Food Research Journal*, 27(2), 234-244.
- Salık, M. A., & Çakmakçı, S. (2022). A traditional snack in Erzincan region: “Çiğit”. 4th International Conference on Advanced Engineering Technologies, 28-30 September 2022, pp. 296-300.

Salık, M. A., Arslaner, A., & Çakmakçı, S. (2021). Determination of some physical, chemical and antioxidant properties of Erzincan traditional mulberry pekmez (molasses). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(1),181-190.

Türk Patent, (2022). Türk Patent ve Marka Kurumu, Erzincan Üzümlü Sarucu, Tescil No: 1208– Mahreç İşareti.

Zeng, S., Wang, B., Zhao, D., & Lv, W. (2023). Microwave infrared vibrating bed drying of ginger: Drying qualities, microstructure and browning mechanism. *Food Chemistry*, 424, 136340.

GASTRONOMİ ETKİLEŞİMİ ÇERÇEVESİNDE KIRGIZ MUTFAĞININ İNCELENMESİ: YOZGAT İLİ ÖRNEĞİ

EXAMINATION OF KYRGYZ CUISINE WITHIN THE FRAMEWORK OF GASTRONOMY INTERACTION: YOZGAT PROVINCE EXAMPLE

Dr. Öğr. Üyesi Muhabbet ÇELİK

Yozgat Bozok Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü,
Orcid Id: 0000-0002-6534-5283, 553 566 41 22

ÖZET

İnsanların yaşam alanlarının coğrafi olarak değiştirilmesi şeklinde tanımlanan göçler, bireysel olarak gerçekleşebileceği gibi büyük gruplar halinde de olabilmektedir. Göçlerle birlikte her alanda olduğu gibi mutfak kültüründe de yeni etkileşimler meydana gelmektedir. Bu araştırmayla Kırgız Türklerinin mutfak kültürü araştırılmıştır. Afganistanın Pamir yaylasından ayrılıp Yozgat Yenifakılı ilçesine yerleşen Kırgız Türklerinin Yozgat mutfağından etkilenip etkilenmediği, özel günlerdeki mutfak uygulamaları ve özel yemekleri araştırılmıştır. Bu şekilde geleneklerine bağlı olan Kırgız yemeklerinin kökenlerini ve orijinallerini kaybetmeden sürdürülebilirliği sağlanacaktır. Araştırmada yarı yapılandırılmış mülakat yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, kültürüne bağlı olan Kırgız Türklerinin kendi yöresel yemeklerini yapmaya devam ettikleri ve yemek kültürlerini daha çok et ve hamur işlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yemek Kültürü, Kültürel Etkileşim, Kırgız Mutfağı

ABSTRACT

Migrations, which are defined as the geographical change of people's living spaces, can take place individually or in large groups. With migrations, new interactions occur in culinary culture as in every field. In this study, the culinary culture of Kyrgyz Turks was investigated. Whether the Kyrgyz Turks who left the Pamir plateau of Afghanistan and settled in Yozgat Yenifakılı district were affected by Yozgat cuisine, culinary practices and special dishes on special occasions were investigated. In this way, the sustainability of Kyrgyz dishes, which are connected to their traditions, will be ensured without losing their origins and originals. Semi-structured interview method was used in the research. As a result of the study, it was determined that Kyrgyz Turks, who are attached to their culture, continue to make their own local dishes and their food culture consists mostly of meat and pastries.

Key Words: Food Culture, Cultural Interaction, Kyrgyz Cuisine.

GİRİŞ

Kültür, coğrafi ve iklimsel özelliklerin etkisi ile inançlar ve ulusal değerler tarafından şekillendirilen bir olgu olarak ifade edilebilir. Kültür, bireylerin yaşam biçimleriyle toplumsal yapıyı oluşturan ve tarihsel süreç içinde gelişen beslenme alışkanlıklarını ve sanatsal etkinliklerini içeren değer yargıları olarak tanımlanmaktadır. Toplumlar içinde buldukları sosyal kültürel yapılarına göre mutfak kültürlerini şekillendirebilirler (Diker ve Deniz, 2017). Yemekler, toplumların kültürünü ve kimliğini yansıtan önemli unsurlardan biridir ve beslenme alışkanlıklarının şekillenmesinde büyük rol oynamaktadır. Beslenme alışkanlıklarını etkileyen diğer unsurların başında bireyin yaşadığı çevre, ekonomik durum ve toplumların

birbirinden etkilenmeleri gelmektedir. Göçler sayesinde birbirinden etkilenen yaşam tarzları ve beslenme alışkanlıkları değişiklik göstermektedir. Yaşanılan bu etkileşim sayesinde farklı yörelerde farklı gıda hazırlama, saklama ve servis etme gibi çok farklı mutfak kültürleri oluşmaktadır (Karaca ve Karacaoğlu, 2016).

Türk mutfak kültürüne bakıldığında aynı coğrafyada bile farklı yemek kültürüne rastlamak mümkün olabilmektedir. Bu durumun korunması ve gelecek nesillere aktarılması gerekmektedir. Bazı göçmen toplulukları, yöresel yemek tariflerini başka kavimlere aktararak özgün değerlerini korumaktadırlar. Bu durum sürdürülebilir bir ekonomik kalkınmanın yanında kültürel devamlılık için de gereklidir (Özel ve Şat, 2014: 785).

Mutfak kültürü; toplumsal kültürü şekillendiren ve özel günlere dönüştürerek diğer toplumlardan farklılaştıran değer, etkinlik ve kutlamaları bir lezzet şölenine dönüştüren somut olmayan kültürel mirasıdır. Bu kültürel mirası Yozgat'ın Yenifakılı ilçesine taşıyan ve dejenere olmamış mutfağıyla günümüze ulaştıran mutfaklardan biri de Kırgız Türkleri mutfağıdır. Afganistan'ın Pamir Yaylası'ndan 36 yıl önce göç eden Kırgız Türklerinden yaklaşık 50 aile, bölge turizmine katkı sağlamak üzere Yozgat'ın Yenifakılı ilçesine yerleşmiştir (Ertuğrul, 2018). Birlikte yaşama kültürünün önemli temsilcilerinden olan Kırgız Türkleri mutfağına ait yemek kültürü, özellikleri ve Yozgat mutfak kültüründen etkilenip etkilenmediğinin araştırılması önemli görülmüştür. Bu nedenle çalışmada, öncelikle Yozgat ili Yenifakılı ilçesinde etkili olan Kırgız mutfağına ait yemek kültürü, özellikleri ve bu kültüre etki eden unsurlar üzerinde durulmuştur. Alan yazın incelendiğinde, Kırgız ve Yozgat mutfağının etkileşimi ile ilgili kaynak eksikliği göze çarpmıştır. Bu eksiklikten hareketle, çalışmanın alan yazındaki bu boşluğu dolduran kaynaklardan biri olacağını söylemek mümkündür.

KÜLTÜREL MİRAS OLARAK GÖÇMEN MUTFAK KÜLTÜRÜ

Latince "Colere" kelimesinden türetilen kültür, "ekmek, biçmek, büyüme, üretmek, almak" anlamına gelmektedir. 18. yüzyılda Fransız filozof ve yazar Voltaire tarafından akademik literatüre kazandırılmıştır. "Tarihsel ve toplumsal gelişme süreci içinde yaratılan her türlü değerlerle bunları kullanmada, sonraki kuşaklara iletmede kullanılan, insanın doğal ve toplumsal çevresine egemenliğinin ölçüsünü gösteren araçların tümü" olarak ifade edilmektedir. Kültürel miras ise; beslenme biçimi, inanç, kültür gibi maddi ve maddi olmayan değerler bütünüdür (Güvenç, 1974; Doğan, 2012; Özlem, 2012; Erbil ve Yılmaz, 2018; Gökçe, 2019; Egeli, 2019). Kültürel miras, geçmişten günümüze bir önceki nesilden sonraki nesillere miras kalan eserleri, onların değerlerini bozmadan korunmasıdır. Dolayısıyla ürünlerin üretim yöntemi, pişirme teknikleri, sunum tarzı, kullanılan ekipmanlar ve toplumsal tüketim alışkanlıkları, ülkelere özgü mutfak kültürü mirasını ifade etmektedir (Long, 2004; Çetin, 2006). Toplamların yaşam koşullarını yansıtan mutfak ve kültürel miras kavramları birbiriyle yakından ilişkilidir. Mutfak kültürü toplumların coğrafî, ekonomik ve tarihi koşullarından etkilenerek hangi malzeme ve ekipmanların ne tür pişirme tekniklerinin kullanıldığını açıklayan duysal bir kültürdür. Mutfak kültürü, her toplumda kendine has bir sosyal işlev üstlenmektedir. Ancak toplumların yemek kültürlerinin oluşmasını etkileyen göç, savaş gibi faktörler bulunmaktadır. Göç, farklı disiplinleri bir araya getiren toplumun yapısını değiştiren önemli bir olaydır. Çünkü her toplum, kendine özgü gelenekler, kültürel özellikler ve yaşam tarzları barındırmaktadır. Kültürel bir olgu olan mutfak, toplumların özelliklerini yansıtan bir yapıya sahiptir. Göçler ile toplumlar gittikleri her bölgede kendine ait mutfak uygulamalarını da taşırlar ve buldukları yörenin mutfak kültüründen etkilenirler. Yapılan araştırmalara göre göçmenler, nesiller arası aktarım yoluyla alışkın oldukları lezzetleri yaparak kendilerine özgü mutfak kültürlerini korumayı amaçlamaktadır (Yıldız, 2020; Arıcıoğlu ve Afkari, 2023).

KIRGIZ MUTFAK KÜLTÜRÜ VE ÖZELLİKLERİ

Köklü bir geçmişe, büyük tarihi öneme, göçebe mirasına, dağlara, manzara ve insan çeşitliliğine sahip bir ülke olan Kırgızistan, Çin, Rusya, Hindistan, İran, Pakistan gibi ülkelerle kültürel alışverişten etkilenmiş geleneksel bir mutfağa sahiptir (Kyrgyz Cousine, 2018). Kırgız mutfak kültürü, jeopolitik, ekonomik ve teknolojik değişimlerin sonucunda değişimlere uğramasına rağmen geleneğini korumaya özen gösteren klasik bir yapıdadır (Tayfun, Samatova ve Turdubekova, 2020).

Kırgız yemekleri genellikle et yemeklerinden oluşmakta ve bu yemeklerin pişirilmesi çok fazla baharat kullanılmadan gerçekleştirilmektedir. Süt ürünleri beslenmede önemli bir rol oynamaktadır (Kyrgyz Cousine, 2018). Törensel yemeklerin başında gelen at eti, at sütü ve ürünleri Kırgız mutfak kültüründe oldukça önemlidir. Koyun ve keçi sütü üretimi ise eskisi gibi yaygın değildir. Kırgız mutfağının temel özelliklerinden bir diğeri ise doğal ürünlerin tercih edilmesi, baharat ve diğer katkı malzemelerinin daha az ve nadir kullanılmasıdır (Tayfun, Samatova ve Turdubekova, 2020).

Kırgız yemek kültürünün temelini oluşturan diğer bir yiyecek çeşidi ise hamur işleridir. Anadolu mutfağına bu yönüyle benzeyen Kırgız mutfağına özgü Boorsok (Kırgız Pişisi), Kırgız mantısı, Çak-Çak, Kattama, Samsı ve Tandır nan gibi hamur işleri geleneksel Kırgız yemeklerin başında gelmektedir. Kırgız mutfak geleneğinde günümüzde de devam eden geleneklerden biri de ziyafet sofralarında koyun ve at etinden hazırlanmış yemeklerin ikram edilmesidir. Bu yemekler arasında Guinness Rekorlar Kitabına giren Kırgız milli yemeği Beşbarmak, Taş kordo, Kuurdak, Dımdama gibi geleneksel yemekler yer almaktadır (Abramzon, 1946). Mutfak anlayışının ticari ve kırsal bölge mutfağı olarak ikiye ayrıldığı Kırgızistan da kırsal alanlarda genelde az malzeme ile çok sayıda kişiyi doyurabilme özelliğinden dolayı, kırsal kesimlerde özellikle sulu yemekler (şorpo) tercih edilmektedir (İnce, Gök, Samatava, 2020). Ayrıca Kazı, Karta, Beşbarmak, Boorsok, Carma, Çak-çak, Çalap, Çucuk, Çuçpara, Kattama, Kımız, Kırgız Paloo, Kurut, Kuurdak, Lagman, Mantu, Samsı, Tandır Nan ve Şaşlık Kırgız mutfağının önde gelen yiyecekleri arasındadır (Tayfun, Samatova ve Turdubekova, 2020).

Kırgızistan, her bölgesinde farklı sebze ve meyve türleri yetiştirmektedir. Buğday, mısır ve pirinç gibi tahılların yanı sıra lahanaya, patlıcan, patates, salatalık, kabak ve domates gibi sebzeler; üzüm, karpuz, kavun, böğürtlen, incir, ahududu, çilek ve elma gibi meyveler de burada yetişir (İnce, Gök, Samatova vd., 2020). Kırgız mutfağının en önemli unsurlarından biri de ekmektir. Ekmek diğer toplumlarda olduğu gibi Kırgız mutfağında da kutsal kabul edilmekte ve pide şeklinde yapılan ekmekleri sofrada ters kapatma nimete yapılmış büyük saygısızlık olarak görülmektedir (Çelik, 2019: 314).

Anadolu'da görülen misafirperverlik geleneği, Kırgızlarda da devam etmektedir. Kırgız kültüründe misafir çok değerlidir. İster davetli, ister davetsiz olsun, her misafir mutlaka bir hediye ile uğurlanır. Aynı zamanda gelen misafir de konuk olacağı eve hediye ile gelir. Hediyeleşme birbirlerine değer vermenin göstergesidir. Kırgız kültüründe eve gelen misafire 'aç mısın?' demek hoş karşılanmaz; bu nedenle genellikle 'yemek yiyelim' yerine 'çay içelim' ifadesi tercih edilir. Kırgızların zenginliği sofraların büyüklüğü ve bolluğu ile ölçülür. Misafirlere mutlaka tay eti veya kuzu eti ikram edilir. Misafirin önüne ana yemekten önce evde ne varsa konur. Yaş ve kuru meyveler, boorsok isimli pişi, bal, ekmek ve reçel bu ikramlar arasında yer alır. Sofraya ilk olarak çorba gelir. Çorba olarak genellikle tavuk suyundan veya et suyundan hazırlanmış koyu şorba ikram edilir. Çorbanın ardından mutlaka bıca veya beşbarmak yiyecekleri ikram edilir. Sofra misafir gidinceye kadar yerden kaldırılmaz (Çelik, 2019: 315-320).

Kırgızistan'ın yemek yeme adabı, yemek yenilen alanın (masa veya zemin olabilir) üzerine beyaz bir bez "dastorkhwon" yerleştirilmesini içerir. Evin gençleri masaya oturmaz misafire

hizmet etmek için ayakta bekler. Yemek, yüksek sesle "omin" denilerek Tanrı'ya şükredilmesiyle sona ermektedir (Kyrgyz Cousine, 2018).

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Araştırmanın amacı, Kırgız mutfağına özgü yemekleri, ekipmanları, ritüelleri ve uygulamaları tespit etmektir. Afganistan'ın Pamir yaylasından göç edip Yozgat ili Yenifakılı ilçesine yerleşen Kırgız göçmenlerin mutfak kültürü somut olmayan kültürel mirasın sürdürülebilirliği çerçevesinde, kayıt altına alarak korumaktır. Ayrıca geleneklerine bağlı Kırgız Türklerinin mutfak kültürünün Yozgat mutfağı ile etkileşimini belirlemek araştırmanın diğer bir amacını oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında öncelikle ikincil veriler kullanılarak literatür incelenmiştir. Daha sonra, nitel araştırma yöntemlerinden biri olan yarı yapılandırılmış mülakat tekniği ile Yenifakılı ilçesinde yaşayan Kırgızlarla görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinde detaylı bilgi elde edebilmek için araştırmacı, görüşmenin derinliğine bağlı olarak önceden hazırladığı sorulara ek olarak katılımcılara yeni sorular sorabilir. Araştırma amacına bağlı olarak Yenifakılı da yaşayan en yaşlı kuşağa ulaşılmaya çalışılmış ve toplamda 6 kişi ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Her katılımcı ile 30 dakikalık görüşmeler gerçekleştirilmiş ve elde edilen bilgiler kayıt altına alınarak içerik analizi yapılmıştır.

ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Tablo 1: Araştırmaya Katılan Katılımcılara Yönelik Bilgiler

Katılımcılar	Yaş	Eğitim Durumu	Meslek	Yozgatta Buldukları Süre
K1	53	ilkokul	Ev hanımı	10
K2	55	Okula gitmemiş	Ev hanımı	5
K3	49	Okula gitmemiş	Ev hanımı	10
K4	50	ilkokul	Ev hanımı	12
K5	56	Okula gitmemiş	Ev hanımı	6
K6	51	Okula gitmemiş	Ev hanımı	5

Tablo 1'de Yenifakılı ilçesinde yaşayan ve mutfak kültürleri ile ilgili bilgisi olan 6 katılımcının demografik bilgileri yer almaktadır. Katılımcıların çoğunun 49-56 yaş aralığında, okula hiç gitmemiş ev hanımları olduğu görülmektedir.

MALZEME VE PIŞİRME TEKNİKLERİ ÇERÇEVESİNDE YOZGAT'TAKİ KIRGIZ MUTFAĞI

Kırgız mutfak kültürü denildiğinde, Kırgızistan'da yaşayan Kırgız Türklerinin beslenme alışkanlıkları, tükettikleri yiyecekler, malzemeleri, bu yiyecekleri pişirme teknikleri ve muhafaza edilmesi, anlaşılmalıdır. Ancak Yozgat'ın Yenifakılı ilçesine yerleşen Kırgız Türklerin kendilerine ait mutfak uygulamalarını sürdürüp sürdürmedikleri merak konusudur. Toplumlar arası etkileşimler ve yeni kültürel oluşumlar göçlerle birlikte gerçekleşir. Mutfak da bu kültürel oluşumu yansıtan önemli alanlardan biridir. Yiyecek ve içecekler milletlerin yerel değerlerini yansıtan ve yaşatan kültürel miraslardandır. Bu değerleri korumak o kültürü yaşatmakla eşdeğerdir (İnce, Gök, Samatova, vd., 2020).

Kırgızlar, geleneksel Orta Asya Türk kültürünü özellikle kırsal yaşam alanlarında geçmişten günümüze kadar her alanda yaşatmaya çalışan, binlerce yıllık köklü bir geçmişe sahip bir

uludur. Yapılan görüşmeler sonucunda, Yozgat ili Yenifakılı ilçesindeki Kırgız mutfak kültürüne ait yiyecek ve içecekler ile malzemeleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Tablo 2).

Tablo 2: Yenifakılı İlçesindeki Kırgız Mutfak Kültürüne Ait Yiyecek ve İçecekler

Yemek grupları İsimleri ve Malzemeler

Et yemekleri

Beşparmak: Et suyunda haşlanan et ve erişteden yapılır. Üzerine ince doğranmış et suyunda kaynatılan soğan ve karabiberden yapılan sos dökülür.

Çuçok; Sadece at etinden yapılır.

Kırgız Paloo: Et, yağ ve pirinçten yapılan değerli bir yemektir.

Kuurdak; Genellikle kuzu etinden yapılıyor ve et, soğan, patates ve baharatlarla bir araya getirilerek açık havada pişirilen bir yemektir.

Şaşlık; Kuşbaşı olarak doğranmış etler şişe takılarak kömür ateşinde pişirilir; bu, bir çeşit şiş kebapıdır.

Jarma: Kırgız mutfağının sevilen ve doyurucu bir yemeği olan Jarma, un, et, pirinç, havuç ve soğan gibi malzemelerin birleşimiyle hazırlanır. Özel günler ve kutlamalarda sıklıkla servis edilmektedir.

Tash Kordo: Kuzu etinden hazırlanan bu yemek, “taş” kelimesinden türetilmiş ve geleneksel olarak taşın içine gömülerek pişirildiği için bu ismi almıştır. Kuzu eti, genellikle soğan, patates ve baharatlarla harmanlanarak özel bir yöntemle pişirilmektedir.

Kırgız Pilavı: Orta Asya'nın meşhur pilavı olan Kırgız pilavı içerisinde et, soğan, sarımsak, sebze, salça, yağ ve baharatlar ve pirinç bulunmaktadır.

Hamur işleri

Boorsok: Mayalanmış hamur kızartmasıdır.

Çüçpara: İnce açılan çüçpara hamuru, küçük kareler veya yuvarlaklar halinde kesilip iç harcı konulduktan sonra et suyunda haşlanan bir yemektir.

Kattama: Kızartılmış hamur yapraklarının arasına kuru soğan konulup, 3-4 kez katlanarak kızgın tavada veya fırında pişirilen bir hamur işidir.

Lagman: Elle çekilen hamur erişteleri, et ve sebze sosu veya et suyu ile servis edilir.

Mantu: İnce açılan mantu hamuru, küçük kareler veya yuvarlaklar halinde kesildikten sonra iç harcı bu parçalara paylaştırılır ve hamur istenilen şekilde kapatılarak buharda pişirilir.

Samsı: Sade veya katmerli hamurlara et kıyması, soğan ve karabiber eklenerek yapılan bir hamur işidir.

Tandır Nan: Mayalanmış hamurdan tandır ocaklarında pişirilen bir ekmek çeşidi.

Çorbalar

Shorpo: Kırgız mutfağının geleneksel bir çorbası olan Shorpo, genellikle kuzu eti ile hazırlanır. Shorpo'nun temel malzemeleri

	arasında et, patates, havuç, soğan ve baharatlar var.
	Aş: Erişte ve etten yapılan bir çorba çeşidi.
Tatlılar	Çak-çak: Yağlı hamurun bol yağda kızartıldıktan sonra bal, kuru üzüm ve ceviz ile karıştırılmasıyla hazırlanır.
	Kompot: Taze veya kurutulmuş meyve çeşitlerinin şekerli su ile kaynatılmasıyla yapılan tatlı bir içecektir.
İçecekler	Carma: Değirmenden geçirilen kavrulmuş arpa veya buğday, kaynamış suda pişirilip mayalandırılarak hazırlanır.
	Çalap: Süzme yoğurda soğuk su ve tuz eklenip iyice karıştırılarak yapılan bir içecektir.
	Kımız: Kısırak sütünün fermente edilmesiyle elde edilen geleneksel bir içecektir.
Kaynak:	Tayfun, Samatova ve Turdubekova, 2020;Katılımcı 1, 2, 4,5 ve 6.

DİN VE ÖZEL GÜNLER ÇERÇEVESİNDE YOZGAT'TAKİ KIRGIZ MUTFAĞI

İçerdiği kültürel ve dini kodlarla toplumların beslenmesinde önemli bir unsur olan din, bireylerin beslenmesine sirayet ederek yemek kültürünün oluşmasını sağlamaktadır. Din, yemeği insanın dünyayla ilişkisini şekillendiren bir başlangıç noktası olarak ele almakta ve inanç sisteminin oluşturulmasında dinsel kimlik aracına dönüşmektedir (Gürhan, 2017). Yaşamın her alanını etkileyen din ve inanç olgusu, insanların yemek kültürünü de etkilemektedir. Bu açıdan bakıldığında beslenme kültürünü biçimlendiren etmenlerin birçoğunun, dinsel kurallardan ortaya çıktığı görülmektedir. Dini inançlar, hangi besinlerin yasaklandığını, besinlerin nasıl hazırlanması gerektiğini ve özel günlerde hangi yiyeceklerin tüketilip tüketilmeyeceğini etkileyip belirlemektedir (Hatipoğlu ve Batman, 2009: 37). Dini inançlar, yemeği insanın dünyayla ilişkisini şekillendiren bir başlangıç noktası olarak görmekte, inanç sisteminin inşasında dinsel kimlik aracı haline gelmekte ve inananların vaat edilen cennette mükâfatlandırma aracı olarak sunulmaktadır. Din, bireylerin yaşamlarının her alanında etkili olup, yeme-içme kültürlerinin şekillenmesinde önemli bir rol oynamakta ve besinlere kültürel anlamlar yükleyerek onları helal veya haram olarak sınıflandırmaktadır (Gürhan, 2017).

Tablo 2: Yenifakılı İlçesindeki Kırgız Vatandaşların Kutladığı Özel Günler ve İkram Edilen Yiyecekler

Özel Anma Günleri	İkram edilen Yiyecekler
Arapa (şek günü)	Ramazan orucunun başlamasından bir gün öncesidir. Geleneğe göre mezarlığın üzerine bir piyale (kâse) içinde yemek bırakılır. Ayrıca akşam saatlerinde pilav pişirilip komşulara dağıtılır.
Kurban Arefesi	Kurban Bayramı'ndan bir gün önce anma etkinliği düzenlenir. Kutsal kabul edilen borsok (yağda kızartılmış küçük hamur parçaları) ve kattama (katmer-kete) pişirilir. Dua edilerek ata ruhlarına bağışlanır.
Ramazın Günleri	Ramazın ayı, günahlardan arınma ve temizlenme ayı olarak coşkuyla kutlanır. İftar sofralarında mutlaka çorba ve aş (kırgız pilavı) hazırlanır.
Caramazan	Millî ve dinî bir gelenek olan Caramazan'da, gençler Ramazan'ın 15. gününde at üstünde Caramazan şarkısı söyleyerek her kapıyı çalarlar. Ev sahipleri de gençlere koyun ve at eti, kurut, yağ, şeker, borsok gibi yiyecekler ikram eder.

Kadir Gecesi	Akrabalar ve komşular toplanır, bazen sabaha kadar yemek yer ve dinî sohbetler yaparlar. Genellikle en sevilen yemekler hazırlanır.
Ramazan Bayramı	Ramazan Bayramı'nın birinci gününde, geçmişlerin ruhları için Kur'an okutup 'borsok' adı verilen yağda kızartılmış küçük ekmek parçaları komşulara dağıtılır.
Kurban Bayramı	Kesilen kurban etiyle yapılan yemekler gelen konuklara ikram edilir. Sofraya ekmek yerine "boorsok" denilen yağda kızartılmış hamur işi konur.

Kaynak: Polat, 2022.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmada incelenen Kırgız mutfak kültürünün Yozgat mutfak kültüründen etkilenmeyerek özünü korumayı başardığı görülmektedir. Yenifakılı ilçesinde yaşayan Kırgızlar hem özel günlerde hem de günlük beslenmede yöresel yemeklerini yaptıklarını ve Yozgat mutfağına özgü yemekleri tercih etmediklerini ifade etmişlerdir. Kırgız mutfağının vazgeçilmezi olan hamur işleri ve et yemeklerinin daha fazla olduğu ve kendi kültürlerine özgü ekipmanlar kullanılarak pişirilmeye devam edildiği tespit edilmiştir. Ancak Yenifakılı ilçesinde yaşayan Kırgız gençlerinin kendi mutfak kültürleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları da görüşmeler sonucunda elde edilen önemli bulgular arasındadır. Bu bağlamda Kırgız yemeklerinin kayıt altına alınması gerekmektedir.

Günümüzde turistler, ziyaret ettikleri bölgelerde farklı lezzetler deneyimlemek istemektedir. Bu nedenle, bölgedeki Kırgız mutfağına özgü ulusal ve uluslararası düzeyde bilinen bazı yemekler, bölge için bir çekim unsuru olarak kullanılabilir. Ayrıca, Yozgat'taki Kırgız mutfak kültürünün turizm sektöründe değerlendirilmesi, hem ekonomik getirisi hem de yerel kültürel değerlerin yaşatılması ve sürdürülmesi açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Abramzon, S. (1946). Кыргыз элинин маданиятынын очерки. СССР илимдер Академиясынын Кыргызстан филиалы басмаканасы, Фрунзе. 895 б.
- Afkari, R., ve Arıcioglu, M.A.(2023). Sosyal Sermayenin Etkisi: İstanbul ve Konya Örneği Üzerine Nitel Bir Araştırma, Necmettin Erbakan Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 5(1), 17-44.
- Arıcioglu, M., A., Afkari, R. (2023).Türkiye'deki Afgan Göçmenlerin Girişimcilik Sürecinde Sosyal Sermayenin Etkisi: İstanbul ve Konya Örneği Üzerine Nitel Bir Araştırma, Necmettin Erbakan Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, Cilt:5, Sayı:1, 17-44.
- Çelik, F.(2019). Kırgızlarda Mutfak Kültürü, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Araştırma ve Eğitim Genel Müdürlüğü, 8. Milletlerarası Türk Halk Kültürü Kongresi, 271-277, Ankara.
- Çetin, A. (2006). “Memluk Devletinde Yemek Kültürüne Genel Bir Bakış”, Milli Folklor, 1(8), 107-117.
- Diker, O. ve Deniz, T. (2017) .“Kars Kültürel ve Gastronomik Kimliğinde Kaz”, Doğu Coğrafya Dergisi, 22(38), 189-204.
- Doğan, Ö.(2012). “Doğalcı ve İnsancı Yaklaşımlar Altında Kültür Kavramı”, İstanbul: Kültür Bilimleri ve Kültür Felsefesi.
- Egeli, B. (2019). “Bulgaristan Göçmenlerinin Yeme İçme Kültürü ve Uygulanan Yemek reçeteleri Üzerine İnceleme”, T.C. İstanbul Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Gastronomi Anabilim Dalı Gastronomi Programı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Erbil, K. Ve Yılmaz, G. (2018).“Kültürel Miras Bağlamında Sakarya İlinde Yaşayan Etnik Grupların Türk Mutfağına Katkıları” Turizm Akademik Dergisi, 5(1), 276-285.

- Ertuğrul, Ö.(2018). “Kırgız Türkleri Geleneklerini Yozgat'ta Yaşatıyor”, <https://www.aa.com.tr/tr/yasam/kirgiz-turkleri-geleneklerini-yozgatta-yasatiyor/1293789> adresinden 14.02.2023 tarihinde alınmıştır.
- Gökçe, S.(2019). “Devrimci Kültür”, Demokratik Modernite Düşünce ve Kuram Dergisi.
- Gürhan, N. (2017).Yemek ve Din, Yemeğin Dini Simgesel Anlamları Üzerine Bir İnceleme, İnsan Ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 6(2), 1204-1223.
- Gürhan, N.(2017). Yemek ve Din: Yemeğin Dini Simgesel Anlamları Üzerine Bir İnceleme, İnsan Ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 6(2), 1204-1223.
- Gürhan, N.(2017). Yemek ve Din: Yemeğin Dini Simgesel Anlamları Üzerine Bir İnceleme, İnsan Ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 6(2), 1204-1223.
- Güvenç, B.(1974). “İnsan ve Kültür”, İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Hatipoğlu A., Batman, O. (2009). “Türk Mutfak Kültüründe Geleneksel Gıdaların Tüketimi ve İnançların Rolü”. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29 Mayıs 2009, (ss. 34-37). Van
- Hatipoğlu A., Batman, O. (2009). Türk Mutfak Kültüründe Geleneksel Gıdaların Tüketimi ve İnançların Rolü, Van II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29 Mayıs 2009, 34-37.
- İnce, C., Gök, T., Samatova, G., Turganbaveva, N., ve İsakova, D. (2020). Kırgızistan Gastronomi Haritası. Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi, 3(3): 360-382.
- Karaca, O.B ve Karacaoğlu, S. (2016). Kültür, Din ve Yemek Etkileşimi Çerçevesinde Arap Mutfağının Kavramsal Olarak İncelenmesi: ”Adana İli Örneği”, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(2), 561-584.
- Kyrgyz Cousine.(2018). Delicious Traditional Cuisine of Kyrgyzstan, <http://www.kyrgyz.net.my/cuisine-kyrgyztan.html> adresinden 14.02.2023 tarihinde alınmıştır.
- Long, L. (2004). “Appeared in Culinary Tourism”, Kentucky: The University Press of Kentucky. 1-3.
- Özel, N., ve Şat, İ.G. (2014). “Kırsal Kalkınmada Kadın Girişimciliği ile Geleneksel Gıda Üretimi İlişkisi”. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan 2014, (ss. 785788). Adana.
- Özlem, D. (2012). “Kültür Felsefesi”, Kültür Bilimleri ve Kültür Felsefesi, İstanbul, 158.
- Polat, K. (2012). Kırgızlarda Ramazan ve Bayram Etkinlikleri, Sosyal Bilimler Dergisi, 25-47.
- Polat, K.(2002). Kırgızistan'da Dini Günler ve Bayramlar, Dini Araştırmalar, 5(14), 169-182.
- Tayfun, A., Samatova, G., ve Turdubekova, S. (2020). Farklı Ülkelerden Gelen Öğrencilerin Kırgız Mutfak Kültürüne Ait Değerlendirmeleri, Journal of Tourism and Gastronomy Studies, Special Issue (4), 423-438.
- Yıldız, S., (2020).“Etnik Toplumlara Ait Yemek Kültürleri”, N. Çetinkaya (Ed.), Yemek, Kültür ve Toplum İçinde, Nobel Akademik Yayıncılık, 333-359.
- Yıldız, S., (2020). “Etnik Toplumlara Ait Yemek Kültürleri”, N. Çetinkaya (Ed.), Yemek, Kültür ve Toplum İçinde , Nobel Akademik Yayıncılık, 333-359.

GIDA ANALİZLERİNDE MOLEKÜLER BASKILANMIŞ POLİMERLER (MIPS)

MOLECULARLY IMPRINTED POLYMERS (MIPS) IN FOOD ANALYSIS

Dr. Öğr. Gör. Nurten CENGİZ

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 01250, Adana, Türkiye

ÖZET

Son yıllarda gıda üretiminde kullanılan hammaddeler ve nihai ürünler, üretim, paketlenme ve depolama süreçlerinde giderek artan bir şekilde kontaminasyona maruz kalmaktadır. Bu nedenle, gıda güvenliği halk sağlığı ve ekonomik büyüme açısından kritik bir öneme sahip olmuş ve hızlı, güvenilir analiz yöntemlerine olan ihtiyaç artmıştır. Moleküler Baskılanmış Polimerler (MIPs), gıdalardaki kirleticilerin seçici olarak tespit edilmesinde ve izole edilmesinde büyük bir potansiyele sahiptir. MIPs, "plastik antikolar" olarak da adlandırılmakta ve gıdalardaki pestisit kalıntıları, antibiyotikler, yapay hormonlar gibi çeşitli kirleticileri yüksek hassasiyetle tespit edebilmektedir.

MIPs, katı faz ekstraksiyonu (SPE), kromatografik ayırma ve kimyasal sensörler gibi analitik yöntemlerde seçici sorbentler olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Gıda analizi için geliştirilen bu polimerler, gıdalarda bulunan hedef moleküllerle mükemmel bir uyum gösteren özgül bağlanma bölgeleri oluşturarak yüksek seçicilik ve duyarlılık sağlar. Özellikle katı faz ekstraksiyonunda (MISPE) MIPs'in kullanımı, numunelerden potansiyel safsızlıkları ve gürültü faktörlerini ortadan kaldırarak, iz analizi ve örnek ön hazırlığı süreçlerinde yüksek doğruluk sağlar. Ayrıca, MIPs kromatografi ve elektro-kromatografi gibi tekniklerle de analitik ayrıştırmalarda kullanılmakta ve enantiyomerlerin ayrılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Geleneksel analiz yöntemleri (HPLC, MS, NMR gibi) yüksek doğruluk sunsa da, karmaşık örnek hazırlığı ve uzun süren analiz süreleri sebebiyle hızlı saha analizleri ve geniş ölçekli taramalar için uygun değildir. Bu nedenle, MIPs'in yeni nesil taşınabilir sensörler ile entegrasyonu, gıda güvenliğinde devrim niteliğinde bir ilerleme sunmaktadır. Özellikle elektro-kimyasal sensörler ve biyosensörler gibi teknolojiler ile birleştirilen MIPs, yüksek duyarlılık ve seçicilikte analizler gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca, spektral görüntüleme ve kütle spektrometrisi ile kombine edilmiş MIPs gibi yeni yöntemler, gıda analizlerinde hızlı ve yerinde tespit imkanı sunar. Bu tür yöntemler, hem saha analizleri hem de büyük hacimli örneklerin kısa sürede taranması için uygun maliyetli ve etkin çözümler sunmaktadır. Özellikle pestisit kalıntıları, veteriner ilaçları ve gıdalardaki mikrobiyal toksinler gibi ultra-iz düzeyindeki kirleticilerin tespit edilmesinde bu yöntemlerin kullanımının yaygınlaşması, gıda güvenliği kontrollerini daha hızlı ve etkili hale getirmiştir.

Sonuç olarak, MIPs'in geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında, daha hızlı, taşınabilir ve uygun maliyetli yeni teknolojilerle entegrasyonu, gıda analizinde yeni bir standart oluşturmakta ve gıda güvenliğini sağlama sürecine büyük katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Moleküler baskılı polimerler (MIPs), gıda analizleri, gıda güvenliği

ABSTRACT

In recent years, raw materials used in food production and final products have been increasingly exposed to contamination during production, packaging, and storage processes. Therefore, food safety has become critically important for public health and economic growth, increasing the demand for rapid and reliable analytical methods. Molecularly

Imprinted Polymers (MIPs) hold great potential for the selective detection and isolation of contaminants in food. MIPs, also known as "plastic antibodies," can detect various contaminants such as pesticide residues, antibiotics, and artificial hormones in food with high sensitivity.

MIPs are widely used as selective sorbents in analytical methods such as solid-phase extraction (SPE), chromatographic separation, and chemical sensors. These polymers, developed for food analysis, exhibit high selectivity and sensitivity by forming specific binding sites that perfectly match the target molecules found in food. Particularly in solid-phase extraction (MISPE), the use of MIPs enhances sample preparation and trace analysis by eliminating potential impurities and noise factors. Additionally, MIPs play a crucial role in analytical separations through techniques like chromatography and electrochromatography and in the separation of enantiomers.

While traditional analytical methods (such as HPLC, MS, NMR) offer high accuracy, they are unsuitable for rapid on-site analyses and large-scale screening due to their complex sample preparation and lengthy analysis times. Therefore, the integration of MIPs with next-generation portable sensors offers revolutionary advancements in food safety. When combined with technologies such as electrochemical sensors and biosensors, MIPs enable highly sensitive and selective analyses. Moreover, new methods combining MIPs with spectral imaging and mass spectrometry provide fast, on-site detection in food analysis. These methods offer cost-effective and efficient solutions for both field analyses and large-scale sample screening. The growing use of these methods, particularly for detecting ultra-trace contaminants such as pesticide residues, veterinary drugs, and microbial toxins in food, has made food safety control faster and more effective.

In conclusion, the integration of MIPs with faster, portable, and cost-effective new technologies compared to traditional methods sets a new standard in food analysis and greatly contributes to ensuring food safety.

Keywords: Molecularly Imprinted Polymers (MIPs), food analysis, food safety

GİRİŞ

Gıda güvenliği, modern gıda endüstrisinin en önemli konularından biridir ve özellikle globalleşme, endüstriyelleşme ve artan nüfus ile birlikte gıda kirliliği sorunları giderek daha ciddi bir hal almıştır (Ayerdurai vd., 2023). Son yıllarda gıda üretiminde kullanılan hammaddeler ve nihai ürünler, üretim, paketlenme ve depolama süreçlerinde giderek artan bir şekilde kontaminasyona maruz kalmaktadır. Bu nedenle, gıda güvenliği halk sağlığı ve ekonomik büyüme açısından kritik bir öneme sahip olmuş ve hızlı, güvenilir analiz yöntemlerine olan ihtiyaç artmıştır. Moleküler Baskılanmış Polimerler (MIPs), gıdalardaki kirlenmelerin seçici olarak tespit edilmesinde ve izole edilmesinde büyük bir potansiyele sahiptir (Villa vd., 2021). MIPs, "plastik antikolar" olarak da adlandırılmakta ve gıdalardaki pestisit kalıntıları, antibiyotikler, katkı maddeleri, yapay hormonlar gibi çeşitli kirlenmeleri yüksek hassasiyetle tespit edebilmektedir (Tablo 1). Gıda güvenliği analizlerinde son yıllarda büyük bir gelişme gösteren Moleküler Baskılanmış Polimerler (MIPs), gıdalardaki kontaminantları tespit etmek için kullanılan yeni nesil elektro-kimyasal sensörlerde büyük bir potansiyele sahiptir (Neng vd., 2023). MIPs'in bu alandaki yaygın kullanımı, onları gıdalarda çeşitli zararlı maddelerin tespitinde daha etkili hale getirmektedir. Ayrıca, bu polimerlerin hassasiyeti ve seçiciliği, gıda güvenliği kontrolü süreçlerinde oldukça önemli bir avantaj sunmaktadır (Mabrouk vd., 2023).

Tablo 1. Gıdalarda moleküler baskılama polimerlerinin kullanımı (Manesiotis vd, 2012)

Gıda Analiti	Örnek
Katkı maddeleri	Tatlandırıcılar, boyalar, aromalar, koruyucular
Bileşenler	Şekerler, peptitler, proteinler, vitaminler, yağlar
Kontaminantlar	Bakteriler, dioksinler, toksinler
Mineraller	Metaller Metal iyonları
Pestisitler	Triazinler, fenilüreler, karbamatlar
İlaçlar	Antibiyotikler, steroidler

MIPs, gıda ürünlerinde özellikle pestisit kalıntıları, veteriner ilaçları, mikrobiyal toksinler ve ağır metal iyonları gibi çeşitli zararlı maddelerin tespitinde kullanılmaktadır (Neng vd., 2023). Bu polimerler, katı faz ekstraksiyonunda (MISPE) kullanılarak gıda örneklerinden kirleticilerin ayrıştırılmasında yüksek etkinlik sağlamaktadır (Mabrouk vd., 2023). Ayrıca, MIP-tabanlı elektro-kimyasal sensörler, düşük maliyetli, taşınabilir ve yüksek duyarlılığa sahip analiz cihazları geliştirmekte önemli bir rol oynamaktadır (Ayerdura vd., 2023). Özellikle elektro-kimyasal sensörlerde MIP'sin kullanımı, gıdalarda iz miktarındaki kirleticilerin tespitini hızlandırmakta ve büyük ölçekli tarama süreçlerine olanak tanımaktadır. Örneğin, ağır metal iyonları, plastikleştiriciler ve koruyucu maddeler gibi zararlılar, bu sensörler aracılığıyla yüksek hassasiyetle analiz edilebilmektedir (Neng vd., 2023). MIP'ler benzer kimyasal yapıya sahip diğer bileşiklerle karşılaştırıldığında yalnızca hedef moleküle bağlanma yeteneği ile tanımlanırlar. Polimerdeki bağlanma boşlukları, hedefle kimyasal ve sterik tamamlayıcılık sağlar (Carballido vd., 2022).

1. Moleküler Baskılanmış Polimerlerin (MIPs) Temel Prensipleri

Moleküler baskılama, hedef moleküller için yüksek seçici bölgelere sahip sentezlemeyi mümkün kılan bir teknolojidir. Moleküler baskılanmış polimerler, belirli bir hedef bileşiği yüksek özgünlükle bağlayabilen çapraz bağlı polimer sınıfıdır. Polimerler hedef molekülün mevcudiyetinde hazırlanır ve hedef molekül şablon olarak kullanılır. Hedef analiti tamamlayan spesifik bağlanma bölgesi, şablonun katı polimerlerden çıkarılmasından sonra üretilir (Lok ve ark, 2009).

MIP'lerin sentezi dört aşamalı bir süreçtir:

- analit ile fonksiyonel monomerler arasında stabil komplekslerin oluşturulması,
- bu kompleksin çapraz bağlayıcı monomerlerle polimerize edilmesi,
- analit moleküllerinin polimerden çıkarılması,
- elde edilen polimerin hedef moleküle etkileşimi (Mabrouk vd., 2023). Bu süreç, polimerin hedef moleküle yüksek seçicilik ve bağlanma affinitesi göstermesini sağlar (Ayerdurai vd., 2023).

Bir moleküler baskılı polimer üretimi için beş farklı bileşen dikkate alınmalıdır. Bunlar; şablon, fonksiyonel monomer, çapraz bağlayıcı, çözücü ve başlatıcı'dır. Genellikle şablon ve onun işlevselliği, fonksiyonel monomerin seçimini belirlemektedir. Çapraz bağlayıcı, polimerize olabilen grupların % 90'ını sağlar ve böylece moleküler baskılı polimerin "polimer kimyasını" belirler. Çözücü, polimer içindeki gözeneklerin oluşumundan sorumludur. Başarılı bir baskı için şablon çözücü içinde çözünabilir olmalıdır (bazen karışım bunu sağlamak için ısıtılmalıdır). Ancak çözücü, şablonla etkileşim için fonksiyonel monomerle rekabet etmemelidir (Cengiz vd., 2022, Mabrouk vd., 2023).

Moleküler baskılama teknolojisi ilk olarak 1972'de Wulf ve Sarhan tarafından önerildi. 1980'lerde Mosbach ve meslektaşlarının çabalarıyla yayıldı. Moleküler olarak baskılanmış polimerlerin geleneksel immünosorbentlere göre birkaç avantajı vardır (Piletsky vd., 2006):

yüksek seçicilik ve afinite, yüksek kararlılık, kolay hazırlama. Biyolojik reseptörlerle karşılaştırıldığında: aktivite kaybı olmadan sert kimyasal ortamlar, ısı ve basınca dayanıklılıktır (Lavignac ve ark., 2004). Moleküler olarak baskılanmış polimerler hedef analit için afinitelerini kaybetmeden yıllarca saklanabilir (Lok vd., 2009).

1. MIP Sentez Yöntemleri

MIPs'in sentezi ve kullanımı, polimerin iç yapısındaki moleküler boşlukların doğru şekilde oluşturulmasına bağlıdır. Polimerizasyon sürecinde seçilen fonksiyonel monomerler ve çapraz bağlayıcılar, polimerin hedef molekülleri yakalayabilme kapasitesini doğrudan etkiler (Mabrouk vd., 2023). Bugüne kadar geleneksel yığın polimerizasyonu, çökeltme polimerizasyonu, sol-gel polimerizasyonu, çok basamaklı şişme ve emülsiyon çekirdek-kabuk polimerizasyonu ile yüzey baskılama polimerizasyonu gibi bir dizi hazırlama metodolojisi rapor edilmiştir (Hamed ve Li, 2022). Birçok araştırmacı basit aparat gerektirdiğinden ve tepkime koşullarının kolaylıkla kontrol edilebildiğinden dolayı yığın polimerizasyon tekniğini sıklıkla kullanmaktadırlar (Lok vd., 2009).

Moleküler baskılı polimerleri hazırlamak için kovalent, kovalent olmayan ve yarı kovalent yaklaşım kullanılmaktadır. **Kovalent yaklaşım**, sabit bir stokiyometride şablon ve monomerin yüksek kararlılığı nedeniyle homojen bağlanma bölgelerinin oluşmasını sağlar. Ancak, bu yaklaşımda kovalent bağların bölünmeleri oldukça zor bir durum olduğu için kısıtlayıcıdır. **Yarı kovalent yaklaşım** da şablon fonksiyonel monomerle kovalent olarak bağlanır ama yeniden bağlanma, kovalent olmayan etkileşimlere dayanan hibrit bir yöntemdir. **Kovalent olmayan yaklaşım** ise polimerizasyondan önce şablon molekül ile fonksiyonel monomerler arasında nispeten zayıf, kovalent olmayan etkileşimlerin (örneğin hidrojen bağlanması, elektrostatik etkileşim, hidrofobik etkileşim, Van der Waals kuvvetleri ve dipol-dipol bağları) oluşumuna dayanır. Bu yaklaşım, basit ve hemen hemen her tür şablon ile etkileşime girebilecek farklı monomerlerin bulunmasından dolayı, moleküler baskılı polimerlerin hazırlanması için en çok kullanılan yöntemdir. Kovalent olmayan baskılama, polimerizasyon için birden fazla teknik kullanılarak elde edilebilir. (Hamed ve Li, 2022).

2. MIPs'in Gıda Örnek Hazırlığında Kullanımı

MIP'lerin katı faz ekstraksiyonu (MISPE) tekniklerinde kullanılması, özellikle karmaşık matrislerden gelen örneklerde gürültü faktörlerini ortadan kaldırmak için idealdir (Neng vd., 2023). MIPs, örnek hazırlığında sorbentler olarak kullanıldığında, geleneksel sorbentlere kıyasla birçok avantaj sunmaktadır. Özellikle C18 silika jeline göre daha yüksek yükleme kapasiteleri, analitlerin daha etkin tutulması ve tutma sürecinde daha iyi seçicilik sağlarlar (Turiel ve Martin-Estaban, 2010). Yapılan çalışmalar, MIPs kullanımının gıda örnek hazırlığında iyileştirilmiş geri kazanımlar ve tespit limitleri sağladığını göstermiştir. Bugüne kadar, çoğu örnekte MIPs, klasik örnek hazırlık tekniklerinde, özellikle katı faz ekstraksiyonu (SPE) ve katı faz mikroekstraksiyonu (SPME) yöntemlerinde kullanılmıştır (Zhang vd., 2013). MIPs'in manyetik boncuk ekstraksiyonu ile birleştirilmesi, örnek hazırlama ve ön işleme prosedürlerini önemli ölçüde basitleştirmiş ve bu da örnek hazırlığını biyosensörler/mikroakışkan platformlar gibi yeni nesil analitik cihazlarla entegre etme fırsatları yaratmıştır (Chen ve Li, 2012).

MIPs, özellikle HPLC gibi analitik ayırma teknikleri ile entegre edilerek, enantiyomerlerin ayrılmasında da etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Mabrouk vd., 2023). Ayrıca, spektral görüntüleme ve kütle spektrometrisi (MS) ile kombine edilmiş MIP'ler, gıdalardaki kirleticilerin hızlı tespiti için yenilikçi yöntemler sunmaktadır (Neng vd., 2023).

3. MIPs'in Avantajları ve Diğer Tekniklerle Entegrasyonu

MIPs'in en önemli avantajlarından biri, biyolojik muadillerine kıyasla kimyasal ve mekanik dayanıklılık göstermesidir. Örnek hazırlığına ek olarak, MIPs biyosensörler alanında da büyük potansiyele sahiptir (Uzun ve Turner, 2016). Biyosensörler, geleneksel analitik tekniklerle karşılaştırılabilir duyarlılık ve seçicilik gösterirler (Otleş ve Yalçın, 2012). Bu, gıda izleme alanında, analizlerin ihtiyaç duyulan noktalarda veya gıda işleme zincirinin herhangi bir yerinde yapılabilmesi açısından oldukça caziptir. Geleneksel biyosensör platformlarında antikorlar ve enzimler reseptör olarak kullanılmaktadır; ancak biyolojik kökenli olmaları nedeniyle stabiliteyi düşüktür, bu da biyosensörlerin gıda sektöründe yaygın kullanılmasını sınırlamaktadır. MIPs biyomimetik reseptörler olarak biyosensör platformlarına dahil edilmiştir. MIPs, biyolojik karşıtlarına kıyasla daha fazla dayanıklılık ve geniş koşullar altında daha yüksek stabilite sağlarken, uygun biyotanıma elementlerine sahip olmayan analitler için tanıma bölgelerinin kolayca tasarlanmasına olanak tanır ve düşük üretim maliyeti sunar. Polimerizasyon tekniklerindeki ilerlemeler, MIPs'in doğrudan transdüser yüzeylerinde üretilmesini mümkün kılmış ve çok işlevli kompozitlerle birlikte yeni sinyal iletim mekanizmalarının gelişmesine olanak tanımıştır. Birçok MIP tabanlı biyosensör, elektro-kimyasal, kuartz kristal mikrobalsans (QCM), yüzey plazmon rezonansı (SPR) ve optik biyosensörler gibi çeşitli gıda ile ilgili analitler için geliştirilmiştir (Irşad vd., 2013).

Ayrıca, gıda analizinde kullanılan geleneksel tekniklerin (HPLC, MS vb.) aksine, MIP-tabanlı sensörler daha hızlı, ekonomik ve taşınabilir ölçüm cihazlarına olanak sağlamaktadır (Mabrouk vd., 2023). MIP'lerin elektro-kimyasal sensörler ile entegrasyonu, gıda kirleticilerinin saha analizlerinde hızlı ve yüksek doğrulukta tespit edilmesine imkan tanır (Ayerdurai vd., 2023).

SONUÇ

Moleküler Baskılanmış Polimerler (MIPs), gıda güvenliğinde kullanılan geleneksel yöntemlere kıyasla daha hızlı, taşınabilir ve düşük maliyetli analiz çözümleri sunmaktadır. MIPs'in gıda analizlerinde sensör teknolojileri ile entegrasyonu, bu polimerlerin gelecekteki gıda güvenliği uygulamalarında önemli bir rol oynamaya devam edeceğini göstermektedir (Ayerdurai vd., 2023; Neng vd., 2023). Ayrıca, MIPs'in sağladığı seçicilik ve duyarlılık, gıda güvenliğinde yeni bir standart oluşturma potansiyeline sahiptir (Mabrouk vd., 2023). Her ne kadar MIP teknolojisi gıda analizinde umut vaat etse de, ticari başarı oldukça sınırlıdır. Şu ana kadar, yalnızca birkaç ticari örnek MIPs sorbentlerinin örnek hazırlığında kullanıldığı görülmüş ve henüz MIP tabanlı biyosensörler piyasada bulunmamaktadır. MIPs'in ticarileşmesi, şablonun tam olarak çıkarılamaması, yetersiz seçicilik ve büyük ölçekte üretim zorlukları gibi çeşitli sorunlar nedeniyle engellenmiştir. Gıda sektöründe MIPs'in kullanımını daha da teşvik etmek için, daha iyi özelliklere sahip MIPs üretmek amacıyla etkili hazırlık yöntemleri geliştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Ayerdurai, V., Cieplak, M. and Kutner, W., 2023. Molecularly imprinted polymer-based electrochemical sensors for food contaminants determination. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 158, p.116830.
- Cengiz, N., Guclu, G., Kelebek, H., Capanoglu, E. and Selli, S., 2022. Application of molecularly imprinted polymers for the detection of volatile and off-odor compounds in food matrices. *ACS omega*, 7(18), pp.15258-15266.
- Chen, L. and Li, B., 2012. Application of magnetic molecularly imprinted polymers in analytical chemistry. *Analytical methods*, 4(9), pp.2613-2621.
- Hamed, E.M. and Li, S.F., 2022. Molecularly imprinted polymers-based sensors for bisphenol-A: Recent developments and applications in environmental, food and biomedical analysis. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, 35, p.e00167.

- Irshad, M., Iqbal, N., Mujahid, A., Afzal, A., Hussain, T., Sharif, A., Ahmad, E. and Athar, M.M., 2013. Molecularly imprinted nanomaterials for sensor applications. *Nanomaterials*, 3(4), pp.615-637.
- Lavignac, N., Allender, C.J. and Brain, K.R., 2004. Current status of molecularly imprinted polymers as alternatives to antibodies in sorbent assays. *Analytica chimica acta*, 510(2), pp.139-145.
- Lok, C.M. and Son, R., 2009. Application of molecularly imprinted polymers in food sample analysis—a perspective. *International Food Research Journal*, 16(2), pp.127-140.
- Mabrouk, M., Hammad, S.F., Abdella, A.A. and Mansour, F.R., 2023. Tipps and tricks for successful preparation of molecularly imprinted polymers for analytical applications: a critical review. *Microchemical Journal*, p.109152.
- Manesiotis, P., Fitzhenry, L., Theodoridis, G. and Jandera, P., 2012. Applications of SPE-MIP in the field of food analysis. *Comprehensive sampling and sample preparation*, pp.457-471.
- Trace analysis of food by surface-enhanced Raman spectroscopy combined with molecular imprinting technology: Principle, application, challenges, and prospects. *Food Chemistry*, p.136883.
- Piletsky, S.A., Turner, N.W. and Laitenberger, P., 2006. Molecularly imprinted polymers in clinical diagnostics—Future potential and existing problems. *Medical engineering & physics*, 28(10), pp.971-977.
- Otles, S. and Yalcin, B., 2012. Review on the application of nanobiosensors in food analysis. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 11(1), pp.7-18.
- Turiel, E. and Martín-Esteban, A., 2010. Molecularly imprinted polymers for sample preparation: A review. *Analytica chimica acta*, 668(2), pp.87-99.
- Uzun, L. and Turner, A.P., 2016. Molecularly-imprinted polymer sensors: Realising their potential. *Biosensors and Bioelectronics*, 76, pp.131-144.
- Villa, C.C., Sánchez, L.T., Valencia, G.A., Ahmed, S. and Gutiérrez, T.J., 2021. Molecularly imprinted polymers for food applications: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 111, pp.642-669.
- Wulff, G.; Sarhan, A., 1972. The Use of Polymers with Enzyme-Analogous Structures for the Resolution of Racemates. *Angew. Chem.,Int. Ed. Engl.* 11, pp. 341–344.

GIDA ATIKLARINDAKİ FENOLİK BİLEŞİKLER

PHENOLIC COMPOUNDS IN FOOD WASTE

SENA AKBAŞ

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Erzincan

Dr. Öğr. Üyesi ZEYNEP AKŞİT

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Turizm ve Otelcilik Meslek Yüksek Okulu, Aşçılık programı, Erzincan

ÖZET

Son yıllarda gıda işleme sürecinde açığa çıkan gıda atıklarının yönetimi ve tarımsal gıda yan ürünlerinin değerlendirilmesi en fazla araştırma yapılan konulardan biridir. Gıda işleme sırasında büyük miktarlarda gıda atığı üretilir ve bu atıkların bertarafı çevre sorunlarına neden olmakla beraber fenolik bileşikler gibi değerli bileşenlerin kaybına neden olur. Gıda atıklarının değerlendirilmesi, bu değerli bileşenlerin korunması ve onların fonksiyonel özelliklerinden yararlanılması, formülasyon maliyetlerinin düşürülmesi, çevrenin korunması, tarımsal gıda endüstrilerinin sürdürülebilirliği ve ekonomik rekabet gücüne katkısı gibi çeşitli nedenlerle önem taşımaktadır. Ayrıca sentetik bileşen içeren gıdalara tüketiciler tarafından şüphe ile yaklaşılması ve doğal kaynaklı katkı maddelerine olan ihtiyaç, bu atıklardaki bileşenlerin doğal katkı maddesi potansiyelinin araştırılmasına neden olmuştur. Günümüzde gıda atıkları; polisakkarit içeriği, diyet lif miktarı, çeşitli biyoaktif bileşen ve fenolik bileşiklerin geri kazanımı, bu maddelerin farklı yöntemlerle ekstrakte edilmesi ve gıdalarda özellikle doğal katkı bileşeni olarak çeşitli amaçlarla kullanımı şeklinde değerlendirilmektedir. Genellikle antioksidan özellikleriyle tanınan fenolik bileşikler, çeşitli gıda atıklarında yaygın olarak bulunur ve gıda, ilaç ve kozmetik endüstrilerinde değerlendirilmeleri önemli fırsatlar sunar. Gıda atık ürünlerinden elde edilen fenolik bileşiklerin tespiti, potansiyel sağlık yararları ve çeşitli endüstrilerdeki uygulamaları nedeniyle önemli ilgi görmektedir. Bu bileşikler yalnızca sağlık yararları için değil, aynı zamanda gıda ürünlerinin kalitesini artırma ve gıda üretiminde sürdürülebilir uygulamalara katkıda bulunma yetenekleri için de değerlidir. Bu çalışmada gıda atıklarındaki fenolik bileşiklerin önemi araştırılmış ve çeşitli gıdalarda bu konuda yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Gıda atıkları, tarımsal gıda yan ürünleri, fenolik bileşikler

ABSTRACT

In recent years, the management of food waste generated during food processing and the evaluation of agricultural food by-products are among the most researched topics. Large amounts of food waste are produced during food processing and the disposal of these wastes causes environmental problems and the loss of valuable components such as phenolic compounds. The evaluation of food waste is important for various reasons such as the protection of these valuable components and the use of their functional properties, the reduction of formulation costs, the protection of the environment, the sustainability of agricultural food industries and the contribution to economic competitiveness. In addition, the skepticism of consumers towards foods containing synthetic components and the need for

natural additives have led to the investigation of the natural additive potential of the components in these wastes. Today, food waste is evaluated in terms of polysaccharide content, dietary fiber content, recovery of various bioactive components and phenolic compounds, extraction of these substances by different methods and use of these substances for various purposes, especially as natural additives in foods. Phenolic compounds, which are generally known for their antioxidant properties, are commonly found in various food wastes and their evaluation in the food, pharmaceutical and cosmetic industries offers significant opportunities. The determination of phenolic compounds obtained from food waste products is of significant interest due to their potential health benefits and applications in various industries. These compounds are valuable not only for their health benefits but also for their ability to improve the quality of food products and contribute to sustainable practices in food production. In this study, the importance of phenolic compounds in food waste was investigated and studies conducted on this subject in various foods were examined.

Key words: Food waste, agro-food by-products, phenolic compounds

GİRİŞ

Günümüzde insanların toksik etkisi olan maddelere uzun süre maruz kalması, beslenmeye bağlı kardiyovasküler hastalıklar, kanser gibi hastalıkların artması, sağlıklı ve doğal gıdaya ulaşma zorluğu kaliteli beslenmenin önemini daha da arttırmaktadır. Besin değeri yüksek ve raf ömrü uzun gıdalar üretme çabası; üretilen gıdalar ve kullanılan ingrediyeentlerin kalitesi üzerindeki önemi de arttırmıştır. Gıda üretiminde kullanılan sentetik antioksidan ve antimikrobiyal maddelerin vücutta oluşturdukları tahribattan dolayı, bu maddelerin yerini alabilecek doğal koruyucu madde arayışları artmıştır (Zoral ve Turgay, 2014). Gıda atıkları ve tarımsal gıda yan ürünleri doğal katkı ihtiyacını karşılama potansiyeli olan maddelerdir.

Gıda tedarik zinciri boyunca oluşan gıda atıkları, özellikle fenolik bileşikler olmak üzere biyoaktif bileşikler için zengin bir kaynaktır. Örneğin, çalışmalar mango, üzüm ve turuncgil atıkları gibi meyve ve sebzelerin işlenmesinden elde edilen yan ürünlerin önemli miktarda antioksidan aktiviteye sahip fenolik bileşik içerdiğini göstermiştir (Castrica ve., 2019; Castro-Vargas ve., 2019; Sir Elkhatim, Elagib, ve Hassan, 2018).

Fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal, antialerjik, antienflamatuvar ve antioksidatif etki göstermeleri, değişik gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi birçok açıdan önem taşımaktadır. Bu bileşiklerin antioksidan özellikleri, oksidatif stresle ilişkili hastalıkların önlenmesinde çok önemlidir ve bu da onları doğal gıda katkı maddeleri ve fonksiyonel bileşenler olarak değerini artırır. (Melini, Melini, Luziatelli, ve Ruzzi, 2020; Panzella ve., 2020; Sir Elkhatim ve., 2018). Antioksidan maddeler yaşlanma süreci ve hastalıklarda rolü olduğu bilinen serbest radikallerin sağlık üzerindeki zararlı etkilerini; serbest radikallerin reaksiyonlarını durdurmak, oksijeni ve metalleri bağlayarak oksidasyonun sebep olduğu zararları engellemek, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) ve lipoprotein oksidasyonunu önlemek yoluyla azaltırlar (Kolaç, Gürbüz, ve Yetiş, 2017; Yüzereroğlu, 2020).

Gıda atıklarından fenolik bileşikleri geri kazanmak için kullanılan ekstraksiyon yöntemleri, bu bileşiklerin verimini ve biyoaktivitesini önemli ölçüde etkiler. Ultrason destekli ekstraksiyon (UDE) ve mikrodalga destekli ekstraksiyon (MDE) gibi tekniklerin, patates kabukları ve üzüm kabukları dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan fenolik bileşiklerin ekstraksiyon verimliliğini artırdığı bildirilmiştir (Kumari, Tiwari, Hossain, Rai, ve Brunton, 2017; Pollini ve., 2022; Ueda ve., 2023). Örneğin, UDE'nin, yüksek fenolik içeriğine rağmen genellikle çöpe atılan patates kabuklarından polifenollerini etkili bir şekilde ekstrakte ettiği gösterilmiştir (Akyol, Riciputi, Capanoglu, Caboni, ve Verardo, 2016; Kumari ve., 2017). Benzer şekilde,

kabuk ve çekirdek içeren üzüm atıklarının, yüksek konsantrasyonlarda yararlı bileşikler elde etme imkânı sağlayan ekstraksiyon yöntemleri ile güçlü bir fenolik bileşik kaynağı olduğu belirtilmiştir (Aldiab, 2018; Azizi, Nazari, ve MoradiHaghgou, 2024; Ueda ve., 2023).

GIDA ATIKLARI

Gıda tedarik zinciri boyunca, gıda ürünlerini tarladan tüketicinin çatalına ulaştırmak için birçok işleme ihtiyaç vardır. Bu zincirin erken aşamalarında kaybedilen gıdanın çoğu, diğer gıda üretim süreçlerinde kullanılabilen “yan ürün” (by-products) olarak düşünülebilir. Gıda kayıpları ayrıca hayvan yemi olarak veya biyogaz üretiminde de kullanılmaktadır (Eriksson, 2012) ancak içerdiği bileşenlerin geri kazanımı ile daha değerli hale getirilebilir. Gıda endüstrisinde her yıl önemli miktarda atık üretilmektedir ve bu atıklar antioksidanlar, antimikrobialer veya yağ ve protein yerine geçenler gibi gıdalara bazı işlevler sağlayabilen polifenoller, lif, karotenoidler ve mineraller gibi bileşikler içerir (Calderón-Oliver ve López-Hernández, 2022). Gıda atıkları gıda maddesindeki değerli maddeleri içeren kompleks ingrediyeentlerden oluşmaktadır. Gıda endüstrisindeki çeşitli işletmelerin ürettiği atıklar genel olarak hayvansal ve bitkisel atıklar olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Atıklar, zirai işlemler sonucunda, gıda işleme proses yan ürünleri olarak veya tedarik zincirinin son aşamasında ortaya çıkabilmektedir (E. Demircan, 2016). Gıda atıkları, tarımsal gıda endüstrisinin en kirlenici yan ürünlerinden biri olarak kabul edilir, ancak fenolik içeriğinin geri kazanılması ve kullanılması için önemli bir potansiyele sahiptir (Cassano, Conidi, Ruby-Figueroa, ve Castro-Muñoz, 2018; Castro-Muñoz, Yáñez-Fernández, ve Fíla, 2016). Malzeme ve ürünlerin paylaşılmasını, yeniden kullanılmasını, onarılmasını, yenilenmesini ve geri dönüştürülmesini içeren bir üretim ve tüketim modeli olan dairesel ekonomi modeli, atığı azaltmak ve sürdürülebilirliği sağlamak için bu tarımsal gıda yan ürünlerin kullanımını teşvik ederek, etkili ekstraksiyon ve değerlendirme stratejileri geliştirmenin önemini vurgulamaktadır (Ben-Othman, Jöudu, ve Bhat, 2020; Jimenez-Lopez ve., 2020).

FENOLİK BİLEŞİKLER

Fenolik bileşikler bitkisel sekonder metabolitler olup antioksidan aktivitesi en yüksek bileşiklerdir. Fenolik bileşikler fenoloksidaz enzimlerinin etkisiyle enzimatik renk esmerleşmelerine neden olmaları, çeşitli gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi pek çok açıdan önem taşımaktadır. Bitkisel kökenli bütün gıdalarda farklı miktar ve nitelikte çeşitli fenolik bileşikler bulunmaktadır. Hava ve su kirliliği, hazır yiyecekler, yaşam tarzı, stres gibi etkenler sürekli olarak sağlık üzerine tehdit oluşturmaktadır. Bu etkenler sonucunda normal metabolizma faaliyetlerinin yanı sıra 80 farklı hastalığa neden olabileceği söylenen serbest radikaller oluşur (Eken, 2007; Zoral ve Turgay, 2014). Yapılan farklı çalışmalarda, fenolik bileşiklerin; antialerjik, antiinflamatuvar, antidiyabetik, antimikrobiyal, antipatojenik, antiviral ve antitrombotik özellikleri ve kardiyovasküler hastalıklar, kanser, osteoporoz, diyabetes mellitus ve nörodejeneratif hastalıklarda koruyucu etkileri gösterilmiştir (Ali Asgar, 2013; Dimitrios, 2006; Loaiza-Cano, Monsalve-Escudero, Filho, Martinez-Gutierrez, ve Sousa, 2020; Shahidi, Janitha, ve Wanasundara, 1992). Tarımsal gıda atık ürünlerinden elde edilen fenolik bileşikler, antioksidan özellikleri ile beraber kanser önleyici ve iltihap önleyici etkiler de dahil olmak üzere çeşitli sağlık yararlarıyla ilişkilendirilmiştir (Bai ve., 2021; Jimenez-Lopez ve., 2020). Ayrıca, fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi, farklı bitki kaynakları arasında önemli ölçüde değişebilen konsantrasyonları ve yapılarıyla yakından bağlantılıdır (Olejar ve., 2019). Bu bileşiklerin ekstraksiyonu, yalnızca verimi artırmakla kalmayıp aynı zamanda sürdürülebilir uygulamalarla da uyumlu olan yeşil teknolojiler kullanılarak optimize edilebilir (Panzella ve., 2020).

GIDA ATIKLARINDAKİ FENOLİK MADDELER ÜZERİNE ÇALIŞMALAR

Gıda atıklarından elde edilen fenolik bileşiklerin çeşitli gıda ürünlerine dahil edilmesi kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Araştırmalar, bu bileşiklerin ekstrüde atıştırılabilirlikleri, bisküvileri ve süt ürünlerini güçlendirmek için kullanılabilirliğini ve böylece sağlık yararlarını ve antioksidan kapasitelerini artırabileceğini göstermektedir. (Ali, Asgher, Cottrell, ve Dunshea, 2023; Kandemir, Piskin, Xiao, Tomas, ve Capanoglu, 2022). Fenolik bileşiklerin fonksiyonel özellikleri, onları gıda ürünlerinin besin profilini iyileştirmenin yanı sıra doğal renklendirici olarak da kullanılmasına yardımcı olur (Macedo ve., 2023; Zin, Anucha, ve Bánvölgyi, 2020) Gıda atıklarının fenolik bileşik kaynağı olarak kullanılmasının çevresel etkileri de oldukça önemlidir. Bu biyoaktif bileşikler geri kazanmak, gıda endüstrisi atık sorunlarını azaltırken aynı zamanda gıda kalitesini ve güvenliğini artırmak için uygun maliyetli çözümler sağlar (Deng ve., 2012; Meng ve., 2015; Panzella ve., 2020) . Gıda atıklarının değerlendirilmesi ekonomik kayıpları azaltmakla beraber, gıda üretiminin çevresel ayak izini azaltmayı amaçlayan sürdürülebilir uygulamalarla da uyumlu bir yol izler (Deng ve., 2012; Melini ve., 2020; Panzella ve., 2020).

Zeytinyağı fabrikası atıkları, genellikle yağ çıkarma işlemleri sırasında kaybolan 24 g/L'ye kadar polifenol içeren önemli bir fenolik bileşik kaynağı olduğu belirtilmiştir (Romeo, De Bruno, Imeneo, Piscopo, ve Poiana, 2019). Benzer şekilde, üzüm posası, meyve çekirdekleri ve portakal suyu atıkları gibi diğer tarımsal gıda yan ürünleri fenolik bileşikler açısından zengindir ve ekstraksiyon için umut verici kaynaklar olarak tanımlanmıştır. Bu bileşiklerin geri kazanılması, bu atıklardan fenolik maddeleri etkili bir şekilde yoğunlaştırdığı gösterilen nanofiltrasyon ve ultrafiltrasyon dahil olmak üzere çeşitli membran teknolojileri yoluyla sağlanabilir (Cassano ve., 2018; Castro-Muñoz ve., 2016).

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırmada, meyve tüketimi ile alınan fenolik maddelerin yaklaşık %20'si elma tüketiminden kaynaklanmaktadır ve bunların yapısında 60 tan fazla fenolik madde bulunmaktadır. Elma kabuklarında bulunan fenolik maddelerin miktarı, elmanın meyve etine oranla çok daha fazladır (100 ile 250 kat arasında). Diğer yandan, elma kabuğunda, çekirdek ve elma posasına oranla yine daha fazla polifenol bulunmaktadır (E. Demircan, 2016). Ayrıca, elma, şarap ve alkol sirkeleri içerisinde fenol bileşikler bakımından en zengin olan sirke elma sirkesidir (Tangüler, Hande, İlman, Yücel, ve Gençtürk, 2021).

Fenolik bileşikler olumlu biyolojik aktiviteye sahip olmalarının yanı sıra gıda işleme sürecindeki bazı işleme proseslerine ve çevresel etkilere karşı hassastırlar. Bu bileşenlerin düşük stabiliteye sahip olmaları gıda prosesleri aşamalarında ve tüketim sırasında biyoyararlılıklarını olumsuz yönde etkilemektedir (H. Demircan, Oral, Toker, ve Palabiyik, 2024; El-Messery, El-Said, Demircan, ve Özçelik, 2019). Tarımsal-endüstriyel atıklardaki fenolik bileşiklerin mikrobiyal biyodönüşümü son yıllarda önemli diğer ilgi alanlarından biridir. Bu süreç yalnızca atık malzemelerin değerlendirilmesine yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda fenolik bileşiklerin biyoyararlanımını da artırarak bunları gıda, ilaç ve kozmetik endüstrilerindeki çeşitli uygulamalar için daha erişilebilir hale getirir (Gulsunoglu Konuskan ve Kilic Akyılmaz, 2022) Örneğin, tarımsal-endüstriyel atıklardan elde edilen fenolik özütlerle jelatinin modifikasyonu araştırılmış ve bu bileşiklerin gıda bileşenlerinin işlevsel özelliklerini iyileştirme potansiyeline sahip oldukları belirtilmiştir (H. Demircan ve., 2024). Ayrıca, yüksek miktarda fenolik madde içeren gıda yan ürünlerini geri dönüştürmek için laktik asit bakterilerinin kullanılması mümkündür. Şarap üretimiyle beraber toplam üretimin %20 si atığa çıkar ve tonlara ulaşan bu atık çevresel problem oluşturur. *L. plantarum* bakterisinin fenolik asit dekarboksilaz enzimi ile bu atıklardaki fenolik bileşiklerden biri olan p-kumarik asidi vinilfenole dönüştürebildiği ve bu maddenin de gıdalarda aroma arttırıcı olarak kullanıldığı bilinmektedir (Okcu, Altuntaş, ve Ayhan, 2011).

Atık elma kabukları ve çekirdek evlerinin sirke üretiminde kullanılabilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada etil alkol fermantasyonu ile sirke elde edilmiş ve elde edilen sirkelerin antioksidan aktivitelerinin 68.3-90 µl ve toplam fenolik madde miktarının 259.8-387.1 mg GAE/L arasında olduğu rapor edilmiştir (Tangüler ve., 2021).

Gıda endüstrisinde kullanılan bitkilerin atık oluşturan kısımlarında bulunan toplam fenolik bileşiklerin, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada; Antep fıstığı kabuğu, portakal kabuğu, nar kabuğu, ceviz kabuğu, ceviz yaprağı ve biber yaprağı su ve farklı çözücülerle ekstrakte edilmiş ve çalışmanın sonucunda; en yüksek toplam fenolik madde miktarının Antep fıstığı kabuğunun su ekstraktında (2478,5 mgGAE/100g), en düşük miktarın portakal kabuğunun etil asetat ekstraktlarında (441,3 mgGAE/100g) bulunduğu rapor edilmiş; DPPH serbest radikali giderme aktivitesinin etanol ekstrelerinde sırasıyla ceviz yaprağı (%66,1), biber yaprağı (%38,2), portakal kabuğu (%32), BHT (%29), ceviz kabuğu (%27,89), nar kabuğu (%25), Antep fıstığı kabuğu (%17,6) şeklinde olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca Antep fıstığı kabuğunun; antimikrobiyal aktivitesinin diğer örneklerden yüksek olması nedeniyle doğal antimikrobiyal ve antioksidan kaynağı olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir (Zoral ve Turgay, 2014).

Yapılan başka bir çalışmada; elma kabuklarındaki fenolik bileşikler lipozomla enkapsüle edilmiş ve kapsüllenmiş fenolik bileşiklerin miktarları araştırılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı (% 32), toplam flavonoid madde miktarı (% 35,8) ve antioksidan aktivite (% 31,1) analizlerinden elde edilen sonuçlarla en yüksek kapsülleme oranı ve en uygun enkapsülasyon verimliliği % 0,1'lik ekstraktlar ile hazırlanan lipozom çözeltisiyle elde edildiği belirtilmiştir. Sonuç olarak, elma kabuğundan ekstrakte edilen fenolik bileşenlerin lipozomkitosan-maltodekstrin ile kaplanarak stabiliteilerinin ve vücut tarafından biyokullanılabilirliğinin artırılabilmesi öngörülmüştür (Demircan, 2016).

SONUÇ

Sonuç olarak, gıda atıklarındaki fenolik bileşiklerin varlığı sağlık iyileştirme ve çevresel sürdürülebilirlik için ikili bir fırsat sunmaktadır. Bu bileşiklerin eldesi ve kullanımı, hem besleyici hem de halk sağlığı için faydalı olan yenilikçi gıda ürünlerine yol açabilirken, aynı zamanda gıda endüstrisindeki atık azaltma çabalarına da katkıda bulunabilir. Bu alandaki araştırmalar ilerlemeye devam ettikçe, bu bileşiklerin potansiyel uygulamalarının genişlemesi ve bunların tarımsal gıda sektöründeki sürdürülebilir uygulamalara daha fazla entegre edilmesi muhtemeldir.

KAYNAKÇA

Akyol, Hazal, Riciputi, Ylenia, Capanoglu, Esra, Caboni, Maria Fiorenza, ve Verardo, Vito. (2016). Phenolic compounds in the potato and its byproducts: An overview. *International journal of molecular sciences*, 17(6), 835.

Aldiab, Dima. (2018). Usage of Phenolic Extract of Grape Waste as Natural Antioxidant for Milk Proteins. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 11, 196-200.

Ali, Akhtar, Asgher, Zeshan, Cottrell, Jeremy J, & Dunshea, Frank R. (2023). Screening and characterization of phenolic compounds from selected unripe fruits and their antioxidant potential. *Molecules*, 29(1), 167.

Ali Asgar, MD. (2013). Anti-diabetic potential of phenolic compounds: A review. *International Journal of Food Properties*, 16(1), 91-103.

Azizi, Saadat, Nazari, Seyyed Moein, & MoradiHaghgou, Leila. (2024). Optimizing the Extraction of Antioxidant Components from Grape (*Vitis vinifera* L.) Skin by Ultrasonic Pre-treatment. *Journal of Food Science & Technology* (2008-8787), 21(146).

- Bai, Xue, Zhang, Meili, Zhang, Yuanyuan, Zhang, Jing, Wang, Chen, & Zhang, Yakun. (2021). Effect of steam, microwave, and hot-air drying on antioxidant capacity and in vitro digestion properties of polyphenols in oat bran. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(12), e16013.
- Ben-Othman, Sana, Jõudu, Ivi, & Bhat, Rajeev. (2020). Bioactives from agri-food wastes: Present insights and future challenges. *Molecules*, 25(3), 510.
- Calderón-Oliver, Mariel, & López-Hernández, Luis Humberto. (2022). Food vegetable and fruit waste used in meat products. *Food reviews international*, 38(4), 628-654.
- Cassano, Alfredo, Conidi, Carmela, Ruby-Figueroa, René, & Castro-Muñoz, Roberto. (2018). Nanofiltration and tight ultrafiltration membranes for the recovery of polyphenols from agro-food by-products. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(2), 351.
- Castrica, Marta, Rebucci, R, Giromini, C, Tretola, M, Cattaneo, D, & Baldi, A. (2019). Total phenolic content and antioxidant capacity of agri-food waste and by-products. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 336-341.
- Castro-Muñoz, Roberto, Yáñez-Fernández, Jorge, & Fíla, Vlastimil. (2016). Phenolic compounds recovered from agro-food by-products using membrane technologies: An overview. *Food Chemistry*, 213, 753-762.
- Castro-Vargas, Henry I, Ballesteros Vivas, Diego, Ortega Barbosa, Jenny, Morantes Medina, Sandra Johanna, Aristizabal Gutiérrez, Fabio, & Parada-Alfonso, Fabián. (2019). Bioactive phenolic compounds from the agroindustrial waste of Colombian mango cultivars ‘Sugar Mango’ and ‘Tommy Atkins’—An alternative for their use and valorization. *Antioxidants*, 8(2), 41.
- Demircan, Evren. (2016). Elma kabuklarından elde edilen fenolik bileşiklerin lipozom ile enkapsülasyonu. *Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Demircan, Huseyin, Oral, Rasim A, Toker, Omer S, & Palabiyik, Ibrahim. (2024). Investigation of the Effects of Phenolic Extracts Obtained from Agro-Industrial Food Wastes on Gelatin Modification. *ACS omega*, 9(18), 20263-20276.
- Deng, Gui-Fang, Shen, Chen, Xu, Xiang-Rong, Kuang, Ru-Dan, Guo, Ya-Jun, Zeng, Li-Shan, . . . Xia, En-Qin. (2012). Potential of fruit wastes as natural resources of bioactive compounds. *International journal of molecular sciences*, 13(7), 8308-8323.
- Dimitrios, Boskou. (2006). Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in food science & technology*, 17(9), 505-512.
- Eken, Sibel. (2007). Bazı materyallerde antioksidan tayinleri.
- El-Messery, Tamer Mohammed, El-Said, Marwa M, Demircan, Evren, & Özçelik, Beraat. (2019). Microencapsulation of natural polyphenolic compounds extracted from apple peel and its application in yoghurt. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 18(1), 25-34.
- Eriksson, Mattias. (2012). Retail food wastage. A Case Study Approach to Quantities and Causes. Available online: http://pub.epsilon.slu.se/9264/1/eriksson_m_121126.pdf (accessed on 22 January 2015).
- Gulsunoglu Konuskan, Zehra, & Kilic Akyilmaz, Meral. (2022). Microbial bioconversion of phenolic compounds in agro-industrial wastes: a review of mechanisms and effective factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(23), 6901-6910.
- Jimenez-Lopez, C, Fraga-Corral, M, Carpena, M, García-Oliveira, P, Echave, J, Pereira, AG, . . . Simal-Gandara, J. (2020). Agriculture waste valorisation as a source of antioxidant phenolic compounds within a circular and sustainable bioeconomy. *Food & function*, 11(6), 4853-4877.
- Kandemir, Kevser, Piskin, Elif, Xiao, Jianbo, Tomas, Merve, & Capanoglu, Esra. (2022). Fruit juice industry wastes as a source of bioactives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(23), 6805-6832.

- Kolaç, Turgay, Gürbüz, Perihan, & Yetiş, Gülsüm. (2017). Doğal ürünlerin fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi, 5(1), 26-42.
- Kumari, Bibha, Tiwari, Brijesh K, Hossain, Mohammad B, Rai, Dilip K, & Brunton, Nigel P. (2017). Ultrasound-assisted extraction of polyphenols from potato peels: profiling and kinetic modelling. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(6), 1432-1439.
- Loaiza-Cano, Vanessa, Monsalve-Escudero, Laura Milena, Filho, Carlos da Silva Maia Bezerra, Martinez-Gutierrez, Marlen, & Sousa, Damiao Pergentino de. (2020). Antiviral role of phenolic compounds against dengue virus: A review. *Biomolecules*, 11(1), 11.
- Macedo, Maria Clara Coutinho, Correia, Vinícius Tadeu da Veiga, Silva, Viviane Dias Medeiros, Pereira, Débora Tamires Vitor, Augusti, Rodinei, Melo, Júlio Onésio Ferreira, . . . Fante, Camila Argenta. (2023). Development and characterization of yellow passion fruit peel flour (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). *Metabolites*, 13(6), 684.
- Melini, Valentina, Melini, Francesca, Luziatelli, Francesca, & Ruzzi, Maurizio. (2020). Functional ingredients from agri-food waste: Effect of inclusion thereof on phenolic compound content and bioaccessibility in bakery products. *Antioxidants*, 9(12), 1216.
- Meng, Qingchang, Murray, Seth C, Mahan, Adam, Collison, Amy, Yang, Liyi, & Awika, Joseph. (2015). Rapid estimation of phenolic content in colored maize by near-infrared reflectance spectroscopy and its use in breeding. *Crop Science*, 55(5), 2234-2243.
- Okcu, Gözde, Altuntaş, Evrim GÜNEŞ, & Ayhan, Kamuran. (2011). Laktik asit fermentasyonunda fenolik bileşikler ve önemi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 51-64.
- Olejar, Kenneth J, Ricci, Arianna, Swift, Simon, Zujovic, Zoran, Gordon, Keith C, Fedrizzi, Bruno, . . . Kilmartin, Paul A. (2019). Characterization of an antioxidant and antimicrobial extract from cool climate, white grape marc. *Antioxidants*, 8(7), 232.
- Panzella, Lucia, Moccia, Federica, Nasti, Rita, Marzorati, Stefania, Verotta, Luisella, & Napolitano, Alessandra. (2020). Bioactive phenolic compounds from agri-food wastes: An update on green and sustainable extraction methodologies. *Frontiers in nutrition*, 7, 60.
- Pollini, Luna, Blasi, Francesca, Ianni, Federica, Grispoldi, Luca, Moretti, Simone, Di Veroli, Alessandra, . . . Cenci-Goga, Beniamino Terzo. (2022). Ultrasound-assisted extraction and characterization of polyphenols from apple pomace, functional ingredients for beef burger fortification. *Molecules*, 27(6), 1933.
- Romeo, Rosa, De Bruno, Alessandra, Imeneo, Valeria, Piscopo, Amalia, & Poiana, Marco. (2019). Evaluation of enrichment with antioxidants from olive oil mill wastes in hydrophilic model system. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(11), e14211.
- Shahidi, Fereidoon, Janitha, PK, & Wanasundara, PD. (1992). Phenolic antioxidants. *Critical reviews in food science & nutrition*, 32(1), 67-103.
- Sir Elkhathim, Khitma A, Elagib, Randa AA, & Hassan, Amro B. (2018). Content of phenolic compounds and vitamin C and antioxidant activity in wasted parts of Sudanese citrus fruits. *Food science & nutrition*, 6(5), 1214-1219.
- Tangüler, Hasan, Hande, MERT, İlman, Furkan, Yücel, Büşra, & Gençtürk, Selen. (2021). Elma atıklarından elma sirkesi üretimi üzerine bir araştırma. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 132-139.
- Ueda, Jonata M, Griebler, Karoline Ribeiro, Finimundy, Tiane C, Rodrigues, Daniele B, Veríssimo, Lavínia, Pires, Tânia CSP, . . . Barros, Lillian. (2023). Polyphenol Composition by HPLC-DAD-(ESI-) MS/MS and Bioactivities of Extracts from Grape Agri-Food Wastes. *Molecules*, 28(21), 7368.
- Yüzereroğlu, Özge. (2020). Zeytinyağındaki Fenolik Bileşenler ve Sağlık Üzerine Etkileri.

- Zin, Moh Moh, Anucha, Chukwuka Bethel, & Bánvölgyi, Szilvia. (2020). Recovery of phytochemicals via electromagnetic irradiation (microwave-assisted-extraction): Betalain and phenolic compounds in perspective. *Foods*, 9(7), 918.
- Zoral, Fatma, & Turgay, Özlem. (2014). Çeşitli gıda atıklarının toplam fenolik madde içeriğinin, antioksidan ve antimikrobiyel aktivitelerinin araştırılması. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 17(2), 24-33.

GIDA MEVZUATI VE MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRMESİ

FOOD LEGISLATION AND EVALUATION OF THE CURRENT SITUATION

Dr. Öğr. Üy. Mehmet Çağlar FIRAT

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Turizm ve Otelcilik MYO,
Aşçılık Programı, Erzincan
Orcid: 0000-0003-4920-4920

ÖZET

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın verilerine göre gıda sektöründe yarım milyondan fazla kişi çalışmaktadır. Gıda sektörünün büyüklüğü ve insan sağlığını doğrudan etkilemesi nedeniyle kapsamlı düzenlemeler yapılması zorunludur. Gıda mevzuatı 2004'e kadar bir bütün olarak ele alınmamış ve 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem kanunu ile genel bir bütünlüğe kavuşmuş olup 200'den fazla ikincil mevzuat bu kanuna dayanılarak hazırlanmıştır. Hiyerarşik mevzuatta yönetmelikler ile gıdalara yönelik özel kriterleri belirleyen çok sayıda tebliğ bulunmaktadır. Gıda işletmelerinin açılma izinlerinin verilmesi, denetimlerin yapılması ve cezai işlemlerin uygulanması gibi işlemler Tarım ve Orman Bakanlığı'nda Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Gıda işletmeleri, 'Gıda İşletmelerinin Kayıt ve Onay İşlemlerine Dair Yönetmelik'in yayımlanmasıyla işletmenin onay ya da kayıt kapsamına girmesine bağlı olarak farklı kriterlere tabi tutulmaktadır. Bal dışındaki hayvansal gıdaların üretimini yapan işletmeler onay kapsamında değerlendirilirken bakkal kafe ve restoran gibi perakende işletmeler kayıt kapsamında değerlendirilmektedir. Bu çalışmada Resmî Gazete'de yayımlanmış olan gıda ile alakalı olan mevzuat, Devlet Teşkilatı Merkezi Kayıt Sistemi'nde kurum olarak Tarım ve Orman bakanlığı seçilerek filtrelenmiş ve elde edilen mevzuatlar derlenmiş ve konu hakkında tavsiyeler verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Gıda mevzuatı, Gıda Kontrolü, GKGM,

ABSTRACT

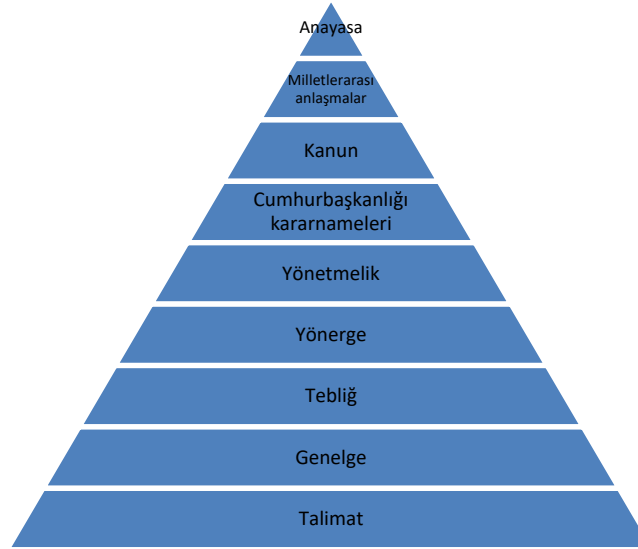
According to the data of the Ministry of Agriculture and Forestry, more than half a million people work in the food sector. Due to the size of the food sector and its direct influence on human health, comprehensive regulations are mandatory. Food legislation was not addressed as a whole until 2004 and it gained a general integrity with the Veterinary Services, Plant Health, Food And Feed Law No:5996, and more than 200 secondary legislations were prepared based on this law. There are numerous regulations and communiqués determining special criteria for food with in the hierarchical legislation. Procedures such as opening food businesses, granting permits, conducting inspections and implementing penalties are carried out by the General Directorate of Food and Control in the Ministry of Agriculture and Forestry. Procedures such as granting opening permits for food businesses, conducting inspections and implementing penal sanctions are carried out by the General Directorate of Food and Control in the Ministry of Agriculture and Forestry. With the entry into force of the 'Regulation on Registration and Approval Procedures of Food Businesses', food businesses are subjected to different criteria depending on whether the business is included in the scope of approval or registration. While businesses producing food of animal origin other than honey are evaluated within the scope of 'approval', retail businesses such as grocery stores,

cafes and restaurants are evaluated within the scope of 'registration'. In this study, the food-related legislation published in the Official Gazette was filtered by selecting the Ministry of Agriculture and Forestry as an institution in the State Organization Central Registration System, and the resulting legislation was compiled and recommendations were given on the subject.

Keywords: Food Legislation, Food Control, GDFC

GİRİŞ

Bir ülkede yürürlükte olan yasa, tüzük, yönetmelik vb. bütününe mevzuat denir. Bir hukuk sisteminde bulunan anayasa, kanun, tüzük, yönetmelik gibi kurallar rastgele yerleştirilmez; belirli bir düzen içinde, üst-üste ve alt-alta sıralanırlar. Bu kurallar arasında bir üstünlük-altlık ilişkisi bulunur. Bu duruma "normlar hiyerarşisi" veya "hukuk düzeni piramidi" adı verilir. Bu hiyerarşide, alt seviyedeki bir kural geçerliliğini üst seviyedeki bir kuraldan alır ve bu kurala uygun olmak zorundadır. Örneğin, kanun Anayasaya, yönetmelik ise kanuna aykırı olamaz (Şekil 1).



Şekil 1 Normlar hiyerarşisi piramidi

İnsan yaşayan bir canlı olduğu için temel ihtiyaçlarından biri de beslenmedir. Beslenme ihtiyaç olmakla birlikte aynı zamanda insanın temel haklarından biridir. Evrensel İnsan Hakları Beyannamesi'nde:

“Her şahsın, gerek kendisi gerekse ailesi için, yiyecek, giyim, mesken, tıbbi bakım, ... sağlığı ve refahını temin edecek uygun bir hayat seviyesine... hakkı vardır.” denmektedir (HSK 2020).

Bu amaca yönelik olarak tüm ülkeler vatandaşlarının refah düzeylerini arttırmak istemektedir. Günümüzde gıdalar ‘Tarladan çatala’, ‘çiftlikten sofraya’ gibi sloganlar ile gıda üretim zincirinin en başından, insan tüketimine kadar kesim/hasat, temizlik, işleme, pastörizasyon/sterilizasyon, depolama, taşıma gibi birçok aşamalardan geçmektedir. Bu aşamalarda gıdaların; güvenilir, besleyici düzeyinin korunduğu, istenmeyen hiçbir maddeyi içermeyen son tüketiciye kadar ulaştırılması gerekmektedir.

Özellikle ABD ve AB ülkeleri tüm konularda olduğu gibi, gıda beslenme gibi konularda da bilimsel çalışmalardan elde edilen bilgileri uygulamaya koymak istemiştir. Bu da gıda mevzuatının ayrı bir kol olarak düşünülmesini sağlamıştır. Türkiye'deki gıda mevzuatı, gıda güvenliği ve halk sağlığını korumak amacıyla düzenlenmiş kapsamlı bir yasal çerçevedir. Bu mevzuat, gıda üretimi, işlenmesi, dağıtımı ve tüketimine kadar her aşamada uygulanır ve çeşitli kanunlar, yönetmelikler ve standartlardan oluşur.

Ülkemizdeki Gıda Mevzuatının Tarihi

Gıda ile alakalı durumlar, kamu görevi olmasına rağmen, 1995 yılına kadar bu görev kapsamlı ve birleşik bir yaklaşımla yürütülemedi. Gıda hizmetleri dağınık ve etkisiz bir mevzuatla yönetilmeye çalışılmış ve kuruluşlar arasında koordinasyon eksikliği nedeniyle hizmetlerde verimlilik sağlanamamıştır (Artık vd 2017). Yirminci yüzyılın başlarında 1919 yılında Belediyeciliği düzenleyen “Esnafın Riâyete Mecbur Olduğu Evâmir-i Belediye Hakkında Talimât” ile gıda konularında da düzenlemeler mevcuttur. Cumhuriyet döneminde ise sırasıyla 1930’da 1580 Sayılı Belediye Yasası, 1930’da 1593 Sayılı Umumi Hıfzıssıhha Yasası, 1942’de Gıda Nizamnamesi, 1952’de Gıda Maddeleri Tüzüğü yürürlüğe girmiştir. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 1986 yılından itibaren bir "gıda kanunu" hazırlık sürecine başlamış ve tarafların görüşlerini alarak bir kanun taslağı oluşturmuştur (Artık vd 2017).

Resmi Gazete’de 28 Haziran 1995’te yayımlanan 560 sayılı "Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararname" ile, gıda işletmelerin ruhsatı Sağlık Bakanlığı’ndan ve gıda sicili ve üretim iznini ise Tarım ve Köyişleri Bakanlığı’ndan almaları zorunlu hale getirilmiş ve çift başlı sistem devam ettirilmiştir. Gümrük Birliği Anlaşması’nın 1995’te yürürlüğe girmesi ile Avrupa birliği standartlarına uyum gereği, 560 sayılı kanun hükmünde kararname (KHK) yürürlüğe girmiş ve gıda hakkındaki düzenlemeler tek çatı altında toplanmaya başlamıştır. Bu KHK, 2004 yılında çeşitli eklemeler yapılarak cumhuriyet tarihinin ilk gıda kanunu denilebilecek 5179 sayılı kanun halini almıştır. Bu kanun gıda mevzusunun büyük oranda Tarım Bakanlığına geçtiği ilk kanundur. Sonrasında, 13 Haziran 2010’da 5996 sayılı "Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu" Resmi Gazete’de yayımlanmış ve halen yürürlükte olan bu yasa gıda mevzuatının ana kaynağını oluşturmaktadır. Gıda ile ilgili düzenlemeler şimdiye özgü olmamakla birlikte Osmanlı İmparatorluğu’na kadar dayanmaktadır (Ünal 2011).

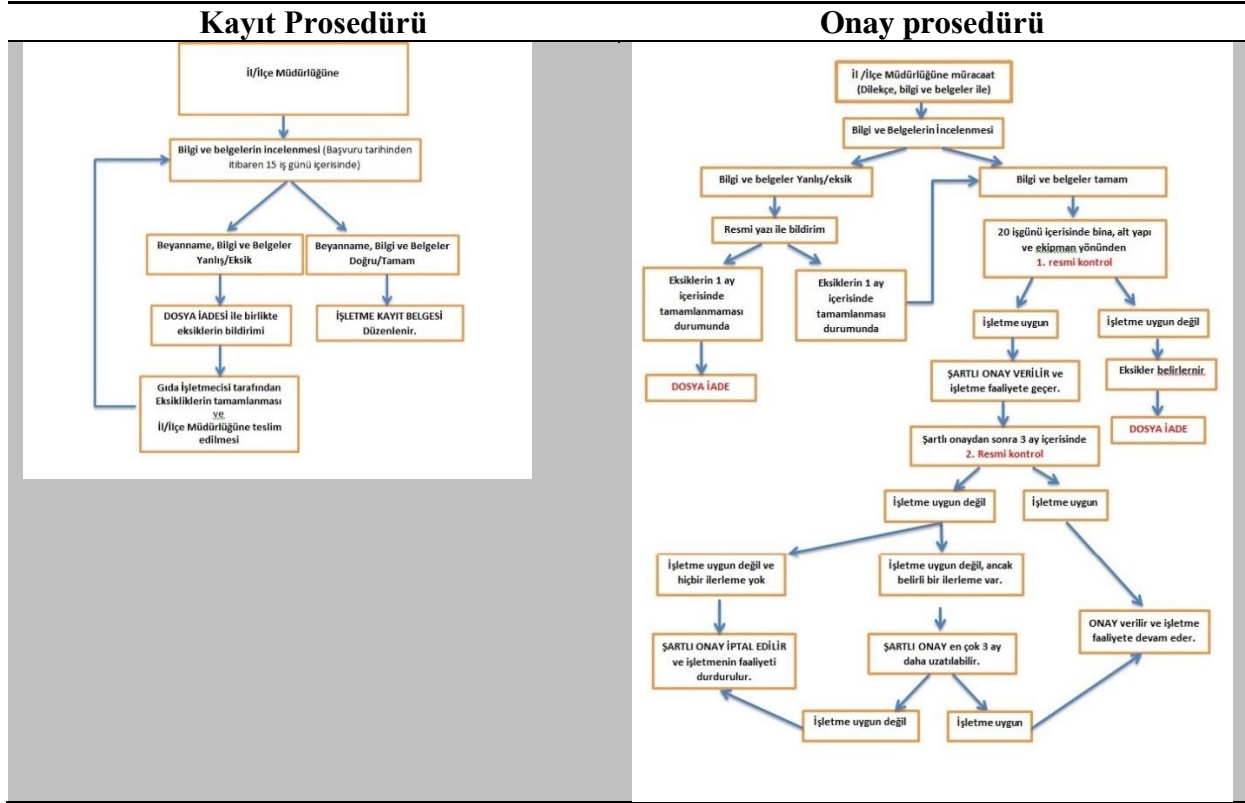
Gıda üretim tesislerindeki rakamlara bakılacak olursa ülkemizde imalat sanayinin öncü sektörlerinden olan gıda ve içecek sanayiinde faaliyet gösteren işletme sayısı 50000’i bulmaktadır. 2022 yılında 12.287.605 ücretli çalışandan 3.693.320’si imalat sanayinde olup bunlardan 510904’ü gıda ürünleri imalatında, 16202’si ise içeceklerin imalatında çalışmaktadır. Yiyecek ve içecek hizmetleri faaliyetlerinde ise 793225 kişi çalışmaktadır (SGK 2023). Bu denli işletmenin bulunduğu ve insan faktörünün ön planda olduğu ve insan sağlığını doğrudan ilgilendiren bir konuda elbette çeşitli düzenlemeler yapılması zorunluluğu bulunmaktadır. Bu bilgiler ışığında belirli bir gıda mevzuatının yapılma amacı gıda kaynaklı hastalıkların önlenmesi, üretkenlikte azalma ve gıda kaybının önlenmesi, önleyici tıbbın uygulanması, ülke itibarının korunması, tüketiciyi ve üreticiyi karşılıklı olarak korumak, milletlerarası anlaşmalara uymak olarak sıralanabilir. Bu çalışmada Resmî Gazete’de yayımlanmış olan gıda ile alakalı olan mevzuat, Devlet Teşkilatı Merkezi Kayıt Sistemi’nde (DETSİS) kurum olarak Tarım ve Orman bakanlığı seçilerek filtrelenmiş ve elde edilen mevzuatlar derlenmiştir.

BULGULAR

Gıda konusu, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü (GKGM) çatısı altında oluşturulmuş mevzuat ve düzenlemelerle ele alınmaktadır. Organizasyon şemasına baktığımız zaman genel müdür altında 3 tane Genel Müdür Yardımcısı bulunmakta ve Gıda İşletmeleri ve Kodeks Dairesi Başkanlığı, Gıda Kontrol ve Laboratuvarlar Daire Başkanlığı bu müdür yardımcılarında bulunmaktadır. Ülkemiz dahilinde Tarım ve Orman Bakanlığı’na doğrudan bağlı kurumlar 81 il müdürlüğü çatısı altında bulunmakta ve gıda konusu Gıda ve Yem Şube Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Ülke genelinde 41 adet gıda kontrol laboratuvar müdürlüğü bulunmaktadır.

Bir gıda işletmesi kurulacağı zaman yetkililer öncelikle belediyeden iş yeri açma ve çalışma ruhsatı aldıktan sonra, buldukları ilin tarım il müdürlüklerine başvurarak işyeri kayıt

belgesi, çalışma izni ve kayıt/onay izni almak durumundadır. Burada dikkat edilen konu üretim alanının onay kapsamında mı yoksa kayıt kapsamına mı girdiğidir. Bakanlık daha riskli gördüğü özellikle hayvansal gıdaların üretildiği işletmeler onay kapsamına almakta ve gerekli kontrolleri yapmadan üretime başlamasına izin vermemektedir. Ülkemizde onay kapsamında 15486 adet işletme bulunurken, kayıt kapsamındaki işletmeler ise 686608'dir (Tablo 1).



Şekil 2 Gıda işletmelerinin kayıt ve onay prosedürleri (TOB 2011)

Eski prosedürde bulunan üretim izni ürün akış şeması vs. artık işletmeciden talep edilmemektedir. Gıda işletmecisi iznini aldıktan sonra doğrudan üretime başlayabilmekte ve tek izin numarası ile tüm ürün kalemlerini üretebilmektedir. Onay kapsamındaki işletmeler ürünün nevine, çalıştırılan personel sayısına ve makinelerin gücüne göre 'istihdamı zorunlu personel' çalıştırmak durumundadır. Çalıştırılabilecek bu personellerin listesi 5996 sayılı kanunun EK-1'inde belirtilmiştir. Onay kapsamındaki üreticiler için verilen sicil, TR ile başlayan il plaka kodu ile devam eden K ve sistem tarafından verilen 7 basamaklı bir rakam ile oluşur. Onay kodu ise epsilon şekli içinde il plaka kodu ve sistem tarafından verilen 4 basamaklı bir rakam ile oluşur.

Tablo 1 Onay ve Kayıt Kapsamına Giren Gıda İşletmeleri (TOB 2024a)

Gıda İşletmesi	İşletme Sayısı
Genel faaliyet gösteren işletmeler	702
Evcil tırnaklıların eti üreten işletmeler	1313
Kanatlı ve tavşanımsıların eti üreten işletmeler	929
Çiftlik av hayvanlarının eti üreten işletmeler	1
Yaban av hayvanı eti üreten işletmeler	3
Kıyma hazırlanmış et, mae üreten işletmeler	1288
Et ürünleri üreten işletmeler	1176
Çift kabuklu yumuşakçalar üreten işletmeler	16
Balıkçılık ürünleri üreten işletmeler	271
Çiğ süt ve süt ürünleri üreten işletmeler	8224
Yumurta ve yumurta ürünleri üreten işletmeler	1350
Kurbağa bacağı ve salyangoz üreten işletmeler	13
İşlenmiş mesane mide ve bağırsaklar üreten işletmeler	162
Jelatin üreten işletmeler	9
Kolajen üreten işletmeler	9
Eritilmiş hayvansal yağ ve donyağı tortusu üreten işletmeler	10
Toplam	15486
Kayıt Kapsamındaki işletmeler	686608

Kayıt kapsamındaki işletmelere market, bakkal, pastacılık ürünleri satış, manav, kasap, kantin, büfe, gıda toptancıları, gıda soğuk hava depoları vb.), toplu tüketim yerleri (lokanta-restoran, pastane, yemekhane, kahvehane-çay ocağı, kafe gibi işletmeler örnek verilebilirken, onay kapsamındaki işletmelere süt fabrikaları, et entegre tesisleri verilebilir.

Mevzuata genel bir bakış

Gıda işinin yasal dayanağı 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri Bitki Sağlığı Gıda ve Yem Kanunu'dur. Bunun yanında 200'ün üzerinde ikincil mevzuat daha bulunmaktadır. Tarım Bakanlığı konu hakkındaki tek yetkili otoritedir. Genel görevleri altında Türk Gıda Kodeksinin hazırlanması, gıda işletmeleri onay ve kaydı, gıda ile temas eden madde ve malzeme üreten işletmelerin kaydı, takviye edici gıdaların takibi, gıda ve yem denetimi bulunmaktadır. Yine genel müdürlük bilimsel komisyonlar vasıtasıyla 119 bilimsel görüşü değerlendirmiş ve 9 bilimsel kılavuz hazırlamıştır. Şu ana kadar kurulan bilimsel komisyonlar; belirli gıda bileşenleri ve yeni gıdalar, bitki sağlığı, biyolojik tehlikeler, bulaşanlar, gıda katkı maddeleri, gıda olarak kullanılacak bitkiler, gıda ile temas eden madde ve malzemeler komisyonlarıdır (GKGM 2024).

Tablo 2 Gıda ile ilgili mevzuat

Norm başlığı	Toplam sayı	Doğrudan ilgilendiren
Kanunlar	35	1
Cumhurbaşkanlığı Kararları	1	0
Tüzükler	14	0
Bakanlar Kurulu Yönetmelikleri	7	2
Cumhurbaşkanlığı Yönetmelikleri	3	1
Bakanlar Kurulu Kararları	1	1
Kurum Yönetmelikleri	337	31
Kurum Genelgeleri	166	6
Tebliğler	313	63
Talimat/Talimatname/İç emirler	264	11
Kurul / Komisyon / Konsey Kararları	35	14
Uygulama / Program Esasları	31	1
Prosedürler	29	3
Katalog/Kılavuzlar	15	5

Tablo 1’de normlar hiyerarşisine uygun olarak hazırlanmış olan mevzuat gösterilmiştir. Gıda mevzuatının temel kanunu 5999 sayılı Veteriner Hizmetleri Bitki Sağlığı Gıda ve Yem Kanunu’dur ve diğer mevzuat bu kanunu dayanak göstermektedir. Bunun dışında Hijyen Yönetmeliği, Hayvansal Gıdalar İçin Hijyen Yönetmeliği, Etiketleme ve Tüketiciyi Bilgilendirme Yönetmeliği gibi yönetmelikler yatay gıda kodeksi kapsamında iken, gıda kodeksinin önemli parçalarından birisi de gıda tebliğleridir. Kodekste mevcut olan gıda tebliğleri Tablo 3’te gösterilmiştir. Gıda tebliğleri Türk Gıda Kodeksinin dikey gıda kodeksi kapsamında olup gıdalara yönelik olarak belirlenecek özel kriterleri içermektedir. Gıda tebliğlerinde bulunan gıdaların hangi kritere göre seçildiği bilinmemekle birlikte bazı gıdaları da kapsamamaktadır. Örneğin mercimek pirinç gibi tebliğler bulunmaktayken fasulye nohut mısır gibi ülkemizde sıklıkla tüketilen temel gıda maddelerinin tebliği bulunmamaktadır.

Tablo 3 Tebliği olan gıda ürünleri

Tebliğ adı	Tebliğ adı
Arı ürünleri tebliği (tebliğ no: 2024/6)	Meyve suyu ve benzeri ürünler tebliği (tebliğ no: 2014/34)
Bal tebliği (tebliğ no: 2020/7)	Alkolsüz içecekler tebliği (tebliğno: 2007/26)
Üzüm pekmezi tebliği (tebliğ no: 2017/8)	
Yenilebilir kazein ve kazeinat tebliği (tebliğ no: 2022/21)	Et, hazırlanmış et karışımları ve et ürünleri tebliği (tebliğ no: 2018/52)
Fermente süt ürünleri tebliği (tebliğ no: 2022/44)	Yumurta tebliği (2014/55)
İçme sütleri tebliği	
Koyulaştırılmış süt ve süttozu tebliği (tebliğ no: 2005/18)	İrmik tebliği (no: 2002/21)
Dondurma tebliği (tebliğ no: 2022/13)	Makarna tebliği (no: 2002/20)
Yenilebilir buzlu ürünler tebliği (tebliğ no: 2005/43)	Bulgur tebliği (tebliğ no: 2016/49)
Peynir tebliği (tebliğ no: 2015/6)	Ekmek ve ekmek çeşitleri tebliği (tebliğ

Tereyağı, diğer süt yağı esaslı sürülebilir ürünler ve sadeyağ tebliği (tebliğ no: 2005/19)	no: 2012/2)
Krema ve kaymak tebliği (no: 2003/34)	Çeltik tebliği (tebliğ no: 2002/11)
Bitki adı ile anılan yağlar tebliği (tebliğ no: 2012/29)	Pirinç tebliği (tebliğ no: 2010/60)
Zeytinyağı ve pirina yağı tebliği (tebliğ no: 2017/26)	Mercimek tebliği (no: 2003/25)
Sürülebilir yağlar/margarin ve yoğun yağlar tebliği (tebliğ no: 2008/21)	Takviye edici gıdalar tebliği (tebliğ no: 2013/49)
Aromatize şarap, aromatize şarap bazlı içki ve aromatize şarap kokteyli tebliği (tebliğ no: 2022/5)	Bebek ve küçük çocuk ek gıdaları tebliği (tebliğ no: 2007/50)
Distile alkollü içkiler tebliği (tebliğ no: 2016/55)	Sporcu gıdaları tebliği (tebliğ no: 2003/42)
Şarap tebliği (tebliğ no: 2008/67)	Özel beslenme amaçlı gıdalar tebliği (no : 2002/34)
Bira tebliği (tebliğ no: 2006/33)	Enerji içecekleri tebliği (2017/4)
Şeker tebliği (tebliğ no: 2022/10)	Kahve ve kahve ekstraktları tebliği (tebliğ no: 2016/7)
Baharat tebliği (tebliğ no: 2022/7)	Çay tebliği (tebliğ no: 2015/30)
Tuz tebliği (tebliğ no: 2013/48)	Tahin helvası tebliği (tebliğ no: 2015/28)
Sakız tebliği (tebliğ no: 99/4)	Tahin tebliği (tebliğ no: 2015/27)
Salça ve benzeri ürünler tebliği (tebliğ no: 2020/19)	Sofralık zeytin tebliği (tebliğ no: 2014/33)
Hindiba ekstraktı tebliği (tebliğ no: 2008/56)	Lokum tebliği (tebliğ no: 2013/55)

Bakanlığın Uygulamaları

Tüketicilerin dışarıda yemek yeme alışkanlıklarının giderek artmasıyla, 10 yıl önce 150 bin olan restoran (lokanta, otel lokantası, fast-food restoranı, eve servis restoranı) sayısı 2018 rakamlarına göre 600 bini geçmiş bulunmaktadır. Bakanlık, bünyesinde bulunan 7522 kontrol görevlisi ile haberli ve habersiz olmak üzere resmi kontroller yapmaktadır. 2023 yılında yapılan resmi kontrol sayısı 1.302.038, uygulanan idari para cezası 18.948 olup, 255 tanesinin sonucunda savcılığa suç duyurusunda bulunulmuştur. Rutin denetimler dışında bakanlık ayrıca ALO174 ve Whatsapp gıda ihbar hattından ve ayrıca ihbarlar almakta almakta ve bunlarla ilgili denetimler yapmaktadır (TOB 2024b).

SONUÇ ve TAVSİYELER

Bakanlık faaliyet raporlarında detaylıca beyan ettiği faaliyetlerini yeterince tanıtmaması, hurafe içerikli ve bilimsel olmayan sayfaların sosyal medyada etkin olması ile güven azalmasına ve yapılan işin değersizleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle sosyal medya mecralarında gıda mühendislerinin daha aktif katılımıyla halkın doğru bilgiye ulaşma olasılığı artırılmalıdır. Bu bağlamda bakanlığa güvenin artması için yağ ve şeker içeriği fazla olan gıdaların etiketlerinin belirli bir şekilde diğerlerinden ayrılması ve katkı maddelerinin azaltılması yönünde teşviklerin sağlanması amaçlanmalıdır.

Mevzuatın bir kısmının özellikle gıda tebliğlerinin piyasada üretilen ürüne göre çıkarılması veya üretilen bazı gıdaların üreticiler tarafından yapılan bazı değişiklikler ile hiçbir tebliğ altına girmemesi, üreticilerin elini kolaylaştırmakta ve sınırsız ve denetimi zor sayıda ürün çıkarmalarına sebep olmaktadır

5996 sayılı kanun gıda dışında veteriner hizmetleri ve yem ile ilgilidir. Tek amacı ve kapsamı 'gıda' olan bir kanun bulunmamaktadır. Gıdaya özel bir kanun, gıda güvenilirliğini arttıracak ve konunun daha kapsamlı ve özel bir şekilde ele alınmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Artık, N., Şanlıer, N., & Ceyhun-Sezgin, A. (2017). Gıda güvenliği ve gıda mevzuatı. Baskı. Ankara: Detay Yayıncılık.

GKGM 2024. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü tanıtım sunumu. https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Genel/Genel_Mudurluk_Tanitim_Sunum_2023_TR.pdf Erişim: 10.09.2024

HSK 2020. İnsan hakları evrensel beyannamesi <https://www.hsk.gov.tr/Eklentiler/Dosyalar/9a3bfe74-cdc4-4ae4-b876-8cb1d7eeae05.pdf>. Erişim tarihi: 25.09.2024

Kazancıoğlu, H. (2020). 20. Yüzyılın Başlarında Osmanlı Esnafının Uyması Gereken Beledî Kurallar. Harran Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, (44), 159-174.

SGK 2023. Sosyal Güvenlik Kurumu Yıllık İstatistikler. <https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4/> Erişim tarihi: 05.09.2024

TOB 2011. Tarım Ve Orman Bakanlığı Konular. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Gida-Ve-Yem-Hizmetleri/Gida-Hizmetleri/Kayit-Onay> Erişim: 25.09.2024

TOB 2024a. Tarım ve Orman Bakanlığı Onay ve Kayıt kapsamındaki İşletmeler. <https://ggbs.tarim.gov.tr/cis/servlet/StartCISPage?PAGEURL=/FSIS/ggbs.onayliIsletmeSorgu.html&POPUPTITLE=AnaMenu>. Erişim: 05.09.2024

TOB 2024b. Tarım ve Orman Bakanlığı 2023 faaliyet raporu. https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/Belgeler/Bakanl%C4%B1k_Faaliyet_Raporlar%C4%B1/TARIM%20VE%20ORMAN%20BAKANLI%C4%9E%202023%20YILI%20C4%B0DARE%20FAAL%C4%B0YET%20RAPORU.pdf#page=49.82 erişim: 25.09.2024

Ünal, F. (2011). Tanzimattan cumhuriyete Türkiye'de yerel yönetimlerin yasal ve yapısal dönüşümü. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (30), 241-248.

GIDALARDA BİYOJEN AMİN VARLIĞINI AZALTMAYA YÖNELİK YÖNTEMLER

METHODS TO REDUCE THE PRESENCE OF BIOGENIC AMINES IN FOODS

Özge KILIÇ TOSUN

Öğretim Görevlisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yeşilyurt Demir Çelik Meslek Yüksekokulu,
Gıda İşleme Bölümü, Samsun, TÜRKİYE
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2024-6959>

Ahmet Hilmi ÇON

Prof.Dr, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,
Samsun, TÜRKİYE
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1225-0133>

ÖZET

Biyojen aminler, bazı amino asitlerin mikrobiyal dekarboksilasyonu veya aldehit ve ketonların aminasyonu ve transaminasyonu sonucu oluşan biyolojik olarak aktif organik bazlar olarak tanımlanmaktadır. Nitelik ve nicelik olarak gıdalarda bulunan en önemli biyojen aminler histamin, tiramin, putresin, kadaverin, triptamin, 2-feniletamin, spermin, spermidin ve agmatindir. Biyojen aminler protein sentezi, hormon sentezi ve DNA replikasyonu gibi organizmanın metabolik süreçlerinde önemli rol oynamaktadır. Normal koşullar altında, organizma, monoamin oksidazlar ve diamin oksidazların etkisiyle, gıda ile alınan biyojen aminleri parçalayabilmektedir. Ancak yüksek miktarda biyojen amin içeren gıdaların tüketilmesi ile baş edilememekte ve baş ağrısı, kalp çarpıntısı, kaşıntı, döküntü, kusma, ateş ve hipertansiyon ile karakterize alerjik reaksiyonlara neden olabilmektedir. Biyojen aminler meyve, sebze ve balık gibi fermente edilmemiş gıdalarda doğal olarak bulunabileceği gibi özellikle fermente gıdaların üretimi sırasında da üretilebilmektedir. Bu nedenle, biyojen aminlerin konsantrasyonu genellikle fermente gıdaların güvenlik ve kalitesinin değerlendirilmesi için önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Gıdalarda, biyojen aminlerin yüksek düzeyde bulunması; bozulmanın, düşük kalitenin, kötü üretim uygulamalarının ve yetersiz hijyen koşullarının göstergesi olarak kabul edilmektedir.

İnsan sağlığı ve gıda kalitesi üzerindeki etkileri nedeniyle gıdalarda bulunan biyojen aminler ile ilgili son yıllarda yapılan çalışmalar; biyojen amin üretimini azaltmak veya engellemek için depolama ve dağıtım koşulları dahil olmak üzere işleme ve çevresel faktörlerin modülasyonu veya fermente gıdalarla ilişkili mikrobiyotanın kontrolü olmak üzere iki temel stratejiye dayanmaktadır. Bu amaçla günümüzde, gıda katkı maddelerinin veya biyoaktif bileşiklerin kullanımı, depolamada düşük sıcaklık-uygulamaları, yüksek hidrostatik basınçlı işleme (HHP), modifiye atmosfer paketleme (MAP), ışınlama, biyojenik aminleri parçalayan diamin oksidaz (DAO) gibi enzimlerin veya bu enzimlere sahip bakterilerin kullanımı gibi uygulamalar öne çıkmaktadır. Bu derlemede gıdaların biyojen amin içeriğinin azaltılması amacıyla son yıllarda kullanılan yeni teknik ve yöntemler açıklanacak ve bu yöntemlerin avantajları, sınırlamaları ve birlikte kullanılabilirlikleri ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Biyojen amin, Gıda güvenliği, Starter kültürler

ABSTRACT

Biogenic amines are defined as biologically active organic bases formed through the microbial decarboxylation of some amino acids or the amination and transamination of aldehydes and ketones. The most important biogenic amines found in foods in terms of quality and quantity are histamine, tyramine, putrescine, cadaverine, tryptamine, 2-phenylethylamine, spermine, spermidine and agmatine. Biogenic amines play a crucial role in metabolic processes such as protein synthesis, hormone synthesis, and DNA replication within organisms. Under normal conditions, the organism is able to degrade biogenic amines ingested with food through the action of monoamine oxidases and diamine oxidases. However, the consumption of foods containing high amounts of biogenic amines cannot be coped with and can cause allergic reactions characterized by headache, heart palpitations, itching, rash, vomiting, fever and hypertension. Biogenic amines can be found naturally in unfermented foods such as fruits, vegetables and fish, but can also be produced during the production of fermented foods. Therefore, the concentration of biogenic amines is generally recognized as an important indicator for assessing the safety and quality of fermented foods. High levels of biogenic amines in foods are recognized as indicators of spoilage, poor quality, poor production practices and inadequate hygiene conditions.

Due to their impact on human health and food quality, recent studies on biogenic amines in foods have focused on two main strategies: modulating processing and environmental factors, including storage and distribution conditions, or controlling the microbiota associated with fermented foods to reduce or prevent biogenic amine production. Current practices for this purpose include the use of food additives or bioactive compounds, low-temperature storage, high hydrostatic pressure processing (HHP), modified atmosphere packaging (MAP), irradiation, and the application of enzymes like diamine oxidase (DAO), or bacteria possessing these enzymes, to degrade biogenic amines. In this review, new techniques and methods used in recent years to reduce the biogenic amine content of foods will be described and their advantages, limitations and interoperability will be discussed.

Keywords: Biogenic amine, Food safety, Starter cultures

GİRİŞ

Gıdalarda bulunan biyojen aminler esas olarak amino asitlerin dekarboksilasyonu ile üretilen biyolojik olarak aktif, düşük moleküler ağırlıklı, bir veya daha fazla amino grubu içeren organik bazlar olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, aldehit ve ketonların aminasyonu ve transaminasyonu sonucu da açığa çıkmaktadırlar [1, 2]. Gıdalarda hem nitelik hem de nicelik olarak önemli biyojen aminler sırasıyla histidin, tirozin, ornitin, lizin ve β -fenilalanin'in dekarboksilasyon ürünleri olan histamin, tiramin, putresin, kadaverin ve β -fenilettilamindir [2, 3]. Histamin ve tiramin, toksikolojik etkileri nedeniyle en çok çalışılan biyojen amin türleridir [2, 4]. Kimyasal yapılarına göre alifatik (putresin, kadaverin, spermin ve spermidin), aromatik (tiramin ve fenilettilamin) veya heterosiklik (histamin ve triptamin) olarak [5, 6]; amin gruplarının sayısına göre de monoaminler (tiramin ve fenilettilamin), diaminler (putresin ve kadaverin) veya poliaminler (spermin ve spermidin) olarak sınıflandırılabilirler [7, 8].

Biyojen aminler, meyve, sebze ve balık gibi fermente edilmemiş gıdalarda doğal olarak bulunabileceği gibi, dekarboksilaz enzimlerinin optimum pH değerinin genellikle asidik bölgede bulunması nedeniyle fermente gıdalar biyojen aminlerin oluşumu için daha uygun bir ortam sunmaktadır [9]. Et ve et ürünleri de proteince zengin olması nedeniyle amin dekarboksilasyonu açısından önemli bir ürün grubunu oluşturmaktadır [10]. Bu nedenlerle balık, balık ürünleri ile fermente gıda maddeleri (et, süt ürünleri, bazı sebzeler, biralar ve şaraplar) yüksek miktarda biyojen amin içerebilmektedir [11]. Fermente balık ürünlerinde

özellikle histamin, süt ürünlerinde ise genelde tiramin, histamin, putresin ve kadaverin yüksek miktarda bulunmaktadır [12, 13]. Bu nedenle, biyojenik aminlerin konsantrasyonu genellikle fermente gıdaların güvenlik ve kalitesinin değerlendirilmesi için önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir [14].

Doğada biyojen aminler mikroorganizmalar, bitkiler ve hayvanlar tarafından üretilmekte ve önemli fizyolojik işlevleri yerine getirmektedir. İnsan vücudundaki az miktarda biyojen amin, nükleik asitler, hormonlar, proteinler ve diğer maddelerin üretimi için öncül bileşenler olarak kullanılırlar [15]. Gıdalarda doğal olarak bulunan biyojen aminin tüketilmesinde sakınca bulunmamakta; normal koşullar altında, bu bileşikler monoamin oksidazlar ve diamin oksidazların etkisiyle parçalanarak detoksifiye edilmektedir [16]. Bununla birlikte, bu enzimlerin genetik, fizyolojik, yüksek düzeyde amin içeren gıda tüketimi veya belirli spesifik oksidaz inhibitörlerinin (ilaçlar, tütün ve/veya alkol) tüketimi nedeniyle işlevsiz veya yetersiz kalması durumunda, biyojen aminler sistemik dolaşıma girerek farklı organlarda toksik etki göstermektedirler. Toksik etkilerin ortaya çıktığı biyojen amin miktarı gıdalla ilişkili nicel ve nitel faktörlerle, bireysel duyarlılığa ve sağlık durumuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir [17, 18].

Doğal olarak gıdalarda bulunan putresin, kadaverin, agmatin, spermin ve spermidin gibi poliaminler büyüme ve hücre çoğalmasında rol oynadığı gibi nitritlerin varlığında nitrozaminlere dönüştürülerek potansiyel kanserojen de olabilmektedir [19, 20]. Poliaminlerden gelen nitrozaminler, toksisiteye ancak günlük öğünde beklenenden daha fazla miktarda tüketilmesi durumunda neden olabileceğinden tüketim miktarına bağlı olarak sağlık riski oluşturmaktadır [20]. Aromatik biyojenik aminler olan tiramin ve 2-feniletilaminin ise migren ve hipertansif krizlerin başlatıcıları olduğu bildirilmiştir [21]. Tiramin, 2-feniletilamin ve putresin ise kan basıncını artırarak kalp yetmezliğine veya beyin kanamasına neden olabilmektedir [22, 23].

Histamin zehirlenmesi (scombroid zehirlenmesi) dünya çapında karşılaşılan bir gıda sorunudur ve özellikle 500 ppm'den yüksek konsantrasyonlarda histamin içeren gıdaların tüketilmesinden sonra ortaya çıkmaktadır [24, 25]. Histamin zehirlenmesi, nefes almada zorluk, kaşıntı, döküntü, kusma, ateş ve hipertansiyon ile karakterize bir alerjen tipi reaksiyon olarak kendini gösterir. Genetik nedenlerle veya monoamin oksidaz inhibitörleri gibi antidepressan ilaçlar kaynaklı inhibisyon yoluyla biyojenik aminleri detoksifiye etmek için yeterli doğal mekanizmaya sahip olmayan kişiler, histamin zehirlenmesine daha duyarlı olurlar [26]. Histamin tek başına düşük seviyede toksisiteye neden olmayabilir, ancak putresin ve kadaverin gibi diğer biyojenik aminlerin histaminden 5 kat daha yüksek konsantrasyonlarda varlığı, histamin oksitleyici enzimlerin inhibisyonu yoluyla histamin toksisitesini artırır [27]. Histamin zehirlenmesi, Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından 2011 yılında 50 ppm ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından balıklar için 200 ppm veya balık ürünleri için 400 ppm olarak belirlenen insan sağlığı için kabul edilebilir eşiğin üzerinde histamin içeren gıdaların tüketilmesinden kaynaklanmaktadır [17, 28]. Tiramin tek başına yüksek seviyelerde alındığında, histamin zehirlenmesine benzer belirtiler gösteren, peynir reaksiyonu adı verilen bir zehirlenmeye neden olabilir. Tüketimi "peynir krizi"ne neden olabilen tiramin için toksikolojik eşik Avrupa Gıda Güvenliği Ajansı (2011) tarafından 600 ppm olarak belirlenmiştir [17, 29].

Gıdalarda biyojen amin üretimini etkileyen faktörler; depolama koşulları, üretim süreçleri, üretim uygulamaları, dekarboksilaz aktivitesine sahip mikrobiyal popülasyonun oranı, hammadde kalitesi ve serbest amino asitlerin mevcudiyetidir [28, 29]. Bu parametreleri esas alan mevcut yöntemler ve yeni ortaya çıkan yöntemler kullanılarak biyojen amin üretimi kontrol edilebilmektedir. Bu derlemede, gıdalardaki biyojen aminleri kontrol etmek veya ortadan kaldırmak için uygulanan modifiye atmosfer paketleme (MAP), ışınlama, yüksek hidrostatik basınç (HHP), katkı maddeleri ve koruyucuların eklenmesi, biyojenik aminleri

parçalayan diamin oksidaz (DAO) gibi enzimlerin veya bu enzimlere sahip bakterilerin kullanımı hakkında farklı uygulamalara yer verilmiştir.

1. BİYOJEN AMİN VARLIĞINI AZALTMAYA YÖNELİK UYGULAMALAR

1.1. Yüksek hidrostatik basınç

Yüksek hidrostatik basınçlı işleme (HHP), ısı işleme gerek kalmadan ürün kalitesini ve raf ömrünü koruması nedeniyle gıda endüstrisinde termal olmayan pastörizasyon için yaygın olarak kullanımıyla öne çıkmaktadır. Gıda ürünlerindeki patojen organizmaları ortadan kaldırmak ve aynı zamanda gıdanın besinsel ve duyuşsal özelliklerini büyük ölçüde korumak için 100-600 MPa arasında değişen basınç seviyeleri kullanılmaktadır [29, 30]. Biyojen amin oluşumunun kontrolünde kullanılan geleneksel koruma yöntemlerinin sahip olduğu kimyasal bileşikler kullanımı, daha yüksek enerji tüketimi kaynaklı çevresel kaygılar ve tüketicilerin dondurulmuş veya işlenmiş gıdalara göre taze gıdaları tercih etmesi gibi dezavantajların giderilmesi için yüksek hidrostatik basınçlı işlemenin tek başına veya diğer koruma yöntemleri ile birlikte kullanımı potansiyel alternatif olarak önerilmiştir [31].

HHP, çeşitli gıda ürünlerinde biyojen oluşumunu azaltmada ümit verici sonuçlar göstermiştir. Ayrıca HHP'nin biyojenik amin oluşumundan sorumlu olan dekarboksilaz enzimlerinin aktivitesini baskılayabileceği ve böylece potansiyel olarak gıdalardaki seviyelerini azaltabileceği de bildirilmiştir [32].

Calzada ve ark. (2015) tarafından pastörize edilmemiş süttten yapılan peynirlerin 14 ve 21 gün olgunlaştırılmasının ardından 400 veya 600 MPa'da işlenmesi sonucu tüm HHP uygulanmış peynirlerde kontrol gurubu peynirlere göre 60. günden itibaren biyojen amin konsantrasyonlarının daha düşük olduğu ve pastörize edilmemiş süttten yapılan peynirin lezzet kalitesi ile lezzet yoğunluğunun önemli ölçüde etkilenmediği belirtilmiştir[33]. Espinosa-Pesqueira ve ark. (2018) tarafından da, koyun ve keçi çiğ süttünden yapılan peynirlerde 400 MPa'da HHP uygulamasının, biyojen amin miktarlarında önemli derece azalma sağladığı, en fazla etkilenen biyojen aminlerin keçi süttü peynirlerinde tiramin ve putresin, koyun süttü peynirlerinde ise tiramin ve kadaverin olduğu, bu azalmanın özellikle LAB, enterokok ve enterobakteri gruplarına ait sayım sonuçlarındaki düşüşle bağlantılı olduğu belirtilmiştir [34]. Novella-Rodriquez ve ark. (2002) tarafından da peynirlerde olgunlaştırma amaçlı HHP kullanımının da uygulanan basınç değerine bağlı olarak biyojen amin miktarında azalma sağladığı bildirilmiştir [35].

Borges ve ark. (2020), kümes hayvanları ve domuz eti ile hazırlanan fermente sosislerde farklı yüksek basınç (300-600 MPa) ve zaman (154-1800 saniye) uygulamasının biyojen amin miktarındaki etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında; HHP uygulamasının LAB ve Enterobacteriaceae sayısını ve buna bağlı olarak da biyojen amin oluşumunu azalttığı belirtilmiştir [36]. Çin'de laktik asit bakterileri tarafından fermente edilen geleneksel ve yerel bir ürün olan fermente kıyılmış biberde HHP ve termal pastörizasyon karşılaştırılmış ve HHP ile işlenen ürünlerdeki biyojenik amin seviyelerinin daha düşük olduğu raporlanmıştır [37]. Benzer sonuçlar deniz ürünlerinde de elde edilmiş ve HHP'nin patojen ve bozulma etmeni mikroorganizmaları azaltmak için etkili bir yöntem olduğu, sonuç olarak gıdanın raf ömrünü uzattığı ve güvenli gıda üretimine katkı sağladığı gösterilmiştir [38, 39].

1.2. Işınlama

Gıdalarda biyojen amin konsantrasyonunu azaltma stratejileri arasında bulunan ışınlama genelde farklı paketlenme yöntemleri ile birlikte kullanılmaktadır (Lazaro et al., 2020). Mendes ve ark. (2000) tarafından mavi uskumruların farklı seviyelerde (0, 1, 2 ve 3 kGy) ışınlanması ve buzdaki depolanması şeklinde gerçekleştirilen çalışmada, kontrol grubundaki histamin içeriği, taze balıklarda izin verilen maksimum değeri (100 g/kg) 7 gün sonra aşarken, ışınlanmış balıklarda 23 gün sonra maksimum 54,16 mg/kg histamin değeri belirlenmiştir

[40]. Mbarki ve ark. (2008) tarafından da ışınlama ve soğuk depolanmanın birlikte kullanımının palamutun raf ömrünü uzatmada etkili olduğu ve biyojen amin miktarındaki azalmanın uygulanan ışınlamanın dozu ile korelasyon içinde olduğu gösterilmiştir [41]. Pepperoni'de biyojenik amin oluşumu üzerinde ışınlama ve farklı paketleme yöntemlerinin birleşik etkileri normal paketleme, vakum paketleme ve modifiye atmosfer paketleme (CO₂/N₂, 25/75) kullanılarak araştırılmıştır. Kontrol grubu pepperoni'de putresin, kadaverin, β-fenilettilamin, spermidin, spermin ve tiramin olmak üzere toplam altı farklı biyojen amin tespit edilmiş; ışınlamanın paketleme yöntemlerinin hepsinde putresin, spermidin, spermin ve tiraminin azaltılmasında etkili olduğu, ancak kadaverin ve β-fenilettilamin miktarında önemli bir farklılık oluşturmadığı saptanmıştır. Ek olarak, modifiye atmosfer paketlemede β-fenilettilamin seviyesinde artış belirlenmiş ve biyojen amin azaltılmasında ışınlama ile birlikte kullanımı uygun bulunmamıştır [42]. Rabie ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada da, fermente sosislerde üç farklı dozdaki ışınlamanın 30 günlük depolama sürecinde toplam biyojen amin miktarında düşüş sağladığı; depolama sonunda baskın biyojen aminin kontrol grubunda kadaverin, ışınlanmış sosislerde tiramin olduğu ve toplam biyojen amin miktarının yarısını oluşturduğu belirlenmiştir [43]. Yine peynir, tavuk eti ve domuz etinde de ışınlamanın biyojen amin miktarını azaltma etkisi gösterilmiştir [44-46]. Gıdalarda ışınlama yöntemi, gıda kalitesini bozmadan, biyojen amin miktarını azaltması nedeniyle toksik etkileri azaltmak ve güvenli gıda üretimi için bir alternatif uygulama olarak öne çıkmaktadır.

1.3. Modifiye atmosfer paketleme

Modifiye atmosfer paketleme (MAP), gıda muhafazası için etkili ve yaygın olarak kullanılan bir teknolojidir. Gıdayı çevreleyen ortamın gaz bileşiminin ayarlanması ile mikroorganizmaların veya biyojenik amin üreten enzimlerin inhibisyonu nedeniyle biyojenik amin miktarını azaltmaktadır [29]. Bununla birlikte biyojenik amin miktarını azaltmada modifiye atmosfer paketlemenin tek başına etkili olmadığı ancak başka bir yöntemle birlikte kullanıldığında etkili olduğunu belirten çalışmalar da mevcuttur.

Sardalya balığının 4 °C'de normal, modifiye atmosfer ve vakum paketleme ortamında depolanması sırasında biyojenik amin oluşumu üzerine paketlemenin etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmada, biyojenik amin içeriğinin genel olarak depolama süresi arttıkça tüm uygulamalarda arttığı, ancak üç uygulama arasında kadaverin ve putresin seviyelerinde önemli farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir. Sardalyanın amin içeriği normal paketlenen sardalyada en yüksek bulunmuş, bunu vakum paketleme ve modifiye atmosfer paketleme takip etmiştir [47]. Pişmiş tavuk etinde de MAP uygulamasının normal paketlemeye kıyasla tiramin ve putresin oluşumunu baskıladığı belirlenmiştir [48].

Normal ve modifiye atmosfer paketleme ile paketlenen zargana balıklarında histamin miktarının artışı 0-5°C sıcaklıkta depolamada devam ederken, dondurarak depolama da önemli derecede azalmıştır. Bu nedenle, balıklarda modifiye atmosfer paketlemenin etkili olabilmesi için soğukta depolama yerine dondurarak depolanması önerilmiştir [49]. Mezgit balığıyla yapılan benzer bir çalışma da, değişen O₂ ve CO₂ konsantrasyonları spermidin üretimini etkilemediği ancak yüksek O₂ konsantrasyonu ile daha etkili olabileceği öne sürülmüştür [30].

1.4. Katkı maddeleri ve biyoaktif maddelerin kullanımı

Gıdalarda koruyucular ve katkı maddeleri biyojenik amin miktarının kontrolü amacıyla da kullanılabilir. Birçok bitki veya baharat antimikrobiyal aktiviteye sahip bileşikler içermekte ve dekarboksilaz aktivitesinin kısıtlanması veya mikrobiyal büyümenin doğrudan inhibisyonu yoluyla biyojenik amin seviyelerini azaltmak için katkı maddesi olarak eklenmektedir [50]. Gıda üretim süreçlerinde kullanılan koruyucu ve katkı maddeleri

doğrudan dekarboksilaz etkinliğini etkilemek yerine, mikrobiyal popülasyon arasındaki dengeyi bozarak da gıdaların biyojen amin içeriğini değiştirmekte etkili olmaktadır [51].

Tarhana üretiminde %2 oranında nar çekirdeği özütü eklenmesinin biyojen içeriği %50'den fazla azalttığı [52], aspir ve acı kavundan elde edilen antioksidanların balığa eklenmesinin, gıda kaynaklı patojenler üzerinde bakterisit aktivite gösterdiği ve biyojen aminleri azalttığı [53] bildirilmiştir. Pastırmada üzüm özütü kullanılmasının da özellikle tiramin, kadaverin, putresin ve histamin miktarını istatistiksel olarak önemli derecede azalttığı bildirilmiştir [54]. Türk tipi lahana turşularında salamuraya %1 sitrik asit eklenmesinin biyojen amin miktarı azalttığı [55]; potasyum sorbat ve askorbik asitin sosislerde biyojenik amin kontrolünde etkili [56] olduğu saptanmıştır. Ayrıca sosislerde %0,5 veya %1 oranında şeker konsantrasyonları kullanımının biyojenik aminlerin varlığını şeker konsantrasyonu ile ters orantılı olarak azalttığı [57]; benzer şekilde fermente domuz sosislerinin olgunlaşması sırasında eklenen sodyum klorür miktarı arttıkça da biyojenik amin seviyesinde önemli bir azalma belirlendiği bildirilmiştir [58].

Biyojen aminleri parçalayan enzimlerin veya bu enzimlere sahip bakterilerin kullanımı

Gıdaların biyojen amin içeriğini azaltmak/kontrol etmek için kullanılan yöntemler içerisinde üretilen biyojen aminleri parçalama prensibine dayanan bazı yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında biyojen amin oksitleyen bakteriler gibi oksitleyici mikroorganizmaların ve/veya monoamin oksidazlar gibi enzimlerin kullanımı yer almaktadır. Biyojen amin parçalayan bakteriler gıda işleme adımlarından birine dahil edilebilmekte veya bakteriler fermente gıdalar için başlatıcı kültür olarak kullanılabilir [29, 59].

Amino oksidaz, diamin oksidaz gibi biyojen amin detoksifikasyonundan sorumlu enzimlerin mikroorganizmalarda da bulunduğu gerçeğine dayanarak, bu yöndeki ilk çalışmalar gıdalardan izole edilen mikroorganizmalarda bu tür aktivitelerin taranmasına odaklanmıştır. Toprakta izole edilen *Arthrobacter crystallopoietes*'ten izole edilen enzimler ve özellikleri belirlenerek termostabil bir histamin oksidaz bulunmuştur [60]. Tuzlanmış balıktan izole edilen *Natrinema gari*'den yüksek tuzlu ortamda histamini parçalayan histamin dehidrogenaz enzimi tanımlanmıştır [61]. Ancak bu enzimlerin katkı maddesi olarak gıdalarda uygulanması ve proses şartlarında gösterdiği etki ile ilgili çalışmalar kısıtlı kalmıştır. Farklı gıda matrislerindeki biyojenik aminleri parçalama enzimin etkinliğini belirlemek için çeşitli gıdalarda diamin oksidaz aktivitesinin araştırılması gerekir.

Fermentasyon süreçlerinde bu enzimlere sahip mikroorganizmaların seçilerek başlatıcı kültürler olarak kullanımı ile ilgili farklı araştırmalar mevcuttur. Fermente sosis üretiminde *Lactiplantibacillus plantarum* ve *Staphylococcus xylosum*'un tek ve birlikte kullanımlarında ürünün biyojen amin içeriğinin araştırıldığı çalışmada; *Staphylococcus xylosum*'un tek başına kullanımında tiramin, histamin ve kadaverin azaltılmasında etkili olduğu, *Lactiplantibacillus plantarum* ile birlikte kullanıldığında ise triptamin, feniletamin, putresin, kadaverin, histamin ve tiramin daha fazla parçalandığı görülmüştür. *L. plantarum*'un tek başına kullanımı da birlikte kullanımla çok benzer sonuçlar verdiğinden *L. plantarum*'un biyojen amin üretimini engellemede güçlü bir etkiye sahip olduğu ve *Enterobacteriaceae*'nin büyümesini engelleme yeteneği nedeniyle fermente sosislerdeki biyojenik aminlerin kontrolünde daha yararlı bir etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır [62].

Fermente balık sosunda yapılan bir çalışmada, *Staphylococcus carnosus* ve *Bacillus amyloliquefaciens* starter kültür olarak kullanılmış ve aşılana örneklerde genel biyojenik amin konsantrasyonunun azaldığı belirlenmiştir [63]. Soya fasulyesi ezmesi üretimi için seçilen *Pediococcus acidilactici* ve *Staphylococcus carnosus* da soya fasulyesi ezmesi fermentasyonunda histamin ve tiramin dahil olduğu birden fazla biyojenik aminin etkili bir şekilde parçalamıştır [64]. Benzer çalışmalarda; miso fermentasyonunda *Lactiplantibacillus plantarum* [65], tuzlanmış karideste *Tetragenococcus halophilus* [66], Uskumru silajında

Latilactobacillus sakei ve Latilactobacillus curvatus [67], Hollanda tipi peynirde Lacticaseibacillus casei ve L. plantarum [68] ve Manchego peynirinde Lactobacillus acidophilus ve L. plantarum [69] başlatıcı kültürlerinin kullanımlarının farklı biyojen aminleri parçalamada etkili oldukları gösterilmiştir.

Uygun başlatıcı kültürlerinin seçimi, fermente ürünlerde biyojen aminlerin varlığını önlemek veya en aza indirmek için etkili stratejilerden biri olarak görülmekte ancak bu özelliği taşıyan suşların belirlenmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

SONUÇ

Gıda ürünlerindeki biyojen amin konsantrasyonu, hammaddelerin hijyeni, mikrobiyal bileşim, fermantasyon koşulları ve fermantasyon süresi dahil olmak üzere üretim sürecindeki bir çok faktörden etkilenmektedir. Gıda maddelerinin güvenliğini, besin değerini, erişilebilirliğini ve tazeliğini sağlamak için kalitenin bu yönünün uygun şekilde yönetilmesi esastır [70]. Bu gereklilikten hareketle yüksek biyojen amin düzeyiyle ilişkili riskleri azaltmak için başlatıcı kültürlerin kullanımı, paketleme yöntemleri, yüksek hidrostatik basınç (HHP), katkı maddelerinin kullanımı ve ışınlama gibi çeşitli stratejiler geliştirilmiştir. Ayrıca, biyojen aminleri daha az zararlı bileşiklere parçalayan biyojenik amin oksidazın uygulanması gibi yöntemler de umut verici sonuçlar göstermiştir. Günümüzde sahip olunan bilgiler; teknolojik, biyolojik ve düzenleyici yaklaşımların bir kombinasyonu yoluyla bu bileşiklerin seviyelerinin kontrol edilmesi veya azaltmasının, böylece de gıda güvenliği ve kalitesinin iyileştirilmenin mümkün olacağını göstermektedir [30, 71].

Hem toksikolojik ve olası sağlık sorunları nedenleriyle, hem de gıdalarda kalite ve kabul edilebilirlik göstergeleri olarak önemli rol oynayabilen biyojen aminlerin kontrol edilmelerinin kaliteyi yönetmek ve gıda güvenliğini sağlamak için temel yol olarak görülmesi ve bu konuda yapılacak çalışmaların farklı bakış açıları ile zenginleştirilmesi uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Santos, M.S., Biogenic amines: their importance in foods. International journal of food microbiology, 1996. 29(2-3): p. 213-231.
2. Spano, G., et al., Biogenic amines in fermented foods. European journal of clinical nutrition, 2010. 64(3): p. S95-S100.
3. Shalaby, A.R., Significance of biogenic amines to food safety and human health. Food research international, 1996. 29(7): p. 675-690.
4. Stadnik, J. and Z. J Dolatowski, Biogenic amines in meat and fermented meat products. ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, 2010. 9(3): p. 251-263.
5. Kumar, V., A. Bahuguna, and M. Kim, Simultaneous detection and quantification of different biogenic amines. ||| Bangladesh Journal of Pharmacology, 2022. 17(3): p. 67-71.
6. Erdag, D., O. Merhan, and B. Yildiz, Biochemical and pharmacological properties of biogenic amines. Biogenic amines, 2018. 8: p. 1-14.
7. Mayr, C.M. and P. Schieberle, Development of stable isotope dilution assays for the simultaneous quantitation of biogenic amines and polyamines in foods by LC-MS/MS. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2012. 60(12): p. 3026-3032.
8. Medina, M.Á., et al., Biogenic amines and polyamines: similar biochemistry for different physiological missions and biomedical applications. Critical reviews in biochemistry and molecular biology, 2003. 38(1): p. 23-59.
9. McSweeney, P.L., Biochemistry of cheese ripening. International journal of dairy technology, 2004. 57(2-3): p. 127-144.
10. Jairath, G., et al., Biogenic amines in meat and meat products and its public health significance: a review. Journal of Food Science and Technology, 2015. 52: p. 6835-6846.

11. Alvarez, M.A. and M.V. Moreno-Arribas, The problem of biogenic amines in fermented foods and the use of potential biogenic amine-degrading microorganisms as a solution. *Trends in food science & technology*, 2014. 39(2): p. 146-155.
12. Prester, L., Biogenic amines in fish, fish products and shellfish: a review. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 2011. 28(11): p. 1547-1560.
13. Lorencová, E., et al., Production of biogenic amines by lactic acid bacteria and bifidobacteria isolated from dairy products and beer. *International journal of food science & technology*, 2012. 47(10): p. 2086-2091.
14. Suzzi, G. and F. Gardini, Biogenic amines in dry fermented sausages: a review. *International journal of food microbiology*, 2003. 88(1): p. 41-54.
15. Önal, A., A review: Current analytical methods for the determination of biogenic amines in foods. *Food chemistry*, 2007. 103(4): p. 1475-1486.
16. Broadley, K.J., The vascular effects of trace amines and amphetamines. *Pharmacology & therapeutics*, 2010. 125(3): p. 363-375.
17. EFSA, Scientific Opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods-European Food Safety Authority Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). *EFSA Journal*, 2011. 9: p. 2393-2486.
18. Renes, E., et al., Effect of autochthonous starter cultures on the biogenic amine content of ewe's milk cheese throughout ripening. *Food microbiology*, 2014. 44: p. 271-277.
19. Kim, M.-K., J.-H. Mah, and H.-J. Hwang, Biogenic amine formation and bacterial contribution in fish, squid and shellfish. *Food Chemistry*, 2009. 116(1): p. 87-95.
20. Kalac, P., Recent advances in the research on biological roles of dietary polyamines in man. *Journal of Applied Biomedicine*, 2009. 7(2).
21. Stratton, J.E., R.W. Hutkins, and S.L. Taylor, Biogenic amines in cheese and other fermented foods: a review. *Journal of food protection*, 1991. 54(6): p. 460-470.
22. Til, H., et al., Acute and subacute toxicity of tyramine, spermidine, spermine, putrescine and cadaverine in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 1997. 35(3-4): p. 337-348.
23. Mohan, C., et al., Biogenic amines formation in seer fish (*Scomberomorus commerson*) steaks packed with O₂ scavenger during chilled storage. *Food Research International*, 2009. 42(3): p. 411-416.
24. Gonzaga, V.E., et al., Histamine levels in fish from markets in Lima, Peru. *Journal of Food Protection*, 2009. 72(5): p. 1112-1115.
25. Russell, F.E. and Z. Maretić, Scombroid poisoning: mini-review with case histories. *Toxicon*, 1986. 24(10): p. 967-973.
26. Yongmei, L., et al., Biogenic amines in Chinese soy sauce. *Food Control*, 2009. 20(6): p. 593-597.
27. Emborg, J. and P. Dalgaard, Formation of histamine and biogenic amines in cold-smoked tuna: an investigation of psychrotolerant bacteria from samples implicated in cases of histamine fish poisoning. *Journal of food protection*, 2006. 69(4): p. 897-906.
28. Jaguey-Hernandez, Y., et al., Biogenic amines levels in food processing: Efforts for their control in foodstuffs. *Food Research International*, 2021. 144: p. 110341.
29. Naila, A., et al., Control of biogenic amines in food—existing and emerging approaches. *Journal of food science*, 2010. 75(7): p. R139-R150.
30. Ruiz-Capillas, C. and A. Moral, Effect of controlled atmospheres enriched with O₂ in formation of biogenic amines in chilled hake (*Merluccius merluccius* L.). *European Food Research and Technology*, 2001. 212: p. 546-550.
31. Bartkiene, E., F. Özogul, and J.M. Rocha, Bread sourdough lactic acid bacteria—technological, antimicrobial, toxin-degrading, immune system-, and faecal microbiota-modelling biological agents for the preparation of food, nutraceuticals and feed. *Foods*, 2022. 11(3): p. 452.

32. Latorre-Moratalla, M., et al., Biogenic amines in traditional fermented sausages produced in selected European countries. *Food Chemistry*, 2008. 107(2): p. 912-921.
33. Calzada, J., et al., Effect of high-pressure processing on the microbiology, proteolysis, biogenic amines and flavour of cheese made from unpasteurized milk. *Food and bioprocess technology*, 2015. 8: p. 319-332.
34. Espinosa-Pesqueira, D., M.M. Hernández-Herrero, and A.X. Roig-Sagués, High hydrostatic pressure as a tool to reduce formation of biogenic amines in artisanal Spanish cheeses. *Foods*, 2018. 7(9): p. 137.
35. Novella-Rodríguez, S., et al., Effects of high hydrostatic pressure treatments on biogenic amine contents in goat cheeses during ripening. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2002. 50(25): p. 7288-7292.
36. Borges, A.F., et al., Effect of high hydrostatic pressure challenge on biogenic amines, microbiota, and sensory profile in traditional poultry-and pork-based semidried fermented sausage. *Journal of food science*, 2020. 85(4): p. 1256-1264.
37. Li, J., et al., Fermented minced pepper by high pressure processing, high pressure processing with mild temperature and thermal pasteurization. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2016. 36: p. 34-41.
38. Doeun, D., M. Davaatseren, and M.-S. Chung, Biogenic amines in foods. *Food science and biotechnology*, 2017. 26: p. 1463-1474.
39. Ucak, I., et al., Inhibitory effects of high pressure processing on *Photobacterium phosphoreum* and *Morganella psychrotolerans* in vacuum packed herring (*Clupea harengus*). *Journal of food safety*, 2018. 38(6): p. e12519.
40. Mendes, R., et al., Deteriorative changes during ice storage of irradiated blue jack mackerel (*Trachurus picturatus*). *Journal of Food Biochemistry*, 2000. 24(2): p. 89-105.
41. Mbarki, R., S. Sadok, and I. Barkallah, Influence of gamma irradiation on microbiological, biochemical, and textural properties of bonito (*Sarda sarda*) during chilled storage. *Food Science and Technology International*, 2008. 14(4): p. 367-373.
42. Kim, J.-H., et al., Effects of gamma irradiation on the biogenic amines in pepperoni with different packaging conditions. *Food Chemistry*, 2005. 89(2): p. 199-205.
43. Rabie, M.A., et al., Effects of γ -irradiation upon biogenic amine formation in Egyptian ripened sausages during storage. *Innovative food science & emerging technologies*, 2010. 11(4): p. 661-665.
44. Rabie, M., et al., Effect of γ -irradiation upon biogenic amine formation in blue cheese during storage. *International dairy journal*, 2011. 21(5): p. 373-376.
45. Min, J., et al., Control of microorganisms and reduction of biogenic amines in chicken breast and thigh by irradiation and organic acids. *Poultry science*, 2007. 86(9): p. 2034-2041.
46. Min, J.-S., et al., Irradiation and organic acid treatment for microbial control and the production of biogenic amines in beef and pork. *Food Chemistry*, 2007. 104(2): p. 791-799.
47. Özogul, F. and Y. Özogul, Biogenic amine content and biogenic amine quality indices of sardines (*Sardina pilchardus*) stored in modified atmosphere packaging and vacuum packaging. *Food Chemistry*, 2006. 99(3): p. 574-578.
48. Patsias, A., et al., Relation of biogenic amines to microbial and sensory changes of precooked chicken meat stored aerobically and under modified atmosphere packaging at 4 C. *European Food Research and Technology*, 2006. 223: p. 683-689.
49. Dalgaard, P., et al., Biogenic amine formation and microbial spoilage in chilled garfish (*Belone belone belone*)—effect of modified atmosphere packaging and previous frozen storage. *Journal of applied microbiology*, 2006. 101(1): p. 80-95.
50. Majcherczyk, J. and K. Surówka, Effects of onion or caraway on the formation of biogenic amines during sauerkraut fermentation and refrigerated storage. *Food chemistry*, 2019. 298: p. 125083.

51. Świder, O., M.Ł. Roszko, and M. Wójcicki, The inhibitory effects of plant additives on biogenic amine formation in fermented foods—a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2023: p. 1-26.
52. Erol, T. and Ö. Özdestand Ocak, Influence of pomegranate seed extract on the formation of biogenic amines in a cereal based fermented food: Tarhana. *Journal of food science and technology*, 2020. 57: p. 4492-4500.
53. Kuley, E., et al., Inhibitory effects of safflower and bitter melon extracts on biogenic amine formation by fish spoilage bacteria and food borne pathogens. *Food Bioscience*, 2019. 32: p. 100478.
54. Wang, X., Y. Zhang, and H. Ren, Effects of grape seed extract on lipid oxidation, biogenic amine formation and microbiological quality in Chinese traditional smoke-cured bacon during storage. *Journal of Food Safety*, 2018. 38(2): p. e12426.
55. Yucel, U. and A. Üren, Biogenic amines in Turkish type pickled cabbage: effects of salt and citric acid concentration. *Acta Alimentaria*, 2008. 37(1): p. 115-122.
56. Bozkurt, H. and O. Erkmen, Effects of temperature, humidity and additives on the formation of biogenic amines in sucuk during ripening and storage periods. *Food Science and Technology International*, 2004. 10(1): p. 21-28.
57. González-Fernández, C., et al., Influence of starter cultures and sugar concentrations on biogenic amine contents in chorizo dry sausage. *Food Microbiology*, 2003. 20(3): p. 275-284.
58. Roseiro, C., et al., Prevalence of biogenic amines during ripening of a traditional dry fermented pork sausage and its relation to the amount of sodium chloride added. *Meat Science*, 2006. 74(3): p. 557-563.
59. Gardini, F., et al., Technological factors affecting biogenic amine content in foods: A review. *Frontiers in microbiology*, 2016. 7: p. 198014.
60. Sekiguchi, Y., et al., A thermostable histamine oxidase from *Arthrobacter crystallopoietes* KAIT-B-007. *Journal of bioscience and bioengineering*, 2004. 97(2): p. 104-110.
61. Tapingkae, W., et al., Degradation of histamine by extremely halophilic archaea isolated from high salt-fermented fishery products. *Enzyme and Microbial Technology*, 2010. 46(2): p. 92-99.
62. Xie, C., et al., Reduction of biogenic amine concentration in fermented sausage by selected starter cultures. *CyTA-Journal of Food*, 2015. 13(4): p. 491-497.
63. Zaman, M.Z., et al., Novel starter cultures to inhibit biogenic amines accumulation during fish sauce fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 2011. 145(1): p. 84-91.
64. Zhao, J., et al., Reduction of biogenic amines formation during soybean paste fermentation by using *Staphylococcus carnosus* M43 and *Pediococcus acidilactici* M28 as starter culture. *Lwt*, 2020. 133: p. 109917.
65. Lee, Y.-C., et al., Reduction of biogenic amines during miso fermentation by *Lactobacillus plantarum* as a starter culture. *Journal of Food Protection*, 2016. 79(9): p. 1556-1561.
66. Kim, K.H., et al., *Tetragenococcus halophilus* MJ4 as a starter culture for repressing biogenic amine (cadaverine) formation during saeu-jeot (salted shrimp) fermentation. *Food Microbiology*, 2019. 82: p. 465-473.
67. Dapkevicius, M.L.E., et al., Biogenic amine formation and degradation by potential fish silage starter microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 2000. 57(1-2): p. 107-114.
68. Adámek, R., et al., Reduction of biogenic amine content in Dutch-type cheese as affected by the applied adjunct culture. *LWT*, 2021. 152: p. 112397.

69. Ramos, I., et al., Reduction in the biogenic amine content of raw milk Manchego cheese by using biogenic-amine-degrading lactic acid bacteria. *Food Control*, 2024. 156: p. 110133.
70. Ruiz-Capillas, C. and A.M. Herrero, Impact of biogenic amines on food quality and safety. *Foods*, 2019. 8(2): p. 62.
71. Vasconcelos, H., et al., Detection of biogenic amines in several foods with different sample treatments: An overview. *Trends in Food Science & Technology*, 2021. 113: p. 86-96.

GLÜTENSİZ DİYETLE GEBELİK DİYABETİ ÖNLENEBİLİR Mİ?

CAN GESTATIONAL DIABETES BE PREVENTED WITH A GLÜTEN-FREE DIET?

Doç. Dr. Handan GÜLER

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Sağlık Programları
Bölümü Sivas/Türkiye

Doç. Dr. Mine BEKAR

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Sağlık Programları
Bölümü Sivas/Türkiye

ÖZET

Gebelik diyabeti, kadında hamilelik sırasında ortaya çıkan bir hastalıktır. Bu hastalık genellikle doğumdan sonra ortadan kalkan geçici bir sağlık sorunu olmakla birlikte kalıcı hale gelerek kadında doğum sonrası tip 2 diyabete neden olabilmektedir. Gebelik diyabeti, hem kadın hem de fetal sağlığı olumsuz yönde etkileyebileceği için, bu durumun gelişmeden önlenmesi kadın doğum hemşirelerinin ve ebelerin önemli sorumluluklarından birisidir. Alan taramasında glutensiz diyetlerin gebelik diyabetini önleyip önleyemeyeceği üzerine yapılan çok sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmıştır. Bazı çalışmalarda yüksek düzeyde gluten alımının kadınlarda gebelik diyabetinin ve çocuklarda da tip 1 diyabetinin görülme olasılığını artırdığı belirtilmektedir. Araştırmalar, glutenin bağırsak geçirgenliğini artırarak inflamasyona yol açabileceğini ve böylece diyabet riskini tetikleyebileceğini öne sürmektedir. Bu nedenle gebelik döneminde gluten alımının azaltılması ya da glutensiz bir beslenme şekli hem kadın hem de çocuk sağlığı üzerinde olumlu etkiler yaratarak diyabet riskini azaltabilir. Ancak glutensiz diyetin gebelik diyabetini önlemedeki etkileri konusunda kesin bir sonuca varmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Glutensiz beslenme, diyetten yalnızca glutenin çıkarılması olarak değerlendirilmemelidir, genel olarak daha sağlıklı besin seçimlerine yönelinmelidir. İşlenmiş ve katkılı glutensiz ürünlerin gebelikte getireceği riskler düşünülerek bunların yerine taze ve doğal besinler tercih edilerek kan şekeri kontrolü sağlanabilir ve hem gebe olan kadın hem de fetus sağlığı korunmuş ve yükseltilmiş olur. Ancak gebelik diyabeti riskini azaltmak için yalnızca dengeli bir diyet yeterli olmayabilir. Kadın doğum hemşirelerinin ve ebelerin gebe olan kadınları hem daha az gluten içeren besinler konusunda bilinçlendirmesi hem de onlara düzenli egzersiz ve sağlıklı kilo yönetimini nasıl kazanacaklarını öğretmesi bakım sorumluluklarındandır. Özellikle kadın doğum hemşire ve ebelerin gebelik diyabeti riskini azaltmak için kadınlar ve aileleri ile birlikte onların koşullarına uygun gebelik beslenme (karbonhidrat alımının kontrol altına alındığı, sağlıklı yağlarla dengelenmiş, kadın ve fetüsün gereksinimlerini karşılayacak yeterli ve dengeli bir diyet) planları yapmaları önemlidir.

Bu derlemenin amacı gluteni azaltılmış ya da glutensiz bir diyetin gebelik diyabetini önleyip önleyemeyeceğini alan yazın doğrultusunda tartışmaktır.

Anahtar kelimeler: Gebelik diyabeti, Gebelik diyabetini önleme, Glutensiz beslenme, Glutensiz diyet, Kadın doğum hemşireliği.

ABSTRACT

Gestational diabetes is a disease that occurs in women during pregnancy. Although this disease is usually a temporary health problem that disappears after birth, it can become permanent and cause type 2 diabetes in women after birth. Since gestational diabetes can negatively affect both the health of the woman and the fetus, preventing this condition

before it develops is one of the important responsibilities of obstetric nurses and midwives. In the field scan, a very limited number of studies were found on whether gluten-free diets can prevent gestational diabetes. Some studies indicate that high levels of gluten intake increase the likelihood of gestational diabetes in women and type 1 diabetes in children. Studies suggest that gluten can increase intestinal permeability, leading to inflammation and thus triggering the risk of diabetes. Therefore, reducing gluten intake during pregnancy or adopting a gluten-free diet can have positive effects on both women's and children's health and reduce the risk of diabetes. However, more research is needed to reach a definitive conclusion about the effects of a gluten-free diet in preventing gestational diabetes. Gluten-free diet should not be considered as just removing gluten from the diet, but in general, healthier food choices should be made. Considering the risks that processed and additive-free gluten-free products will bring during pregnancy, fresh and natural foods can be preferred instead, and blood sugar control can be achieved, and both the health of the pregnant woman and the fetus will be protected and increased. However, a balanced diet alone may not be enough to reduce the risk of gestational diabetes. It is among the care responsibilities of obstetrics and gynecology nurses and midwives to inform pregnant women about foods that contain less gluten, and to teach them how to achieve regular exercise and healthy weight management. It is especially important for obstetrics and gynecology nurses and midwives to make pregnancy nutrition plans suitable for their conditions (a diet where carbohydrate intake is controlled, balanced with healthy fats, and sufficient and balanced to meet the needs of the woman and the fetus) together with women and their families in order to reduce the risk of gestational diabetes. The purpose of this review is to discuss whether a gluten-reduced or gluten-free diet can prevent gestational diabetes in line with the literature.

Keywords: Gestational diabetes, Preventing gestational diabetes, Gluten-free nutrition, Gluten-free diet, Obstetric nursing.

GİRİŞ

Gebeliğe bağlı gelişen ya da ortaya çıkan ve çoğunlukla doğumdan sonra düzelen gestasyonel diabetes mellitus (GDM) genellikle herhangi bir belirti göstermez. Günümüzde gebeliğe bağlı en yaygın tıbbi komplikasyonlardan olan ve hiperglisemi ile birlikte seyreden GDM için hem tanılama ve tedavisi ile ilgili tam bir fikir birliği bulunmamakta hem de ortak bir tanımlama yapılamamaktadır. Dünya çapında, GDM'nin bildirilen yaygınlığı <%1 ile %28 arasında değişmektedir (Pedersen ve ark., 2017). GDM'de kan şekeri değerleri normalin üzerindedir ancak bu değer diyabet tanısının altında olan bir hiperglisemidir. Gebe kadınların neredeyse %14'ünü etkileyen ve dünyada her yedi doğumdan birinde görülen GDM (Sağun, 2023) ile obezite arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Genetik ve çevresel risk faktörleri arasındaki etkileşimden kaynaklı olan GDM, insülin direnci ve bozulmuş pankreas β -hücre fonksiyonu ile karakterizedir ve gelecekteki diyabetin iyi bilinen bir ön habercisidir (Öztürk ve Altuntas, 2015). GDM genellikle gebeliğin ikinci ya da üçüncü trimestirlerinde ortaya çıkar, gebelik süresince devam eder ve doğum sonrası ortadan kalkar. Ancak daha önce GDM geçirmiş kadınların GDM geçirmemiş kadınlara kıyasla tip 2 diabetes mellitus (T2DM) geliştirme riski yedi kat daha fazladır (Pedersen ve ark., 2017). GDM'si olan kadınların doğumdan hemen sonra %10'u, on yıllık takipte de %70'i T2DM riski altındadır (Koivusalo ve ark., 2016). Kadınlarda GDM'nin ortaya çıkmasına neden olan başlıca risk faktörleri; gebelik öncesi vücut kitle indeksi (BKİ > 25 kg/m²), aşırı kilo veya obezite sorunu, ileri anne yaşı (38-40 yaş üstü gebelik), daha önceki gebeliklerde GDM öyküsü (riski yedi kat artırır), ailede diyabet öyküsü gibi farklı durumlardır. Bunlara ilaveten sedanter yaşam tarzı ya da fiziksel hareketsizlik, etnik köken (örneğin, Afrika kökenli Amerikalı, Hispanik veya Latin, Amerikan yerlisi, Alaska yerlisi, Hawaii yerlisi veya Pasifik Adalısı, vb.), makrozomik bebek doğum öyküsü (4 kg ve üzeri), hipertansiyon (> 140 / 90 mm Hg), HDL-kolesterol seviyesi, < 35 mg / dL (0.90 mmol / L) ve / veya

trigliserit seviyesi >250 mg / dL (2.82 mmol / L), polikistik over sendromu, glikozile hemoglobinin 5.7 ve üzerinde olması (A1c > 5.7) insülin direnci ile ilişkili diğer durumlardır. Ek olarak, doğum sonrası dönemdeki; vücut ağırlığı, fiziksel aktivite ve diyet de GDM ile ilişkilidir. Diyabet Önleme Programı “daha önce GDM'si olan kadınlarda; sağlıklı ve düşük kalorili, düşük yağlı bir diyet ve orta yoğunlukta fiziksel aktivite ile vücut ağırlığının en az %7 oranında azaltmayı ve bunu korumayı” amaçlayan yoğun bir yaşam tarzı müdahalesinin, T2DM geliştirme riskini yarı yarıya düşüreceğini vurgulamaktadır (Dursun ve Kızıltan, 2019; Pedersen ve ark., 2017).

Kullanılan GDM tanılama testleri (oral glukoz tolerans testi/OGTT, glukoz yükleme testi/GYT) arasında da farklılıklar bulunmaktadır. Günümüzde temel tedavisi sağlıklı yaşam tarzı müdahaleleri (diyet değişikliği, fiziksel aktivite, stresle baş etme, kilo kontrolü, vb.) olan GDM için normoglisemi elde edilemediğinde genellikle insülin olmak üzere farmakoterapi kullanılabilir (McIntyre ve ark., 2019). GDM ayrıca doğacak bebeklerde obeziteye veglikoz toleransının bozulmasına yol açarak kısır bir döngü yaratabilir. Bu nedenle, GDM'yi önlemeyi amaçlayan güvenli ve etkili müdahalelere acil gereksinim vardır.

Gebelik diyabetinin 20. gebelik haftasından önce tedavi edilmesinin anne ve bebek sağlığını iyileştirip iyileştirmediği halen tartışılan bir konudur. GDM açısından yüksek riskli kadınlar arasında benzer bulgular yaygın değildir. Bununla birlikte, gebelik öncesi sağlıklı bir yaşam tarzına bağlı kalmak, GDM riskini azaltabilir. Gebelikten önce kilo alımını normal sınırlarda tutmak önlemeyi hedefleyen yaşam tarzından birisi olabilir ancak tek başına yeterli değildir. Yaygın bir gebelik komplikasyonu olan GDM'nin gebelik ve doğumda kadında; preeklampsi, obstetrik müdahale, omuz distosisi, doğum travması omuz distosisi, doğum yaralanması, prematüre doğum, perinatal mortalite ve sezaryen doğum ihtiyacı dâhil olmak üzere olumsuz obstetrik sonuçları olabileceği gibi yenidoğanlarda da; gebelik yaşına göre büyük yenidoğanlar (makrozomi) ve yenidoğan hipoglisemisi görülebilmektedir. Ayrıca GDM geçirmek, hem bu kadınların hem de onların çocuklarının da muhtemelen gelecekte T2DM olma olasılığını artırmakta, ayrıca her ikisinde de obezite, bozulmuş glikoz metabolizması ve kardiyovasküler hastalık gibi komplikasyonların görülme riski artmaktadır (Simmons ve ark., 2023; Wicklow ve Retnakaran, 2023). Bu nedenlerle gebe kadınların GDM açısından taranması ve doğum öncesi tedavisi, obstetrik bakımın standart bir bileşeni haline gelmiş olsa da asıl konu özellikle bu komplikasyonun yani GDM'nin ortaya çıkmadan önlenmesidir. GDM yönünden yüksek riskli olan ve orta düzeyde fiziksel aktivite ve diyet müdahalesi yapılan kadınlarda GDM'nin genel insidansı %39 oranında azaltılmıştır (Koivusalo ve ark., 2016).

Kadınları belirli aralıklarla gören ve izlemlerini yapan, onların bilgi gereksinimini ve bakımını sağlayan en önemli sağlık profesyonelleri kadın doğum hemşireleri ve ebelerdir. Bu nedenle kadın doğum hemşirelerinin ve ebelerinin; GDM yönünden riskli olduğunu bilinen; A1c'si yüksek, açlık kan şekeri yüksek, düşük dansiteli lipoprotein (LDL) kolesterolü ve trigliseritler ile birlikte daha düşük HDL kolesterolü olan kadınları daha sık izlemesi, beslenme konusunda bilinçlendirmesi ve GDM oluşumunu engelleyici bir yaşam şekli kazandırılması önemlidir. Dünya Sağlık Örgütü/WHO (2023) sağlıklı beslenme uygulamalarının gebelik öncesi dönemden başlaması gerektiğini vurgulamakta ve sağlıklı beslenme, düzenli fiziksel aktivite, normal vücut ağırlığını koruma ve tütün kullanımından kaçınmanın T2DM başlangıcını önlemenin veya geciktirmenin yolları olarak vurgulamaktadır. Rutin bakımda kadınların ve ailelerinin sağlıklı diyet ve fiziksel aktivite davranışı konusunda desteklenmesine ve T2DM'yi önlemek için hedefli müdahaleler yapılmalıdır (Pedersen ve ark., 2017).

Özellikle aşırı miktarda gluten tüketiminin, diyabetin gelişiminde rol oynadığı glutensiz, düşük karbonhidratlı bir diyetin diyabetin remisyonu sağladığı ve glutensiz bir diyetin insülin salgılanmasında iyileşme yaptığı bildirilmektedir. Bu nedenle gebelik öncesinden başlayarak gebelik döneminde gluten tüketiminin olmaması ya da kısıtlanması GDM oluşumunu engelleyebilir. Ancak bu durumun çalışmalarla kanıtlanması önemlidir.

Dünyanın günlük kalori alımının %50'sinden fazlası glüten içeren tahıl tüketiminden kaynaklanmaktadır. Günümüz buğday kaynaklarının eski buğday kaynaklarına göre daha diyabetik bir etki oluşturduğu belirtilmektedir (Haupt-Jorgensen ve ark., 2018). Arpa, buğday, çavdar ve yulafta bulunan depo proteinlere (sekalin, avenin, hordein gibi) glüten denilmektedir. Kimyasal olarak glüten, monomerik gliadinler ve polimerik glüteninler içeren bir prolamin olarak sınıflandırılır. Glütende bulunan gliadin bazı organlarda olduğu gibi pankreasta da dirençli bir yapıdadır. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda Tip 1 diyabet (T1DM) ile glüten arasında bir ilişkinin olduğu gösterilmiştir. Ancak glütenin diyabet oluşturma sürecini etkileme potansiyelinin verilme zamanı ile ilişkili olduğu vurgulanmaktadır. Hayvan deneylerinde hamilelik süresince glütensiz beslenmenin hastalık insidansını azalttığı saptanmıştır. (Bayır, 2024). Özellikle gebelikte glütensiz beslenen NOD (Non-obese diabetic/obez olmayan diyabetli) farelerin yavrularında diyabet insidansının oldukça düşük olduğu saptanmıştır (Antvorskov ve ark., 2016). Gebelik sırasında yüksek miktarda glüten alanlara göre düşük miktarda glüten alanların çocuklarının T1DM riski 2 kat daha azdır (Antvorskov, 2018). GDM gelecek nesilleri de doğrudan etkileyebileceği için onu önlemeyi amaçlayan güvenli ve etkili müdahaleler yapılmalıdır. Ayrıca gebelik ve doğum sonrası erken dönemde glütensiz diyet uygulamak, hem annelerinin hem de bebeklerinin bağırsak mikrobiyotasını ve geçirgenliğini iyileştirebilir ilaveten doğuştan ve edinilmiş bağışıklık sistemini düzenleyebilir (Haupt-Jorgensen ve ark., 2018). Glütensiz diyet; buğday, çavdar, arpa ve yulaf ile yapılan ya da bunlarla birlikte yapılan yiyecekleri içermeyen diyettir. Glütensiz diyetin besin içeriği farklıdır. Glütensiz diyetle yasak olan yiyecekler Tablo1.'de görülmektedir (Avcı, 2016).

Tablo 1. Glütensiz diyetle yasaklı yiyecekler

Besin Grupları

Süt ve Türevleri

Et, Balık, Kümes Hayvanları, Yumurta

Tahıllar

Kurubaklagiller

Sebze ve Meyve

Çorbalar

Tatlılar

Yasaklı Yiyecekler

İçerisine buğday, yulaf ve çavdar unu katılmış her türlü yiyecek: Peynirli makarna, içerisine ekmekek doğranmış süt veya yoğurt ya da buğday, yulaf ve çavdar unu içeren sütlü tatlılar, vb.

Ekmekek konmuş köfte, unla kızartılmış balık, sosis, bulgur içeren (yaprak sarması gibi) her türlü kıymalı yemekler, vb.

Buğday, yulaf ve çavdar unu ile yapılmış her türlü yiyecek: Bulgur, makarna, şehriye, erişte, kuskus, bisküvi, simit, dondurma külahı, ekmekek, tarhana, yarma, irmik, kraker,

börek pasta, çörek, galeta unu, vb.

İçerisine buğday, yulaf ve çavdar unu katılmış her türlü yiyecek: Nohutlu ekmekekaşı, unla kıvamlandırılmış kuru fasulye, vb.

İçerisine bulgur konmuş her türlü yiyecek: sarmalar, dolmalar, vb.

İçerisine buğday, yulaf ve çavdar ya da unu katılmış her türlü çorba: Şehriye çorbası, un çorbası, tarhana çorbası, düğün çorbası, unlu domates çorbası, erişte çorbası, her türlü hazır çorba, vb.

Buğday, yulaf ve çavdar unu ile yapılan unlu tatlılar: Baklava, tulumba, revani, lokma, kek, pasta, çörek, gofret, kurabiye, vb.

İçecekler	Buğday, yulaf ve çavdar unu ile yapılan sütlü ve çikolatalı tatlılar: çikolata, puding, tavukgöğsü, vb.
Çeşni Vericiler	İçerisine buğday, yulaf ve çavdar ya da unları ile yapılmış içecekler: Boza, Bira,vb.
Hazır paketli yiyecek ve içecekler	İçerisine buğday, yulaf ve çavdar ya da unları bulunan her türlü çeşni: Ketçap, unla yapılmış ya da un katılmış soslar Paket etiketinin içindekiler kısmında buğday, yulaf ve çavdar ya da bunların unlarının bulunması

Glütensiz diyet düşük enerjisi ve yağsız bir diyet olarak düşünülmektedir. Ancak glütensiz hale getirilen işlenmiş besinlerin glütensiz muadil ürünlere göre enerji, doymuş yağ ve trans yağ asidi içeriğinin daha yüksek olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Buna ilaveten diyetten çıkarılan glütensiz besinlerin yerine kullanılacak olan şeker, yağ ya da işlenmiş glütensiz ürünlerin tüketimi gebe kadının sağlığını çok daha olumsuz yönde etkileyebilir. Ayrıca bu diyet ile gebe kadınların besin seçenekleri azalabilir ve daha fazla bitkisel protein, sebze ve meyve tüketmelerine bağlı kilo alamama durumu bir sorun oluşturabilir. Glütensiz endüstriyel ürünlerin aksine doğal olarak glüten içermeyen tahıllar, işlenmiş besinlere göre daha az yağ içeriğine ve daha fazla çoklu doymamış yağ asidi oranına sahiptir. Glütensiz diyetin olumlu etki gösterdiği hastalıkların temelinde inildiğinde birçoğunun birbirinden bağımsız mekanizmalara dayandığı ve glüten ile etki mekanizmalarının birbirinden farklı olduğu anlaşılmaktadır. Diyetlerden glüten uzaklaştırma yoluna gidildiğinde, dolaylı olarak birçok besin grubu (fermente edilebilir oligosakaritler, disakaritler, monosakaritler ve polioller, fast food, işlenmiş paketli ürünler, unlu mamüller, yüksek enerji-yag içeren besinler) tüketim dışında kalır. Özellikle glütensiz beslenme gebe kalmayı düşünen sağlıklı kadınlarda birçok besin ögesi eksikliğini ortaya çıkarabilir. Üç ayrı dönemde yapılan ve iki yüz bin kişiyi kapsayan çalışmanın yanı sıra dört milyon kişiyi kapsayan uzun süreli izleme çalışmaları (1984-1990 ve 2010-2013) incelenmiştir. İnceleme sonucuna göre diyetinde hiç glüten bulunmayanlara göre gluten oranı en fazla % 20 kısıtlandığında diyabet hastalığı gelişme riskinin yüzde 13 daha az olduğu belirlenmiştir (Yeşilada, 2024). Bu nedenle uygulanan glütensiz diyet multi disiplinler bir çalışma gerektirir ve bir diyetisyen tarafından planlanarak uygulanmalıdır. Diyeti uygulayan kadınlarda glüten ile birlikte dolaylı olarak azalan enerji alımını, diyetten uzaklaşan diğer besin öğelerini, diyetle alımı artan besinleri ve diyetin enerji dağılımını göz önünde bulundurmalıdır (Ülger ve ark., 2020).

Kadın doğum hemşireleri ve ebelerin gebeliğin ikinci yarısında fetusun artan aminoasid ve glukoz gereksinimini karşılamak için diyabetojenik hormonların (plasentadan salgılanan büyüme hormonu, kortikotropin relizing hormon, plasental laktojenik hormon, tümör nekrozis faktör- α /TNF- α ve progesteron) etkisiyle insülin direnci oluşacağını, hiperinsülinemi ve hafif postprandial (reaktif) hiperglisemi gelişeceğini dikkate alması önemlidir. Normal gebelik sürecinde ortaya çıkan insülin duyarlılığındaki %60'lık düşüş hiperglisemiye yol açar. Buna ilaveten maternal pankreatik β hücrelerinin artan insülin ihtiyacını karşılayacak yeterli insülini salgılayamaması GDM oluşumunda rol oynar. Hemşire ve ebelerin temel amacı gebe kadınlarda GDM'nin oluşmaması, ortaya çıkması durumunda da T2DM gelişmemesidir. Bunun için GDM yönünden riskli grubunda olup hem gebeliği düşünen hem de gebe olan kadınlar yakından izlenmelidir. Bu kadınlara gebelikte olması gereken açlık-tokluk kan şekeri değerleri, açlık ve tokluk kan şekere ne zaman bakmaları gerektiği, çıkan sonuçları nasıl kaydedecekleri, hipoglisemi ve hiperglisemi belirtileri ve böyle durumlarda ne yapmaları gerektiği öğretilmelidir. Gestasyonel diyabet ile ilgili bilinç kazandırılan bu kadınların diyetisyenle işbirliği yaparak fazla kilolarından kurtulması, yemek öğünlerini düzenleyerek her besin grubunu ve D vitamini (HbA1c düzeyi ile ters orantılı olup insülin duyarlılığını düzenlemektedir) içerecek şekilde düzenli ve

sağlıklı beslenmesi gerçekleştirilmelidir. Bunlara ek olarak herhangi bir kontraendikasyon yok ise bu kadınlara düzenli fiziksel aktivite yapmanın önemi açıklanarak sağlıklı bir yaşam tarzı benimsemeleri sağlanmalıdır. Bu uygulamalar kadınlara GDM'yi yönetebilme fırsatı sunacağı için onların kendilerine olan güvenlerini de artıracaktır. GDM gelişme riski olan kadınların hemşire ve ebeler tarafından beslenme programları düzenlenirken kadınların beslenme alışkanlıkları, sosyoekonomik düzeyleri ve bireysel özellikleri dikkate alınmalıdır. Gebelik öncesi kiloya (beden kitle indeksi/BKİ) göre kadının gebelik sürecinde alması planlanan kilo oranı (örneğin; BKİ 30 ise 5-9 kg, BKİ >40 ise en fazla 3-4 kilo) belirlenmelidir. Bunlara ilaveten bu kadınlara düzenli uyku uyumanın önemi, stresle baş etme teknikleri, fiziksel aktivite ve egzersizler, öz bakım ve sigara kullanımının zararlarına yönelik bilgi ve bilinç kazandırılmalıdır. Bu uygulamaların tamamı kadınlarda sağlıklı yaşam biçimi değişiklikleri oluşturarak onları hem GDM'den hem de T2DM korunabilir (Şen ve ark., 2008; Ural, 2016; Kumru ve ark., 2020).

SONUÇ

Gebeliğin ikinci yarısında ortaya çıkan, hiperglisemi ile birlikte seyreden, dünyada yaygınlığı $\leq 1\%$ ile %28 arasında değişen GDM, insülin direnci ve bozulmuş pankreas β -hücre fonksiyonu ile karakterizedir ve gelecekteki T2DM'nin bilinen bir ön habercisidir. GDM gelecek nesilleri de doğrudan etkileyebileceği için onu önlemeyi amaçlayan güvenli ve etkili müdahalelere acil gereksinim vardır. GDM'nin gebe kadınlarda gelişmemesi kadın doğum hemşireleri ve ebelerin temel amacı olmalıdır. Kadın doğum hemşireleri ve ebeler bunun için beslenme, kilo kontrolü ve aktiviteyi içeren sağlıklı yaşam stilini gebelik öncesi dönemden başlayarak hem gebelik öncesi hem de gebelik sürecinde sürdüreceği şekilde kadınlara kazandırabilmelidir. Beslenme düzenlenirken glutenin GDM üzerindeki etkilerini ve gluten içeren tahıllardan kaçınmanın GDM için olası sonuçlarını göz önünde bulundurmalı ve diyetisyenlerle işbirliği yapmalıdır. Ancak alan yazında glutensiz diyetle GDM arasındaki ilişkiyi inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu nedenle gebelik öncesi ve gebelik sürecinde glutensiz beslenmenin GDM'yi önlenip önlenemeyeceğine yönelik araştırmaların yapılması önerilir.

KAYNAKLAR

- Antvorskov, J. C., Halldorsson, T. I., Josefsen, K., Svensson, J., Granström, C., Roep, B. O., ... & Olsen, S. F. (2018). Association between maternal gluten intake and type 1 diabetes in offspring: national prospective cohort study in Denmark. *BMJ*, 362, 1-9.
- Antvorskov, J. C., Josefsen, K., Haupt-Jorgensen, M., Fundova, P., Funda, D. P., & Buschard, K. (2016). Gluten-free diet only during pregnancy efficiently prevents diabetes in NOD mouse offspring. *Journal of diabetes research*, 2016(6), 1-7.
- Avcı, S. (2016). Glütensiz diyetin kilo kaybı üzerine etkisi (Master's thesis, İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü), İstanbul.
- Bayır, A. G. (2024). Glütensiz Diyetin Bazı Otoimmün Hastalıklara Etkisi. *Sağlık & Bilim 2024: Güncel Tıp-II*, Edit. Hüseyin Kafadar, Efe Akademi Yayınları, İstanbul, 56,57.
- CDC, Diabetes, About Gestational Diabetes, May 15, 2024 Español, <https://www.cdc.gov/diabetes/about/gestational-diabetes.html#:~:text=develop%20gestational%20diabetes.-,Prevention,if%20you're%20already%20pregnant.> Erişim tarihi: 7.10.2024
- Dursun, E. M. A., & Kızıltan, G. (2019). Gestasyonel Diyabet ve Risk Faktörleri. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 4(2), 132-146.
- Haupt-Jorgensen, M., Holm, L. J., Josefsen, K., & Buschard, K. (2018). Possible prevention of diabetes with a gluten-free diet. *Nutrients*, 10(11), 1746.
- Koivusalo, S. B., Rönö, K., Klemetti, M. M., Roine, R. P., Lindström, J., Erkkola, M., ... & Stach-Lempinen, B. (2016). Gestational diabetes mellitus can be prevented by lifestyle intervention: the Finnish Gestational Diabetes Prevention Study (RADIEL) a randomized controlled trial. *Diabetes Care*, 39(1), 24-30.

- Kumru, P., Lüleci, N. E., & Topuzoglu, A. (2020). Gestasyonel diabetes mellitus yaşam tarzı müdahaleleri ile önlenir mi?. *Zeynep Kamil Tıp Bülteni*, 51(4), 231-239.
- McIntyre, H. D., Catalano, P., Zhang, C., Desoye, G., Mathiesen, E. R., & Damm, P. (2019). Gestational diabetes mellitus. *Nature Reviews Disease Primers*, 5(47), 1-19.
- Öztürk, F. Y., & Altuntas, Y. (2015). Gestasyonel diabetes Mellitus/gestational diabetes mellitus. *Şişli Etfal Hastanesi Tıp Bülteni*, 49(1), 1-10.
- Pedersen, A. L. W., Maindal, H. T., & Juul, L. (2017). How to prevent type 2 diabetes in women with previous gestational diabetes? A systematic review of behavioural interventions. *Primary Care Diabetes*, 11(5), 403-413.
- Sağun, E. (2023). Gestasyonel diabetes mellitusun önlenmesi ve yönetiminde tıbbi beslenme tedavisinin önemi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 31(6), 461-468.
- Simmons, D., Immanuel, J., Hague, W. M., Teede, H., Nolan, C. J., Peek, M. J., ... & Cheung, N. W. (2023). Treatment of gestational diabetes mellitus diagnosed early in pregnancy. *New England Journal of Medicine*, 388(23), 2132-2144.
- Şen, E., Yağcan, H., Dönmez, S., Sevil, Ü., & Şirin, A. (2008). Gestasyonel diyabet ve hemşirelik bakım yönetimi. *Journal of Gynecology and Obstetrics*, 22(2), 140-146.
- Ural, A. (2016). Gestasyonel diabetes mellitus ve sağlıklı yaşam biçimi davranışları. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 120-127.
- Ülger, T. G., Altun, Ç., & Çakıroğlu, F. P. (2020). Bilinen Terapötik Etkinliğinin Dışında Farklı Hastalıklara Yönelik Glütensiz Diyet Uygulamaları. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(2), 112-123..
- WHO. Diabetes, 5 April 2023. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>, Erişim tarihi: 7.10.2024.
- Wicklów, B., & Retnakaran, R. (2023). Gestational diabetes mellitus and its implications across the life span. *Diabetes & Metabolism Journal*, 47(3), 333-344.
- Yeşilada, E., (2024) "Glütensiz beslenme" kurtarıcı mı, risk mi?., <https://www.erdemyesilada.com/tr/glutensiz-beslenme-kurtarici-mi-risk-mi-a> Erişim tarihi: 7.10.2024.

**DONDURMA VE BİTKİSEL YAĞLI SÜTLÜ BUZ ÖRNEKLERİNDE YAPILAN
LİSANSÜTÜ TEZ ÇALIŞMALARINA YÖNELİK İÇERİK ANALİZİ; 2004-2024
YILLARI**

**CONTENT ANALYSIS OF UNDERGRADUATE THESIS STUDIES ON ICE CREAM
AND VEGETABLE FAT MILK ICE SAMPLES; 2004-2024**

Hasibe EKİCİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda
Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-9503-1323>

Doç. Dr. Meryem GÖKSEL SARAÇ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Cumhuriyet Sosyal Bilimler MYO, Aşçılık Bölümü, Sivas,
Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/000-0002-8190-2406>

ÖZET

Bu çalışmada, Yüksek Öğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi veri tabanında Gıda Mühendisliği bölümünde, tez başlığında anahtar kelime olarak “Dondurma” ve “Sütlü Buz” kelimeleri geçen tezler, formülasyonuna eklenen fonksiyonel katkı malzemelerinin belirlenmesi amacıyla incelenmiştir. YÖK tez veri tabanının sunduğu tezlerden oluşturulan veri havuzu incelenmiştir (f=84) ve yapılan araştırma sonucunda dondurma başlığı altında çıkan tezlerden, dondurma=sütlü buz üretimi ile ilgili olmayan ve görüntüleme izni verilmeyen tezler, veri havuzundan elenmiştir (f=28). Elemeler sonucunda 56 adet yüksek lisans ve doktora tezine ulaşılmış ve bu tezler incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre tezler 2004 ve 2023 yılları arasında yapılmıştır. Bu tez çalışmalarının en fazla 2018, 2019, 2021 ve 2023 yıllarında yoğunlaştığı görülmüştür. Dondurmanın fonksiyonel hale getirilmesi amacıyla probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotik açıdan zenginleştirme çalışmaları yapılmış ve bu çalışmalar tüm tezlerin %25’ine tekabül etmektedir. Toplam tezlerin 24 tanesinde hammadde olarak süt tozu kullanılmıştır. Buna karşın hammadde olarak; bitkisel sütlerin, manda sütünün ve keçi sütünün tez çalışmalarında incelenmesi oranının oldukça düşük olduğu görülmüştür. Formülasyona eklenen malzemeler genelde fonksiyonel ürün elde, sertlik gibi tekstürel özelliklere fayda sağlamak, yağı azaltmak ve besinsel açıdan zenginleştirme sağlama amaçlarıyla katılmıştır. İçerik analizi yapılan tez çalışmalarının neredeyse tamamında fiziksel, kimyasal ve duyu analizin yapıldığı görülmüştür. İstatistiksel analizler toplam tezlerin %73,21 ine yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizler ise 8 tezde olmak üzere çok az sayıda tezde analiz yöntemi olarak kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dondurma, Sütlü Buz, Süt Tozu, İçerik Analizi, Katkı Maddesi

ABSTRACT

In this study, the theses in the Food Engineering department of the National Thesis Center of the Council of Higher Education database, which contained the words "Ice Cream" and "Milk Ice" as keywords in their thesis titles, were scanned. Then, the data pool created from the theses offered by the database was examined (f=84). As a result of the research, theses that were under the title of ice cream and were not related to the production of ice cream=milk ice and for which viewing permission was not granted were eliminated from the data pool (f=28).

As a result, f=56 master's and doctoral theses were reached and these theses were examined. According to the findings, the theses were made between 2004 and 2023. It was seen that the thesis studies of these theses were mostly concentrated in 2018, 2019, 2021 and 2023, and it was concluded that 19.64% of them were made at Harran University and in the province of Şanlıurfa. In order to make ice cream functional; Probiotic, prebiotic and synbiotic enriched ice creams were studied with a rate of 25.00%. This rate is significantly higher than the rates of other methods. Milk powder was used as raw material in 24 of the total theses (f=56). On the other hand, it was seen that the rate of examining plant milk, buffalo milk and goat milk as raw materials in thesis studies was quite low. It was seen that physical, chemical and sensory analysis were performed in almost all of the theses where content analysis was performed. Statistical analyses were performed on 73.21% of the total theses. Microbiological analyses were used as an analysis method in a very small number of theses, 8 of which were in the theses.

Keywords: Ice Cream, Milk Ice, Milk Powder, National Thesis Center.

GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği kapsamında 2005 yılında yürürlüğe giren Dondurma Tebliği'nde, dondurma şu şekilde tanımlanmaktadır: “Dondurma karışımı, tat ve çeşidine göre süt ve/veya süt ürünleri, içme suyu, şeker ve izin verilen katkı maddelerini içerir. Ayrıca isteğe bağlı olarak salep, yumurta ve/veya yumurta ürünleri, aroma maddeleri ve çeşni maddeleri gibi bileşenler de eklenebilir. Karışım, pastörizasyon sonrası uygun tekniklerle işlenip dondurularak, yumuşak veya sertleştirilmiş halde tüketiciye sunulan üründür.” (Anonim, 2005).

Dondurmanın kim tarafından ve nasıl ilk kez üretildiğine dair kesin bilgiler mevcut olmasa da, yapısıyla ilgili çeşitli bilgiler bulunmaktadır. Dondurmanın ilk olarak 16. yüzyılın başlarında İtalya'da yapıldığı iddia edilse de, bazı kaynaklara göre dondurmanın üretimi İngiltere'de buzun keşfiyle başlamıştır. Türkiye'de ise dondurmanın ilk üretimi 1900'lü yıllarda İstanbul ve Kahramanmaraş'ta gerçekleştirilmiştir. Günümüzde dondurma sektörü, gıda endüstrisi ve süt teknolojisi alanlarında en hızlı gelişen sektörlerden biri haline gelmiştir. Türkiye'de dondurma üretiminin hızlı bir şekilde yaygınlaşmasının başlıca nedeni, bol ve ekonomik ham madde çeşitliliğidir. (Dığrak vd 2000).

Üretim sürecinde dondurmayı oluşturan bileşenlerin dondurulmadan önceki karışımına miks denir. Miksin içinde tüm dondurma bileşenlerinin yanı sıra hava da bulunmalıdır. Dondurma, fiziksel olarak oldukça karmaşık bir yapıya sahip olup, bu yapının -18°C civarında korunması gerekmektedir. Bu nedenle, kaliteli bir dondurma üretimi için tat ve aromasını bozmadan dengede tutacak miktarda stabilizatör ve emülgatör içermelidir. Stabilizatörler ve emülgatörler karışıma sadece çok küçük miktarlarda eklenir, ancak dondurmanın nitelikli yapısının oluşturulması ve korunmasında büyük bir öneme sahiptir. (Gönç ve Enfiyeci 1987).

Son yıllarda dondurma üretim teknolojisindeki hızlı ilerleme, süt ürünleri arasında dondurmanın üretimi ve tüketiminde kayda değer bir artış sağlamıştır. Bu durum, insanların süt ve süt ürünlerinden daha verimli bir şekilde faydalanabilmelerine olanak tanımıştır. (Ayar ve ark., 2016).

Dondurma, özellikle sıcak yaz günlerinde serinlemek için herkes tarafından beğenilerek tüketilen bir süt ürünü olmasının yanı sıra, günümüzde yıl boyunca tercih edilen bir gıda haline gelmiştir. Tüketiciler, geçmişte dondurma çeşitleri arasında seçim yapmakta zorlanmazken, sanayi tipi üretim teknolojilerindeki ilerlemeler sayesinde şimdi çok daha çeşitli lezzetler, türler ve yapılar piyasada yer almaktadır. (Or, 2009).

Endüstri, üniversite ve devlet temsilcilerinin yer aldığı ortak bir zemin olan ILSI Europe (Uluslararası Yaşam Bilimleri Enstitüsü) tarafından yapılan tanım şu şekildedir [11-14]; “Bir

gıda ürününün, beslenmeye yönelik uygun niteliklerinin yanı sıra, vücudun bir ya da daha fazla hedef işlevini daha sağlıklı ve iyi duruma getirmek ve/veya hastalık riskini azaltmak yoluyla yararlı yönde etkilediği ikna edici bir şekilde ortaya koyulabilirse, o gıda ürünü 'fonksiyonel' olarak nitelendirilebilir."

Fonksiyonel gıdalar ve bazı biyoaktif bileşenlerin insan sağlığına sağladığı olumlu etkiler, tüketiciler arasında büyük bir ilgi görmeye devam etmektedir. Günlük beslenmede sıkça tüketilen birçok gıda doğal temel bileşenlerle zenginleştirilmiş olsa da, sağlık kalitesini artıran nutrasötik bileşenler içeren gıda ürünleri pazarı hızla büyümeye devam etmektedir. (Goyal vd., 2014; Temple, 2022).

Diğer süt ve süt ürünleriyle karşılaştırıldığında, dondurma bileşenleri en kolay değiştirilebilen ürünlerden biri olarak kabul edilir. Sağlık üzerinde fonksiyonel ürünlerin etkileri nedeniyle, son yıllarda dondurmaya fonksiyonel özellikler kazandırmak üzerine yoğun bir şekilde çalışmalar yapılmaktadır. (Türkmen ve Gürsoy, 2017).

Çok farklı bileşenler kullanılarak dondurmaya fonksiyonel hale getirmek mümkündür. En sık kullanılan yöntemler dikkate alındığında, fonksiyonel dondurma çeşitleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotik dondurma
2. Peyniraltı suyu ile zenginleştirilmiş dondurma
3. Yağ ve/veya şeker içeriği azaltılmış dondurma
4. Antioksidan kapasitesi artırılmış dondurma
5. Diyet liflerce zenginleştirilmiş dondurma
6. Omega-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş dondurma
7. Mineral maddeler açısından zenginleştirilmiş dondurma
8. Diğer yöntemlerle fonksiyonel hale getirilmiş (Türkmen ve Gürsoy, 2017).

Bu çalışmanın amacı, dondurma- sütlü buz üretimi alanında yapılan tez çalışmalarında, fonksiyonel hale getirilmek için eklenen ürünlerin dondurmaya katkılarını incelemek ve bu bağlamda üretilen tezlerin yöntem ve içerik analizi tekniklerini incelemektir. Konuyla ilgili tezleri toplu bir şekilde görmeye olanak sağlayan bu araştırmanın dondurma- sütlü buz üretimi araştırması yapacak kişilere yol gösterici olması beklenmektedir.

Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki problemlere yanıt aranmıştır. Dondurma-sütlü buz üretimi alanında üretilen tezlerin;

- Ürüne içerik zenginleştirme olarak hangi ürünler eklenmiştir?
- Türkiye'de 2004-2024 yılları arasında yapılan lisansüstü tezlerin program türüne (yüksek lisans/doktora) göre dağılımları nasıldır?
- Hangi illerde ve hangi üniversitelerde daha çok çalışma yapılmıştır?
- En çok hangi fonksiyonel dondurma çeşidi üzerinde çalışma yapılmıştır?
- Hammadde olarak tercih edilen ürünler nelerdir?
- Fonksiyonel hale getirmek için eklenen ürünler, hangi amaç doğrultusunda dondurmaya eklenilmiştir?

Bu çalışmanın bulguları, araştırmacılar için içeriği zenginleştirilmiş dondurma- sütlü buz üretimi alanındaki mevcut çalışmaların özeti açısından önemli bir referans kaynağı olabilir. Bu çerçevede alanda yapılan çalışmaların durumu incelenerek, araştırmacıların daha güncel konuları farklı yöntem ve analiz teknikleriyle irdelenmesine katkı sağlaması açısından çalışma bulguları önemlidir. Bu bağlamda, dondurma- sütlü buz üretimi konulu bu çalışmada lisansüstü tezlerin ele alınarak incelenmesi Türkiye'de dondurma- sütlü buz üretimine ilişkin

yaklaşımların belirlenmesi açısından önem taşımakta ve gelecek çalışmalar içinde yol gösterici olmaktadır.

YÖNTEM

Çalışma kapsamında; Yüksek Öğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi veri tabanında Gıda Mühendisliği bölümünde, tez başlığında anahtar kelime olarak “Dondurma” ve “Sütlü Buz” kelimeleri geçen tezler taranmıştır. Daha sonra veri tabanının sunduğu tezlerden oluşturulan veri havuzu incelenmiştir (f=84).Yapılan araştırma sonucunda içeriğinde dondurma başlığı altında çıkan tezlerden, dondurma=sütlü buz üretimi ile ilgili olmayan ve görüntüleme izni verilmeyen tezler, veri havuzundan elenmiştir(f=28). Sonuç olarak f=56 adet yüksek lisans ve doktora tezine ulaşılmış ve bu tezler incelenmiştir. Araştırmanın evreni 2004-2024 yılları arasında Türkiye de yapılan ve araştırmacılar tarafından ulaşılabilen f=56 adet yüksek lisans ve doktora tezinden oluşmaktadır. İçerik analizi bir alanda var olan literatürün değerlendirilmesinde araştırmacılara fikir veren çalışmalardır. Araştırmada doküman incelemesiyle toplanan veriler, içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmada elde edilen veriler sınıflandırılmış ve sonuçlar tablolastırılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırma kapsamında Tez Merkezinde başlık kısmında “Dondurma” ve “Sütlü Buz” kelimeleri geçen söz konusu tezlerin incelemesi yapılarak; tez başlığı, tez konusu, hangi üniversitede yapıldığı, tezin yazıldığı yıl, hangi şehirde yapıldığı, dondurma içeriğini zenginleştirmek için hangi ürünler eklendiği, bu ürünlerin dondurmaya katkısı, dondurma için yapılan analizler, duyu analizi yöntemi kriterlerinin incelemesi yapılmış olup sonuçlar tablolastırılmıştır. Başlığında “Dondurma” ve “Sütlü Buz” kelimeleri geçen 56 adet tez incelendiğinde içerik olarak oldukça zenginleştirildikleri ve duyu analizi olarak beğenildikleri görülmüştür.

Yapılan tez inceleme çalışması kapsamında elde edilen verilere ilişkin tablolar aşağıda verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde tez başlığında “Dondurma” ve “Sütlü Buz” anahtar kelimesi geçen toplam 46 adet yüksek lisans tez çalışması ve 10 adet doktora tezi çalışması yapılmıştır. Bu tez çalışmalarının en fazla 2018, 2019, 2021 ve 2023 yılında yapıldığı tespit edilmiştir.

Tablo 1: “Dondurma” ve “Sütlü Buz” başlıklı tez çalışmalarının yıllara ve yüksek lisans tezi-doktora tezi olmasına göre dağılımı

Araştırma Yılı	Y.Lisans Tez Sayı/ Dağılım(%)	Doktora Tez Sayı/ Dağılım(%)	Toplam Sayı/ Dağılım(%)
2004	1/ 1,79	1/ 1,79	2/ 3,57
2006	1/ 1,79	1/ 1,79	2/ 3,57
2007	/ -,-	1/ 1,79	1/ 1,79
2008	1/ 1,79	/ ,-	1/ 1,79
2009	1/ 1,79	1/ 1,79	2/ 3,57
2010	2/ 3,57	/ ,-	2/ 3,57
2012	3/ 5,36	/ ,-	3/ 5,36
2013	2/ 3,57	/ ,-	2/ 3,57
2014	2/ 3,57	/ ,-	2/ 3,57
2015	2/ 3,57	1/ 1,79	3/ 5,36
2016	3/ 5,36	1/ 1,79	4/ 7,14
2017	2/ 3,57	/ ,-	2/ 3,57
2018	6/ 10,71	/ ,-	6/ 10,71

2019	5/ 8,93	1/ 1,79	6/ 10,71
2020	4/ 7,14	/,-	4/ 7,14
2021	5/ 8,93	1/ 1,79	6/ 10,71
2022	3/ 5,36	/,-	3/ 5,36
2023	3/ 5,36	3/ 5,36	6/ 10,71
Toplam	46/ 82,14	10/ 10,86	56/ 100,00

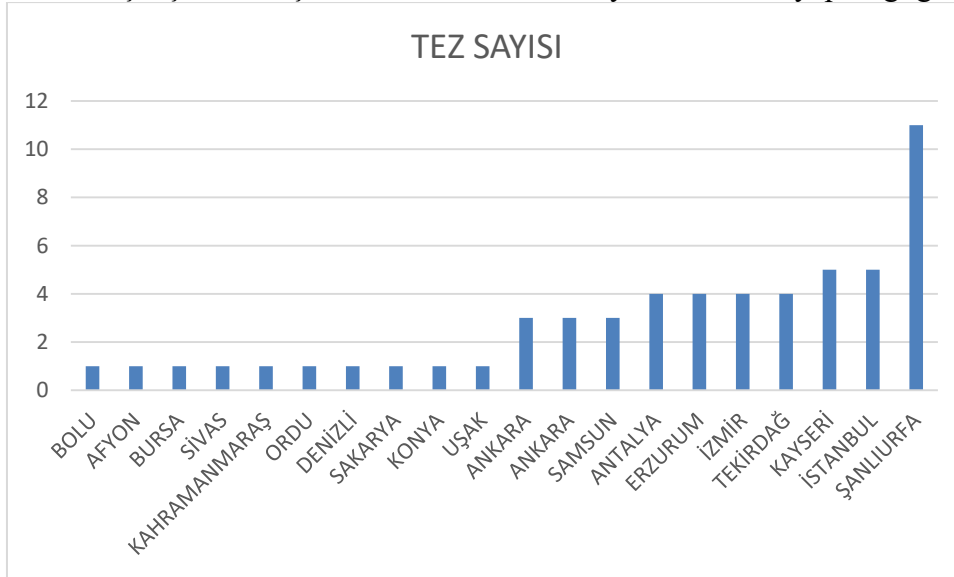
Tablo 2 de görüldüğü gibi konu ile ilgili en çok sayıda tez çalışması Harran Üniversitesi ve Erciyes Üniversitesinde yapılmıştır. Toplam tezlerin %19,64' i Harran Üniversitesinde yapılmıştır.

Tablo 2: Tezlerin Üniversitelere göre dağılımı

	ÜNİVERSİTE	Y. Lisans	Doktor a	f	%
1	Abant İzzet Baysal Üniversitesi	1	-	1	1,79
2	Afyon Kocatepe Üniversitesi	1	-	1	1,79
3	Akdeniz Üniversitesi	4	-	4	7,14
4	Ankara Üniversitesi	1	1	2	3,57
5	Atatürk Üniversitesi	2	2	4	7,14
6	Bursa Uludağ Üniversitesi	1	-	1	1,79
7	Cumhuriyet Üniversitesi	1	-	1	1,79
8	Ege Üniversitesi	3	1	4	7,14
9	Erciyes Üniversitesi	5	-	5	8,93
10	Gazi Üniversitesi	1	-	1	1,79
11	Gümüşhane Üniversitesi	1	-	1	1,79
12	Hacettepe Üniversitesi	1	1	2	3,57
13	Harran Üniversitesi	11	-	11	19,64
14	İstanbul Okan Üniversitesi	1	-	1	1,79
15	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	1	-	1	1,79
16	Namık Kemal Üniversitesi	1	1	2	3,57
17	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	3	-	3	5,36
18	Ordu Üniversitesi	1	-	1	1,79
19	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	1	-	1	1,79
20	Pamukkale Üniversitesi	1	-	1	1,79
21	Sakarya Üniversitesi	-	1	1	1,79
22	Selçuk Üniversitesi	1	-	1	1,79

2	Trakya Üniversitesi				
3		1	1	2	3,57
2	Uşak Üniversitesi				
4		1	-	1	1,79
2	Yıldız Teknik Üniversitesi				
5		1	2	3	5,36
	TOPLAM	46	10	56	100,00

Yapılan tez çalışmalarının illere göre dağılımı Şekil 1 de ifade edilmiş olup, incelendiğinde en fazla tez çalışmasının Şanlıurfa, İstanbul ve Kayseri illerinde yapıldığı görülmektedir.



Şekil 1: Çalışmaların yürütüldüğü illere göre tez dağılımı

Tablo 4 de incelenen tezlerde en çok araştırma işlemi yapılan fonksiyonel dondurma çeşitleri ve kaç adet tez incelemesi yapıldığı sunulmuştur. Buna göre en fazla incelenen ürün grubunun probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotik dondurma çeşidi olduğu görülmektedir.

Tablo 4: Yapılan tez çalışmalarında en çok incelenen fonksiyonel dondurma çeşitleri incelenen tez sayısı ve yüzde oranları

FONKSİYONEL DONDURMA ÇEŞİTLERİ	f	%
1.Probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotik dondurma	14	25,00
2. Peyniraltı suyu ile zenginleştirilmiş dondurma	1	1,79
3. Yağ ve/veya şeker içeriği azaltılmış dondurma	10	17,86
4. Antioksidan kapasitesi artırılmış dondurma	3	5,36
5. Diyet liflerce zenginleştirilmiş dondurma	1	1,79
6. Omega-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş dondurma	2	3,57
7.Mineral maddeler açısından zenginleştirilmiş dondurma	10	17,86
8. Diğer yöntemlerle fonksiyonel hale getirilmiş	15	26,79
Toplam	56	100,00

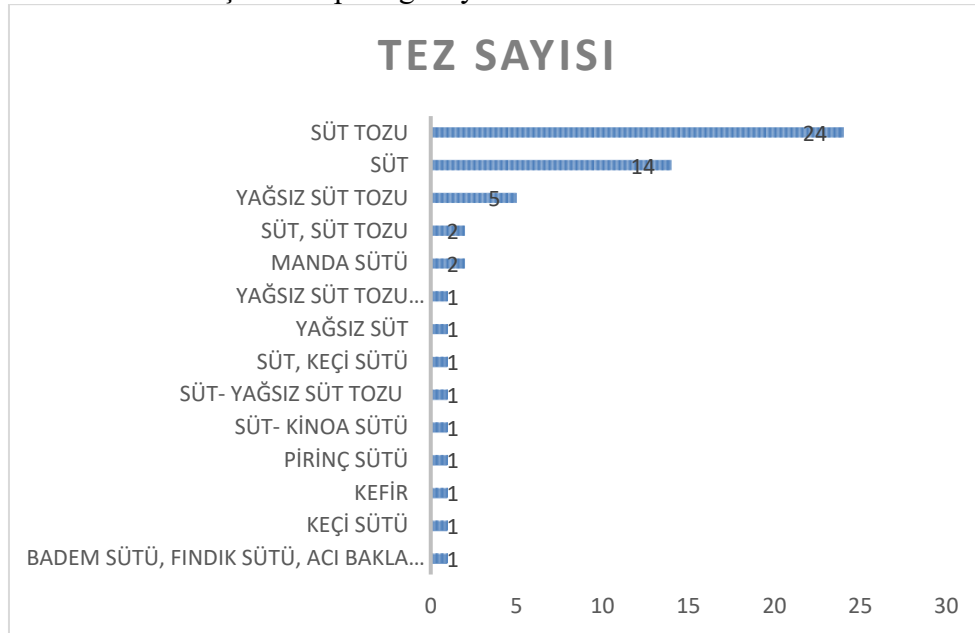
Tablo 4 de yer alan 8.Madde (Diğer yöntemlerle fonksiyonel hale getirilmiş dondurmalar) incelendiğinde; farklı salep çeşitleri ve salebe alternatif ürün kullanılması ile üretilen dondurmalar, farklı stabilizatör kullanılarak üretilen dondurmalar, süttozu yerine alternatif

ürünler kullanılarak üretilen dondurmalar, farklı emülgatörler kullanılarak üretilen dondurmalar ve üretim aşamasında fiziksel değişiklik yapılarak üretilen dondurmalar (basınç, sıcaklık) olarak gruplandırabiliriz. Bu gruplandırma tablo 5 de sunulmuş olup incelendiğinde, farklı salep çeşitleri ve salebe alternatif ürün kullanılması ile üretilen dondurmaların 5 adet olmak üzere en fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 5: Diğer yöntemlerle fonksiyonel hale getirilmiş dondurmalar ve yapılan tez sayısı.

Diğer yöntemlerle fonksiyonel hale getirilmiş dondurmalar	TEZ SAYISI
Farklı salep çeşitleri ve salebe alternatif ürün kullanılması ile üretilen dondurmalar	5
Farklı stabilizatör kullanılarak üretilen dondurmalar	3
Süt tozu yerine alternatif ürünler kullanılarak üretilen dondurmalar	4
Farklı emülgatörler kullanılarak üretilen dondurmalar	2
Üretim aşamasında fiziksel değişiklik yapılarak üretilen dondurmalar (basınç, sıcaklık)	1
Toplam	15

Yapılan tez çalışmalarının kullanılan hammaddeye göre dağılımı Şekil 2 de ifade edilmiş olup, incelendiğinde en fazla tez çalışmasının hammadde olarak süt tozu kullanıldığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda süt tozunu sırasıyla süt, yağsız süt tozu, manda sütü ve süt- süt tozu karışımı takip ettiği söylenebilir.



Şekil 2: Dondurma ve sütlü buz üretiminde kullanılan hammadde içeriğine göre tez sayısı dağılımı

Tablo 6 da incelenen tezlerin bazı yıllardaki (2023, 2022 ve 2021) özetleri olarak; fonksiyonel hale getirilmek amacıyla dondurma içerisine eklenen içerikler ve amaç sunulmuştur. Burada ürün içerisine probiyotik bakteri, diyet lifi, çöven ekstraktı, tohum yağları, yayık altı tozu, incir çekirdeği- nar çekirdeği yağı, aloe vera ekstraktı, kinoa tozu- sütü, probiyotikler, karnıyarık otu, karpuz ve nar kabuklarından üretilen pektin, bakliyat unlarının ilave edilmesiyle ürününün içeriği zenginleştirilmiştir.

Tablo 6: İncelenen çalışmaların 2023,2022 ve 2021 yıllarındaki özet bulguları

Yıl	Ürüne Eklenen İçerik	Amaç	
2023	1	Salep Çeşitleri	Salep Çeşitlerinin Dondurma Üzerinde Etkilerinin Araştırılması
	2	Probiyotik Bakteri/ Yaban Mersini ve Hünnap	Meyve ve Bakterilerle Ürün İçerik Zenginleştirme
	3	Diyet Lifi (Buğday Lifi ve İnülin) Ve Kültürler	Probiyotik Dondurma Üretimi
	4	Çöven Ekstraktı	Çöven Ekstraktının Köpüklenmesi Ve Emülgatör Olarak Kullanılması
	5	Palm Yağı, Fındık Yağı, Ceviz Yağı Chia Tohumu Yağı, Ketan Tohumu Yağı, Kabak Çekirdeği Yağı	Yağ Asitlerince Zenginleştirme
	6	Yayık altı Tozu	Doğal Emülgatör Kullanımı
2022	7	Kefir	Probiyotik Dondurma Üretmek
	8	İncir Çekirdeği Yağı ve Nar Çekirdeği Yağı Ole ojeli	Manda Sütü Kreması Yerine Daha Sağlıklı Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Kullanılması
	9	Aloe Vera Ekstraktı ve Probiyotikler	Antioksidan Aloe Vera ile Dondurmanın Probiyotik Özelliğinin Artırmak
2021	10	Lb.Acidophilus Probiyotik Kültürü Eklenmesi	Probiyotik Açıdan Zenginleştirme
	11	Süt Yerine Kinoa Sütü, Süt Tozu İkamisi Olarak Kinoa Unu	Dondurmanın Fonksiyonel Hale Getirilmesi
	12	Probiyotik Mikroorganizma	Probiyotik Dondurma Üretmek
	13	Yağ İkamisi Olarak Karnıyarık Otu	Yağı Azaltmak
	14	Karpuz ve Nar Kabuklarından Farklı Yöntemler ile Pektin Ekstraksiyonu Dondurma Üretiminde Kullanılması	Dondurmanın İlk Damlama Süresini Uzatmak ve Sertliğini Artırmak
	15	Karabuğday, Börülce, Sarı Mercimek, Yulaf Unları	Yağ Oranını Azaltmak

Tablo 7 de ise incelenen tezlerdeki örneklere uygulanan analiz yöntemlerinden; duyu analizi, fiziksel ve kimyasal analiz, mikrobiyolojik analiz, istatistiksel analiz olmak üzere yapılan analiz sayıları ve bunların alt kategorilerindeki analiz yöntemleri ve sayıları belirtilmiş olup yüzde(%) oranları hesaplanmıştır. Buna göre duyu analizinde en fazla oranda örneklerin renk ve görünüşlerine (%67,86) bakılmış, kimyasal ve fiziksel analizde %71,43 le PH tayini yapılmış, mikrobiyolojik analizlerde %30,36 oranıyla bakteri sayımı yapılmış ve toplam tezlerin %73,21 inde ise istatistiksel analizler yapılmıştır.

Tablo 7: Dondurma ve sütlü buz örneklerine uygulanan analiz yöntemleri ve toplam tez sayısına oranları

Toplam Tez Sayısı (f=56)				
Analiz Yöntemleri				
Kategori	Tez Sayısı	Alt kategori	Tez Sayısı	Oran(%)
Duyusal Analiz	53	Ağızda erimeye direnç	4	7,14
		Tatlılık	6	10,71
		Sakızımsılık	6	10,71
		Pürüzlük	11	19,64
		Soğukluk	10	17,86
		Ağız dolgunluğu	11	19,64
		Koku	24	42,86
		Renk ve görünüş	38	67,86
		Lezzet	7	12,50
		Buzlanma	3	5,36
		Doku	2	3,57
		Yapı ve Kıvam	21	37,50
		tat	30	53,57
		Fiziksel ve Kimyasal Analizler	54	Reolojik Analiz
Antioksidan kapasitesi tayini	9			16,07
Viskozite tayini,	28			50,00
Ph tayini	40			71,43
Titrasyon asitliği analizi	32			57,14
Kuru madde tayini	37			66,07
kül analizi	16			28,57
Yağ asiti analizi	29			51,79

		Probiyotik bakteri sayımı	2	3,57
		Tekstür profil analizi	18	32,14
		Hacim artışı analizi	37	66,07
		İlk damlama- Tamamen erime süresi analizi	44	78,57
		Renk ölçümü	27	48,21
		Toplam Fenolik madde içeriği	11	19,64
		Protein tayini	24	42,86
		Şeker tayini	11	19,64
		Uçucu bileşen analizi	2	3,57
		C vitamini analizi	1	1,79
		Nem tayini	1	1,79
		Su Aktivitesi tayini	1	1,79
Mikrobiyolojik Analizler	8	Bakteri sayımı	17	30,36
		Maya ve küf sayımı	8	14,29
İstatistiksel Analizler	41		41	73,21

SONUÇ VE TARTIŞMA

Elde edilen bulgulara göre tez başlığında “Dondurma” ve “Sütlü Buz” kelimeleri geçen tez çalışmalarının içerisinde, en çok sayıda tez çalışması Harran Üniversitesi ve Erciyes Üniversitesinde yapılmış olup, toplam tezlerin %19,64’ i Harran Üniversitesinde yapıldığı görülmüştür. Toplam tezlerin yıllara göre incelemesi yapıldığında ise yüksek lisans tez çalışmasının %82,14 oranıyla, doktora tez çalışmasından daha fazla olduğu ve bu çalışmaların daha çok 2018, 2019, 2021 ve 2023 yıllarında yapıldığı tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında analizi yapılan tezlerin hangi illerde yapıldığı incelendiğinde; Şanlıurfa birinci sırada olmak üzere İstanbul ve Kayseri illerinde yapıldığı görülmektedir.

Dondurmayı fonksiyonel hale getirmek için kullanılan yöntemlerden en fazla incelenen ürün grubunun % 25,00 oranıyla probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotik dondurma çeşidi olduğu ve bunu % 17.86 oranıyla minarel maddeler açısından zenginleştirilmiş dondurmalar ve aynı oranla yağ ve/veya şeker içeriği azaltılmış dondurmalar takip etmiştir. Bu kategori içerisinde bulunan “diğer yöntemlerle fonksiyonel hale getirilmiş” dondurmalar ayrı bir şekilde incelendiğinde ise farklı salep çeşitleri ve salebe alternatif ürün kullanılması ile üretilen dondurmaların oranının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan tez çalışmalarının kullanılan hammaddelerin içerisinde en fazla kullanılan hammaddenin süt tozu(f=24) olduğu ve bunu süt, yağsız süt tozu, manda sütü ve süt- süt tozu, manda sütü ve süt- süt tozu karışımı takip ettiği görülmüştür. Hammadde olarak; bitkisel

sütlerin, manda sütünün ve keçi sütünün tez çalışmalarında incelenmesi oranının oldukça düşük olduğu görülmüştür.

Dondurma örneklerine yapılan analizler incelendiğinde ise fiziksel ve kimyasal analizler duyu analizi, mikrobiyolojik analiz ve istatistiksel analizler yapılmıştır. Duyusal analizler alt başlıklarıyla incelendiğinde toplam tezlerin %67,86 sına “renk ve görünüş” analizinin yapıldığı görülmüştür. Fiziksel ve kimyasal analizler alt başlıkları incelendiğinde, toplam tezlerin %71,43 üne “PH tayini” yapıldığı, mikrobiyolojik analizlerden bakteri sayımının toplam tezlerin %30,36 oranında yapıldığı, istatistiksel analizlerin ise %73,21 oranında yapıldığı tespit edilmiştir. İçerik analizi yapılan tez çalışmalarının neredeyse tamamında fiziksel, kimyasal analiz ve duyu analizi yapıldığı, mikrobiyolojik analizler ise 8 tezde olmak üzere çok az sayıda tezde analiz yöntemi olarak kullanılmıştır.

KAYNAKLAR

Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., Sihag, M. (2014). Flaxand flaxseed oil: An ancient medicine & modern functional food. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 1633-1653.

Temple, N.J. 2022. A rational definition for functional foods: A perspective. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1-4.

ANONİM, 2005. http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2005_45.html Türk Gıda Kodeksi, Dondurma Tebliği.

AYAR A., SIÇRAMAZ H., ÇOLAK D., YALÇIN B., TÜRKMEN M. - Ayvalı Sütlaç Dondurmasının Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri - Süt Dünyası. Sayı 62. 44-46

OR, F. Kahramanmaraş'ta Üretilen Maraş Usulü Dondurmaların Mikrobiyolojik Kalitelerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, 2009; 46.

Dığrak M., Tanış H., Bağcı E., Kırbağ S. Kahramanmaraş'ta Tüketime Sunulan Dondurmalarda Listeria, Salmonella, E. Colive K. Pneumoniae' nin Araştırılması. *Gıda*, 2000, 25 (5), 349-353.

Gönç. S., ve Enfiyeci, A. S., 1987. Dondurma Teknolojisinde Kullanılan Emülsifiye ve Stabilize edici maddeler, Fonksiyonları ve Kombinasyonları. *E. Ü. Ziraat Fak. Dergisi*, 24, 2, 209-221.

Türkmen, A., & Gürsoy, M. (2017). Fonksiyonel Dondurma: *Akademik Gıda* 15(4) (2017) 386-395

HAZIR YEMEK SEKTÖRÜNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR

PROBLEMS ENCOUNTERED IN THE CATERING SECTOR

Dr. Öğr. Üyesi Gülden KILIÇ

Alanya Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü,
Antalya/Türkiye.
Orcid: 0000-0001-6125-6219.

Rümeysa KÜYÜK

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir/Türkiye.
Orcid: 0009-0003-6048-3112.

Büşra ARSLAN

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir/Türkiye.
Orcid: 0009-0001-1267-4147.

Prof. Dr. İlkin YÜCEL ŞENGÜN

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir/Türkiye.
Orcid: 0000-0001-6940-2129.

ÖZET

Bu çalışma hazır yemek sektöründe karşılaşılan sorunların tespit edilmesi amacıyla planlanmıştır. Basit tesadüfi örnekleme yöntemine göre yapılan bu anket çalışması, hazır yemek sektöründe faaliyet gösteren 102 firmanın çalışanları ile yüz yüze/çevrimiçi görüşmeler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda, sektör açısından kamuya hizmet vermenin (%58,82) özel sektöre kıyasla daha zor olduğu ve bu alanda yapılan denetlenme/yaptırımların (%81,37) yetersiz olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca firmaların işletmelerde hijyen/sanitasyon uygulamaları sırasında en çok eğitimsiz personel nedeniyle (%65,69) zorluklar yaşadığı saptanmıştır. Diğer taraftan, firmaların depolamada en çok zorlandığı (%43,14) ve daha hızlı bozulma gördüğü (%44,12) ürün grubunun meyve/sebze bazlı ürünler olduğu ve bozulmanın daha çok uygun olmayan depolama koşulları nedeniyle ortaya çıktığı belirtilmiştir. Bununla birlikte, katılımcıların %73,53'üne göre çiğ ya da az pişmiş et ve et ürünlerinin gıda kaynaklı hastalıklar açısından en riskli ürün grubu olarak belirtilirken %46,08'ine göre gıda güvenliğine yönelik en büyük tehdidin kayıt dışı üretim olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, sektörde haksız rekabetin yüksek olduğu (%98,04) ve yüksek maliyet nedeniyle modern tesislerin kurulamadığı (%75,49) belirlenmiştir. Yürütülen bu çalışmada sonuçları, hazır yemek üretimi yapan firmalarda yaşanan zorlukların önüne geçilebilmesi adına, firmaların denetlenmesi, sektörün kalifiye işgücü açısından desteklenmesi, haksız rekabetin önüne geçilmesi ve tüketicilerin bilinçlendirilmesi gerektiği ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hazır yemek sektörü, Problemler, Toplu beslenme, Yemek hizmeti.

ABSTRACT

This study was planned to detect the problems encountered in the catering sector. This survey study which was conducted through a simple random sampling method, was performed by face-to-face/online interviews with employees of 102 companies operated in the catering sector. The results of the study revealed that it was more difficult to serve the public sector (58.82%) than the private sector and inspections/sanctions (81.37%) applied in these sectors were insufficient. It was also determined that companies had difficulties in providing hygiene/sanitation in the business due to mostly untrained personnel (65.69%). On the other hand, it was stated that the product group that companies had the most difficulty (43.14%) in storage and observed the faster deterioration (44.12%) was fruit/vegetable-based products, and the deterioration mostly occurred due to inappropriate storage conditions. However, according to 73.53% of the participants, raw or undercooked meat and meat products are the most risky groups in terms of foodborne diseases, while according to 46.08% of them, the biggest threat to food safety is unregistered production. It was also determined that unfair competition was high in the sector (98.04%) and that modern facilities could not be established due to high costs (75.49%). In this study, it was revealed that to prevent the difficulties experienced in producing ready-to-eat foods, companies should be inspected, the sector should be supported in terms of qualified labor force, unfair competition should be prevented and the awareness of the consumers should be raised.

Keywords: Ready-to-eat food, Problems, Mass Feeding, Food service.

GİRİŞ

Hazır yemek sektörü, yeme-içme ihtiyacını dışarıda karşılamak isteyen kişiler ve toplu tüketim yapılan işletmeler için tüketime hazır ürün sunulmasını amaçlayan bir sektör olarak tanımlanmaktadır (Acun, 2018). Yemek üretimi ve tüketimi önceleri daha çok evlerde yapılırken; seyahatler, kentleşme, sanayileşmenin artması ve gelişen teknoloji, yoğun çalışma koşulları, büyük şehirlerde yaşam ve değişen beslenme alışkanlıkları gibi nedenlerden dolayı ev dışına çıkmış ve bu durum hazır yemek sektörünün hızla büyümesine neden olmuştur (Disanto ve ark., 2020).

Hazır yemek hizmeti içerisinde menülerin planlanması, üretim için gerekli hammaddelerin alınması ve depolanması, yemeklerin pişirilip servis edilmesi ve atıkların uygun şekilde kaldırılması gibi aşamalar yer almaktadır (Ceyhun Sezgin ve Artık, 2015). Dolayısıyla insan sağlığını doğrudan etkileyen bir hizmet sunmaları nedeniyle, bu sektörün önemli görev ve sorumlulukları bulunmaktadır. Bu kapsamda sektör kalite ve hijyen standartlarında yemek sunmayı hedeflerken, tüketicilerin yeterli ve dengeli beslenmeleri için en uygun hizmeti belirli standartlar çerçevesinde müşteri memnuniyetini de sağlayarak gerçekleştirmeleri gerekmektedir (Sevinç, 2010). Ayrıca, sektör çalışanları verdikleri hizmet dolayısıyla toplum sağlığının korunması adına, özellikle yemeklerin hazırlanması ve servis aşamasında personel hijyeni ve mutfak hijyenine dikkat etmelidir (Kaya ve İlhan, 2018). Bu firmalarda kullanılan gıda, alet-ekipman veya yüzeylerde doğrudan temas halinde olan çalışanların hijyen/sanitasyon ve gıda güvenliği konularında bilgi sahibi olmaları adına gerekli eğitimleri almaları ve işletmelerinde uygulamaları gerekmektedir (Disanto ve ark., 2020).

Hazır yemek sektörüne yapılan yatırımın karşılığı genel olarak, ürün kalitesinde ortaya çıkan artışla gözlemlenebilmekte ve bu nedenle sektörün teknolojik açıdan gelişimi hızlı bir şekilde sağlanamamaktadır. Türkiye’de hazır yemek üretimi yapan firmaların büyük bir kısmının küçük ölçekli olması; modern tesis kurulumunu, hijyen ve sanitasyon standartlarına uygun ekipman alımını ve özellikle kalifiye işgücü çalıştırma durumunu zorlaştırmakta ve kalite kökenli rekabet sağlanamadığı için “fiyat” tek rekabet unsuru olarak görülmektedir. Bu rekabetin yanı sıra artan enflasyon da üretim ve hizmet kalitesini düşürebilmektedir (Kaya ve

İlhan, 2018). Dolayısıyla, tüm dünyada hızla büyüyen ve geniş istihdam imkânı olan bu sektörde karşılaşılan sorunların değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, hazır yemek sektöründe yaşanan sorunların ortaya konulması, bu sorunların çözülmesi adına önemli bir adımdır ve özellikle sektör çalışanlarına bir rehber olabileme niteliği taşımaktadır. Dolayısıyla yürütülen bu anket çalışmasında, hazır yemek sektöründe yaşanan mevcut sorunların, sektörde çalışan personellerle yapılan yüz yüze ve/veya çevrimiçi görüşmeler sonucunda elde edilen verilerle ortaya konulması ve bu sorunların çözülebilmesi adına bazı önerilerin sunulması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Örneklem

Bu anket çalışmasında, 2022 yılında Türkiye ve yurt dışında faaliyet gösteren toplam 102 adet hazır yemek üretimi yapan firma ile iletişime geçilmiş ve firma çalışanlarının (yönetici, müdür, gıda mühendisi ve mutfak çalışanları) görüşleri kullanılmıştır. Bu kapsamda, basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmış ve katılımcılar ile yüz yüze veya çevrimiçi görüşmeler yapılarak anket çalışması gerçekleştirilmiştir (Baltacı, 2018).

Anket Uygulama

Anketi uygulamadan önce katılımcı firmalara anket hakkında gerekli açıklamalar yapılmıştır. Anket çalışmasına katılım gönüllülük esasına dayanmaktadır. Katılımcıların sözel onayı alındıktan sonra anket uygulanmıştır.

Anket Verilerinin Elde Edilmesi

Araştırma materyalini, hazır yemek sektöründe görev alan personelle yüz yüze ve/veya çevrimiçi görüşmelerle yapılan anket çalışmalarından elde edilen orijinal veriler oluşturmuştur. Anket formu 63 sorudan oluşmaktadır. Bu kapsamda ilk 4 soruda katılımcıların cinsiyet, yaş, öğrenim düzeyi belirlenmiş ve demografik özellikleri saptanmıştır. Ardından, firma yapısı ile ilgili 6 soru; denetim ve kalite durumları ile ilgili 6 soru; üretim ve depolama sırasında karşılaşılan sorunlar ile ilgili 16 soru; tüketiciler ile ilgili 3 soru; kalifiye iş gücü bulma ve atıkların değerlendirilmesi ile ilgili 4 soru; menü planlaması, satın alma süreci ve tedarikçi seçimi ile ilgili 6 soru; firma ve sektörün genel sorunları ile ilgili 6 soru; son olarak pandemi döneminin sektörde yarattığı olumsuzluklar ile ilgili 6 soru sorulmuştur. Ankette yer alan bazı sorular çoktan seçmeli, bazıları ise katılımcıların kişisel fikirlerini öğrenebilmek adına klasik yapıda hazırlanmıştır.

Anket Verilerinin Değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 20 paket programı kullanılarak ki-kare (χ^2) testi ile $P < 0,05$ önem seviyesinde gerçekleştirilmiştir. Anket değerlendirmesinde verilen bazı yüzdelik oranlar, soruya yanıt veren toplam katılımcı sayısına göre değişmektedir. Bazı sorular bir önceki soruya verilen yanıtlara göre farklı sayıda katılımcı tarafından yanıtlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tüketicilerin Sosyo-Demografik Durumları

Anket çalışmasına katılan firma çalışanlarının cinsiyete göre dağılımlarına bakıldığında, çalışanların %55,88'sinin kadın, %44,12'sinin erkek olduğu, yaş grubu aralıklarının ise çoğunlukla (%56,86) 24-34 yaş aralığında olduğu görülmüştür. Eğitim düzeyi açısından incelendiğinde, katılımcıların büyük bir çoğunluğunun (%83,33) üniversite mezunu olduğu ve bu katılımcıların %45,10'unun gıda mühendisi, %33,33'ünün yönetici, %10,78'inin müdür, %10,78'inin ise mutfak çalışanı olarak görev yaptığı tespit edilmiştir (Tablo 1). Elde edilen bu sonuca göre, ilgili alanda uzman kişilerin çalışması sektör açısından olumlu olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların sosyo-demografik durumları

Gösterge	(%)
Cinsiyet	
Kadın	55.88
Erkek	44.12
Yaş grubu	
24-34	56.86
35-49	41.18
50 ve üzeri	1.96
Eğitim düzeyi	
İlköğretim	0.98
Ortaöğretim	-
Lise	7.84
Üniversite	83.33
Yüksek Lisans	7.84
Doktora	-
Firmadaki görev/Unvan	
Yönetici	33.33
Müdür	10.78
Gıda mühendisi	45.10
Mutfak çalışanı	10.78

Firmaların Sosyo-Demografik Durumları

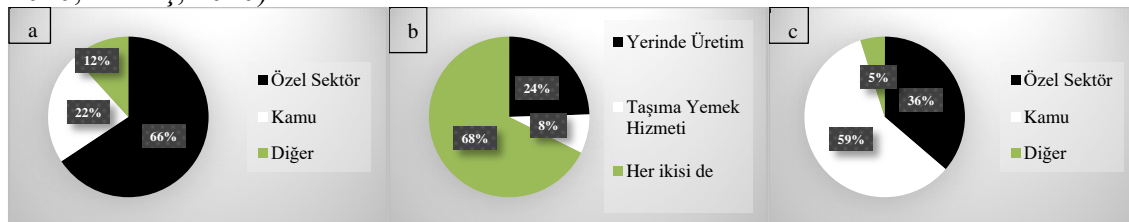
Anket çalışmasına katılan firma sahiplerinin eğitim düzeyine bakıldığında, çoğunluğunun üniversite (%68,63) mezunu olduğu görülmüş ve bu durum sektörün daha bilinçli kişiler tarafından yönetildiğini göstermiştir (Tablo 2). Ayrıca, ankete katılan firma yöneticilerinin %72,55'inin 8 yıl veya daha uzun süre yöneticilik deneyimine sahip olduğu, diğer katılımcıların ise %17,65'inin 5-8 yıllık, %7,84'ünün 3-5 yıllık ve %1,96'sının ise 1-3 yıllık yöneticilik deneyimine sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, ankete katılan firmaların %32,35'inin 10001-50000 arasında kişiye, %24,51'inin 5001-10000 arasında kişiye, %22,55'inin 1000-5000 arasında kişiye, %9,80'inin 50001-100000 arasında kişiye, %6,86'sının 1000'den daha az kişiye hizmet verdiği, %3,92'sinin ise 100000 ve daha fazla kişiye hazır yemek hizmeti verme kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Firmaların sosyo-demografik durumları

Gösterge	(%)
Firma sahibinin eğitim düzeyi	
İlköğretim	2.94
Ortaöğretim	1.96
Lise	19.61
Üniversite	68.63
Yüksek Lisans	4.90
Doktora	1.96
Yönetici tecrübesi	
1 yıl ve daha az	0
1-3 yıl	7.84
3-5 yıl	17.65
5-8 yıl	17.65
8 yıl ve üzeri	72.55
Firma kapasitesi	
< 1000	6.86
1000-5000	22.55
5001-10000	24.51
10001-50000	32.35
50001-100000	9.80
100000 ve üzeri	3.92

Sektörde Hizmet Verilen Kurumlar

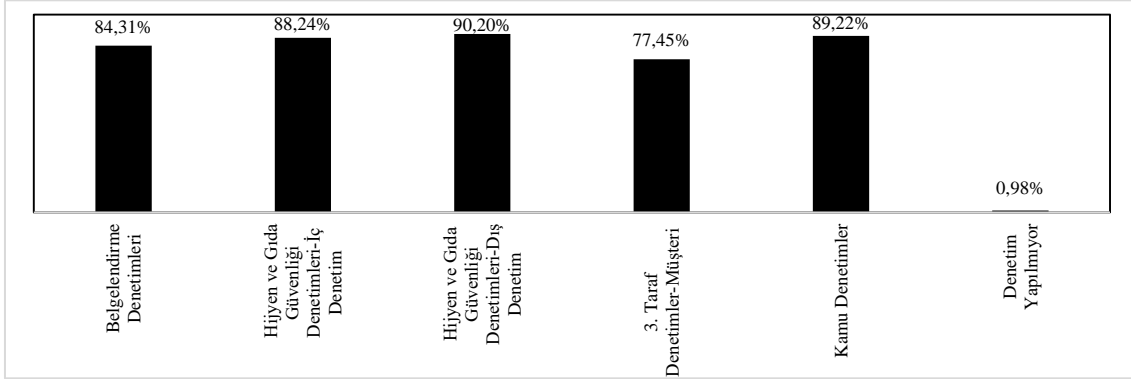
Ankete katılan firmaların çoğunluğunun (%65,69) fabrika ve banka gibi özel sektörlere, %22,55'inin ise hastane, okul, askeriye, cezaevi gibi kamu kurum ve kuruluşlarına hizmet verdiği görülmüştür (Şekil 1a). Katılımcıların %11,76'sı ise hem özel sektöre (çeşitli organizasyon tipi etkinlikler, şantiyeler vb.) hem de kamu kuruluşlarına hizmet veren firmalardır. Sektörde verilen hizmet türlerine bakıldığında ise, firmaların %67,65'si hem yerinde üretim hem de taşıma yemek hizmeti, %24,51'i sadece yerinde üretim hizmeti, %7,84'ü ise sadece taşınabilir yemek hizmeti vermektedir (Şekil 1b). Öte yandan, katılımcılara hangi sektöre hizmet vermenin daha zor olduğu sorulmuş ve katılımcıların %58,82'si kamu kurum ve kuruluşlarına, %36,27'si özel sektöre, %4,90'ı ise diğer yanıtını vermiştir (Şekil 1c). Elde edilen bu sonuçlara bakıldığında, anketi yanıtlayan firmaların büyük çoğunluğu özel sektöre hizmet vermesine karşın, firmalar kamuya hizmet vermenin daha zor olduğunu düşünmektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda, kamu kurumları için yapılan ihalelerde uygulanan standart ve koşulların, büyük sermayesi olmayan kurumların ihale almasını zorlaştırdığı, özellikle kamu kurumlarında yemek hizmetleri almak üzere yapılan ihalelerde anlaşmaların yıllık ve sabit fiyat üzerinden yapıldığı ve anlaşma süresince fiyat artırımına gidemeyen firmaların ekonomik açıdan zarara uğradığı bildirilmektedir (Karahasanoğlu, 2010; Sevinç, 2010).



Şekil 1. Sektörde hizmet verilen kurumlar (a), hizmet türleri (b) ve hizmet verilmesinde zorlanılan kurumlar (c)

Sektörde Yapılan Denetimler

Çalışmanın bu aşamasında sektörde yapılan denetimler incelenmiş ve katılımcıların %99,02'si senede en az 1 kez, %46,08'si ise senede birden fazla denetlendiğini belirtmiş ve bu denetimlerin büyük çoğunluğunun hijyen (%90,20) ve gıda güvenliği (%88,24) denetimleri olduğu ifade edilmiştir (Şekil 2). Bununla birlikte, incelenen katılımcılar içerisinde hiç denetim yapılmadığını belirtilen firmanın yapısı incelendiğinde, firma sahibinin üniversite mezunu olmadığı ve firmanın daha çok organizasyon tipi etkinliklere hazır yemek hizmeti verdiği görülmüştür. Dolayısıyla elde edilen bu sonuç, firma sahiplerinin eğitim düzeyleriyle firmalarda uygulanan denetimler arasında bir korelasyon olabileceğini göstermiştir ($P<0,05$).



Şekil 2. Sektörde denetlenme durumu

Öte yandan, firmaların %82,35'inin kalite denetim uzmanları ile çalıştıkları görülürken, kalite denetim uzmanı ile çalışmayan firmaların çoğunluğu uzman kişilerle çalışmanın maliyetli olduğunu ya da böyle kişilere ihtiyaçlarının olmadığını belirtmişlerdir. Bu kapsamda yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, hizmet verilen kurum çeşidi ve kalite denetim uzmanı ile çalışma durumu arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiş ($P<0,05$) ve kamu kurumlarına hizmet veren firmaların çoğunluğunun kalite denetim uzmanları ile çalıştığı ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, firma sahibinin eğitim seviyesi ve kalite denetim uzmanı ile çalışma durumu arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık olmadığı da belirlenmiştir ($P>0,05$). Anket kapsamında, ayrıca çoğu firmaya (%81,37) göre, kamu kurumları tarafından yapılan denetim ve yaptırımlar yetersiz olarak değerlendirilmiştir. Dolayısıyla, elde edilen tüm bu sonuçlar, yapılan yaptırımların yetersiz olması sebebiyle sorunların devam edebileceğini göstermiş ve bu kapsamda daha fazla denetim ve daha ağır yaptırımların uygulanması gerektiğini ortaya koymuştur.

Hazır Yemek Sektöründe Kullanılan Kalite Yönetim Sistemi Belgeleri

Hazır yemek sektöründe faaliyet gösteren firmaların, International Organization for Standardization (ISO) 9001 Kalite Yönetim Belgesi, Occupational Health and Safety Management Systems (OHSAS) 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Belgesi, ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi Belgesi, ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Belgelerini buldurmaları gerekmektedir (MEB, 2012). Yürütülen bu çalışma kapsamında da ankete katılan firmaların kalite yönetim sistemleri belgelerine sahip olma durumları incelenmiş ve firmaların büyük bir çoğunluğunun bu belgelere sahip olduğu, firmalardan %53,13'ünün ISO belgelerine, %21,88'inin ise ISO ve Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP) belgelerine sahip olduğu görülmüştür (Tablo 3). İstanbul'da hazır yemek üretimi yapan firmalar üzerine yapılan benzer bir çalışmada, çalışmaya katılan firmaların tamamında kalite belgelerinin en az bir tanesinin bulunduğu, bu firmaların %40'ının Gıda Güvenliği ve ISO 9000, %10'unun Gıda Güvenliği, ISO 9000 ve OHSAS 18001, %30'unun Gıda Güvenliği, ISO 9000, OHSAS 18001 ve Çevre Standardı, %20'sinin ise sadece ISO 9000'e sahip olduğu belirtilmiştir (Sevinç, 2010). Bununla birlikte, gıda üretimi yapan ve bu

hizmeti sunan firmaların en çok HACCP ve ISO 22000:2005 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemlerini kullandıkları bildirilmektedir (Sipahi ve Enginoğlu, 2013).

Tablo 3. Firmaların sahip oldukları belgeler

Kalite belgesine sahip olan firma sayısı	96 kişi
ISO belgeleri	51
ISO ve HACCP belgeleri	21
ISO, HACCP ve TSE belgeleri	9
Hangi belge olduğunu bilmeyenler	6
ISO ve TSE belgeleri	6
ISO ve BRC belgeleri	1
ISO, HACCP, TSE, GMP belgeleri	1
ISO, TSE, GMP belgeleri	1

Çalışma kapsamında kalite belgelerine sahip olmanın sağladığı avantajlarla ilgili olarak katılımcıların kişisel fikirleri incelenmiş ve katılımcıların %51'i kalite belgelerinin gıda güvenliğini sağlamada ve piyasada güvenilir bir marka imajı oluşturulmasında avantaj sağladığını, böylece müşteri açısından tercih edilebilirliklerinin arttığını, %31,62'si ise işletmede üretimlerin sistematik bir şekilde gerçekleşmesi ve standardizasyonu sağlamada etkili olduğunu ifade etmiştir. Diğer katılımcılar, süreç boyunca verilerin kayıt altına alınmasından dolayı izlenebilirlik ve ihale gerekliliklerinin yerine getirilmesini sağlamak gibi avantajları sağladığını belirtirken, katılımcıların %4,08'i kalite belgelerine sahip olmanın hiçbir avantajının olmadığını ifade etmiştir.

Sektörde Gıda Güvenliği ve HACCP Uygulamalarının Etkinliği

HACCP sistemi, üretim proseslerinde kalite kontrolü uygulamalarını sağlamaktadır. Gıda sektöründe tüketici sağlığını korumak adına gıda güvenliği ile ilgili her türlü tehlikeyi azaltmayı ve meydana gelebilecek tüm bu tehlikeleri kontrol altına almayı hedeflemektedir (Onurlubaş ve Gürler, 2015). Yapılan bu çalışma kapsamında da katılımcıların büyük bir çoğunluğu (%95,10) firmalarında gıda güvenliği ve HACCP uygulamalarının etkin bir şekilde uygulandığını belirtmiştir. Firmaların %4,90'ı ise gıda güvenliği ve HACCP uygulamaları maliyetli olduğundan etkin şekilde uygulanmadığını ifade etmiştir. Bununla birlikte, çoğu katılımcı kendi üretim tesislerinde çapraz kontaminasyonu önlemek adına alet ekipmanların renk kodları ile ayrılması, çiğ ve pişmiş gıdaların ayrı alanlarda hazırlanıp depolanması, akış planının ayarlanması ve düzenli hijyen uygulamaları gibi işlemleri yaptıklarını belirtmiştir. Bu yönde yapılan farklı bir çalışmada ise, gıda sektöründe gıda güvenliği ve HACCP uygulamalarının yetersiz olduğu ve bu yönde sektör çalışanlarına düzenli eğitimlerin verilmesi gerektiği bildirilmiştir (Türksoy ve Altığne, 2008). Daha önce yapılan bu çalışmaların aksine yapmış olduğumuz çalışmadan elde edilen sonuçlar, hazır yemek üretimi yapan firmaların büyük bir çoğunluğunun gıda güvenliği ve HACCP uygulamalarının yeterli olduğunu göstermiştir.

Sektör Çalışanlarının Gıda Güvenliği Konusundaki Bilgi Düzeyleri

İnsanların kaliteli ve sağlıklı bir yaşam sürdürebilmeleri için güvenli ve tüketime uygun gıdaları, yeterli ve dengeli miktarda tüketmeleri gerekmektedir. Gıda güvenliği; gıda kaynaklı hastalıklara neden olan biyolojik, fiziksel ve kimyasal tehlikeleri önleyecek şekilde, gıdaların satın alınması, işlenmesi, hazırlanması, depolanması ve/veya servis edilmesini içeren bilimsel bir döngü olarak tanımlanırken, güvenli gıda her türlü bozulma ve bulaşmaya neden olabilecek etkenleri önleyerek tüketime uygun hale getirilmiş gıda olarak tanımlanmaktadır (Fujisaki ve ark., 2019; Disanto ve ark., 2020). Bu kapsamda, gıda üretimi ve/veya tüketimi sırasında ortaya çıkabilecek güvenlik risklerinin başarılı bir şekilde tespiti, öncelikle bilinçli

üretici/tüketici ve buna bağlı olarak da gıda güvenliği konusunda etkili stratejilerle sağlanabilmektedir (Ekşi ve İşçi, 2012). Buna ek olarak, gıda güvenliği özellikle gıda işletmelerinde objektif ve uygun bilimsel/güvenli denetimlerle sürdürülmelidir (Fujisaki ve ark., 2019). Dolayısıyla, hazır yemek sektörü çalışanlarının da bu konudaki bilgi düzeylerinin yüksek olması beklenmektedir. Bu kapsamda, ankete katılan firma çalışanlarının (%96,08) gıda güvenliği konusunda bilgili oldukları görülmüş ve katılımcıların büyük bir çoğunluğunun (%97.06) kendi çalışanlarına gıda güvenliği konusunda eğitim verdikleri belirtilmiştir. Elde edilen bu sonuç, sektör çalışanlarının daha bilinçli olduğunu göstermekle birlikte, tüketici sağlığı açısından da olumlu olarak görülmüştür.

Şanlıurfa'da hazır yemek firmalarının sorunları üzerine yapılan bir çalışmada katılımcıların çoğunluğunun (%72) gıda güvenliği ve hijyene önem verdiği ortaya çıkmıştır (Kaya ve ark., 2015). Tekirdağ ilinde yapılan bir çalışmada ise hazır yemek sektöründe çalışanların gıda güvenliği ve hijyen konusundaki bilgi düzeyleri yeterli görülmüş, ancak çalışanlar gıda güvenliği konusunda bilgi sahibi olsalar da uygulama aşamasında eksiklikler yaşandığı ve bu doğrultuda çalışanlara belirli aralıklarla hijyen eğitimi verilmesi gerektiği bildirilmiştir (Ünsal ve Coşkun, 2020). Al-Shabib ve ark. (2016) yaptıkları bir çalışmada, gıda sektörü çalışanlarının gıda güvenliği konusunda bilgi, tutum ve uygulamaları değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlarda çalışanların gıda güvenliği ile ilgili bilgi düzeyi ve davranışları tatmin edici bulunurken, hijyen, zaman ve sıcaklık kontrolü gibi konularda yetersiz oldukları görülmüş ve bilgilerini güçlendirmek adına bu yönde periyodik olarak eğitimler verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Yapılan bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, hazır yemek sektörü çalışanlarının gıda güvenliği konusunda genel olarak bilgi sahibi olduğu, ancak bu konu ile ilgili belirli aralıklarla eğitim almaları gerektiği sonucuna varılmıştır.

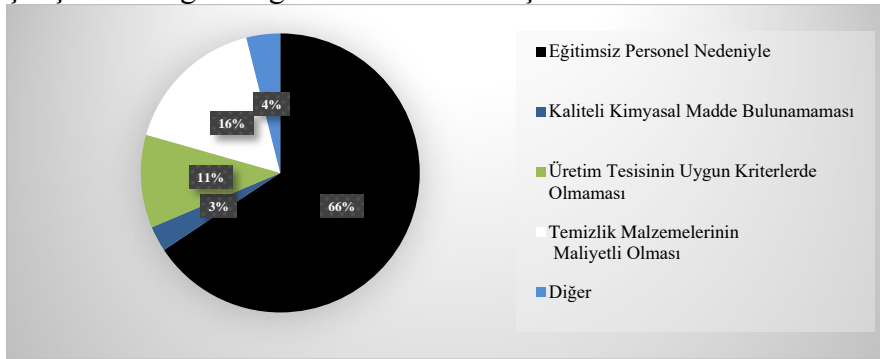
Sektör Çalışanlarının İş Sağlığı ve Güvenliği Konusundaki Bilgi Düzeyleri

İş sağlığı ve güvenliği kavramı henüz bir tehlike ile karşılaşmadan önce, işletmede oluşabilecek risk ve tehlikelerin önlenmesi ya da kabul edilebilir düzeye indirilmesi aşamalarını içermektedir (Bayraktaroğlu ve ark., 2018). İş sağlığı ve güvenliğine ilişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'ne göre yemek hizmeti verilen işletmeler az tehlikeli sınıfta yer almakta, ancak bu işletmelerde kesilme, yanma, kayma ya da takılma sonucunda düşme, kimyasallara maruz kalma gibi birçok riskin olduğu da belirtilmektedir (Kaya ve İlhan, 2018). Yapılan bu çalışmada da hazır yemek üretimi yapan firmalarda çalışan personellerin iş sağlığı ve güvenliği konusundaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ankete katılan firmaların büyük çoğunluğu (%94,12) iş sağlığı ve güvenliği konusunda kendi çalışanlarının yeterli bilgiye sahip olduğunu ve yine katılımcıların büyük bir çoğunluğu (%98,04), çalışanlarına iş sağlığı ve güvenliği konusunda eğitimler verdiklerini belirtmiştir. Ankara ilinde hazır yemek üretimi yapan 8 firmanın çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği hakkındaki bilgi düzeylerinin belirlendiği bir çalışmada, katılımcıların %43,1'inin bilgi düzeyinin orta, %33,1'inin iyi, %12,5'inin zayıf, %9,4'ünün çok iyi ve %1,9'unun ise çok zayıf olduğu bildirilmiştir. Bilgi düzeyleri açısından çok zayıf ve zayıf olanlar yetersiz; orta, iyi ve çok iyi derecesine sahip olanlar ise yeterli kabul edilmiştir. Buna göre katılımcıların %86'sının bilgi düzeyinin yeterli olduğu bildirilmiştir (Gezgel ve Dikici, 2021). Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, genel olarak hazır yemek sektörü çalışanlarının büyük bir kısmının iş sağlığı ve güvenliği konusunda yeterli bilgi düzeyine sahip olduğu görülmektedir.

Hazır Yemek Sektöründe Hijyen ve Sanitasyon Uygulamaları

İşletmelerde sağlıklı ve hijyenik koşulların sürdürülebilirliği uygulanan temizlik programına bağlı olsa da, temizlik tek başına hijyen ve sanitasyonu sağlamak için yeterli bir uygulama olmayıp özellikle üretim alanlarında uygun dezenfektanların kullanılması ve personel hijyenine dikkat edilmesi gerekmektedir (Marriott ve ark., 2018). Çalışma kapsamında, hazır

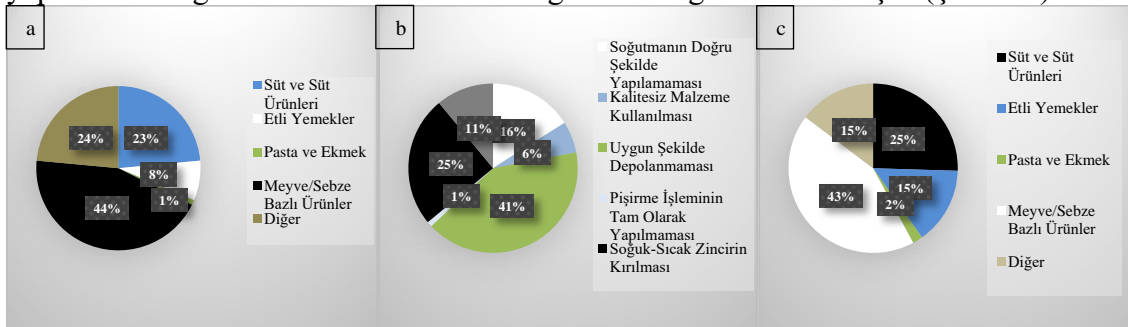
yemek sektöründe yer alan firmaların hijyen ve sanitasyonu sağlamada en çok (%65,69) eğitimsiz personel nedeniyle zorlandıkları görülmüş, ayrıca temizlik malzemelerinin maliyetli olması (%16,67), üretim tesisinin uygun kriterde olmaması (%10,78) ve kaliteli kimyasal madde bulunamaması (%2,94) gibi unsurlar nedeniyle de hijyen ve sanitasyonu sağlamada zorlandıkları ifade edilmiştir (Şekil 3). Bu kapsamda, daha önce yapılan benzer bir çalışmada, hazır yemek üretimi yapan işletmelerde hijyen ve sanitasyon konusunda eğitilmiş personelin önemli olduğu ve işletme personeline uzman kişi ya da kuruluşlar tarafından belirli aralıklarla eğitimler verilmesi gerektiği bildirilmiştir (Sevinç, 2010). Başka bir çalışmada, Ankara’da hazır yemek üretimi yapan firmalarda çalışan personellerin eğitim seviyesi ile hijyen uygulamaları arasında pozitif bir korelasyon olduğu gözlenmiş ve mutfak ve ekipman hijyeni konusunda yapılan değerlendirmede en yüksek notları alan personellerin üniversite mezunu oldukları ortaya çıkmıştır (Çakıroğlu ve Uçar, 2008). Yapılan tüm bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, gıda üretimi yapan işletmelerde hijyen ve sanitasyonun sağlanmasının eğitim düzeyi ile ilişkili olduğu ve bu bağlamda işletmelerde daha fazla eğitilmiş personel çalıştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 3. Firmaların üretim tesisinde hijyen ve sanitasyonu sağlarken en çok zorlandıkları durumlar

Üretim ve/veya Depolama Sırasında Zorlanılan Ürün Grupları

Gıdaların mikrobiyal kontaminasyonu ve oksidasyonu, işleme, depolama, nakliye ve satış aşamalarında gıda bozulmalarının iki ana nedenidir (Sun ve ark., 2022). Yapılan bu çalışma kapsamında, hazır yemek üretimi yapan firmaların en çok bozulma gördükleri ürün grupları incelenmiş ve firmaların %44,12’si meyve/sebze bazlı ürünlerde, %23,53’ü süt ve süt ürünlerinde, %7,84’ü et ürünlerinde, %0,98’i ise pasta ve ekmek gibi ürünlerde daha çok bozulma gördükleri ortaya çıkmıştır (Şekil 4a). Bozulma etmenini katılımcıların %40,20’si gıdaların uygun şekilde depolanmaması, %24,51’i soğuk-sıcak zincirinin kırılması ve %15,69’u soğutmanın doğru şekilde yapılamaması olarak belirtmiş, ayrıca kalitesiz malzeme kullanımı ve çiğ olarak tüketilmemesi gereken ürünlerde pişirme işleminin tam olarak yapılamaması gibi nedenlerle de bozulma görülebildiği ifade edilmiştir (Şekil 4b).

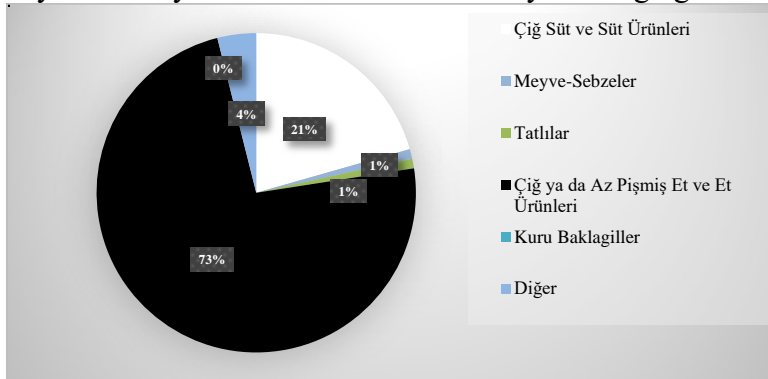


Şekil 4. Firmaların en çok bozulma yaşadıkları ürün grupları (a), gıda bozulmalarının nedenleri (b) ve üretim ve/veya depolama sırasında zorlanılan ürün grupları (c)

Diğer taraftan, katılımcı firmaların üretim ve/veya depolama sırasında zorlandıkları ürün grupları incelendiğinde, firmaların %43,14'ü meyve/sebze bazlı ürünleri, %25,49'u süt ve süt ürünlerini, %14,71'i et ürünlerini ve %1,96'sı pasta ve ekmek gibi ürünleri depolamada zorlandıkları görülmüştür (Şekil 4c). Bu kapsamda firmaların özellikle meyve/sebze bazlı ürünlerin fazla miktarda alınması ve süt ve/veya et bazlı ürünlerin ise mikrobiyal açıdan riskli ürün grupları olması nedeniyle depolama aşamasında zorlandıkları görülmüş, pasta ve ekmek gibi ürün gruplarında ise özellikle pastanın şeklinin korunması gerektiği için zorlandıkları ifade edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, hazır yemek sektöründe gıda bozulmalarını engellemek adına her bir ürün grubunun yeterli miktarda alınmasının yapılması ve üretimin uygun işleme, taşıma ve depolama koşullarında yapılması gerektiğini göstermiştir.

Firmalarda Yaşanan Gıda Kaynaklı Hastalıklar

Gıda kaynaklı hastalıklar tüm dünyayı etkileyen sağlık sorunlarından biridir. Genel olarak, bir gıdanın üretimi sırasında meydana gelen herhangi bir mikrobiyal bulaşma, o gıdanın mikrobiyolojik kalite ve güvenliğini etkilemekte ve buna bağlı olarak gıda kaynaklı hastalıkların oluşmasına neden olabilmektedir (Dayı ve Beyhan, 2020). Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) ve Gıda Tarım Örgütü (FAO) Besin Güvenliği Uzman Komitesi'nin Avrupa ülkelerinde yaptığı bir çalışmada, gıda kaynaklı hastalıkların %42'si evlerde, %19'u restoran, otel ve barlarda, %3'ü ise hastanelerde görüldüğü bildirilmiştir (FAO/WHO, 2002). Bu kapsamda hazır yemek sektörü, gıda kaynaklı hastalıklarla karşılaşma açısından riskli sektörler arasında yer almaktadır. Yaptığımız bu çalışma kapsamında da hazır yemek üretimi yapan firmaların gıda kaynaklı hastalıklarla karşılaşma durumları incelenmiş ve katılımcı firmaların %88,24'ü gıda kaynaklı hastalıkla karşılaşmadıklarını belirtmiştir. Bununla birlikte, firmaların gıda kaynaklı hastalık açısından riskli gördükleri ürün grupları ile ilgili olarak, katılımcıların büyük bir çoğunluğu (%73,53) çiğ ya da az pişmiş et ve et ürünlerinin, %20,59'u çiğ süt ve süt ürünlerinin, %0,98'i meyve ve sebzelerin ve %0,98'i tatlıların riskli grup olduğunu belirtmiştir (Şekil 5). Sevinç (2010) yaptığı araştırmada, hazır yemek sektöründe faaliyet gösteren firmalarda gıda kaynaklı hastalıklara neden olan ürün grupları incelemiştir. Katılımcıların %72'si en çok beyaz etli ürünlerin hastalığa neden olduğunu belirtmiş, bu oranı sırasıyla süt ve süt ürünleri (%24), pasta/ekmek (%2) ve kırmızı et ürünlerinin (%2) takip ettiği bildirilmiştir. Yapılan tüm bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi'nin (Centers for Disease Control and Prevention, CDC) raporunda da belirtildiği gibi gıda kaynaklı hastalık vakalarında hayvansal kaynaklı ürünlerin önemli bir yer tuttuğu görülmektedir (CDC, 2015).



Şekil 5. Firmaların gıda kaynaklı hastalık açısından riskli görülen ürün grupları

Çalışma kapsamında ayrıca, firma sahibinin eğitim düzeyi ile firmada gıda kaynaklı hastalık görülme durumunun istatistiksel açıdan ilişkili olup olmadığı da değerlendirilmiş, ancak eğitim durumu ile hastalık görülme durumu arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir ($P > 0,05$). Ayrıca, ankete katılan firmalarda gıda güvenliği ve HACCP uygulamalarının etkin bir şekilde uygulanma durumu ile firmada gıda kaynaklı

hastalık görülme durumu arasında da istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür ($P>0,05$). Bununla birlikte, firmaların gıda kaynaklı hastalıklarla karşılaşma sıklığı incelendiğinde, bu hastalıklara sık rastlanılmadığı ve mevsimsel olarak özellikle yaz aylarında görüldüğü belirtilmiştir. Yaz aylarında artan hava sıcaklıkları nedeniyle gıda ürünlerinin depolanması sırasında soğuk zincirin kırılabildiği ve buna bağlı olarak gıda bozulmalarının ve gıda kaynaklı hastalıkların daha fazla yaşanabildiği ifade edilmiştir. Diğer taraftan, firmaların gıda kaynaklı hastalıklarla karşılaşabilme durumunda uyguladıkları eylem planlarına bakıldığında, katılımcıların %45,10'u numune analizi yapıldığını ve %31,37'si acil durum eylem planına sahip olduklarını, diğer firmalar ise sorunun kaynağının bulunması, kritik kontrol noktalarının incelenmesi, üretimden depolamaya kadar geçen sürecin kontrolü gibi uygulamaları gerçekleştirdiklerini ifade etmiştir. Sonuç olarak, hazır yemek sektöründe gıda kaynaklı hastalıkları önlemek adına, gıdaların pişirilmesi aşamasından önce ayıklama, çözdürme, yıkama, doğrama, şekil verme gibi tüm hazırlık süreçlerinde oluşabilecek tehlikelerin engellenmesi için ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi standardının uygulanması gerekmektedir. Hazırlık, pişirme ve servis aşamalarında çalışanlar kişisel hijyen kurallarına uymalı, çiğ ve pişmiş gıdalar ayrı yerlerde saklanmalı, personeller çapraz bulaşma durumunu bilmeli ve bu bilinçle gerekli önlemleri almalıdır. İşletmede kullanılan su, gıda güvenliğine uygun olup mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel risk barındırmamalı ve periyodik olarak gerekli analizler yapılmalıdır (Garayoa ve ark., 2011).

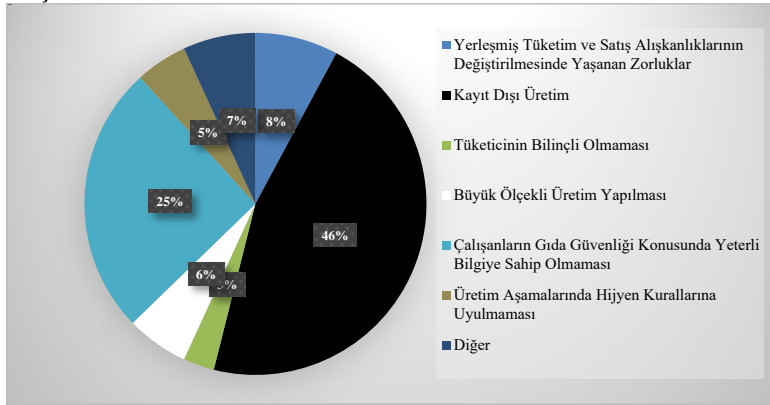
Hazır Yemek Sektöründe Üretilen Yemeklerin Kontrolü

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Resmi Numune Alma Prosedürü'ne göre hazır yemek üretimi yapan firmalar toplu tüketime sunduğu her bir yemek çeşidinden örnek almalı ve alınan her bir örneği 72 saat uygun koşullarda saklamalıdır. İşletme tarafından şahit numune alınmaması durumunda 5996 sayılı Kanun'un 24'üncü maddesine göre izlenebilirliğin sağlanamaması nedeniyle Kanunun 40'ıncı maddesinin (i) bendine göre yasal işlem uygulanmaktadır. Gıda zehirlenmesi ile karşılaşma durumunda ise gıda mevzuatına göre uygunluk analizleri yapılamaması ve izlenebilirliğin sağlanamamasına ek olarak Türk Ceza Kanunu'nun 185 ve 186'ncı maddelerine göre yasal işlem yapılmak üzere, işletmenin teknik ve hijyenik koşulları detaylı olarak incelemeye alınabilmektedir (GTHB, 2022). Bu kapsamda, yapılan bu çalışmada da ankete katılan firmalara olası risklere karşı yemek ve/veya su analizlerini yaptırıp yaptırmadıkları sorulmuş ve firmaların büyük bir çoğunluğu (%94,12) yemek ve/veya su analizlerini yaptırdığını ve bu analizleri yaptırma sıklığının, firmaların %57,84'üne göre 3 ayda bir, %23,53'üne göre yılda bir, %18,63'üne göre ise ayda bir olduğu belirtilmiştir. Diğer firmalar ise daha önce herhangi bir sorun yaşamamaları, işletmede yeterli ekipman bulunmaması ve/veya analiz yaptırma durumunun zorunlu olmaması gibi nedenlerden dolayı analiz yaptırmadıklarını belirtmiştir. Ayrıca ankete katılan firmalar içerisinde yemek ve/veya su analizi yaptıran firmalara, yaptırdıkları analizlerin sonucunda elde edilen verilerin standartlara uygunluk göstermemesi durumunda ne gibi önlemler aldıkları da sorulmuş, katılımcıların 25'i tanesi sorunun kaynağını bulmaya çalıştıklarını, 10'u personeli uyardıklarını, 7'si detaylı numune analizi yaptıklarını, 3'ü uygunsuzluğun nereden kaynaklandığını belirlemek üzere kök neden analizi yaptıklarını ifade etmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, hazır yemek sektörü firmalarının analiz yaptırma konusunda daha fazla bilinçlendirilmesi gerektiğini göstermiştir.

Hazır Yemek Sektöründe Gıda Güvenliğine Yönelik Tehditler

Gıda güvenliğine yönelik tehditler genel olarak; yerleşmiş tüketim alışkanlıkları, satış alışkanlıklarının değiştirilmesine yönelik zorluklar, kayıt dışı üretim, işletmelerin küçük ölçekli olması, gıda güvenilirliği hakkında bilgi eksikliği/kirliliği ve buna bağlı olarak ortaya çıkan güvensizlikler ve üretim sırasında uygulanan hijyenin yetersizliğidir (GTHB, 2013). Yapılan bu çalışma kapsamında da, hazır yemek sektöründe gıda güvenliğine yönelik en büyük tehdit, firmaların %46,08'ine göre kayıt dışı üretim, %25,49'una göre çalışanların gıda

güvenliği konusunda yeterli bilgiye sahip olmaması, %7,84'üne göre yerleşmiş tüketim ve satış alışkanlıklarının değiştirilmesinde yaşanan zorluklar, %5,88'ine göre büyük ölçekli üretim yapılması, %4,90'ına göre üretim aşamalarında hijyen kurallarına uyulmaması ve %2,94'üne göre ise tüketicinin bilinçli olmamasıdır (Şekil 6). Bununla birlikte, çalışanlara gıda güvenliği ve hijyen konularında eğitimler verilmesine rağmen, eğitim düzeyi düşük personelin hijyen kurallarını uygulama konusunda yeterli hassasiyeti göstermemesi de gıda güvenliğine yönelik bir tehdit olarak sayılmaktadır. Elde edilen bu sonuçlara bakıldığında, gıda güvenliğine yönelik en büyük tehdidi kayıt dışı üretim ve çalışanların bilinçsiz yaklaşımları oluşturmaktadır. Bu kapsamda, sektörde kayıt dışı üretimin önlenmesi adına yetkili mercilerce denetim ve yaptırım uygulanması ve ayrıca firma çalışanlarına belirli periyotlarda hijyen ve gıda güvenliği konularında eğitim verilmesi, gerekli denetimlerin yapılması ve uygunsuz davranış olması durumunda ise yaptırım uygulanması gerektiği düşünülmektedir.



Şekil 6. Hazır yemek sektöründe gıda güvenliğine yönelik görülen tehditler

Hazır Yemek Sektörü Personelinin Sağlık Kontrolleri

Yemek firmaları son zamanlarda bulaşıcı hastalıkların önemli bir kaynağı olarak görülmektedir. Gıda ile ilgili hizmet veren kuruluşlarda çalışanlara hijyen eğitimi ile düzenli portör muayenelerinin yapılması halkın gıda kaynaklı hastalıklardan korunmasında önemli role sahiptir (Toktaş ve Ceylan, 2020). Bu çalışma kapsamında da hazır yemek sektöründe çalışan personelin sağlık kontrollerinin yaptırılması durumu incelenmiştir. Katılımcıların %63,73'ü aşçı ve mutfak çalışanlarının sağlık kontrollerini 6 ayda bir, %23,53'ü 3 ayda bir, %12,75'i ise yılda bir defa yaptırdığını belirtmiştir. Bununla birlikte, çalışma kapsamında firma sahibinin eğitim durumu ile mutfak çalışanlarının sağlık kontrollerini yaptırma sıklığı arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğu da belirlenmiştir ($P<0,05$). Dolayısıyla, bu konuda eğitim düzeyi yüksek kişilerin daha bilinçli davranış gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Yapılan bir çalışmada ülkemizin Malatya ilinde faaliyet gösteren gıda sektöründe çalışan personellerde saptanan parazit oranlarının en az %23 olduğu bildirilmiş ve bu kapsamda gıda çalışanlarına hijyen eğitiminin uygulanması aşamasında yaşanabilecek eksiklikler veya ortaya çıkabilecek riskler nedeniyle portör muayenelerinin düzenli olarak yapılması ve bulaşıcı hastalık olması durumunda gerekli önlemlerin alınması gerektiği belirtilmiştir (Aycan ve ark., 2008).

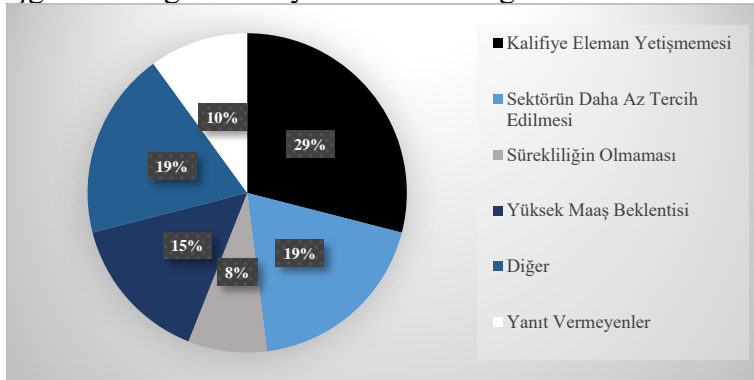
Firmaların Tüketici Bilinçlendirme Konusundaki Durumları

Tüketicilerin bilinçlendirilmesi kriterlere uygun ürün üretilebilmesi açısından önemlidir. Tüketici durumları incelendiğinde, ekonomik açıdan iyi durumda olan tüketicilerin öncelikli hedefi çoğunlukla kaliteli ve hijyenik bir yemek hizmeti almak olduğundan, bu tüketicilerin sayısı özellikle ekonomik açıdan daha iyi olan bölgelerde daha fazladır. Yapılan bu çalışma kapsamında da firmalara, kendi müşterilerinin hazır yemek hizmeti alırken en çok önem verdikleri hususların ne olduğu sorulmuş ve katılımcıların %39,22'si fiyata, %20,59'u

kaliteye, %20,59'u hijyene ve %19,61'i ise lezzete önem verdiklerini belirtmiştir. Elde edilen bu sonuca bakıldığında, kalite ve hijyenin ön planda olması gereken tercihlerde müşterilerin bilinçlendirilmesi ve sektörde ucuza üretim yaparak kaliteden ödün veren firmaların önüne geçilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, katılımcıların %53,92'si tüketicileri bilinçlendirmek adına bazı çalışmalar yaptıklarını belirtmiş ve bu katılımcıların 33 tanesi sosyal medya aracılığı ile yaptıkları paylaşımlarla tüketicileri bilinçlendirme çabasında olduklarını iletmiştir. Çalışma kapsamında ayrıca firmalara, tüketicilerin bilinçlendirilmesinin hangi kurum ve kuruluşlar tarafından yapılması gerektiği de sorulmuş, katılımcıların büyük çoğunluğu (%80,39) bunun devletin yapması gerektiğini, %13,73'ü sivil toplum örgütlerinin ve %5,88'i ise sağlıkçıların yapması gerektiğini belirtmiştir.

Sektörde Kalifiye İşgücü

Kalifiye işgücü, güçlü ve istikrarlı iş ve çalışma ortamı için sahip olunması gereken bir yapıdır. Rekabet gücü açısından da önemli olan kalifiye işgücünün kalitesini, firmalar daha da arttırmalı ve kalifiye işgücünü etkin bir şekilde kullanmalıdır (Atiker, 2015). Yapılan bu anket çalışması kapsamında da katılımcılara yöneltilen "Firmanız kalifiye işgücü bulmakta zorlanıyor mu?" sorusuna, katılımcıların %51,96'sı zorlanmadıklarını ifade etmiştir. Buna bağlı olarak, kalifiye işgücü bulmakta zorlanan firmalara bu durumun nedeni sorulduğunda ise, katılımcıların %29,17'si sektörde kalifiye eleman yetişmemesi, %18,75'i sektörün daha az tercih edilmesi, %14,58'i yüksek maaş beklentisi, %8,33'ü sürekliliğin olmaması ve %18,75'i diğer (eğitim kalitesinin düşmesi ve personelin iş beğenmemesi gibi) şeklinde ifade etmiştir (Şekil 7). Şanlıurfa'da hazır yemek sektörleriyle yapılan benzer bir çalışmada firmalar tarafından istihdam edilen kalifiye işgücünün sektörde uzun süreli çalışmaması ve işten ayrılmaları nedeniyle hazır yemek sektöründe (%36) kalifiye işgücü yetersizliğinin bir sorun olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Kaya ve ark., 2015). Elde edilen bu sonuçlar, hazır yemek sektöründe bulunan firmaların yarısına yakınının (>%35) kalifiye işgücü bulma sorunu yaşadığını göstermektedir. Bu kapsamda sektörde çalışma potansiyeli bulunan kalifiye işgücünün ilgili alana yönlendirilmesi gerekmektedir.



Şekil 7. Firmaların kalifiye işgücü bulamama nedenleri

Üretimde Standardizasyonun Sağlanması

Hazır yemek sektöründe faaliyet gösteren firmalar, miktar ve kalite açısından en uygun ürünü elde etmek ve müşteri memnuniyetini sağlayabilmek için standart ürün üretmek durumundadır. Standart üretimi sağlayabilmek ise menü planlamasının düzgün yapılması, standart reçetelerin kullanımı ve standart porsiyonlu yemek üretimi gibi uygulamalar ile mümkün olabilmektedir. Bu uygulamalar gıda sektöründe aynı kalite ve lezzette ürün üretimine katkıda bulunurken işletmenin maliyet kontrolünü de kolaylaştırmaktadır (Çam, 2009). Yapılan bu çalışma kapsamında da firmaların üretimde standardı sağlayabilme durumları incelenmiş ve katılımcıların %88,24'ü standart reçeteye sahip olmaları veya deneyimli personellerle uyumlu bir ekip çalışması içerisinde olmaları nedeniyle standardizasyonu sağlayabildiklerini ifade etmiştir. Öte yandan, standardizasyonu

sağlayamayan firmalarda, sürekli olarak personel değişiminin yaşanması ve ekip içerisinde yaşanan anlaşmazlıklar sebebiyle standardizasyonun sağlanamadığı görülmüştür. Yapılan başka bir çalışmada, hazır yemek üretimi yapan firmaların, üretim için reçeteler hazırlayarak ve üretim de kullandıkları hammaddelerin standart olmasına dikkat ederek standardizasyonu sağlamaya çalıştıkları tespit edilmiştir (Kaya ve İlhan, 2018). Elde edilen bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, her bir gıda ürünü için standart reçete tanımlanması ve düzenli ekip çalışmasıyla üretimde standardizasyonun sağlanabileceği ortaya konulmuştur.

Sektörde Atık Değerlendirme Çalışmaları

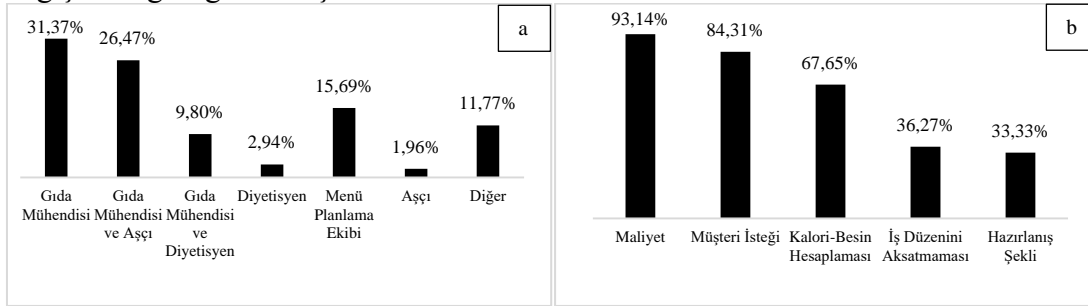
Sürdürülebilir bir dünya için atık yönetimi çok önemlidir. Bu kapsamda ülkemizde de Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı hazırlanmış ve “Sıfır Atık Projesi” başlatılmıştır (ÇŞB, 2017). Sıfır Atık; atık oluşumunun önlenmesini, atık oluşumuna neden olan faktörlerin kontrol altına alınmasını, kaynakların daha verimli kullanılmasını, sürdürülebilir ürünlerin tercih edilmesini, oluşabilecek atıkların en aza indirilmesini ve bu atıkların geri dönüştürülmesini temel alan bir felsefedir (ÇŞB, 2018). Sıfır atık projesi içerisinde ön koşul olarak, atık yönetim sistemine ilişkin bilgilendirme eğitimleri almak, organik atık ve yemek atıklarını ayrı noktalarda biriktirmek ve kompozit atıkları ise diğer atıklardan ayrı biriktirmek gibi birçok madde bulunmaktadır (ÇŞB, 2018). Dolayısıyla özellikle gıda üretimi yapan firmalar için sürdürülebilir bir atık yönetim sisteminin bulundurulması ve uygulanması oldukça önemlidir. Yapılan bu çalışma kapsamında da hazır yemek üretimi yapan firmaların atık değerlendirmeleri konusundaki çalışmaları incelenmiş ve katılımcıların büyük çoğunluğunun (%91,18) atıklarını ayrıştırdıkları ve geri dönüşüm konusunda anlaşmalı oldukları firmalara gönderdikleri, %4,90'ının herhangi bir ayrıştırma işlemi yapmadan atıklarını direkt çöpe attıkları, %3,92'sinin ise atık oluşumunu önlemek adına çalışmalar yaptıkları görülmüştür. Ek olarak, üretim sonrası kalan yemeklerin değerlendirilmesi konusunda ise firmaların %63,73'ü kalan yemekleri sokak hayvanlarına veya barınaklara verilerek değerlendirildiğini, %10,78'si bu yemeklerin imha edildiğini, %9,80'i çöpe atıldığını, %8,83'ü diğer uygulamaların tercih edildiğini ve %6,86'sı ise üretim sonrası kalan yemekleri olmadığını belirtmiştir.

Öte yandan, Birleşmiş Milletler'in düzenlediği Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nde yayınladığı özel raporunda; dünyanın, küresel ısınmanın etkilerini düşünüldüğünden çok daha erken hissedeceği ve toplumun bir an önce tüm alanlarda (özellikle gıda üretim alanlarında) hızlı ve kapsamlı değişikliklere gitmesi gerektiği vurgulanmıştır (UN, 2018). Bu kapsamda, yiyecek-içecek sektöründeki girdi-çıkı dengesinin sağlanması, etkin üretim, depolama ve dağıtım aşamalarında sürdürülebilir uygulamaların yapılması gerekmektedir. Özellikle hazır yemek üretimi yapan firmalarda atıkların enerji olarak geri dönüşümünün sağlanması ve son kullanma tarihi yaklaşan ürünlerin çeşitli dijital kanallar aracılığıyla ya da doğrudan bazı kurum ve ihtiyaç sahibi kişilere iletilmesi gibi işlemlerle gıda israfının önüne geçilmesi gerektiği belirtilmektedir (Taş ve Olum, 2021). Yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, hazır yemek üretimi yapan firmaların büyük bir çoğunluğunun atık değerlendirme konusunda bilinçli olduğunu göstermiştir.

Hazır Yemek Sektöründe Menü Planlaması

Menü, hazır yemek sektöründe yer alan işletmeler için “üretim planı” niteliğindedir ve menü planlamadaki hedef, satın alma aşamasından servis aşamasına kadar geçen zamanda yemeklerin hazırlanması için gereken malzeme ve iş gücünün planlanması, insanların temel ihtiyaçlarının karşılanarak sosyal ve psikolojik açıdan doyurulması için ekonomik ve temiz bir servis vermektir (Karahasanoglu, 2010). Her firmanın kendi üretim planı ise beslenme hizmetlerine ayrılan bütçe, kurum hizmet kapasitesi ve üretimin şekli, yemekhane ve mutfak fiziksel koşulu, mutfak personeli ve ekipmanların nitelik ve niceliği, servis yönetimi ve hizmet verilecek öğün sayısı gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (SB, 2020). Yapılan bu çalışma kapsamında da firmaların menü planlaması yapılırken dikkat edilen

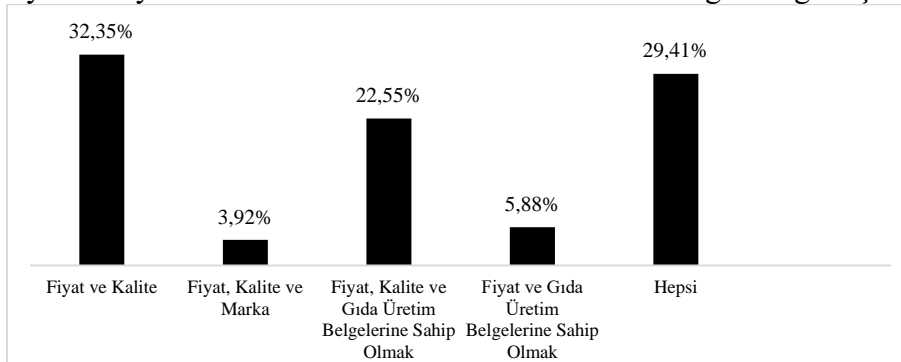
kriterler sorulmuş ve maliyetin (%93,14 oranı ile) en çok dikkat edilen kriter olduğu, maliyet dışında sırasıyla müşteri isteği, kalori-besin hesaplaması, iş düzenini aksatmaması ve hazırlanış şeklinin en çok dikkat edilen kriterler olduğu görülmüştür (Şekil 8b). Bununla birlikte, firmalara üretimde menü planlamasını yapan kişilerin kimler olduğu sorulmuş ve 32 firmada gıda mühendislerinin, 27 firmada gıda mühendisi ve aşçıların, 10 firmada gıda mühendisi ve diyetisyenlerin, 3 firmada yalnızca diyetisyenlerin, 2 firmada yalnızca aşçıların menü planlamasını yaptığı, kalan 16 firmada ise bir ekip ve/veya birim ile yapıldığı belirtilmiştir (Şekil 8a). Konya’da yapılan bir çalışmada, menü planlaması çalışmalarının profesyonel şekilde yürütülmesi gerektiği ve bu konuda mutfak ve servis personellerine eğitimler verilmesi gerektiği bildirilmiştir (Sarıtaş ve Sormaz, 2020). Elde edilen bu sonuçlar, hazır yemek üretimi yapan firmalarda menü planlaması yapan kişilerin firmanın kapasitesi, firmada çalışan personel sayısı ve personelin eğitim durumu gibi faktörlere bağlı olarak değişebildiğini göstermiştir.



Şekil 8. Sektörde menü planlamasını yapan kişiler (a) ve menü planlamasında kriterler (b)

Firmaların Satın Alma İşleminde Yaşadığı Zorluklar

Satın alma işleminde malzeme ya da verilen hizmetin iyi kalitede, uygun miktarda, doğru zamanda, uygun fiyatla ve güvenilir kaynaktan sağlanabilmesi gerekmektedir. Satın alma işleminin temelini oluşturan tedarikçinin de ürün maliyeti ve üretimin aksamaması adına sürekliliğinin olması gerekmektedir (Karakış, 2007). Yapılan bu çalışma kapsamında da katılımcı firmalara satın alma işleminde en çok dikkat ettikleri kriterler sorulmuş ve katılımcıların %32,25’i fiyat ve kalite, %22,55’i fiyat, kalite ve gıda üretim belgelerine sahip olma, %5,88’i fiyat ve gıda üretim belgelerine sahip olma, %4,90’u sadece fiyat, %3,92’si fiyat, kalite ve marka, %0,98’i sadece kalite yanıtını vermiştir. Bununla birlikte, satın alma işleminde tüm kriterlere dikkat eden firmaların oranı %29,41 olarak bulunmuştur (Şekil 9). Hazır yemek üretiminde kaliteyi etkileyen en önemli faktörlerin hammadde kalitesi, uygulanan işleme teknikleri, ambalaj ve tüketime sunma şekli olduğu bildirilmekte ve düşük kaliteli bir hammaddenin işlenmesiyle kaliteli bir ürün elde edilemeyeceği, bu nedenle üretimde kullanılacak olan hammaddelerde mutlaka yüksek kalitenin önemli bir kriter olması gerektiği belirtilmektedir (Oğuzhan ve Yangıllar, 2014). Bu bağlamda, satın alma işleminde fiyattan ziyade kalitenin daha önemli bir unsur olması gerektiği düşünülmektedir.



Şekil 9. Satın alma aşamasında en çok dikkat edilen hususlar

Çalışma kapsamında ayrıca firmaların ürün maliyeti arttığı zaman izledikleri politikalar incelenmiş ve ürün maliyetinde ortaya çıkan artışı genellikle fiyata yansıtmak ve/veya ürün farklılaştırması yapmak gibi politikalar izledikleri görülmüştür. Bununla birlikte, katılımcılar hizmet verdikleri kurumda baştan bir anlaşma yaptıkları için daha sonra artan girdi fiyatlarını fiyata yansıtmadıklarını ve bu nedenle mağdur olmamak için ürün farklılaştırması yaptıklarını belirtmişlerdir. Bu kapsamda ürün farklılaştırmasını da genellikle menüde yer alan tatlı ve meyveler üzerinden yaptıkları belirtilmiştir.

Diğer taraftan, firmaların tedarikçi seçiminde zorluk yaşama durumları da incelenmiş ve elde edilen sonuçlara göre katılımcı firmaların büyük bir kısmının (%82,53) tedarikçi seçiminde zorlandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, tedarikçi seçiminde katılımcıların %40,20'sinin fiyata, %34,31'inin zamanında servise, %21,57'sinin sürekliliğe ve son olarak %3,92'sinin ulaşılabilir olmasına daha çok dikkat ettiği ortaya çıkmıştır. Ekonomik açıdan girdi fiyatlarının artması doğal olarak maliyetleri arttırmaktadır ve bu nedenle de firmalar tedarikçi seçiminde daha çok fiyata dikkat ettiklerini belirtmiştir. Tedarik zinciri süreci, kaliteli ve güvenli bir şekilde hammaddenin temininden son ürünün tüketiciye ulaşması aşamasına kadar gerçekleşen bütün olayları kapsamaktadır (Mahalik ve Kim, 2016). Dolayısıyla, hazır yemek üretimi yapan firmalar açısından büyük önem arz eden tedarikçilerin seçimi, en az hammadde seçimi kadar önemlidir. Bu kapsamda doğru tedarikçi seçimi yapıldığında da işletmenin satın alma maliyetlerinin azalacağı, rekabet yeteneğinde gelişmeler olacağı ve tüketici memnuniyetinde artış gözleneceği belirtilmektedir (İkinci, 2019).

Hazır Yemek Sektöründe Haksız Rekabet

Gıda endüstrisinde oluşan en önemli problemlerden biri haksız rekabettir ve denetim eksikliği ve/veya yetersizliğinden dolayı sigortasız personel çalıştırma gibi kayıt dışı uygulamaların tercih edilmesi ve yasa dışı madde (hammadde, katkı, koruyucu) kullanımı gibi birçok faktör, işletmeler arasında haksız rekabeti oluşturmaktadır (İTO, 2006). Bununla birlikte, özellikle kamuya ait ihalelerde ekonomik açıdan güçlü firmalar, piyasadaki stratejileri sayesinde ihaleler için maliyetten daha düşük bir fiyat verebilmekte ve bu durum ihalelerde tekelleşmeye neden olmaktadır (Karahasanoğlu, 2010). Yapılan bu çalışma kapsamında da hazır yemek sektöründe haksız rekabet durumu incelenmiş ve katılımcıların %98,04'ü hazır yemek sektöründe haksız rekabet olduğunu belirtmiştir. Çalışmanın devamında ise, ankete katılan firmalara haksız rekabet olması durumunda izledikleri politikalar sorulmuş, katılımcıların %53,92'sinin ilgili mercilere ilettiği, %30,39'unun tüketicileri bilinçlendirmeye çalıştığı, %14,71'inin önlem almadığı gözlemlenmiştir. Yapılan benzer bir çalışmada, haksız rekabete karşı önlem alan firmaların tüketicileri bilinçlendirmek için çalışmalar yürüttüğü bildirilmiştir (Sevinç, 2010). Dolayısıyla, sektörde yer alan firmaların çoğunluğunun haksız rekabet karşısında ilgili mercilere iletme ve tüketicileri bilinçlendirme çalışmaları yaptığı görülmektedir.

Öte yandan, çalışma kapsamında haksız rekabetin bir örneği olan ruhsatsız çalışma durumu, sektör açısından incelenmiş ve katılımcıların %47,06'sı tesis yapısının uygun olmaması, %35,29'u ruhsat alımının maliyetli olması, kalan firmalar ise ruhsatlı çalışan yerlerden herhangi bir farkının olmaması veya denetim eksikliği gibi nedenlerden dolayı yemek üretimi yapan firmaların ruhsatsız çalıştıklarını ifade etmiştir. Çalışma kapsamında ayrıca, katılımcı firmalara haksız rekabet durumunu azaltmak adına "İmkân olsaydı bir ya da birkaç yemek fabrikasıyla ortaklık yapmayı düşünür müydünüz?" sorusu sorulmuş, katılımcıların çoğu (%85,29) ortaklık yapmayı; yönetim politikalarının uymayacağı (%74,71), verimliliği düşeceği (%23) veya diğer (%2,30) sebeplerden ötürü düşünmediğini belirtmiştir. Kalan firmaların %53,33'ü maliyetin azalacağını, %13,33'ü sabit giderlerin azalacağını, %13,33'ü verimliliğin artacağını, %6,67'si ise hem sabit giderlerin hem de maliyetin azalacağını düşündüğü için başka firmalarla ortaklık yapabileceğini belirtmiştir. Sevinç (2010), yaptığı bir

araştırmada İstanbul'da hazır yemek üretimi yapan firmaların büyük çoğunluğu (%82) diğer firmalarla yönetim politikalarının uymayacağını düşündüğü için ortaklık istemediğini, kalan firmalar ise verimliliğin artacağını ve giderlerin azalacağını düşündüğü için ortak olmak istediklerini bildirmiştir. Yapılan bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, hazır yemek üretimi yapan firmalar için çıkar politikası açısından maliyetin azalması ve yönetim politikalarının uyumu ortaklık yapabilmek adına en önemli iki unsur olarak görülmektedir.

Hazır Yemek Sektöründe Modern Tesis Kurulamama Nedenleri

Katılımcılara hazır yemek sektöründe modern tesis kurulamamasının nedenleri hakkındaki düşüncelerini öğrenmek amacıyla bir soru yöneltilmiş ve katılımcıların büyük çoğunluğu (%75,49) modern tesis kurulmasının maliyetli olması, %7,84'ü sektörde herhangi bir fark oluşturmaması, %6,86'sı müşterilerin bu konuda çok fazla hassasiyet göstermemesi, %5,88'i ise personelin ilgili konuda eğitimsiz olması yanıtını vermiştir. Sevinç (2010), yaptığı anket çalışmasında, hazır yemek sektöründe modern tesis kurulamama nedenlerini İstanbul'da faaliyet gösteren firmaların %40'ı müşterilerin bu konuya yeterli hassasiyeti göstermemesi, %30'u yapılan yatırımın geri dönüşünün olmayacağı, %20'si ise sektörde herhangi bir fark oluşturmama durumu olarak ifade edildiğini bildirmiştir. Yapılan bu çalışmadan farklı olarak, kendi çalışmamızda sektörde modern tesis kurulamamasının en büyük nedeninin maliyet olduğu belirtilmiştir. Bu konuda müşterilerin hassasiyetlerinin daha az olması yanıtı ise İstanbul'da faaliyet gösteren firmalara kıyasla daha azdır ve bu durum 2010 yılından 2022'ye kadar ülkemizde tüketicilerin daha bilinçli hale geldiğini göstermektedir. Bununla birlikte, ülkemizin 2010-2020 yılları arasında temel ekonomik göstergeleri incelendiğinde 2015 yılından itibaren kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla giderek azalmış (TB, 2021) ve bu durum son yıllarda ekonomik açıdan yaşanan olumsuzlukların hazır yemek sektörünü de etkilediği ve firmalar için maliyetin daha çok ön planda olduğu sonucunu göstermiştir.

Pandeminin Hazır Yemek Sektöründe Yarattığı Sorunlar

Çalışma kapsamında son olarak, pandeminin hazır yemek sektöründe yarattığı sorunlar incelenmiş ve elde edilen sonuçlara göre katılımcıların %34,31'i pandemi döneminde evden çalışmaya geçen kişi sayısı arttığı için müşteri kayıpları yaşadıklarını belirtmiştir. Ayrıca hizmet verdikleri firmalarda sürekli olarak değişen personel sayısından dolayı günlük üretim miktarlarını ayarlamakta zorlandıkları ifade edilmiştir. Bununla birlikte, katılımcıların %25,49'u tek kullanımlık malzemelere ihtiyacın artması nedeniyle zorlandıklarını ve bunun sonucu olarak da maliyet ve atıkların arttığını belirtmiştir. Diğer firmalar ise pandemi nedeniyle girdi maliyetlerinin arttığını ve bunun da firmaları ekonomik açıdan zorladığını, ayrıca tedarik zincirinde yaşanan aksaklıklar ve artan maliyetler nedeniyle zorluk yaşadıklarını belirtmiştir.

Öte yandan, pandemi süresince sektörle ilgili genelgelerin ve yasal tedbirlerin uygulanmasında katılımcıların %76,47'si zorluk yaşamadığını belirtmesine karşın, bu dönemde tek kullanımlık malzemelere geçilmesi ile maliyet ve atıkların arttığı ifade edilmiştir. Dolayısıyla, müşteri taleplerinde daha çok tek kullanımlık malzeme istenmesi müşteriler açısından olumlu olsa da firmalar açısından olumsuz bir durum olmuştur. Çalışma kapsamında ayrıca, katılımcı firmalara "Tek kullanımlık malzemelerin çevre ve atık yönetimi açısından oluşturduğu zararların önlenmesi konusunda neler yapıyorsunuz?" sorusu sorulmuş ve katılımcıların %85,29'u tek kullanımlık malzeme atıklarını ayrıştırarak geri dönüşüm firmalarına gönderdiklerini ve çevre için zararlı olan bu malzemelerin kullanımını azaltmaya yönelik çaba gösterdiklerini, %3,92'si ise müşterilerini bilgilendirdiklerini ifade etmiştir. Tüm bu yanıtların aksine katılımcıların %10,78'i bu konuda hiçbir şey yapmadıklarını belirtmiştir.

Diğer taraftan, pandemi süresince firmaların müşteri taleplerinde meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesi istenmiş ve katılımcıların %66,67'si müşterilerinin, paket

yemek talebinin arttığını belirtmiş, %25,49'u müşterilerinin hijyene daha çok dikkat ettiklerini ve bu konuda daha hassas davrandıklarını ifade etmiş, %7,84'ü ise herhangi bir değişiklik gözlemediklerini bildirmiştir. Pandemiyle birlikte artan paket yemek isteklerine yönelik olarak ise katılımcı firmaların %50,98'inin paket yemek taleplerine yönelik olarak çalışma yaptıklarını ve bu kapsamda işletmeye paketleme ekipmanları satın aldıklarını ve personel alımı yaptıklarını, üretim planlarını değiştirdiklerini ve ek fiyat talebi gibi uygulamaları gerçekleştirdiklerini ifade etmiştir. Elde edilen bu sonuçlarda, pandemi döneminde hazır yemek sektörünün özellikle ekonomik açıdan olumsuz etkilendiği ortaya çıkmıştır.

SONUÇ

Hazır yemek sektörünün, verdikleri hizmetle insan sağlığını doğrudan etkilemeleri nedeni ile önemli görev ve sorumlulukları bulunmaktadır. Tüm dünyada hızla büyüyen ve geniş istihdam imkânı olan bu sektörde karşılaşılan sorunların değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda yapılan bu anket çalışmasında, Türkiye'nin farklı illerinde ve yurt dışında faaliyet gösteren toplam 102 adet hazır yemek firması çalışanları ile sektördeki sorunlar değerlendirilmiştir. Bu kapsamda elde edilen sonuçlara göre, kamu kurumlarında yapılan ihalelerde anlaşmalar yıllık ve sabit fiyat üzerinden yapıldığı ve anlaşma süresince fiyat artırımını yapılamadığından firmalar kamu kurumlarına hizmet vermekte zorlanmaktadır. Bununla birlikte, çoğu firma çalışanı iş sağlığı/güvenliği ve gıda güvenliği konusunda yeterli bilgiye sahip olsa da, hijyen ve sanitasyon konusunda en çok eğitimsiz personel nedeniyle zorlanmaktadır. Firmaların depolamada zorlandıkları ürün grupları ise sırasıyla meyve/sebze bazlı ürünler, süt ve süt ürünleri, et ürünleri ve son sırada pasta ve ekmek gibi ürünlerdir. Ayrıca sektörde müşteriler en çok fiyata (%39), kaliteye (%21), hijyene (%21) ve son olarak lezzete (%20) önem vermektedir. Diğer taraftan, sektörde genellikle tedarikçi seçiminde zorlandığı ve bu konuda en çok dikkat edilen kriterin fiyat olduğu, sonrasında ise sırasıyla zamanında servis, süreklilik ve ulaşılabilirlik olduğu görülmüştür. Öte yandan, katılımcı firmaların tamamına yakını (%98) sektörde haksız rekabet olduğunu düşünmekte ve ruhsatsız çalışma durumunun çoğunlukla tesis yapısının uygun olmaması ve ruhsat alımının maliyetli olmasından kaynaklandığı görülmektedir. Sonuç olarak, hazır yemek üretimi yapan firmaların periyodik olarak belirli aralıklarla denetlenmesi, üretimden servis aşamasına kadar tüm alanlarda iyi hijyen ve iyi üretim uygulamalarının sağlanması, sektörde eğitilmiş personel çalıştırılması, kalifiye işgücü açısından sektörün desteklenmesi, haksız rekabetin önüne geçilmesi ve tüketicilerin bilinçlendirilmesi adına çalışmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Acun, A. (2018). İstanbul'da toplu yemek üretimi yapan işletmelerden alınan yemek örneklerinin *Bacillus cereus*, *Salmonella spp.* ve *Escherichia coli* O157:H7 bakımından incelenmesi. (Doktora Tezi) İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Al-Shabib, N.A., Mosilhey, S.H., Husain, F.M. (2016). Cross-sectional study on food safety knowledge, attitude and practices of male food handlers employed in restaurants of King Saud University, Saudi Arabia. *Food Control*, 59, 212-217.
- Atiker, M. (2015). Nitelikli işgücünün işletmelerin rekabet gücü üzerindeki etkisi ve Konya otomotiv yan sanayi örneği. (Yüksek Lisans Tezi) KTO Karatay Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Konya.
- Aycan, Ö.M., Atambay, M., Karaman, Ü., Miman, Ö., Daldal, N. (2008). Malatya'da gıda ile uğraşan bir şirketin personelinde bağırsak parazitlerinin araştırılması. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 99-101.

- Baltacı, A. (2018). Nitel araştırmalarda örnekleme yöntemleri ve örnek hacmi sorunsalı üzerine kavramsal bir inceleme. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7 (1), 231-274.
- Bayraktaroğlu, S., Aras, M., Atay, E. (2018). Çalışanlarda iş güvenliği ve iş kazası algısı: Mavi yakalılar üzerine bir araştırma. *Uluslararası Yönetim ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5 (9), 1-15.
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). (2015). Surveillance for foodborne disease outbreaks United States, 2015: Annual Report. https://www.cdc.gov/foodsafety/pdfs/2015FoodBorneOutbreaks_508.pdf (Erişim tarihi:18.07.2017)
- Ceyhun Sezgin, A., Artık, N. (2015). Toplu tüketim yerlerinde gıda güvenliği ve HACCP uygulamaları. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 56-62.
- Çakıroğlu, F.P., Uçar, A. (2008). Employees' perception of hygiene in the catering industry in Ankara (Turkey). *Food Control*, 19, 9-15.
- Çam, M. (2009). Konaklama işletmelerinde yiyecek-içecek maliyet kontrolünün önemi ve Akdeniz bölgesindeki konaklama işletmelerinde bir anket çalışması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6 (11), 501-522.
- ÇB (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) (2017). Ulusal atık yönetimi ve eylem planı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- ÇB (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) (2018). Sıfır atık yönetmelik taslağı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Dayı, T., Beyhan, Y. (2020). Korona virüs pandemisi: Yeniden önem kazanan gıda kaynaklı hastalıklar, nedenleri ve önleme yolları. *Sağlık ve Toplum*, 175-181.
- Disanto, C., Celano, G., Dambrosio, A., Quaglia, N. C., Bozzo, G., Tritto, A., Celano, G.V. (2020). Food safety in collective catering: knowledge, attitudes and correct application of GHP/GMP knowledge among food service workers. *Italian Journal of Food Safety*, 9 (4), 8453.
- Ekşi, A., İşci, A. (2012). Dünyada açlık olgusu ve çözüm arayışları. *Gıda*, 37 (1), 39-45.
- FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization) (2002). Pan European Conference on food safety and quality. <https://www.fao.org/3/y3696e/y3696e05.htm>
- Fujisaki, K., Shimpo M., Akamatsu, R. (2019). Factors related to food safety culture among school food handlers in Tokyo, Japan: A qualitative study. *Journal of Food Service Business Research*, 22 (1), 66-80.
- Garayoa, R., Vitas, A.I., Díez-Leturia, M., García-Jalón, I. (2011). Food safety and the contract catering companies: Food handlers, facilities and HACCP evaluation. *Food Control*, 22 (12), 2006-2012.
- Gezgel, H., Dikici, A. (2021). Hazır yemek sektörü çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliğine kaderci bakış açılarının değerlendirilmesi. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5 (1), 1-13.
- GTHB (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı) (2022). Gıda ve kontrol genel müdürlüğü, resmi numune alma prosedürü, 5. Genel Hükümler (ç). <https://ankara.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Kalite%20Yönetimi%20Sistemi/Prosedürler/RESMİ%20NUMUNE%20ALMA%20PROSEDÜRÜ.pdf>
- GTHB (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı) (2013). Stratejik Plan 2013-2017. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Yayınları, 133. <https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/Belgeler/Stratejik%20Plan%202013-2017.pdf>
- İkinci, M. (2019). Hazır yemek sektöründe analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile tedarikçi seçimi: Bursa örneği. (Doktora Tezi) Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.

- İTO (İstanbul Ticaret Odası) (2006). Uluslararası pazarlarda Türk gıda sektörünün rekabet gücü ve ihracatta aranan kriterler/karşılaşılan engeller. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 2006-24, İstanbul, 52.
- Karahasanoğlu, Ü. (2010). Hazır yemek sanayinde üretim sistemi ve maliyet kontrolü 'hazır yemek işletmesinde bir uygulama. (Yüksek Lisans Tezi) İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Karakış, İ. (2007). Tedarikçi ilişkileri yönetimi. (Yüksek Lisans Tezi) İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Kaya, K., Sevinç, G., Sevinç, M.R., Asoğlu, V. (2015). Hazır yemek işletmelerinin sorunları ve çözüm önerileri: Şanlıurfa örneği. Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5 (8), 1-9.
- Kaya, S., İlhan, S. (2018). Problems and solution proposals related in the catering sector. International Journal of Contemporary Tourism Research, 2 (1): 553-581.
- Mahalik, N., Kim, K. (2016). The role of information technology developments in food supply chain integration and monitoring. Innovation and Future Trends in Food Manufacturing and Supply Chain Technologies, 21-37.
- Marriott, N.G., Schilling, M.W., Gravani, R.B. (2018). Principles of food sanitation. Journal of Environmental Health, 42 pp. eISBN: 0-387-25085-9
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı). (2012). Yiyecek ve içecek hizmetleri. Halkla İlişkiler ve Organizasyon Hizmetleri, Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Oğuzhan, P., Yangılar, F. (2014). Su ürünlerinin hazır yemek teknolojisindeki yeri ve önemi. Erzincan University Journal of Science and Technology, 7 (1), 65-76.
- Onurlubaş, E. Gürler, A.Z. (2015). Tüketicilerin gıda güvenliği konusunda bilinç düzeylerinin ölçülmesi: Tokat ili örneği (Doctoral Thesis) Gaziosmanpaşa University Graduate School of Natural and Applied Sciences. Tokat.
- SB (Sağlık Bakanlığı) (2020). Toplu beslenme sistemleri (toplu tüketim yerleri) için ulusal menü planlama ve uygulama rehberi. Sağlık Bakanlığı Yayınları, 1184, Ankara.
- Sarıtaş, A., Sormaz, Ü. (2020). Otel ve restoran şeflerinin menü planlaması ve analizi konusuna yaklaşımları: Konya örneği. Gastroia: Journal of Gastronomy And Travel Research, 4 (1), 136-158.
- Sevinç, Y. (2010). Toplu yemek sektöründe yaşanan problemler ve çözüm yolları. (Yüksek Lisans Tezi) Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekirdağ.
- Sipahi, G.A., Enginoğlu, D. (2013). Bilgi yönetimi ve kalite yönetim sistemleri arasındaki ilişkinin açıklanmasına yönelik bir araştırma. III. Sosyal Bilimler Araştırmaları Konferansı. 27 Nisan, İzmir, Türkiye.
- Sun, X., Wang, J., Dong, M., Zhang, H., Li, L., Wang, L. (2022). Food spoilage, bioactive food fresh-keeping films and functional edible coatings: Research status, existing problems and development trend. Trends in Food Science & Technology, 119: 122-132.
- Taş, D., Olum, E. (2021). Yiyecek-içecek sektöründe sürdürülebilirlik ve yenilikçi yaklaşımlar. Türk Turizm Araştırmaları Dergisi, 4 (3), 3082-3098.
- TB (Ticaret Bakanlığı) (2021). Ticaret Bakanlığı, ekonomik görünüm, temel ekonomik göstergeler.
https://ticaret.gov.tr/data/5e18288613b8761dccc355ce/Ekonomik%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%20May%C4%B1s_2_%202021.pdf
- Toktaş, İ., Ceylan, A. (2020). Yemek fabrikası çalışanlarının portör muayenelerinin değerlendirilmesi. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 77 (1), 79-86.
- Türksoy, A., Altığne, N. (2008). Konaklama işletmelerinde gıda güvenliği ve çeşme ilçesinde yer alan turizm belgeli konaklama tesislerinde gıda güvenliği uygulamalarının değerlendirilmesi. Ege Akademik Bakış, 8 (2), 605-629.

United Nations. (2018). Special Report: Global warming of 1.5°C. <https://www.ipcc.ch/sr15/> (Erişim tarihi: 25.05.2022).

Ünsal, C., Coşkun, F. (2020). Hazır yemek üretim ve toplu tüketim sektöründe çalışanların gıda hijyeni bilgi düzeylerinin ölçülmesi: Tekirdağ/Hayrabolu örneği. Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 21 (1), 15-37.

KEMOTERAPİ ALAN HASTALARDA HİPOGEZİ HYPOGEUSIA IN CHEMOTHERAPY PATIENTS

Doç. Dr. Fatma HASTAOĞLU

Doç, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Sivas, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8929-2860>

ÖZET

Kemoterapi, kanser tedavisinde yaygın olarak kullanılan etkili bir yöntemdir. Ancak, bu tedavi süreci birçok yan etkiyi de beraberinde getirir. Bu yan etkilerden biri, hipogezi olarak adlandırılan tat duyusunda azalma veya kayıptır. Kemoterapi ilaçları, kanser hücrelerini hedef alırken, sağlıklı hücrelere de zarar verebilir. Özellikle tat alma duyusunu etkileyen ilaçlar, hastaların tat algısında önemli değişikliklere yol açabilir.

Hipogezi, hastaların beslenme alışkanlıklarını olumsuz yönde etkileyebilir. Tat kaybı, yemek yeme isteğini azaltabilir ve bu durum, beslenme yetersizliklerine yol açabilir. Hastalar, daha önce sevdikleri yiyeceklerin tadını alamadıkları için yemek yemekten kaçınabilirler. Ayrıca, bazı hastalar belirli tatları daha yoğun veya farklı algılayabilir, bu da yemeklerin tadını kötüleştirebilir. Bu durum, hastaların genel yaşam kalitesini düşürebilir ve psikolojik sorunlara yol açabilir.

Araştırmalar, hipogezi yaşayan kemoterapi hastalarının tat duyusunu geri kazanmalarına yardımcı olabilecek bazı stratejiler geliştirebileceğini göstermektedir. Örneğin, yemeklerin hazırlanmasında farklı baharatlar kullanmak, tat algısını artırabilir. Ayrıca, hastaların psikolojik destek alması ve beslenme uzmanlarıyla çalışması önerilmektedir. Bu tür destekler, hastaların beslenme düzenlerini iyileştirebilir ve yaşam kalitelerini artırabilir.

Sonuç olarak, hipogezi, kemoterapi alan hastalar için önemli bir sorun olup, tedavi sürecinde dikkate alınması gereken bir durumdur. Bu konuda hastaların bilgilendirilmesi ve desteklenmesi, tedavi sürecini olumlu yönde etkileyebilir. Hastaların tat duyusunun korunması ve iyileştirilmesi, genel sağlık durumları üzerinde de önemli bir etki yaratabilir. Bu nedenle, sağlık profesyonellerinin bu durumu göz önünde bulundurarak hareket etmesi büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kemoterapi, Hipogezi, Beslenme, Tat Kaybı

ABSTRACT

Chemotherapy is a commonly used and effective method for cancer treatment. However, this treatment process also brings many side effects. One of these side effects is hypogeusia, which refers to a reduction or loss of taste sensation. Chemotherapy drugs target cancer cells but can also harm healthy cells. Medications that specifically affect the sense of taste can lead to significant changes in patients' taste perception.

Hypogeusia can negatively impact patients' eating habits. Loss of taste may reduce the desire to eat, potentially leading to nutritional deficiencies. Patients may avoid eating because they cannot taste the foods they previously enjoyed. Additionally, some patients may perceive certain tastes more intensely or differently, which can worsen the flavor of

meals. This situation can diminish patients' overall quality of life and lead to psychological issues.

Research indicates that chemotherapy patients experiencing hypogeusia may develop strategies to help regain their sense of taste. For example, using different spices in meal preparation may enhance taste perception. Furthermore, it is recommended that patients receive psychological support and work with nutritionists. Such support can improve patients' dietary patterns and enhance their quality of life.

In conclusion, hypogeusia is a significant issue for patients undergoing chemotherapy and should be considered during the treatment process. Educating and supporting patients on this matter can positively influence their treatment journey. Preserving and improving patients' sense of taste can have a substantial impact on their overall health. Therefore, it is crucial for healthcare professionals to act with this situation in mind.

Keywords: Chemotherapy, Hypogeusia, Nutrition, Loss of taste.

GİRİŞ

Kemoterapi, kanser tedavisinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Kanser hücrelerini hedef alarak, onların büyümesini ve çoğalmasını engellemeyi amaçlar. Kemoterapi ilaçları, tümörleri küçültmek veya yok etmek için sistemik olarak vücuda yayılır. Bu tedavi, yalnızca kanserli hücreleri değil, aynı zamanda sağlıklı hücreleri de etkileyebilir; bu nedenle yan etkiler sıklıkla görülmektedir (Ahn & Lee, 2020).

Kemoterapinin önemi, kanserin evrelerine ve türüne bağlı olarak değişir. Bazı kanser türlerinde, kemoterapi tek başına yeterli bir tedavi yöntemi olabilirken, diğer durumlarda cerrahi veya radyoterapi ile birlikte kullanılmaktadır (Baird & O'Neill, 2018). Kemoterapi, hastaların yaşam kalitesini artırma ve hastalığı kontrol altında tutma amacı taşır. Ancak, tedavi sürecinin yan etkileri, hastaların yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir (Costanzo & Tzeng, 2019).

Kemoterapinin en yaygın yan etkilerinden biri, hipogezi olarak adlandırılan tat duyusunda azalma veya kayıptır. Bu durum, hastaların beslenme alışkanlıklarını değiştirebilir ve genel sağlık durumunu olumsuz etkileyebilir (Dijkstra & van der Laan, 2017). Yapılan araştırmalar, hipogezi yaşayan hastaların tat algısının geri kazanılması için çeşitli stratejiler geliştirebileceğini göstermektedir (Horne & Anderson, 2021).

HİPOGEZİ KAVRAMI VE ETKİLERİ

Hipogezi, tat duyusunun azalması veya kaybı olarak tanımlanır. Kemoterapi sürecinde, hastalar genellikle tat alma duyularında değişiklikler yaşarlar. Bu durum, yemek yeme isteğini azaltabilir ve beslenme yetersizliklerine yol açabilir (Johnson & Smith, 2022). Hastalar, daha önce sevdikleri yiyeceklerin tadını alamadıkları için yemek yemekten kaçınabilirler. Ayrıca, bazı hastalar belirli tatları daha yoğun veya farklı algılayabilir, bu da yemeklerin tadını kötüleştirir (Kim & Lee, 2019).

Hipogezi, hastaların genel yaşam kalitesini düşürebilir ve psikolojik sorunlara yol açabilir (McGowan & McCarthy, 2020). Tat kaybı, hastaların ruh hali üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir; bu durum, depresyon ve anksiyete gibi psikolojik sorunları tetikleyebilir (Ravasco & Camilo, 2018). Bu nedenle, hipogezi ile başa çıkmak için çeşitli stratejiler geliştirilmesi önemlidir.

Hipogezi ile başa çıkmanın yollarından biri, yemeklerin hazırlanmasında farklı baharatlar kullanmaktır. Baharatlar, tat algısını artırabilir ve hastaların yemek yeme isteğini yeniden canlandırabilir (Simons & Goss, 2021). Ayrıca, hastaların psikolojik destek alması ve

beslenme uzmanlarıyla çalışması önerilmektedir. Bu tür destekler, hastaların beslenme düzenlerini iyileştirebilir ve yaşam kalitelerini artırabilir (Tzeng & Costanzo, 2020). Sonuç olarak, kemoterapi sürecinde hipogezi, önemli bir sorun olup, tedavi sürecinde dikkate alınması gereken bir durumdur. Hastaların bu konuda bilgilendirilmesi ve desteklenmesi, tedavi sürecini olumlu yönde etkileyebilir. Sağlık profesyonellerinin bu durumu göz önünde bulundurarak hareket etmesi büyük önem taşımaktadır (Wang & Zhang, 2022).

HİPOGEZİ VE BESLENME

Hipogezi, tat duyusunun azalması veya kaybı olarak tanımlanır ve kanser tedavisi gören hastalarda yaygın bir yan etki olarak görülmektedir. Kemoterapi gibi tedavi yöntemleri, hastaların tat algısını olumsuz etkileyerek, beslenme alışkanlıklarını değiştirebilir. Bu durum, hastaların genel sağlık durumunu ve yaşam kalitesini ciddi şekilde etkileyebilir (Ahn & Lee, 2020). Kemoterapi sürecinde hipogezi yaşayan hastalar, genellikle daha önce sevdikleri yiyeceklerin tadını alamazlar. Bu tat kaybı, hastaların yemek yeme isteğini azaltabilir ve bu durum, beslenme yetersizliklerine yol açabilir (Baird & O'Neill, 2018). Tat algısındaki değişiklikler, hastaların belirli gıdalara olan isteklerini etkileyebilir. Örneğin, tat kaybı yaşayan hastalar, tuzlu veya tatlı gıdalara daha fazla yönelirken, sağlıklı gıdaları tüketmekten kaçınabilirler (Costanzo & Tzeng, 2019).

Hipogezi, hastaların beslenme alışkanlıklarını değiştirebilir ve bu durum, kilo kaybına veya beslenme yetersizliklerine neden olabilir. Beslenme yetersizlikleri, hastaların tedaviye yanıtını olumsuz etkileyebilir ve iyileşme süreçlerini geciktirebilir (Dijkstra & van der Laan, 2017). Ayrıca, hipogezi hastaların ruh hali üzerinde de olumsuz etkiler yaratabilir; tat kaybı, depresyon ve anksiyete gibi psikolojik sorunları tetikleyebilir (Johnson & Smith, 2022).

Hastaların beslenme alışkanlıklarını düzeltmek için çeşitli stratejiler geliştirilmesi önemlidir. Örneğin, hastaların tat algısını artırmak için yemeklerde farklı baharatlar kullanmaları önerilmektedir. Baharatlar, yemeklerin tadını zenginleştirerek, hastaların yemek yeme isteğini artırabilir (Horne & Anderson, 2021). Ayrıca, hastaların beslenme uzmanlarıyla çalışması, uygun diyet planları oluşturmalarına yardımcı olabilir.

HASTALARIN YEMEK YEME İSTEĞİ VE TAT ALGISI

Hipogezi, hastaların yemek yeme isteğini ciddi şekilde etkileyebilir. Tat kaybı, hastaların yemek yeme motivasyonunu azaltabilir ve bu durum, beslenme yetersizliklerine yol açabilir (Kim & Lee, 2019). Hastalar, sevdikleri yiyeceklerin tadını alamadıkları için yemek yemekten kaçınabilirler. Bu durum, hastaların genel yaşam kalitesini düşürebilir ve psikolojik sorunlara yol açabilir (McGowan & McCarthy, 2020).

Tat algısındaki değişiklikler, hastaların belirli gıdalara olan isteklerini etkileyebilir. Örneğin, bazı hastalar, daha önce sevdikleri tatları artık hoş bulmayabilirken, bazıları belirli tatları daha yoğun algılayabilir. Bu durum, yemeklerin tadını kötüleştirir ve hastaların beslenme düzenlerini olumsuz etkileyebilir (Ravasco & Camilo, 2018). Ayrıca, tat kaybı yaşayan hastalar, genellikle daha tuzlu veya tatlı gıdalara yönelirken, sağlıklı gıdaları tüketmekte zorluk çekebilirler (Simons & Goss, 2021).

Yemek yeme isteğini artırmak ve tat algısını iyileştirmek için çeşitli stratejiler önerilmektedir. Örneğin, yemeklerin hazırlanmasında farklı baharatlar kullanmak, tat algısını artırabilir (Tzeng & Costanzo, 2020). Ayrıca, hastaların psikolojik destek alması ve beslenme uzmanlarıyla çalışması önerilmektedir. Bu tür destekler, hastaların beslenme düzenlerini iyileştirebilir ve yaşam kalitelerini artırabilir (Wang & Zhang, 2022).

Sonuç olarak, hipogezi, kemoterapi alan hastalar için önemli bir sorun olup, bu durumun beslenme alışkanlıkları üzerindeki etkileri dikkate alınmalıdır. Hastaların tat algısının korunması ve iyileştirilmesi, genel sağlık durumları üzerinde de önemli bir etki yaratabilir. Sağlık profesyonellerinin bu durumu göz önünde bulundurarak hareket etmesi büyük önem taşımaktadır (Yıldırım & Öztürk, 2020).

HİPOGEZİ İLE MÜCADELE STRATEJİLERİ

Hipogezi, kanser tedavisi gören hastalar için önemli bir sorun olup, tat duyusunun azalması veya kaybı olarak tanımlanır. Bu durum, hastaların beslenme alışkanlıklarını etkileyerek genel sağlık durumlarını olumsuz yönde etkileyebilir. Hipogezi ile başa çıkmak için çeşitli stratejiler geliştirilmesi gerekmektedir. Bu stratejiler arasında farklı baharatların kullanımı, psikolojik destek ve beslenme uzmanları ile çalışma, hipogezi'nin tedavi sürecindeki önemi ve sağlık profesyonellerinin rolü bulunmaktadır.

Farklı Baharatların Kullanımı

Hipogezi yaşayan hastaların tat algısını artırmak için farklı baharatların kullanımı önerilmektedir. Baharatlar, yemeklerin tadını zenginleştirerek, hastaların yemek yeme isteğini artırabilir. Örneğin, zerdeçal, zencefil, sarımsak ve kimyon gibi baharatlar, yemeklere lezzet katmanın yanı sıra, sağlık açısından da faydalıdır (Horne & Anderson, 2021). Bu baharatlar, yemeklerin tadını artırarak, hastaların daha fazla gıda tüketmelerine yardımcı olabilir.

Baharatların yanı sıra, asidik tatlar da tat algısını artırabilir. Limon suyu veya sirke gibi asidik bileşenler, yemeklerin tadını canlandırarak, hipogezi yaşayan hastaların iştahlarını artırabilir (Tzeng & Costanzo, 2020). Ayrıca, hastaların yemeklerinde farklı tat kombinasyonları denemeleri teşvik edilmelidir. Bu, hastaların tat algısını yeniden kazanmalarına yardımcı olabilir.

Psikolojik Destek ve Beslenme Uzmanları ile Çalışma

Hipogezi ile başa çıkmanın bir diğer önemli yönü, psikolojik destek ve beslenme uzmanları ile çalışmaktır. Kanser tedavisi sürecinde yaşanan tat kaybı, hastaların ruh hali üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Bu nedenle, psikolojik destek almak, hastaların bu süreci daha iyi yönetmelerine yardımcı olabilir (Johnson & Smith, 2022). Psikologlar, hastaların yaşadığı duygusal zorlukları anlamalarına ve başa çıkma stratejileri geliştirmelerine yardımcı olabilir.

Beslenme uzmanları da hipogezi ile mücadelede önemli bir rol oynamaktadır. Beslenme uzmanları, hastaların bireysel ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş diyet planları oluşturarak, tat kaybını en aza indirmeye çalışabilir (McGowan & McCarthy, 2020). Ayrıca, hastaların beslenme düzenlerini iyileştirmek için çeşitli stratejiler sunabilirler. Bu, hastaların tedavi sürecinde daha iyi beslenmelerine ve genel sağlık durumlarını iyileştirmelerine yardımcı olabilir.

HİPOGEZİ'NİN TEDAVİ SÜRECİNDEKİ ÖNEMİ

Hipogezi, kanser tedavisinin yanı sıra, hastaların yaşam kalitesi üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. Tat kaybı, hastaların yemek yeme isteğini azaltarak, beslenme yetersizliklerine yol açabilir. Bu durum, hastaların tedaviye yanıtını olumsuz etkileyebilir ve iyileşme süreçlerini geciktirebilir (Ahn & Lee, 2020). Bu nedenle, hipogezi ile başa çıkmak, tedavi sürecinin önemli bir parçasıdır.

Hipogezi ile mücadele, hastaların tedavi sürecinde motivasyonlarını artırabilir. Hastalar, tat kaybı nedeniyle yemek yemekten kaçındıklarında, bu durum ruh hallerini olumsuz

etkileyebilir. Ancak, tat algısının iyileştirilmesi, hastaların yemek yeme isteğini artırabilir ve bu da genel sağlık durumlarını olumlu yönde etkileyebilir (Baird & O'Neill, 2018).

Sağlık Profesyonellerinin Rolü

Sağlık profesyonelleri, hipogezi ile mücadelede kritik bir rol oynamaktadır. Hem doktorlar hem de hemşireler, hastaların tat kaybı yaşadıklarında bu durumu göz önünde bulundurarak, uygun tedavi yöntemleri ve destek stratejileri geliştirmelidir (Costanzo & Tzeng, 2019). Ayrıca, sağlık profesyonelleri, hastaları bu konuda bilgilendirmeli ve gerekli kaynakları sağlamalıdır.

Sağlık profesyonelleri, hastaların beslenme durumlarını izlemek ve değerlendirmek için düzenli olarak takip yapmalıdır. Bu takip, hastaların tat algısındaki değişiklikleri belirlemeye ve gerektiğinde müdahale etmeye yardımcı olabilir (Dijkstra & van der Laan, 2017). Ayrıca, sağlık profesyonelleri, hastaların psikolojik durumlarını da göz önünde bulundurarak, gerekli destek hizmetlerini yönlendirmelidir.

Sonuç olarak, hipogezi ile mücadele, kanser tedavisi gören hastalar için önemli bir konudur. Farklı baharatların kullanımı, psikolojik destek ve beslenme uzmanları ile çalışma, hipogezi'nin tedavi sürecindeki önemi ve sağlık profesyonellerinin rolü, bu mücadelede kritik unsurlardır. Hastaların tat algısının korunması ve iyileştirilmesi, genel sağlık durumları üzerinde önemli bir etki yaratabilir. Bu nedenle, sağlık profesyonellerinin bu durumu göz önünde bulundurarak hareket etmesi büyük önem taşımaktadır (Wang & Zhang, 2022).

KAYNAKÇA

1. Ahn, J., & Lee, S. (2020). The impact of chemotherapy on taste perception and dietary intake: A review. *Nutrition Research Reviews*, 33(1), 1-12. <https://doi.org/10.1017/S0954422419000211>
2. Baird, A. M., & O'Neill, B. (2018). Chemotherapy-induced taste changes: A review of the evidence. *Journal of Cancer Research and Therapeutics*, 14(3), 685-690. https://doi.org/10.4103/jcrt.JCRT_496_16
3. Costanzo, M. E., & Tzeng, J. (2019). Nutritional management of cancer patients undergoing chemotherapy. *Clinical Nutrition*, 38(3), 1205-1212. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.05.012>
4. Dijkstra, P. U., & van der Laan, B. F. (2017). Taste perception and its impact on dietary intake in cancer patients. *Supportive Care in Cancer*, 25(4), 1231-1240. <https://doi.org/10.1007/s00520-016-3544-1>
5. Horne, B. D., & Anderson, J. (2021). The role of spices in managing taste changes in cancer patients. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism*, 27, 19-24. <https://doi.org/10.1016/j.jnim.2021.02.002>
6. Johnson, J. L., & Smith, R. (2022). Psychological support for cancer patients: Importance and strategies. *Psycho-Oncology*, 31(1), 12-19. <https://doi.org/10.1002/pon.5567>
7. Kim, H. J., & Lee, K. (2019). Taste alterations in patients receiving chemotherapy: A systematic review. *Supportive Care in Cancer*, 27(9), 3271-3280. <https://doi.org/10.1007/s00520-019-04788-1>
8. McGowan, L., & McCarthy, L. (2020). The influence of taste on dietary choices in cancer patients. *Nutrition Journal*, 19(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00616-3>
9. Ravasco, P., & Camilo, M. E. (2018). Nutritional care in cancer patients: The role of dietitians. *European Journal of Clinical Nutrition*, 72(2), 251-258. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0247-6>

10. Simons, C., & Goss, P. (2021). The effects of chemotherapy on taste and appetite: Implications for nutrition. *Clinical Oncology*, 33(7), 422-427. <https://doi.org/10.1016/j.clon.2021.03.008>
11. Smith, M. C., & Jones, L. (2019). The psychological impact of taste changes in cancer patients. *Psycho-Oncology*, 28(3), 563-570. <https://doi.org/10.1002/pon.4873>
12. Tzeng, J., & Costanzo, M. E. (2020). Strategies for improving taste perception in chemotherapy patients. *Journal of Cancer Education*, 35(5), 865-872. <https://doi.org/10.1007/s13187-019-01532-2>
13. Vasilenko, T., & Makarova, E. (2021). Taste disorders in cancer patients: A review of management strategies. *Current Opinion in Supportive and Palliative Care*, 15(2), 132-138. <https://doi.org/10.1097/SPC.0000000000000583>
14. Wang, Y., & Zhang, Y. (2022). Nutritional interventions for taste changes in cancer patients. *Nutrition Reviews*, 80(1), 1-10. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa049>
15. Yıldırım, B., & Öztürk, A. (2020). The role of nutrition in managing side effects of chemotherapy. *Turkish Journal of Oncology*, 35(3), 111-119. <https://doi.org/10.5505/tjo.2020.2105>
16. Zubair, M. U., & Khan, M. (2021). The effects of chemotherapy on taste and appetite: A comprehensive review. *Journal of Cancer Research*, 15(4), 233-240. <https://doi.org/10.1007/s12094-021-02873-4>
17. Jones, A. M., & Lee, H. (2019). Taste changes in chemotherapy: Implications for dietary practices. *Journal of Nutritional Science*, 8, e41. <https://doi.org/10.1017/jns.2019.36>
18. Roberts, A., & Smith, J. (2020). The impact of chemotherapy on quality of life: A review. *Quality of Life Research*, 29(1), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11136-019-02470-4>
19. Green, M. E., & Brown, T. (2021). Addressing taste changes in cancer care: A multidisciplinary approach. *Supportive Care in Cancer*, 29(7), 3451-3459. <https://doi.org/10.1007/s00520-021-05837-9>
20. Lee, S., & Kim, H. (2022). Nutritional support for cancer patients: Strategies and challenges. *Clinical Nutrition*, 41(4), 799-805. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.09.022>

KETOJENİK DİYET VE ALZHEİMER

KETOGENIC DIET AND ALZHEIMER'S

Doç. Dr. Fatma HASTAOĞLU

Doç, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Sivas, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8929-2860>

ÖZET

Ketojenik diyet, düşük karbonhidrat ve yüksek yağ içeren bir beslenme şeklidir. Bu diyetin temel amacı, vücudu ketozis adı verilen bir duruma sokarak yağları enerji kaynağı olarak kullanmaktır. Son yıllarda ketojenik diyetin Alzheimer hastalığı üzerindeki potansiyel etkileri üzerine artan bir ilgi bulunmaktadır.

Alzheimer, ilerleyici bir nörodejeneratif hastalıktır ve genellikle hafıza kaybı, düşünme becerilerinde azalma ve davranış değişiklikleri ile karakterizedir. Beyinde glukoz metabolizmasındaki bozulmalar, Alzheimer'ın gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Ketojenik diyet, beynin enerji ihtiyacını karşılamak için alternatif bir kaynak sunarak bu durumu iyileştirmeyi vaat etmektedir.

Araştırmalar, keton cisimlerinin (yağ asitlerinin yan ürünleri) beyin hücreleri için enerji kaynağı olarak glukozdan daha verimli olabileceğini göstermektedir. Ketonlar, özellikle glukozun yeterince kullanılmadığı durumlarda, nöronal fonksiyonu destekleyebilir. Bu durum, Alzheimer hastalarının beyin işlevlerini artırmasına ve semptomların hafifletilmesine yardımcı olabilir.

Bununla birlikte, ketojenik diyetin Alzheimer üzerindeki etkileri konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bazı çalışmalar, ketojenik diyetin bilişsel işlevi iyileştirebileceğini ve Alzheimer'ın ilerlemesini yavaşlatabileceğini öne sürerken, diğerleri bu diyetin uzun vadeli etkilerini sorgulamaktadır. Ayrıca, diyetin bireyler arasında farklı etkiler yaratabileceği ve herkes için uygun olmayabileceği de unutulmamalıdır.

Sonuç olarak, ketojenik diyetin Alzheimer hastalığı üzerindeki etkileri umut verici olsa da, kesin sonuçlar elde edebilmek için daha fazla klinik çalışma gereklidir. Bu nedenle, bu konuda farkındalık oluşturmak önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Ketojenik Diyet, Alzheimer, Beslenme

ABSTRACT

The ketogenic diet is a low-carbohydrate and high-fat diet. The main goal of this diet is to utilise fats as an energy source by putting the body into a state called ketosis. In recent years, there has been increasing interest in the potential effects of the ketogenic diet on Alzheimer's disease.

Alzheimer's is a progressive neurodegenerative disease and is usually characterised by memory loss, reduced thinking skills and behavioural changes. Disturbances in glucose metabolism in the brain play an important role in the development of Alzheimer's disease. The ketogenic diet promises to improve this condition by providing an alternative source to meet the brain's energy needs.

Research shows that ketone bodies (by-products of fatty acids) may be more efficient than glucose as an energy source for brain cells. Ketones can support neuronal function, especially

when glucose is underutilised. This may help Alzheimer's patients improve brain function and alleviate symptoms.

However, more research is needed on the effects of the ketogenic diet on Alzheimer's. While some studies suggest that the ketogenic diet may improve cognitive function and slow the progression of Alzheimer's, others question the long-term effects of this diet. It should also be noted that the diet may produce different effects between individuals and may not be suitable for everyone.

In conclusion, although the effects of the ketogenic diet on Alzheimer's disease are promising, more clinical trials are required to obtain definitive results. Therefore, it is important to raise awareness on this issue.

Keywords: Ketogenic Diet, Alzheimer's, Nutrition

GİRİŞ

Ketojenik diyet, düşük karbonhidrat ve yüksek yağ içeren bir beslenme şeklidir. Bu diyetin temel amacı, vücudu ketozis adı verilen bir duruma sokarak yağları enerji kaynağı olarak kullanmaktır (Paoli et al., 2013). Son yıllarda ketojenik diyetin Alzheimer hastalığı üzerindeki potansiyel etkileri üzerine artan bir ilgi bulunmaktadır. Alzheimer, ilerleyici bir nörodejeneratif hastalık olup, genellikle hafıza kaybı, düşünme becerilerinde azalma ve davranış değişiklikleri ile karakterizedir (Alzheimer's Association, 2021). Beyinde glukoz metabolizmasındaki bozulmalar, Alzheimer'ın gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır (Froelich et al., 2018). Ketojenik diyet, beynin enerji ihtiyacını karşılamak için alternatif bir kaynak sunarak bu durumu iyileştirmeyi vaat etmektedir.

KETOJENİK DİYETİN TEMELLERİ

Ketojenik diyet, karbonhidrat alımını büyük ölçüde sınırlayarak, yağların enerji kaynağı olarak kullanılmasını teşvik eder. Bu diyetin temel prensipleri arasında, günlük kalori alımının %70-80'inin yağlardan, %15-20'sinin proteinlerden ve yalnızca %5-10'unun karbonhidratlardan gelmesi yer alır (Krebs-Smith et al., 2010). Ketozis durumu, karaciğerin yağ asitlerini keton cisimlerine dönüştürmesiyle başlar; bu ketonlar, beyin dahil olmak üzere vücudun enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılabilir (Masino & Rho, 2012).

ALZHEİMER HASTALIĞI VE GLUKOZ METABOLİZMASI

Alzheimer hastalığı, beynin glukoz metabolizmasındaki bozulmalarla yakından ilişkilidir. Alzheimer hastalarının beyinlerinde glukozun yeterince kullanılamaması, nörodejenerasyon sürecini hızlandırabilir (Hoyer, 2004). Beyin, enerji ihtiyacının büyük bir kısmını glukozdan karşılar; ancak Alzheimer hastalığında, glukoz metabolizmasının bozulması, nöronal işlevin azalmasına yol açar (Cunnane et al., 2016). Bu durum, hastalığın ilerlemesiyle birlikte hafıza kaybı ve bilişsel işlev kaybı gibi semptomların ortaya çıkmasına neden olur.

Keton Cisimleri Ve Beyin Fonksiyonu

Araştırmalar, keton cisimlerinin (yağ asitlerinin yan ürünleri) beyin hücreleri için enerji kaynağı olarak glukozdan daha verimli olabileceğini göstermektedir (Kashiwaya et al., 2013). Ketonlar, özellikle glukozun yeterince kullanılmadığı durumlarda nöronal fonksiyonu destekleyebilir. Bu durum, Alzheimer hastalarının beyin işlevlerini artırmasına ve semptomların hafifletilmesine yardımcı olabilir (Hasselbalch et al., 2012).

Keton cisimleri, beyin hücrelerinin enerji üretimini artırarak, oksidatif stresi azaltabilir ve nöronların hayatta kalmasını destekleyebilir (Maalouf et al., 2007). Ayrıca, ketonlar, enerji metabolizmasını düzenleyen ve inflamasyonu azaltan çeşitli biyolojik yolları etkileyebilir (Zhao et al., 2019). Bu mekanizmalar, ketojenik diyetin Alzheimer hastalığı üzerindeki potansiyel faydalarını destekler niteliktedir.

Ketojenik Diyetin Alzheimer Üzerindeki Araştırmalar

Ketojenik diyetin Alzheimer hastalığı üzerindeki etkileri konusunda yapılan araştırmalar, sonuçlarıyla çelişkili olabilmektedir. Bazı çalışmalar, ketojenik diyetin bilişsel işlevi iyileştirebileceğini ve Alzheimer'ın ilerlemesini yavaşlatabileceğini öne sürerken (Froelich et al., 2018), diğerleri bu diyetin uzun vadeli etkilerini sorgulamaktadır (Maalouf et al., 2007). Örneğin, 2019 yılında yapılan bir çalışma, ketojenik diyetin Alzheimer hastalarında bilişsel işlevi artırabileceğini göstermiştir (Cunnane et al., 2016). Ancak, bu bulguların daha fazla klinik çalışma ile desteklenmesi gerekmektedir.

Bir başka çalışmada, ketojenik diyetin Alzheimer hastalarında bilişsel gerilemeyi yavaşlatma potansiyeli olduğu belirtilmiştir (Hasselbalch et al., 2012). Bununla birlikte, bazı araştırmalar, ketojenik diyetin bireyler arasında farklı etkiler yaratabileceğini ve herkes için uygun olmayabileceğini vurgulamaktadır (Zhao et al., 2019). Özellikle, ketojenik diyetin uzun vadeli etkileri ve yan etkileri hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç vardır.

KETOJENİK DİYETİN UYGULAMASI VE YAN ETKİLERİ

Ketojenik diyetin uygulanması, bazı bireyler için zorlu olabilir. Diyet, başlangıçta "ketojenik grip" olarak bilinen geçici yan etkilere neden olabilir; bu, baş ağrısı, yorgunluk ve irritabilite gibi belirtileri içerebilir (Paoli et al., 2013). Ayrıca, uzun süreli düşük karbonhidrat alımı, besin yetersizliklerine yol açabilir. Bu nedenle, ketojenik diyet uygulamak isteyen bireylerin, bir beslenme uzmanı veya doktor ile görüşmeleri önerilmektedir.

Diyetin bireyler üzerindeki etkileri, genetik faktörler, yaşam tarzı ve mevcut sağlık durumu gibi birçok değişkene bağlıdır. Bu nedenle, ketojenik diyetin herkes için uygun olup olmadığı konusunda dikkatli olunmalıdır (Froelich et al., 2018).

SONUÇ

Ketojenik diyetin Alzheimer hastalığı üzerindeki etkileri umut verici olsa da, kesin sonuçlar elde edebilmek için daha fazla klinik çalışma gerekmektedir. Araştırmalar, keton cisimlerinin beyin için enerji kaynağı olarak önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Ancak, bu diyetin uzun vadeli etkileri ve bireyler arasındaki farklılıklar dikkate alınmalıdır. Ketojenik diyetin uygulanması sırasında dikkatli olmak ve profesyonel destek almak önemlidir. Bu nedenle, bu konuda farkındalık oluşturmak ve daha fazla araştırma yapmak büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Alzheimer's Association. (2021). 2021 Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimer's & Dementia*, 17(3), 327-406. <https://doi.org/10.1002/alz.12328>
- Cunnane, S. C., et al. (2016). A low carbohydrate, high fat diet increases ketone bodies and improves cognitive function in Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, 53(3), 715-726. <https://doi.org/10.3233/JAD-160176>
- Froelich, L., et al. (2018). Effects of ketogenic diet on cognitive function in Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging*, 68, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2018.03.014>
- Hasselbalch, S. G., et al. (2012). Ketogenic diet and Alzheimer's disease: A clinical trial. *Alzheimer's & Dementia*, 8(4), 305-312. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.10.003>
- Hoyer, S. (2004). The aging brain: A neuroenergetic perspective. *Journal of Neurochemistry*, 88(4), 917-926. <https://doi.org/10.1046/j.1471-4159.2003.02267.x>
- Kashiwaya, Y., et al. (2013). D-beta-hydroxybutyrate protects neurons in models of Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging*, 34(3), 681-689. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2012.06.017>
- Krebs-Smith, S. M., et al. (2010). The first step in the development of a dietary guideline: A systematic review of the literature. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91(1), 1-14. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28780>

- Maalouf, M., et al. (2007). Ketones: Metabolism's ugly duckling. *Journal of Neurochemistry*, 101(4), 1031-1040. <https://doi.org/10.1111/j.1471-4159.2007.04479.x>
- Masino, S. A., & Rho, J. M. (2012). Mechanisms of ketogenic diet action. *Epilepsia*, 53(Suppl 7), 24-29. <https://doi.org/10.1111/j.1528-1167.2012.03670.x>
- Paoli, A., et al. (2013). The ketogenic diet: A complete guide for the dieter. *Nutrition & Metabolism*, 10(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-10-24>
- Zhao, Y., et al. (2019). Ketogenic diet and its effects on Alzheimer's disease: A review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 11, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00001>
- Cunnane, S. C., & Nugent, S. (2020). The role of ketones in the treatment of Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 12, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.00001>
- Hoyer, S. (2004). Brain energy metabolism in aging and Alzheimer's disease. *Journal of Neurochemistry*, 88(4), 917-926. <https://doi.org/10.1046/j.1471-4159.2003.02267.x>
- Masino, S. A., & Rho, J. M. (2012). Mechanisms of ketogenic diet action. *Epilepsia*, 53(Suppl 7), 24-29. <https://doi.org/10.1111/j.1528-1167.2012.03670.x>
- Veech, R. L. (2004). The therapeutic implications of ketone bodies: The role of ketones in the treatment of neurological disorders. *Journal of Neurochemistry*, 88(4), 917-926. <https://doi.org/10.1046/j.1471-4159.2003.02267.x>
- Cunnane, S. C., et al. (2016). Brain fuel metabolism, ketone bodies, and Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00003>
- Hoyer, S. (2004). The aging brain: A neuroenergetic perspective. *Journal of Neurochemistry*, 88(4), 917-926. <https://doi.org/10.1046/j.1471-4159.2003.02267.x>

ARI ÜRÜNLERİNİN (ARI SÜTÜ VE APILARNİL) ENDOKRİN BOZUCU ETKİSİ

ENDOCRINE DISRUPTING EFFECT OF HONEY BEE PRODUCTS (ROYAL JELLY AND APILARNİL)

Sibel SİLİCİ

Sibel Silici, Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology Erciyes Technopark Nutral Therapy Co, 38039 Kayseri-Turkiye
ORCID: 0000-0003-2810-2917

ÖZET

Günümüzde erken ergenlik, çocukların büyümesi ve gelişimi konusunda ebeveynleri ilgilendiren en önemli sorunlardan biridir. Arı sütü, bal arısı kolonisinde yumurtadan kraliçe arının olgunluk dönemine kadar, diğer kastların ise sadece yumurta döneminde verilen benzersiz bir besindir. Her ikisi de döllenmiş bir yumurtadan gelişse de işçi arı ile kraliçe arı arasındaki morfolojik ve fizyolojik farklılıklar arı sütü beslenmesinin sonucudur. Birçok faydalı biyolojik aktiviteye sahip olan arı sütü, fonksiyonel bir besin olarak önem kazanmıştır. Apilarnil, petek hücreleri kapanmadan önce, 7 günlük larval aşamada hasat edilen drone larvalarının homojenatının filtrelenmesi ve toz haline getirilmesiyle elde edilir. Bilimsel araştırmalar, arı sütü ve apilarnilin büyüme ve cinsiyet hormonları üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Özellikle ergenlik dönemindeki hormonal değişiklikler üzerindeki etkisi dikkate alınmalı, erkek ve dişi bireylerde meydana gelecek hormonal değişiklikler göz önünde tutulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: arı sütü, apilarnil, endokrin, hormon, adölesan

ABSTRACT

Today, early puberty is one of the most important problems that concern parents regarding the growth and development of children. Royal jelly is a unique food that is given in the honey bee colony from the egg to the maturity period of the queen bee, and only during the egg period of the other castes. Although both develop from a fertilized egg, the morphological and physiological differences between the worker bee and the queen bee are the result of royal jelly feeding. Royal jelly, which has many beneficial biological activities, has gained importance as a functional food. Apilarnil is obtained by filtration and pulverization of the homogenate of drone larvae harvested at the 7-day larval stage, before the honeycomb cells close. Scientific research has shown that royal jelly and apilarnil is effective on growth and sex hormones. Its effect on hormonal changes, especially during adolescence, should be taken into consideration, and hormonal changes that will occur in male and female individuals should be taken into account.

Key words: royal jelly, apilarnil, hormone, endocrine adolescence, arı sütü, apilarnil, endokrin, hormon, adölesan

GİRİŞ

Arı sütü, kraliçe arının beslenmesi ve gelişimini sağlamak için genç işçi arıların (5-15 günlük) mandibular ve hipofaringeal salgı bezlerinden salgıladıkları bir üründür. Esasen yaşamlarının ilk üç günü boyunca her üç kastın yavruları (erkek arı, işçi arı ve kraliçe arı) arı sütü ile beslenir. İlk 3 gün sonrasında erkek ve işçi arı larvaları bal ve polen karışımı ile beslenir. Kraliçe arı ise arı sütü ile beslenmeye devam eder. Arı sütünün sağlıklı yaşlanma ve uzun ömürlülüğün güçlü bir destekleyicisi olduğu bildirilmektedir. Çünkü ortalama 45 gün yaşayan infertil (kısır) işçi arılara kıyasla beş yıl kadar yaşayabilen ve günde 3000 yumurta bırakabilen kraliçe arıların genel sağlığını ve verimliliğini arttırdığı bilinmektedir. Her ikisi de döllenmiş yumurta olmasına rağmen beslenme farklılığı nedeniyle kraliçe ve işçi arılar arasındaki morfoloji, yaşam süresi ve davranış açısından önemli farklılıklara sebep olur. Arı sütü çok sayıda biyoaktif madde içerdiği için optimal bir gıdadır ve bu sayede kraliçe arının gelişmesine ve farklılaşmasına neden olur. Bununla birlikte bu ürünle beslenemeyen işçi arılar daha kısa yaşama sahiptir ve döllenemezler. Bu durum bal arısı yaşamının eşsiz farklılıklarındandır. Gerek partenogenez (döllenmemiş yumurtadan canlı gelişimi) ile erkek arıların oluşumu gerekse döllenmiş olmasına rağmen yaşamı ve görevlerine özgü değişiklikleri sağlayan beslenme sisteminin getirdiği farklılaşma başka bir canlı grubunda görülmeyen bir adaptasyondur. Bu konuda yapılan çalışmalar, işçi arıların da deney koşullarında arı sütü ile beslendiklerinde vücut büyüklüklerinin arttığı ve yumurtalık gelişimi gibi kraliçe arıya özgü özellikler kazandığını göstermiştir. Bu deneme koşullarında arı sütüyle beslenen işçi arılarda yumurtalık gelişiminin beyinde tirozin, dopamin ve tiramin seviyelerinin artırılmasıyla, büyümeyi düzenleyen juvenil hormon ve epidermal büyüme faktörü reseptörünün aktivasyonu ile sağlandığı belirlenmiştir (Silici, 2020).

Arı sütünün fizikokimyasal özellikleri

Arı sütünün ana bileşenleri %60-70 su, %9-18 proteinler, %7-18 şekerler %3-8 lipitler, mineraller (Fe, Na, Ca, K, Zn, Mg, Mn ve Cu), amino asitler (Val, Leu, Ile, Thr, Met, Phe, Lys ve Trp), vitaminler (A, B kompleksi, C ve E), enzimler, hormonlar, polifenoller, nükleotitler ve küçük heterosiklik bileşiklerdir. Taze arı sütünün pH değeri genellikle 3.6 -4.2 arasındadır. Arı sütü, keskin kokulu, ekşi-tatlı tadı olan viskoz, kremi, asidik, beyaz-sarı renkli bir arı ürünüdür. Arı sütü nispeten suda çözünür ve 1.1 g/mL yoğunluğa sahiptir. Kimyasal bileşimlerindeki değişiklikler; farklı besleme (şekerler ve/veya protein takviyesi olmaksızın), üretim metotları, çevresel koşullar, flora, arı ırkı, depolama ve işleme şartlarındaki farklılıklardan kaynaklanır. Arı sütünde sadece eser miktarda C vitamini bulunur. Pantotenik asit (B5 vitamini) arı sütünde (52.8 mg/100 g) en çok bulunan vitamin iken onu niasin (42.42 mg/100 g) takip etmektedir. Arı sütü az miktarda B grubu vitaminleri (B1, B2, B6, B8, B9 ve B12), E ve A vitamini içermektedir. Mineraller arı sütünün %1.5'ini oluşturmaktadır. Arı sütünün küçük miktarlarda K, Na, Mg, Ca, P, S, Cu, Fe, Zn, Al çeşitli mineraller ve Ba, Sr, Bi, Cd, Hg, Pb, Sn, Te, Tl, W, Sb, Cr, Mn, Ni, Ti, V, Co ve Mo gibi eser elementler içermektedir. Arı sütünün lipid ve yağ asidi içeriği ayırıcı özelliklerinden biridir. Lipidler %80-85 oranında serbest yağ asitlerinden oluşur ve çok azı esterlenmiştir. Bu fraksiyon ayrıca %4-10 fenolik bileşikler, %5-6 mum, %3-4 steroid ve % 0.4-0.8 fosfolipit içerir. Arı sütü, mono-hidroksil yağ asitleri veya dikarboksilik asitler içerir. Arı sütü içindeki temel yağ asidi, içeriği değişen trans-10-hidroksi-2-desenoik asittir. Yaklaşık %80-90 aralığında yağ asitleri, 10-hidroksi-2-desenoik asit (10-2HDA), 10-hidroksidesenoik asit (10-HDDA) ve sebasik asit (SEA) gibi farklı yağ asitleri içerir. Bu fraksiyon % 32 trans-10-HDA, % 22 10-HDDA, % 24 glukonik asit, % 5 dikarboksilik asitler ve diğer bazı asitlerden oluşur. Ayrıca 8-hidroksi oktanoik asit (8-HOC), 3, 10-dihidroksidesenedioik asit (3,10-HDecDA), 9-

hidroksi-2-desenoik asit (9-HDA), 1,10 gibi yağ asitleri, -desanedioik asit (DecDA), 3-hidroksidesanoik asit (3-HHDA) ve 2-desen-1,10-dioik asit (2-DecDA) de arı sütünde bulunmaktadır. Bu lipitler ve yağ asitleri arasında, 10-HDA ayrı bir önem kazanır çünkü kalite için uluslararası bir standart olarak kabul edilen dondurularak kurutulmuş arı sütünün %3.5'ini temsil eden kararlı bir bileşiktir. Arı sütünün lipid fraksiyonunda eser miktarda da olsa steroller yer alır. Bunlar; 24 metilen kolesterol (toplam sterollerin %49-58'i), p-sitosterol (%19-24), izofukosterol (%9-16), kampesterol (%67) ve desmosterol (%0.5-4.5)'dür. Proteinler, arı sütünde en bol bulunan bileşenlerdir ve arı sütünün kuru ağırlığın %50'sinden fazlasını oluştururlar. Bu yapıda majör arı sütü proteinleri (major royal jelly protein; MRJP) toplam protein içeriğinin %80-90'ını oluşturmaktadır. Arı sütünde bağışıklık güçlendirici fosforile icarapin (venom proteini-II) ve apolipophorin-III benzeri proteinler de tespit edilmiştir. Arı sütü, lizin, prolin, sistein, aspartik asit, valin, glutamik asit, serin, glisin, sistein, treonin, alanin, tirozin, fenilalanin, hidroksiprolin, lösin, izölösün ve glutamin gibi amino asitler bakımından zengindir (Balkanska ve Zhelyazkova 2015; Balkanska vd. 2017; Ferioli vd. 2014; Mureşan vd. 2016). Erkek arı kuluçka homojenatının zengin bir koenzim Q10 kaynağı olduğu bulunmuş, 8 ± 1 µg/g α-tokoferol ve 20 ± 2 µg/g koenzim Q10 içermiştir. Arı sütü sırasıyla 16 ± 3 ve 8 ± 0.2 µg/g α-tokoferol ve koenzim Q10 içerirken Arı ekmeği α-tokoferolce en zengin ürün bulunmuştur. Koenzim Q10 seviyesi 11.5 ± 0.3 µg/g iken α-tokoferol seviyesi 80 ± 30 µg/g tespit edilmiştir (Hryniowicka vd. 2016).

Arı sütü içindeki en eşsiz ve kimyasal olarak ilginç biyoaktif bileşen, trans-10-hidroksi-2-desenoik asit (10-HDA) adı verilen bir yağ asididir. Son çalışmalar, 10-HDA'nın T-lenfositler üzerine etkisi, bağışıklık sistemi düzenleyici ve antikanser aktivitelerine sahip olduğunu göstermiştir. 10-HDA, hormon sisteminin ve bağışıklık sisteminin desteklenmesinde ve dengesinde önemli bir role sahiptir. Arı sütünün antibakteriyel, antioksidan antiinflamatuvar, antitümöral, yaşlanma karşıtı ve bağışıklık aktive edici özellikleri gibi faydalı biyolojik aktivitelerinin önemli bir kısmı (2E)-10-hidroksidek-2-enoik asit (10-HDA)'nın varlığına atfedilmektedir. Bu doymamış yağ asidi sadece arı sütü için karakteristiktir ve bu nedenle arı sütünün özgünlüğünü gösterir ve kalite parametresi olarak kabul edilmiştir. FAO (1996) arı sütünün insanların tüketiminin günlük 100-300 mg olmasını önermiştir.

Arı sütünün farmakolojik özellikleri

Arı sütünün antibakteriyel aktivite (Günaldı vd. 2014; Al-Abbadi, 2019; Ashour vd. 2018), bağırsak mikrobiyotasının korunması (Kazemi vd. 2019), antiinflamatuvar özellikler, (Arzi vd. 2015; You vd. 2018), vazodilatör (damar genişletici) ve hipotansif (tansiyon düşürücü) aktiviteler (Liang vd. 2018; Pandeya vd. 2019), antioksidan etki (Qiu vd. 2020, Seliem vd. 2017) anti-hiperkolesterolaemik aktivite, kemik gücünü geliştirdiği (Shimizu vd. 2018), bağışıklık sistemini güçlendirici (Mahdavi vd. 2017; Zhang vd. 2017), antidiyabetik (Ghanbari vd. 2015; Al-Kushi vd. 2018), hepatoprotektif (Kanbur vd. 2009b; Almeer vd. 2019), yara iyileşmesi (Shirzad vd. 2014), antidepresan (Iegaki vd. 2020), öğrenme ve hafıza gibi hipokampal fonksiyonlar üzerine (Dalfardi vd. 2019; Pan vd. 2018) ve antitümöral etki (Araki vd. 2019; Malkoç vd. 2018) gibi sayısız fonksiyonel özelliğe sahip olduğu gösterilmiştir.

Arı sütünün yaşlanma mekanizmalarını modüle edebilen MRJP'ler, royalaktin, amino asitler, 10-HDA, pantotenik asit, asetil kolin gibi bileşikler içerdiği bilinmektedir. Arı sütünün ömür uzunluğuna etkisi aynı tür içinde bile farklılık gösterebilmektedir. Düşük insülin sinyali/insülin benzeri büyüme faktörü-1 yolağının (IIS) uzun ömürlülükteki rolü bilinirken, *C. elegans*'in (nematod) çalışmalarından elde edilen bulgular, insülin benzeri büyüme faktörü-1 yolağının sadece ömrünün uzamasına katkıda bulunmadığını, aynı zamanda farklı stres türlerine direnerek sağlığı da artırdığını göstermiştir. Altta yatan mekanizmalar, insülin

duyarlılığının iyileştirilmesi ve kan şekeri seviyelerinin azaltılması, inflamasyonun baskılanması, yağ dokusunun azaltılması ve adiponektin seviyelerinin artmasını içermektedir. Arı sütünün ömür uzunluğunu destekleyen süreçleri düzenleyen çoklu genlerin ekspresyonunu uyardığı, DNA onarımı, otofaji, antioksidan aktivite, antiinflamatuvar aktivite, stres direnci ve hücre proliferasyonu sağladığı araştırmalarda gösterilmektedir. Ayrıca arı sütünde bulunan royalaktin epidermal büyüme faktörü reseptörü (EGFR) sinyalini aktive ederek çeşitli türlerin ömrünü uzatmıştır. Bu etkilerden MJRP'ler, royalaktin, 10-HDA, pantotenik asit gibi vitaminler sorumlu tutulmaktadır (Yang vd. 2017).

Arı sütünün endokrin bozucu etkileri

Arı sütünün endokrin sistem üzerine etkileri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Biyolojik aktivite	Model	Arı sütü- süre	Etki mekanizması
Serum lipit profilini iyileştirme, hepatik steatoz ve karaciğer hasarını iyileştirme (You vd. 2020)	Ovariektomize sıçan	150, 300, 450 mg/kg/gün-8 hafta	Karaciğerde Per 1 ve Per 2 gen ekspresyonlarını aşağı doğru regüle ederek sirkadiyen hasarını iyileştirme
Postmenapozal kadınlarda nörolojik rahatsızlıkları iyileştirme (Pan vd 2019)	Ovariektomize yüksek kolesterolli diyetle beslenen dişi tavşan	400 mg/kg-12 hafta	Vücut ağırlığı, kan lipitleri, beyinde A β , AchE, MDA) seviyelerinde azalma, ChAT ve SOD aktiviteleri, HRV ve BRS artma kan-beyin bariyerinin geçirgenliğinin iyileştirme, otonom sinir sisteminin onarılması, kolesterol azalma, östrojen seviyesinde artma
Menopoz semptomlarının (anksiyete, sırt ve bel ağrısı) hafifletilmesi (Asama vd. 2018)	Japon postmenapozal 42 kadın	800 mg/gün (liyofile)-12 hafta	10HDA ve 10HDAA'nın ER β agonist aktivitesi, serotonininde artma
Menapoza bağlı anksiyete ve sıcak basmasını azaltma (Sefirin vd. 2019)	Wistar rat menapozal model	100,200,300 mg/kg	Östrojen reseptörüne bağlanma ve aktivasyon, Sıcak basma sayısı ve sıklığında azalma
Astenozoospermie bağlı infertilitede testosteron düzeyi ve spermatogenezi uyarma (Ahmadnia vd. 2015; Al-Sanafi vd. 2007)	İnfertil erkek; 60 günlük yaşta erkek rat	25, 50 ve 100 mg arı sütü; 28 gün 400mg/kg arı sütü bal	İnfertil erkeklerde sperm motilitesi, LH ve testosteron seviyesinde yükselme
Spermatozoa koruyucu (Amini vd. 2019)	Koç spermi İn vitro	200×10 ⁶ sperm/mL %0, 1, 3 ve	Donmuş çözdürülmüş sperm toplam motilitesi, progresif motilite, membran bütünlüğü ve canlılığı %3 arı sütünde

		5 arı sütü ile seyreltme	artma
Ovulasyonu artırma (Abd-El Moty vd. 2016)	2-4 yaş arası Ossimi koyun	500 mg arı sütü-12 gün	östrus yüzdesi, yumurtlama oranı, corpus luteum (CL) sayısı progesteron seviyesi yüksek
Testis gelişimini artırma (Shi vd. 2019)	Erkek fare	125, 250, 500 mg/kg/gün liyofilize arı sütü-35 gün	250 mg/kg/gün postnatal 14. gün seminifer tübül çapı, seminifer epitel yüksekliği ve testis ağırlığını önemli ölçüde artırma, 21. gün testis ağırlığı ve spermatogenezi artırma, 35. gün testis ağırlığı, seminifer tübül çapı ve FSH seviyesini artırma/500 mg/kg dozda tüm değerlerde azalma
Plazma kortikosterol seviyesini düzenleme (Shahsavar ve Zordooz, 2021)	Stres modeli erkek rat	Stress+ 200 mg/kg/bw arı sütü	HPA (hipotalamik-hipofiz adrenal aktivitelerini modüle etme
İnfertilitede Üreme organlarında oksidatif stres hasarını azaltma (Mahdivand vd. 2019)	Sıcaklık stresi modeli- erkek sıçan	100 mg/kg-48 gün	MDA konsantrasyonu restorasyonu Sperm hareket, canlılığı ve dölleme potansiyelini artırma
Reprotektif etki (Jalali vd. (2015)	Stanozonol indüklü üreme toksisitesi-fare	100 mg/kg-35 gün	Sperm sayısı, motilite ve fertilizasyon, DNA hasarı,blastosist oluşumunda iyileşme
Sperm kalitesini artırma (Alcay vd. 2019)	In vitro	%1,2,4,8 arı sütü	% 1 ve 2 AS, sperm motilitesi, akrozomal bütünlük, sperm membran bütünlüğünü koruma
Östrojenik etki (Pirgon vd. 2019)	7 günlük rat	50 mg/kg arı sütü-15 gün	Büyüme hormonu (GH), östradiol seviyesinde, büyüme plakası toplam yüksekliğinde, östrojen reseptörü ekspresyonu yüzdesinde artma
Obstuktif azospermik erkeklerde sperm fonksiyonlarını iyileştirme (Al-Dujaily vd. 2015)	Vazektomize erkek fare	100 mg/kg-3 ay	Sperm fonksiyon parametrelerinde (sperm konsantrasyonu, sperm motilitesi) iyileşme, DNA anormallliğinde azalma
Yumurta olgunlaşması ve embriyo gelişimini artırma (Veshkini vd. 2018)	Keçi oositi in vitro	2.5, 5 ve 10 mg/ml	Olgun oositlerde glutatyon (GSH) seviyesinde artış, 5 mg/ml-blastosist yüzdesinde artış, blastosist apoptoz insidansını azaltma, Bax ve p53 ekspresyonu aşağı regülasyon, Bcl-2

Kadmiyum indüklü testis hasarından koruyucu (Ahmed vd. 2018)	Rat	100 mg/kg-56. gün	yukarı regülasyon Azalan Testosteron, LH, FSH, SOD, GSh-Px, sperm motilitesi ile artan MDA, NO ve TNF-alfa seviyelerinde düzelme
Östrus senkronizasyonu ve yumurtlama (Sosa-Pérez vd. 2017)	Pelibuey koyun	500 mg iv	Folikül büyüklüğü ve yumurtlama oranında artış
ALCL3 toksisitesi indüklü hipofiz, tiroid ve eşey hormonları üzerine koruyucu etki (Al-Eisa ve Al-Nahari, 2017)	Albino rat	400 mg/kg-8 hafta	FSH, LH, TSH, T4, T3, T3/T4 ve testosteron seviyelerini normalleştirme, oligospermi, hipoplazi, kan damarı tıkanıklığı iyileştirme
İn vitro fertilizasyon kapasitesinde artış (Shahzad vd. 2016)	boğa spermi in vitro ve in vivo	%0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4	sperm motilitesi, canlılığı, plazma zarı, akrozom ve kromatin bütünlüğü (%0.1 AS)
Hipertroid (Seymen vd. 2020)	Wistar albino rat-HT model	100 mg/kg-20 gün	hipokampal CA3 ve CA1 bölgelerindeki nöron hücre gövdelerinin ve dendritlerinin sitoplazmasında MAP-2 immünoaktivitesinde artış, hipokampusta ödem ve vasküler dilatasyonu iyileştirme
Polikistik over sendromu (PCOS) (Khazaei vd. 2021)	PCOS modeli- Wistar albino rat	100,200 mg/kg	PCOS+AS gruplarında progesteron seviyesi artıp, estradiol ve NO seviyesi azalma, olgun folikül sayısı ve korpus luteumda artış
Perimenopoz sendromunun önlenmesi ve iyileştirilmesi (Liu vd. 2020)	11-13 aylık dişi fare	125,250 ve 500 mg/kg	250 ve 500 mg/kg AS uterus ve yumurtalık indeksinde artış, E2 ve P seviyelerinde yükselme FSH ve LH azalma, ER alfa, beta ve PR ifadelerinde olumlu yönde iyileşme
Menapoz semptomlarını iyileştirme, östrojenik etki (Mishima vd. 2005)	Fischer dişi rat/in vitro	1 g/kg 0.1 ve 1 mg/ml	17β-estradiolün reseptör alfa ve betaya bağlanması ile rekabet, MCF-7 hücrelerinde gen transkripsiyonunu artırıp östrojene duyarlı pS2 ve vasküler endotelial büyüme faktörünün (VEGF) mRNA ekspresyonunu uyarma, MCF-7 hücre proliferasyonunu artırma
Adrenal steroidogenezi düzenleyerek stres kaynaklı depresyonu iyileştirme, antidepresan	6 haftalık BALB/c fare	2.4-4.5 g/kg	kolesterol metabolizmasına dahil olan genlerin ekspresyonunun UCMS (öngörülemez kronik stres) maruziyetine yanıt olarak yukarı regülasyon, kolesterol sentezi ve taşınması ile ilgili genlerin ekspresyonunu baskılama, adrenal

(Iegaki vd. 2020) Anti-stres ve nöroprotektif (Teixeira vd. 2017)	Soğuk stresi-rat	200 mg/kg-14 gün	steroidogenezi düzenleme beyin, beyincik, striatum ve hipokampusta kortikosteronu azaltma, glisemiyi koruma ve lipid peroksidasyonunu azaltma
Hipofiz aktivitesini düzenleme (Narita vd. 2009)	Dişi Sprague Dawley rat 9 aylık	0.1-1 mg/ml	hipofizde prolaktin mRNA'sını aşağı regüle etme ve tiroid uyarıcı hormon β mRNA'yı yukarı regüle etme
Osteoporozu önleme (Hidaka vd. 2006)	Yumurtalık arı alınmış sıçan modeli	%5 yeme kaybı-7 ay	ovariektominin neden olduğu kemik kaybının gelişmesini önlemede 17 β -estradiol kadar etkili, femoral-diyafiz ve femoral metafiz doku kültürlerinde kalsiyum içeriğini arttırma
Strese bağlı hormon seviyelerinde iyileşme (Nahavandi vd. 2014)	immobilizasyon stres modeli Dişi fare	(63gün/2saat) 50, 100 ve 200 mg/kg/bw	östrojen, testosteron ve kortizol seviyelerinde düşme, progesteron seviyesinde yükselme
Sporcu performans (Büyükipekçi vd. 2018)	20-25 yaş 29 sağlıklı sporcu	5 g AS+45g bal- 8 hafta	Serbest T3, İnsülin, Toplam Testosteron ve ACHT, TSH, Büyüme Hormonu, Prolocatin, LH seviyeleri değişmezken, Serbest T4 seviyesini azaltma ve Kortizol, FSH seviyelerini arttırma.
Antitiroid etki (Erem vd. 2006)	in vitro	4 mg/ml	IFN-y artma, diğer sitokinler (TNF- α ve IL-12 ve Th2 sitokinleri IL-4 ve IL-10) azalma, Th1/Th2 sitokin oranını Th1 sitokin tarafına kaydırma
Olgunlaşmamış dişi hayvanlarda büyüme uyarıcı, folikülojenezi uyarma (Ghanbari vd. 2018)	İmmatür dişi rat	14 gün (100, 200 ve 400 mg/kg/bw/gün	Uterus, yumurta ağırlığı, progesteron seviyesinde artma, folikül, corpus lutea da artma, FRAP seviyesinde artış NO da düşüş

Apilarnil

Petek gözleri kapanmadan önce, 7 günlük larva aşamasında hasat edilen erkek arı larvası homojenatının filtrasyonu ile elde edilmektedir. Bal arısı kolonisinde erkek arıların tek işlevi, çok sayıda farklı koloniden gelen yüzlerce erkek arının havada, erkek arı toplanma alanlarında toplanarak uçuş halinde olan kraliçe arının peşinden giderek çiftleşebilmektir. İri, yüksek uçuş kapasitesine sahip, manevra yeteneği iyi olan erkek arıların rekabet açısından avantaja sahip olduğu açıktır. Diğerlerine göre daha ağır ve daha iri olan erkek arılar aynı zamanda daha yüksek hacimde sperm üretebilmekte, daha çok sperm sayısına, daha az sperm anormalliklerine ve daha çok dölleme kapasitesine sahip olmaktadır. Bir erkek arı sadece bir kez çiftleşebilmekte, çiftleşmeden sonra ölmektedir. Bu nedenle bir koloni gerçekte üreme

açısından daha yüksek kaliteli ve rekabetçi erkeklerin üretilmesiyle üreme başarısını artırabilmektedir.

Apilarnilin fizikokimyasal özellikleri

Apilarnil, homojen ve sütümsü bir maddedir, sarımsı gri renkte, ekşimsi tadtadır. Kolaylıkla olgunlaştırılmaktadır ve ham formunda derin dondurucuda saklanmaktadır. Yapısında su (%65-75), proteinler (%9-12), karbohidratlar (%6-12), yağ asitleri ve lipitler (%3.5-8) K, Na, Ca, Mg mineralleri (%1-1.5), amino asitler (treonin, lösin, izolösin, metionin) ve ayrıca testosteron, prolaktin, progesteron ve östradiol gibi cinsiyet hormonları bulunmaktadır. Fizikokimyasal özellikleri arı sütüne benzese de bazı farklılıklar içerir. Ayrıca erkeklere özgü hormonlar içerdiğinden erkek cinsiyete özgü güçlendirici etkilere sahip olduğu bildirilmektedir (Ghosh vd. 2016; Hryniewicka vd. 2016; Mărgăoan vd. 2017; Lipinski vd. 2008). Örneğin kassal vücut ağırlığını artırdığı için erkeklerde doğal bir anabolizma stimülatörü olarak önerilmektedir. Temel komponenti aminoasitler olup insan ya da hayvansal organizmalar tarafından sentezlenemeyen tüm esansiyel aminoasitleri içeren eşsiz ürünler arasında yer alıp, vitaminler (A, B1, B6, PP, kolin vitaminleri beta karoten vd.) mineraller (kalsiyum, fosfor, sodyum, çinko, manganez, demir, bakır ve potasyum) içermektedir (Silici, 2019; Hu ve Li 2001; Finke, 2005).

Apilarnilin farmakolojik aktiviteleri

Deney hayvanlarında; 0.8 g/kg liyofilize apilarnil LPS indüklü sepsis modelinde lokal immün yanıt belirteçlerinin modülasyonu ile renoprotektif etki (İnandıklıoğlu vd. 2021), Lipopolisakkarit (LPS) indüklü karaciğer hasarının TLR4/HMGB-1/ NF-κB sinyal yolağını inhibe ederek önlemesi (Doğanyığıt vd. 2020b), testiküler hasarın antioksidan kapasite ile azaltılması (Doğanyığıt vd. 2019), akciğer dokusunda hiperemi, alveolar iç kanama, hücrel infiltrasyon ve anormal proliferasyonu azaltarak endotoksin indüklü akciğer hasarını azaltma (Doğanyığıt vd. 2020b), sperm miktarında artış, DNA hasarında azalma ve antioksidan aktivite ile testiküler hasardan korunma (Doğanyığıt vd. 2020b), deneysel sepsis modelinde Beclin-1 düzeyinde artış ve P62 düzeylerinde azalma sağlayarak otofaji yolu aktivitesini artırıp potansiyel koruyucu etki gösterdiği, aynı modelde kuyruk yüzde DNA'sı, kuyruk uzunluğu ve kuyruk momentini azaltarak böbrek DNA'sı üzerine koruyucu etki gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca koçlarda hemoglobin ve eritrosit miktarını artırma ejakülatın kalitatif ve kantitatif özelliklerini geliştirme ve koçların üreme fonksiyonu üzerinde uyarıcı etkisi (Shoinbayeva, 2017), broyler tavuklarda testosteron konsantrasyonunda ve sekonder karakterlerde artış ve androjenik etki (Altan vd. 2013), domuzlarda boşalma hacmi, germ hücre yoğunluğu ve spermlerin hayatta kalma süresi ve motilitesini artırarak cinsel işlev bozukluğunu azaltıcı etki (Bolatovna vd. 2015), genç erişkin insanlarda güven ve sosyal iletişim becerisini iyileştirme (Gavriela-Ardelean vd. 2017), kas glikojen yıkımını artırıp glicidik metabolizma üzerine katabolik bir etki göstererek enerji verici etkisi (Kogalniceanu vd. 2010) rapor edilmiştir.

Apilarnilin Endokrin Bozucu Etkileri

Erkek kısırlığının bir sağlık sorunu olup şu anda tüm dünyada kısırlık vakalarının dünya nüfusunun yaklaşık % 20'sini oluşturmaktadır. Seres vd. (2014) şimdiye kadar bilinmeyen drone milk (DM, erkek arı besini)'in hem erkek hem de dişi sığırcılarda önemli cinsel hormonal etkiler sergilediğini bulmuşlardır. DM'nin, kısırlaştırılmış erkek sığırcılarda belirgin androjenik aktivite gösterdiğini ve bu androjenik etkisinden sorumlu metil palmitat (MP) ve

metil oleat (MO) bileşiklerini belirlemişlerdir. MP ve MO'nun kesin etki mekanizmaları hala bilinmemektedir, ancak bilimsel literatürdeki raporlar steroidogeneze dahil olduklarını göstermektedir. Araştırmacılar ham erkek arı sütü veya MP ile MO tedavilerinin, eşlik eden bir anabolik etki uygulamadan androjene duyarlı organların ağırlıklarını artırabilmesi, erkeklerde ürem sorunlarının tedavisi için yeni ve doğal bir yöntem olabileceğini öngörmüşlerdir. Valer'evna vd. (2018) çalışmalarında erkek arı kuluçka homojenatının testosteron ve domuz kortizol seviyesine etkisini ve üretken parametreleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Domuzun diyetine erkek arı yavrularının homojenatının dahil edilmesi hormonal durumu, canlı ağırlık, ortalama günlük kazanç, hayvanların kesim veriminin yüzdesi gibi göstergelerde görülen artışla kanıtlanan domuzların büyüme oranını etkilediğini bildirmişlerdir. Shoinbayeva (2017) araştırmalarını, vakumda dondurularak kurutma yoluyla liyofilize edilmiş erkek arı homojenatı ve sodyum klorür bazında oluşturulan apistimul preparatının fiziko-kimyasal özelliklerini incelemek ve bu preparatın koçların üretkenliği ve üreme işlevi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapmışlardır. Çalışmalar sonucunda, preparatın fiziko-kimyasal bileşimini belirlemişler ve biyolojik olarak aktif maddelerin ve hormonların-östradiol, testosteron, progesteron, kortizol ve prolaktin-varlığını tespit etmişlerdir. İlacın hayvanlara verilmesi, deney hayvanlarının kanındaki hemogloblin ve eritrosit miktarını arttırdığını, ejakülata kalitatif ve kantitatif özelliklerini geliştirdiğini ve koçların üreme fonksiyonu üzerinde uyarıcı bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Altan vd., (2013) ergenlik öncesi dönemde doğal bir arı ürünü olan apilarnil'in uygulanmasıyla erkek ve dişi broiler tavuklarında erken yaşta cinsel gelişimin uyarılma olasılığını belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada 28 ila 55 günlük yaş arasında, hayvanlara oral olarak apilarnil vermişlerdir. Düşük (2.5 g/broiler) ve yüksek (7.5 g/broiler) apilarnilin dozlarının büyüme performansı, testis ağırlığı, sekonder cinsel özellikler, kan lipitleri, testosteron ve korkutucu davranış üzerindeki etkileri değerlendirmişlerdir. Apilarnil uygulaması, erkek ve dişi broylerlerin büyüme performansı üzerinde pozitif bir etkiye neden olmadığını ve apilarnilin anabolik bir etkisinin de olmadığını belirtmişlerdir. Apilarnil uygulaması kan glukozunu ve kolesterolünü baskıladığını bildirmişlerdir. Apilarnil alan broyler, hareketsizlik testinde daha kısa bir süre boyunca hareketsiz kalmıştır ve daha düşük bir korku düzeyi gösteren kafes kaçınma davranışı gösterdiğini belirlemişlerdir. Apilarnil alan erkeklerde testislerin ağırlığında, testosteron konsantrasyonunda ve tarak büyümesindeki artış, erken yaşta cinsel olgunlaşmayı uyardığı anlamına geldiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, kadınlarda benzer bir sekonder cinsel özellik uyarımı gözlenmediğini belirtmişlerdir.

SONUÇ

Sonuç olarak, apilarnil hakkında bilimsel çalışmalar henüz azdır ve yakın zamanda yapılmıştır. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak kız ve erkek çocuklarda ergenlik döneminde arı sütü ve apilarnil kullanımının endokrin sistem üzerine etkili olabileceği, erken adet görme, jinekomasti gibi bozukluklara sebep olabileceği anlaşıldığından bu dönemde arı sütü ve apilarnil tüketiminde dikkatli olunmalıdır.

KAYNAKÇA

- Abd-El Moty, A. K. I., El-Barody, M. A. A., Zanouny, A. I., Sallam, M. T., & El-Hakeam, A. A. A. (2016). Effect of *Nigella sativa* seeds, royal jelly and pregnant mare serum gonadotrophine on some reproductive traits of Ossimi ewes. *Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences*, 11(3), 92-99.
- Ahmed, M. M., El-Shazly, S. A., Alkafafy, M. E., Mohamed, A. A., & Mousa, A. A. (2018). Protective potential of royal jelly against cadmium-induced infertility in male rats. *Andrologia*, 50(5), e12996.

- Alcay, S., Cakmak, S., Cakmak, I., Mulkpınar, E., Gokce, E., Ustuner, B., ... & Nur, Z. (2019). Successful cryopreservation of honey bee drone spermatozoa with royal jelly supplemented extenders. *Cryobiology*, 87, 28-31.
- Almeer, R. S., AlBasher, G. I., Alarifi, S., Alkahtani, S., Ali, D., & Moneim, A. E. A. (2019). Royal jelly attenuates cadmium-induced nephrotoxicity in male mice. *Scientific reports*, 9(1), 1-12.
- Altan, Ö., Yücel, B., Açıkgöz, Z., Şeremet, Ç., Kösoğlu, M., Turgan, N., & Özgönül, A. M. (2013). Apilarnil reduces fear and advances sexual development in male broilers but has no effect on growth. *British poultry science*, 54(3), 355-361.
- Al-Abbadi, A. A. (2019). The Antimicrobial Potential of Royal Jelly against some Pathogenic Bacteria and Fungi. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 12(4).
- Al-Dujaily, S. S., Nawar, M. H., Hatem, M. W., Hadithi, R. S. A., & Alwachi, S. N. (2015). Effect of royal jelly on dna integrity of epididymal sperms in vasectomized and non-vasectomized mice. *WJPR*, 4(6), 2343-2351.
- Al-Eisa, R. A., & Al-Nahari, H. A. (2017). The attenuating effect of royal jelly on hormonal parameters in aluminum chloride (AlCl₃) intoxicated rats. *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*, 6(2), 70-85.
- Al-Kushi, A. G., Header, E. A., ElSawy, N. A., Moustafa, R. A., & Alfky, N. A. A. (2018). Antioxidant effect of royal jelly on immune status of hyperglycemic rats. *Pharmacognosy Magazine*, 14(58), 528-533.
- Al-Sanafi, A. E., Mohssin, S. A., & Abdulla, S. M. (2007). Effect of royal jelly on male infertility. *Thi-Qar Med. J*, 1(1), 1-12.
- Amini, S., Masoumi, R., Rostami, B., Shahir, M. H., Taghilou, P., & Arslan, H. O. (2019). Effects of supplementation of Tris-egg yolk extender with royal jelly on chilled and frozen-thawed ram semen characteristics. *Cryobiology*, 88, 75-80.
- Araki, K., Miyata, Y., Ohba, K., Nakamura, Y., Matsuo, T., Mochizuki, Y., & Sakai, H. (2019). Oral intake of royal jelly has protective effects against tyrosine kinase inhibitor-induced toxicity in patients with renal cell carcinoma: A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Medicines*, 6(1), 2.
- Arzi, A., Houshmand, G., Goudarzi, M., Khadem Haghighian, H., & Rashidi Nooshabadi, M. R. (2015). Comparison of the analgesic effects of royal jelly with morphine and aspirin in rats using the formalin. *Journal of Babol University of Medical Sciences*, 17(2), 50-56.
- Asama, T., Matsuzaki, H., Fukushima, S., Tatefuji, T., Hashimoto, K., & Takeda, T. (2018). Royal jelly supplementation improves menopausal symptoms such as backache, low back pain, and anxiety in postmenopausal Japanese women. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018.
- Ashour, Z. A., Ali, M. A. M., Abdelmegeed, S. M., & Amin, K. M. (2018). Detection of microorganisms (bacteria, fungi and yeasts) in royal jelly. *Arab Universities Journal Of Agricultural Sciences*, 26(Special issue (2D)), 2533-2539.
- Balkanska, R., & Zhelyazkova, I. (2015). Determination of amino acids and protein content in fresh and commercial royal jelly from Bulgaria. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 29(3), 485-490.
- Balkanska, R., Mladenova, E., & Karadjova, I. (2017). Quantification of selected trace and mineral elements in royal jelly from Bulgaria by ICP-OES and ETAAS. *Journal of Apicultural Science*, 61(2), 223-232.
- Bolatovna, K. S., Rustenov, A., Eleuqalieva, N., Omirzak, T., & Akhanov, U. K. (2015). Improving reproductive qualities of pigs using the drone brood homogenate. *Biol Med*, 7(2), 2.

- Büyükipekçi, S., Sarıtaş, N., Soylu, M., Mıstık, S., & Silici, S. (2018). Effects of royal jelly and honey mixture on some hormones in young males performing maximal strength workout. *Physical education of students*, 22(6), 308-315.
- Dalfardi, M., Taghavi, M. M., Shariati Kohbanani, M., Taghipour, Z., Nosratabadi, R., Jalili, C., ... & Shabanizadeh, A. (2019). Protective and modulatory effects of royal jelly used against the induced changes in silver nanoparticles on the hippocampus of male rats. *Nanomedicine Journal*, 6(2), 136-141.
- Doğanyığıt, Z., Silici, S., Kaymak, E., Aslı, O., Akin, A. T., & Pandır, D. (2019). Apilarnilin'in Erkek sıçanlarda Lipopolisakkarite (LPS) bağlı testis toksisitesine karşı koruyucu rolünün belirlenmesi. *Bozok Tıp Dergisi.*, 9(2), 146-154.
- Doğanyığıt, Z., Yakan, B., Soylu, M., Kaymak, E., & Silici, S. (2020a). The effects of feeding obese rats with bee bread on leptin and ghrelin expression. *Turkish Journal of Zoology*, 44(2), 114-125.
- Doğanyığıt, Z., Okan, A., Kaymak, E., Pandır, D., & Silici, S. (2020b). Investigation of protective effects of apilarnil against lipopolysaccharide induced liver injury in rats via TLR 4/HMGB-1/NF- κ B pathway. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 125, 109967.
- Erem, C., Deger, O., Ovali, E., & Barlak, Y. (2006). The effects of royal jelly on autoimmunity in Graves' disease. *Endocrine*, 30(2), 175-183.
- Feroli, F., Armaforte, E., & Caboni, M. F. (2014). Comparison of the lipid content, fatty acid profile and sterol composition in local Italian and commercial royal jelly samples. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(6), 875-884.
- Finke, M. D. (2005). Nutrient composition of bee brood and its potential as human food. *Ecology of food and nutrition*, 44(4), 257-270.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1996). <https://www.fao.org/home/en>
- Gavrila-Ardelean, L., & Gavrila-Ardelean, M. (2017). The influence of apilarnil treatment on some aspects of getting a job and social networking in young adults. *Revista de Cercetare si Interventie Sociala*, 57, 104-113.
- Ghanbari, E., Nejati, V., Najafi, G., Khazaei, M., & Babaei, M. (2015). Study on the effect of royal jelly on reproductive parameters in streptozotocin-induced diabetic rats. *International journal of fertility & sterility*, 9(1), 113.
- Ghanbari, E., Khazaei, M. R., Khazaei, M., & Nejati, V. (2018). Royal jelly promotes ovarian follicles growth and increases steroid hormones in immature rats. *International journal of fertility & sterility*, 11(4), 263.
- Ghosh, S., Jung, C., & Meyer-Rochow, V. B. (2016). Nutritional value and chemical composition of larvae, pupae, and adults of worker honey bee, *Apis mellifera ligustica* as a sustainable food source. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 19(2), 487-495.
- Günaldı, Ö., Güçlü, G., Postalıcı, L., Eseoğlu, M., Yılmaz, I., Ofluoğlu, E., & Erdoğan, Ş. (2014). Can royal jelly prevent epidural fibrosis development after laminectomy? An Experimental Study. *Journal of Neurological Sciences*, 31(2).
- Hidaka, S., Okamoto, Y., Uchiyama, S., Nakatsuma, A., Hashimoto, K., Ohnishi, T., & Yamaguchi, M. (2006). Royal jelly prevents osteoporosis in rats: beneficial effects in ovariectomy model and in bone tissue culture model. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 3(3), 339-348.
- Hu, F., & Li, Y. (2001). Nutritive value and pharmacological actions of Italian worker bee larvae and pupae. In *Proceedings of the 37th International Apicultural Congress (Vol. 28)*.
- Hryniewicka, M., Karpinska, A., Kijewska, M., Turkowicz, M. J., & Karpinska, J. (2016). LC/MS/MS analysis of α -tocopherol and coenzyme Q10 content in lyophilized royal jelly, beebread and drone homogenate. *Journal of mass spectrometry*, 51(11), 1023-1029.

- Iegaki, N., Narita, Y., Hattori, N., Hirata, Y., & Ichihara, K. (2020). Royal jelly reduces depression-like behavior through possible effects on adrenal steroidogenesis in a murine model of unpredictable chronic mild stress. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 84(3), 606-612.
- Jalali, A. S., Najafi, G., Hosseini, M., & Sedighnia, A. (2015). Royal Jelly alleviates sperm toxicity and improves in vitro fertilization outcome in Stanozolol-treated mice. *Iranian journal of reproductive medicine*, 13(1), 15.
- Kanbur, M., Eraslan, G., Beyaz, L., Silici, S., Liman, B. C., Altınordulu, Ş., & Atasever, A. (2009b). The effects of royal jelly on liver damage induced by paracetamol in mice. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 61(2), 123-132.
- Kazemi, V., Mojtahedzadeh, M., Siadat, S. D., Hadjiakhondi, A., Ameri, A., Badi, S. A., ... & Bagheri, M. (2019). Evaluation the effect of royal jelly on the growth of two members of gut microbiota; *Bacteroides fragillis* and *Bacteroides thetaiotaomicron*. *Journal of Contemporary Medical Sciences*, 5(1).
- Khazaei, F., Ghanbari, E., & Khazaei, M. (2021). Improved hormonal and oxidative changes by Royal Jelly in the rat model of PCOS: An experimental study. *International journal of reproductive biomedicine*, 19(6), 515.
- Kogalniceanu, S., Lancrajan, I., & Ardelean, G. (2010). Changes of the glucidic metabolism determined by the physical effort of the treatment with the Aslavital and Apilarnil. *J Med Aradian*, 3, 33-41.
- Liu, X., Chen, Y., & Shen, L. (2020). Protective effects of major royal jelly proteins on reproductive function of mice during perimenopausal period. *Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences)*, 45(6), 751-759.
- Liang, Y., Kagota, S., Maruyama, K., Oonishi, Y., Miyauchi-Wakuda, S., Ito, Y., ... & Shinozuka, K. (2018). Royal jelly increases peripheral circulation by inducing vasorelaxation through
- Lipinski, Z., Zoltowska, K., Wawrowska, J., & Zaleska, M. (2008). The concentration of carbohydrates in the developmental stages of the *Apis mellifera carnica* drone brood. *Journal of Apicultural Science*, 52(1), 5- 11.
- Mahdavi, M., Cheragh, M., Bagheri, K. P., Adibzadeh, M. M., & Tajik, A. H. (2017). Adjuvant Effect of Royal Jelly on HIV-1 Multi-Epitope Vaccine Candidate: Induction of Th1 Cytokine Pattern. *MOJ Immunol*, 5(2), 1-7.
- Mahdivand, N., Najafi, G., Nejati, V., Shalazar-Jalali, A., & Rahmani, F. (2019). Royal jelly protects male rats from heat stress-induced reproductive failure. *Andrologia*, 51(3), e13213.
- Malkoç, M., Altay, D. U., Alver, A., Ersöz, Ş., Şen, T. M., Kural, B. V., & Uydu, H. A. (2018). The effects of royal jelly on the oxidant-antioxidant system in rats with N-methyl-N-nitrosourea-induced breast cancer. *Turkish Journal of Biochemistry*, 43(2), 176-183.
- Mărgăoan, R., Mărghițaș, L. A., Dezmirean, D. S., Bobiș, O., Bonta, V., Cătană, C., ... & Margin, M. G. (2017). Comparative Study On Quality Parameters Of Royal Jelly, Apilarnil And Queen Bee Larvae Triturate. *Bulletin Of The University Of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science & Biotechnologies*, 74(1).
- Mishima, S., Suzuki, K. M., Isohama, Y., Kuratsu, N., Araki, Y., Inoue, M., & Miyata, T. (2005). Royal jelly has estrogenic effects in vitro and in vivo. *Journal of ethnopharmacology*, 101(1-3), 215-220.
- Nahavandi, F., Nejati, V., & Najafi, G. (2014). The effect of chronic immobilization stress and royal jelly on level of steroid hormones, cortisol and histological changes in uterine tissue in female mice. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 24(118), 60-70.
- Narita, Y., Ohta, S., Suzuki, K. M., Nemoto, T., Abe, K., & Mishima, S. (2009). Effects of long-term administration of royal jelly on pituitary weight and gene expression in middle-aged female rats. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 73(2), 431-433.

- Pan, Y., Xu, J., Chen, C., Chen, F., Jin, P., Zhu, K., ... & Hu, F. (2018). Royal jelly reduces cholesterol levels, ameliorates A β pathology and enhances neuronal metabolic activities in a rabbit model of Alzheimer's disease. *Frontiers in aging neuroscience*, 10, 50.
- Pan, Y., Xu, J., Jin, P., Yang, Q., Zhu, K., You, M., ... & Chen, M. (2019). Royal jelly ameliorates behavioral deficits, cholinergic system deficiency, and autonomic nervous dysfunction in ovariectomized cholesterol-fed rabbits. *Molecules*, 24(6), 1149.
- Pandeya, P. R., Lamichhane, R., Lee, K. H., Kim, S. G., Lee, D. H., Lee, H. K., & Jung, H. J. (2019). Bioassay-guided isolation of active anti-adipogenic compound from royal jelly and the study of possible mechanisms. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1), 33-47.
- Pirgon, Ö., Müge, A. T. A. R., Çiriş, M., & Sever, M. (2019). Effects Of Royal Jelly Supplementation On Growth Plate Zones And Longitudinal Growth İn Young Rats. *Mellifera*, 19(2), 1-13.
- Qiu, W., Chen, X., Tian, Y., Wu, D., Du, M., & Wang, S. (2020). Protection against oxidative stress and anti-aging effect in *Drosophila* of royal jelly-collagen peptide. *Food and Chemical Toxicology*, 135, 110881.
- Sefirin, D., Nange, A. C., Florette, M. T., Franklin, Z. G., Florence, A. C., Pierre, K., & Dieudonné, N. (2019). Royal jelly induced anxiolytic effects and prevent hot flushes in a menopausal model on wistar rat. *J. Biomed. J. Sci. Tech. Res*, 19, 14557-14566.
- Seliem, M. M. E., Shaheen, E. M., Abd-El-Maksoud, M., & Marei, A. M. (2017). The physiological Effects of Royal Jelly Administration on Hypercholesterolemic Male Albino Rats. *Benha Journal of Applied Sciences*, 2(1), 1-5.
- Seymen, C. M., Çakır Gündoğdu, A., Bulut, D. I., Yılmaz Demirtaş, C., & Elmas, Ç. İ. Ğ. D. E. M. (2020). Royal jelly increased map-2 expression in hippocampal neurons of hypothyroid rats: An immunohistochemical study. *Biotechnic & Histochemistry*, 95(1), 46-54.
- Shahsavari, P., & Zardooz, H. (2021). Royal Jelly effects on hypothalamic-pituitary-adrenal activity in adult male rats under unpredictable chronic stress. *Research in Medicine*, 0-0.
- Shahzad, Q., Mehmood, M. U., Khan, H., ul Husna, A., Qadeer, S., Azam, A., ... & Ahmad, M. (2016). Royal jelly supplementation in semen extender enhances post-thaw quality and fertility of Nili-Ravi buffalo bull sperm. *Animal reproduction science*, 167, 83-88.
- Shi, Z., Enayatullah, H., Lv, Z., Dai, H., Wei, Q., Shen, L., ... & Shi, F. (2019). Freeze-dried royal jelly proteins enhanced the testicular development and spermatogenesis in pubescent male mice. *Animals*, 9(11), 977.
- Shimizu, S., Matsushita, H., Minami, A., Kanazawa, H., Suzuki, T., Watanabe, K., & Wakatsuki, A. (2018). Royal jelly does not prevent bone loss but improves bone strength in ovariectomized rats. *Climacteric*, 21(6), 601-606.
- Shirzad, M., Yousofi, M., Zamanzad, B., Sedaghat, A., Hosseini, M., & Shahinfard, N. (2014). Effects of royal jelly on sterile skin cut repair. *Journal of HerbMed Pharmacology*, 3.
- Shoinbayeva, K. B. (2017). Biologically active preparation and reproductive function of stud rams. *Asian Journal of Pharmaceutics (AJP): Free full text articles from Asian J Pharm*, 11(03).
- Silici, S. (2019). Chemical Content and Bioactive Properties of Drone Larvae (*Apilarnil*). *Mellifera*, 19(2), 14-22.
- Silici, S. (2020). Gerçeklerle Apiterapi. *Akademisyen Kitapevi*. Ankara.
- Sosa-Pérez, G., Pérez-Ruiz, E., Pérez-Hernández, P., Cortez-Romero, C., & Gallegos-Sánchez, J. (2017). Intravenous administration of royal jelly in ovarian activity and ovulatory rate of Pelibuey sheep. *Agroproductividad*, 10(2), 42-46.
- Teixeira, R. R., de Souza, A. V., Peixoto, L. G., Machado, H. L., Caixeta, D. C., Vilela, D. D., ... & Espindola, F. S. (2017). Royal jelly decreases corticosterone levels and improves the

brain antioxidant system in restraint and cold stressed rats. *Neuroscience letters*, 655, 179-185.

Valer'evna, Z. E., & Ivanovich, B. G. Hormonal Status And Productive Qualities Of Young Pigs At Inclusion In A Diet Feeding Homogenate Drone Brood. *Сельскохозяйственные Науки (Agricultural Sciences)*, 636, 3-7.

Veshkini, A., Mohammadi-Sangcheshmeh, A., Ghanem, N., Abazari-Kia, A. H., Mottaghi, E., Kamaledini, R., ... & Gastal, E. L. (2018). Oocyte maturation with royal jelly increases embryo development and reduces apoptosis in goats. *Animal Reproduction*, 15(2), 124.

Yang, W., Tian, Y., Han, M., & Miao, X. (2017). Longevity extension of worker honey bees (*Apis mellifera*) by royal jelly: optimal dose and active ingredient. *PeerJ*, 5, e3118.

You, M. M., Chen, Y. F., Pan, Y. M., Liu, Y. C., Tu, J., Wang, K., & Hu, F. L. (2018). Royal jelly attenuates LPS-induced inflammation in BV-2 microglial cells through modulating NF- κ B and p38/JNK signaling pathways. *Mediators of inflammation*, 2018.

You, M. M., Liu, Y. C., Chen, Y. F., Pan, Y. M., Miao, Z. N., Shi, Y. Z., ... & Hu, F. L. (2020). Royal jelly attenuates nonalcoholic fatty liver disease by inhibiting oxidative stress and regulating the expression of circadian genes in ovariectomized rats. *Journal of food biochemistry*, 44(3), e13138.

Zhang, S., Shao, Q., Shen, Z., & Su, S. (2017). Immunomodulatory response of 4T1 murine breast cancer model to camellia royal jelly. *Biomedical Research (0970-938X)*, 28(3).

OPTIMIZATION OF EXTRACTION CONDITIONS OF SARGASSUM ACICULARIS PROTEINS: INVESTIGATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PROTEIN EXTRACTS

Aysun Yüçetepe

Aksaray University, Food Engineering Department, Aksaray, Türkiye

Emine Şükran Okudan

Akdeniz University, Basic Aquatic Science Department, Antalya, Türkiye

Beraat Özçelik

Istanbul Technical University, Food Engineering Department, Istanbul, Türkiye

Abstract

In this study, ultrasound-assisted enzymatic extraction was performed to extract proteins from *Sargassum acicularis* and investigated antioxidant activity of the protein extracts for the first time. The effect of ultrasound application duration and enzyme/substrate/ (E/S) ratio on protein content (PC), total phenolic content (TPC) and antioxidant activity (AOA) were investigated using response surface methodology (RSM) based on Central Composite design. According to the results, optimum conditions were determined as ultrasound application duration of 8.09 min and E/S of 0.75. The PC, TPC and AOA_{CUPRAC} of the extracts obtained under optimum conditions were 65.99 mg/g dw, 118.40 mg GAE/g dw and 54.59 mg TE/g dw, respectively.

Keywords: Seaweed, Macroalgae, Protein, Extraction, Antioxidant activity

Introduction

Over 820 million people suffer from hunger, making it one of humanity's worst curses [1]. In addition, it is estimated that 2 billion people experience hidden hunger, an indication of deficient in nutrients. A cellular imbalance between the body's need for energy and its supply of nutrients can arise from malnutrition due to insufficient food consumption and inadequate nutrient utilization from foods. In especially, the lack of proteins in diets is the main cause of malnutrition [2]. Proteins are crucial molecules for human nutrition because they provide the building materials needed for cell regeneration and growth [3]. The growing recognition of the importance of consuming high-quality proteins in diet has motivated scientists to look for sustainable and environmentally friendly sources of protein [2]. At this point, seaweeds or macroalgae are typically used by humans and animals due to their nutritional value, including vitamins, minerals, and polysaccharides, as well as for their functional properties [4].

Ultrasound-assisted extraction is one of green extraction techniques and enhances extraction yield and protein functionality [5]. With the use of ultrasound, the entire extraction process could be finished quickly and reproducibly in a matter of minutes [6]. In this study, conditions of ultrasound-assisted enzymatic extraction of proteins from *Sargassum acicularis* collected from Mediterranean coasts of Turkey were optimized by using response surface methodology (RSM) based on Central Composite design and effect of extraction conditions was investigated on protein content (PC), total phenolic content (TPC) and antioxidant activity (AOA).

Material and method

Materials

Preparation of algae samples

Sargassum acicularis was collected from Mediterranean coasts of Turkey (coordinates: 36°27'31.90"N and 30°32'48.10"E). Macroalgae were cleaned, then dried in a shaded room at 35 °C. The dried algae were ground into powder particles with <500 mikrometer particle diameter using a laboratory type grinder Waring 8011 Eb Blender (Cole-Parmer, Vernon Hills, Illinois, USA). Then, Sargassum acicularis powder (SAP) was packed to avoid exposition to sunlight and oxygen and stored at -20 °C for a maximum of 5 days.

Chemicals

All of the solvents and chemicals used were of the analytical grade and were purchased from Sigma-Aldrich (St. Louis, Missouri, USA).

Methods

Optimization of protein extraction

The SAP proteins were extracted using the method of Naseri et al. [7] with some modifications. After extraction, protein extracts were stored at -20 °C in the dark until further analysis. All the following experimental results in this study were expressed by the dry weight (dw) of the sample.

Protein content

The PC in the extracts was determined according to the modified Lowry method (TCA-Lowry) [8]. PC of the extracts was measured spectrophotometrically using an UV spectrophotometer Scilogex Sci-UV1000 (Scilogex, Rocky Hill, Connecticut, USA), using the method of Lowry et al. [9]. Bovine serum albumin was used as the standard and PC was expressed as grams per kilogram sample dw.

Total phenolic content

The TPC of the extracts was determined according to the Folin-Ciocalteu method [10]. The results were expressed as grams of gallic acid equivalents (GAE) per kilogram of sample dw.

Antioxidant activity

CUPRAC method

The cupric reducing antioxidant capacity (CUPRAC) assay was carried out to determine antioxidant activity of the extracts [11]. Trolox was used as a reference compound and the results were expressed in grams of Trolox equivalents (TE) per kilogram of sample dw.

DPPH method

The 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay was carried out based on the method of Kumaran and Karunakaran [12]. The results were expressed in grams of TE per kilogram of sample dw.

Experimental design and statistical analysis

The RSM was used for optimisation of two extraction parameters by using a Central Composite design. Independent variables and response were given in Table 1. Extraction parameters were normalised as coded variables. Variables were coded according to the Eq. 1:

$$X = (x_i - x_0) / \Delta x$$

(1)

The response functions (Y) were PC, TPC and AOA. The response variables were fitted to a second-order polynomial model to obtain the regression coefficients (β). The generalised second-order polynomial model used in the response surface analysis is as follows (Eq. 2):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \epsilon$$

(2)

where β_0 is constant term, β_i is linear effects, β_{ii} is quadratic effects, β_{ij} is interaction effects and ϵ is random error term that represents the variability of the response. To evaluate model adequacy, regression coefficients and statistical significance, analysis of variance (ANOVA) was used. To visualise the relationships between the responses and the independent variables, surface response and contour plots of the fitted polynomial regression equations, optimal conditions for the targeted responses were generated using the trial version of Design Expert 7.1 software (Stat-Ease, Minneapolis, Minnesota, USA). The results were statistically tested at a significance level of $p = 0.05$. The adequacy of the model was determined using model analysis, the coefficient of determination (R^2) and lack of fit testing. A mathematical model was established to describe the influence of a single process parameter and/or the interaction of multiple parameters on each investigated response.

Table 1. Experimental and coded levels of the independent variables for Central Composite design.

Independent variables	Coded levels				
	$-\alpha$	-1	0	1	$+\alpha$
x_1 : Ultrasound application duration, min.	0.34	2.00	6.00	10.00	11.66
x_2 : Enzyme/substrate ratio	0.08	0.20	0.50	0.80	0.92

Results

Model fitting

Analysis of variance and R^2 for each dependent variable are indicated in Table 3. The R^2 values of PC, TPC, and AOA_{CUPRAC} were 0.81, 0.65 and 0.53, respectively (Table 2). The variation coefficient (CV) of the model can be low as an indication of good reproducibility of the investigated systems. However, except PC (CV = 38.62%) and AOA_{CUPRAC} (CV = 28.50%), TPC (CV = 22.20%) showed low variation in their mean values. The lack of fit was not significant for PC, TPC, and AOA_{CUPRAC} ($p > 0.05$). These results demonstrate that the model for PC ($p = 0.0051$) can be used to optimize the extraction parameters for extraction of *Sargassum acicularis* protein extracts (SA-PE).

Table 2. Analysis of variance (ANOVA) of the fitted second-order polynomial model.

Source	Sum of squares	DF	Mean square	F-Value	p-value
Protein content					
Model	5911.87	5	1182.37	5.93	0.0185*
Linear					
β_1	763.15	1	763.15	3.83	0.0912
β_2	3140.27	1	3140.27	15.76	0.0054*
Quadratic					
β_{11}	1575.07	1	1575.07	7.90	0.0261*
β_{22}	363.29	1	363.29	1.82	0.2190

Interaction					
β_{12}	237.29	1	237.29	1.19	0.3113
Residual	1394.82	7	199.26		
Lack of fit	1154.97	3	384.99	6.42	0.0522
Pure error	239.85	4	59.96	-	-
Cor total	7306.69	12	-	-	-
$R^2=0.81$; C.V.(%)=38.62					
Total phenolic content					
Model	5891.35	5	1178.27	2.60	0.1224
Linear					
β_1	2760.12	1	2760.12	6.09	0.0429*
β_2	520.26	1	520.26	1.15	0.3194
Quadratic					
β_{11}	2335.11	1	2335.11	5.16	0.0574
β_{22}	512.06	1	512.06	1.13	0.3230
Interaction					
β_{12}	4.72	1	4.72	0.010	0.9215
Residual	3170.75	7	452.96	-	-
Lack of fit	2060.73	3	686.91	2.48	0.2009
Pure error	1110.02	4	277.51	-	-
Cor total	9062.10	12	-	-	-
$R^2=0.65$; C.V.(%)=22.20					
Antioxidant activity-CUPRAC					
Model	1319.89	5	263.98	1.57	0.2841
Linear					
β_1	657.79	1	657.79	3.90	0.0888
β_2	9.43	1	9.43	0.056	0.8198
Quadratic					
β_{11}	636.80	1	636.80	3.78	0.0930
β_{22}	48.87	1	48.87	0.29	0.6069
Interaction					
β_{12}	1.94	1	1.94	0.012	0.9175
Residual	1179.85	7	168.55	-	-
Lack of fit	517.00	3	172.33	1.04	0.4655
Pure error	662.86	4	165.71	-	-
Cor total	2499.74	12	-	-	-
$R^2=0.53$; C.V.(%)=28.50. β_1 : Ultrasound application duration, β_2 : Enzyme/substrate ratio DF: Degrees of freedom, R^2 : Coefficient of determination, CV: Coefficient of variance.					

3.2. Protein content

As seen in Table 3, the highest PC was obtained as 76.09 mg/g dw under the applied extraction conditions (ultrasound application duration of 10 min and E/S of 0.80). The linear effect of E/S ($p=0.0054$) and quadratic effect of ultrasound application duration ($p=0.0261$) were significant on PC of SA-PE. This could be due to the fact that the enzyme utilized breaks down the cell wall of the algae and releases more protein into the solvent. Similarly, Joubert and Fleurence (2008) investigated the effects of specific enzymes, including xylanase and cellulase, and the concentration of the enzymes on the PC of *Palmaria palmata* and found that PC increased proportionally to the amount of enzyme [13]. Similarly, Vásquez et al. (2019) investigated the effects of enzymatic and non-enzymatic methods on protein extraction

from brown macroalgae *Macrocystis pyrifera* and red macroalgae *Chondracanthus chamissoi* [14]. They stated that the cellulase enzyme caused more protein from the algae to pass into extraction solvent [14]. According to Figure 1, PC reached its maximum value when both the ultrasound application duration and E/S ratio were high.

Table 3. Central composite experimental design with natural and coded extraction conditions and experimentally obtained values of all investigated responses.

Run	Independent variables				Responses		
	A:Ultrasound application duration, min.	Code	B:Enzyme/substrate ratio	Code	PC (mg protein/g dw)	TPC (mg GAE/g dw)	AOA _{CUPRAC} (mg TE/g dw)
1	6.00	0	0.50	0	50.25	86.82	36.66
2	11.66	+ α	0.50	0	15.48	78.99	35.76
3	2.00	-1	0.80	+1	18.34	57.05	22.65
4	6.00	0	0.08	- α	1.26	68.21	39.24
5	6.00	0	0.50	0	50.76	114.56	42.57
6	10.00	+1	0.80	+1	76.09	122.82	55.86
7	6.00	0	0.92	+ α	65.62	113.62	53.65
8	2.00	-1	0.20	-1	0.00	59.08	29.89
9	6.00	0	0.50	0	50.60	106.96	57.74
10	0.34	- α	0.50	0	20.12	63.86	29.46
11	6.00	0	0.50	0	38.90	125.79	66.87
12	10.00	+1	0.20	-1	26.95	120.50	60.31
13	6.00	0	0.50	0	60.76	127.96	61.51

PC: Protein content, TPC: Total phenolic content, AOA_{CUPRAC}: Antioxidant activity with CUPRAC method.

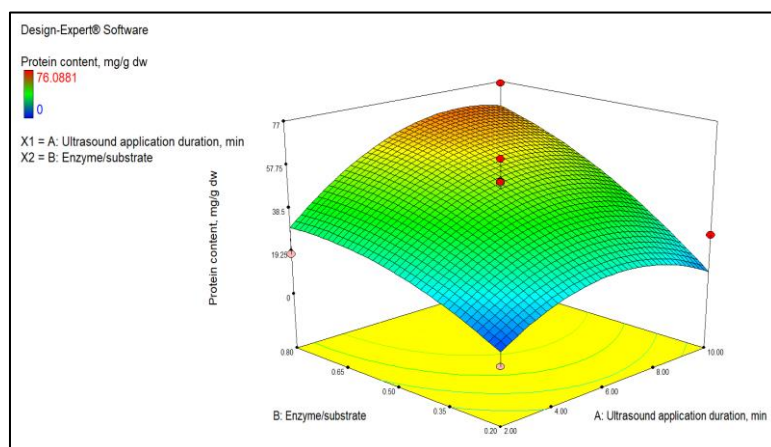


Figure 1. 3D contour plot response surface for the effect of cross-interaction between ultrasound application duration and enzyme/substrate ratio on protein content.

3.3. Total phenolic content and antioxidant activity

In the conditions examined in this study, the highest value of TPC was 127.96 mg GAE/g dw under extraction conditions of E/S of 0.5 and ultrasound application duration of 6 min while the lowest value of TPC (57.05 mg GAE/g dw) was obtained under conditions of E/S of 0.8 and ultrasound application duration of 2 min (Table 3). The linear term of ultrasound

application duration was significant on the TPC of the protein extracts ($p \leq 0.05$, Table 3). Figure 2 shows the contour plot for the effect of ultrasound application duration and E/S ratio and on TPC. According to Figure 2, TPC reached its maximum value when both the ultrasound application duration and E/S ratio were high.

Antioxidant activity was evaluated through CUPRAC assay, whereas DPPH assay did not work in the samples during spectrophotometric analysis. The results were between 22.65 mg TE/g dw and 66.87 mg TE/g dw by CUPRAC method. The ANOVA of the fitted second-order polynomial model depicted in Table 2 showed that the linear term of ultrasound application time and E/S ratio and their interaction effect was not found to be significant for AOA_{CUPRAC} ($p > 0.05$). Figure 3 illustrates that the highest AOA_{CUPRAC} values were attained when the ultrasound application duration and E/S ratio were maximum. Likewise, in the study of Wang et al. (2010), all the commercial enzymes used were effective on extraction of antioxidant ingredients from red algae *Palmaria palmate* [15].

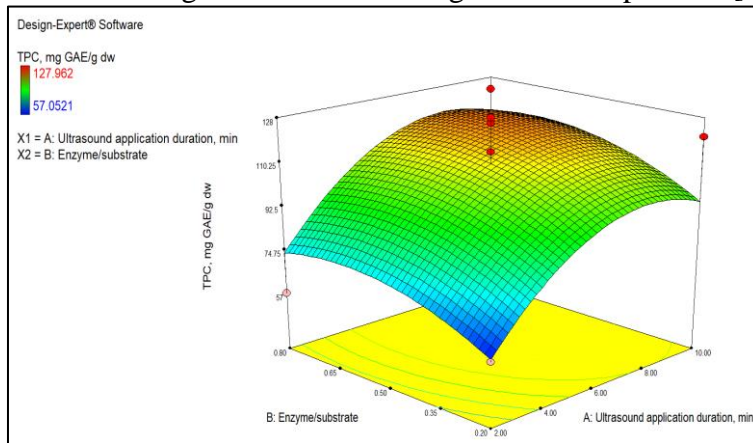


Figure 2. 3D contour plot response surface for the effect of cross-interaction between ultrasound application duration and enzyme/substrate ratio on total phenolic content.

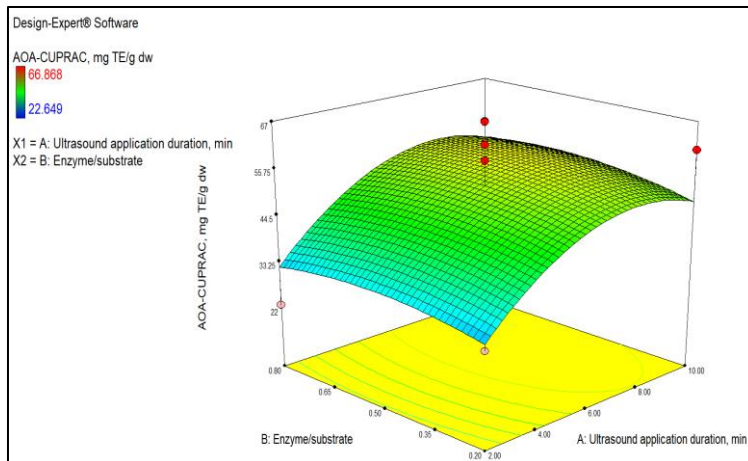


Figure 3. 3D contour plot response surface for the effect of cross-interaction between ultrasound application duration and enzyme/substrate ratio on antioxidant activity.

3.4. Optimization and verification

Optimization procedures were implemented to find the optimum level of independent variables to obtain maximum values for PC, TPC, and AOA_{CUPRAC} . Under the optimum conditions (ultrasound application time of 8.09 min and E/S of 0.75), the predicted PC, TPC, and AOA_{CUPRAC} were 65.99 mg/g dw, 118.40 mg GAE/g dw, and 54.59 mg TE/g dw, respectively, in a “desirability” of 0.82. The predicted and mean experimental values for

extraction yield (65.99 mg/g dw and 62.85 mg/g dw), TPC (118.40 mg GAE/g dw and 114.28 mg GAE/g dw), and antioxidant activity by CUPRAC (54.59 mg TE/g dw and 52.74 mg TE/g dw) were not significantly different at the 5% significance level.

1 Conclusion

In the present study, extraction conditions for extraction of proteins from *Sargassum acicularis* were optimized by RSM. The optimum conditions were ultrasound application time of 8.09 min and E/S of 0.75. The effect of ultrasound application duration was significant on total phenolic content whereas enzyme/substrate ratio had a significant effect on the protein content. According to results, *S. acicularis* protein extracts can be used in production of new products. However, sensory properties and toxicological properties of the products should be determined in future studies.

Acknowledgments

This study was funded by The Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TUBITAK) (Project no: 119O149). The authors would like to thank to TUBITAK.

References

- [1] T. Mayer, T. and M. D. Anderson, "Food insecurity: A matter of justice, sovereignty, and survival", Routledge, 2020.
- [2] M. Kumar, M. Tomar, S. Punia, S. Grasso, F. Arrutia, J. Choudhary, ... and R. Amarowicz, "Cottonseed: A sustainable contributor to global protein requirements", *Trends in Food Science & Technology*, vol. 111, pp. 100-113, 2021.
- [3] M. A. Kurek, A. Onopiuk, E. Pogorzelska-Nowicka, A. Szpicer, M. Zalewska, and A. Półtorak, "Novel protein sources for applications in meat-alternative products—Insight and challenges", *Foods*, vol. 11(7), pp. 1-15, 2022.
- [4] J. Samarathunga, I. Wijesekara, and M. Jayasinghe, "Seaweed proteins as a novel protein alternative: Types, extractions, and functional food applications", *Food Reviews International*, vol. 39(7), pp. 4236- 4261, 2023.
- [5] K. Jahan, A. Ashfaq, K. Younis, O. Yousuf, and R. U. Islam, "A review of the effects of ultrasound- assisted extraction factors on plant protein yield and functional properties", *Journal of Food Measurement and Characterization*, vol. 16(4), pp. 2875-2883, 2022.
- [6] B. Khadhraoui, V. Ummat, B. K. Tiwari, A. S. Fabiano-Tixier, and F. Chemat, F, "Review of ultrasound combinations with hybrid and innovative techniques for extraction and processing of food and natural products", *Ultrasonics Sonochemistry*, vol. 76, 1-29, 2021.
- [7] A. Naseri, C. Jacobsen, J. J. Sejberg, T. E. Pedersen, J. Larsen, J. K. M. Hansen, S. L. Holdt, "Multi-extraction and quality of protein and carrageenan from commercial spinosum (*Eucheuma denticulatum*)," *Foods*, vol. 9, pp. 1-14, 2020.
- [8] S. Moein, M. Moein, N. Ebrahimi, F. Farmani, J. Sohrabipour, R. Rabiei R, "Extraction and determination of protein content and antioxidant properties of ten algae from Persian Gulf", *International Journal of Aquatic Science*, vol. 6, pp. 29-38, 2015.
- [9] O. H. Lowry, N. J. Rosebrough, A. L. Farr, R. J. Randall, "Protein measurement with the Folin phenol reagent", *Journal of Biological Chemistry*, vol. 193, pp. 265-275, 1951.
- [10] R. K. Toor and G. P. Savage, "Changes in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage", *Food Chemistry*, vol. 99(4), pp. 724-727, 2006.
- [11] R. Apak, K. Güçlü, M. Özyürek, S. E. Karademir, "Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, pp. 7970-7981, 2004.

- [12] A. Kumaran, R. J. Karunakaran, “Antioxidant activity of polyphenols from *Phyllanthus debilis* Klein ex Willd”, *Journal of Natural Remedies*, vol. 6, pp. 141-146, 2006.
- [13] Y. Joubert and J. Fleurence, “Simultaneous extraction of proteins and DNA by an enzymatic treatment of the cell wall of *Palmaria palmata* (Rhodophyta)”, *Journal of Applied Phycology*, vol. 20, pp. 55-61, 2008.
- [14] V. Vásquez, R. Martínez, and C. Bernal, “Enzyme-assisted extraction of proteins from the seaweeds *Macrocystis pyrifera* and *Chondracanthus chamissoi*: Characterization of the extracts and their bioactive potential”, *Journal of Applied Phycology*, vol. 31, pp. 1999-2010, 2019.
- [15] T. Wang, R. Jónsdóttir, H. G. Kristinsson, G. O. Hreggvidsson, J. Ó. Jónsson, G. Thorkelsson, G. Ólafsdóttir, “Enzyme-enhanced extraction of antioxidant ingredients from red algae *Palmaria palmata*”, *LWT-Food Science and Technology*, vol. 43, pp. 1387-1393, 2010.

BESİN ZİNCİRİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MİKROPLASTİK ARASINDAKİ ETKİLEŞİMLERİ

THE INTERACTIONS BETWEEN CLIMATE CHANGE AND MICROPLASTIC IN FOOD CHAIN

Doç.Dr.Elif Tuğçe Aksun Tümerkan

Department of Food Processing-Food Technology, Ankara Yıldırım Beyazıt University,
Vocational School of Health Services, Ankara, Turkey

AYBU Central Research Laboratory, Application and Research Center, Ankara Yıldırım
Beyazıt University, Ankara 06010, Turkey

ÖZET

Farklı çevre alanlarındaki mikroplastikler, kalıcı organik kirleticileri yoğunlaştıran önemli bir ekolojik sorundur. Bu kirleticilerin besin zinciri yoluyla taşındığı çok iyi bilinmektedir. Bu mikroskopik parçacıklar ve iklim değişikliği, fitoplankton ve zooplanktonu etkileyerek karbon tutulmasını bozmak, deniz buzu dinamiklerini değiştirmek ve sera gazı emisyonlarına katkıda bulunmak gibi çeşitli şekillerde etkileşime girer. Toprak, hava ve su gibi farklı çevresel ortamlardaki mikroplastik kirliliği, asitleşme ve sürekli yağmur yoluyla iklim değişikliğinden giderek etkileniyor. Çünkü ışık, sıcaklık ve asitlik, plastiğin mikro boyuta kadar bozunmasını ve dolayısıyla bu faktörlerden etkilenen gıda zincirindeki birikimi etkiler. Mikroplastiklerin kimyasal kirletici maddelere yönelik emme kapasitesi, polimer yapısı, kristallik ve yüzey hava koşulları gibi parametreler tarafından belirlenmekte olup, bu durum bunların su ortamlarında kirletici vektörler olarak rolleri hakkında endişelere yol açmaktadır. Birbiriyle ilişkili bu endişelerin yalnızca akademisyenler için değil aynı zamanda tarım, ulaştırma ve gıda imalatı gibi çeşitli endüstriler için de ele alınması gerekmektedir. Bu derlemede, mikroplastik biyobirikiminin gıda maddeleri üzerindeki etkileşim mekanizmaları ve bunların birleşik etkileri derinlemesine araştırılmıştır. Bu etkileşimlerin mevcut sonuçlarının yanı sıra, bu kalıcı ilişkilerin potansiyel sonuçları da değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikroplastik, besin zinciri, asitlik, sıcaklık, biyolojik birikim

ABSTRACT

Microplastics in the different environmental areas are a major ecological problem, concentrating persistent organic contaminants. It is very known that transporting these contaminants through the food chain. These microscopic particles and climate change interact in several ways, such as disturbing carbon sequestration by influencing phytoplankton and zooplankton, modifying sea ice dynamics, and contributing to greenhouse gas emissions. Microplastic contamination on the different environmental media such as soil, air, and water impacted by climate change progressively via acidification and permanent rain. Since the light, temperature, and acidity impact the degradation of plastic to micro-size and therefore accumulation in the food chain impacted by these factors. Microplastics' sorption capacity for chemical contaminants is determined by parameters such as polymer structure, crystallinity, and surface weathering, raising concerns about their role as pollutant vectors in aquatic settings. These interrelated concerns need to be addressed for not only academics but also for

several industries such as agriculture, transportation, and food manufacturing. In this review, the interaction mechanisms of microplastic bioaccumulation on food items and their combined effects were deeply investigated. Besides the current results of these interactions, the potential outcomes of these permanent relationships were evaluated.

Key Words: Microplastic, food chain, acidity, temperature, bioaccumulation

INTRODUCTION

Climate change and agricultural practices have a considerable impact on microplastic pollution in irrigation water and soil. Irrigation boosts MP concentrations in surface water and sediment while lowering them in surface soil, hastening MP migration to deeper soil layers (Liu et al., 2023). MP abundance in irrigation water varies geographically and temporally, with larger concentrations found in heavily populated areas and during specific seasons (Jiang et al., 2022). Climate change contributes to MP pollution through a variety of ways, including glacier melt, higher rainfall, and wind redistribution (Haque & Fan, 2023). Climate change and MP pollution interact to threaten aquatic and soil organisms (Haque & Fan, 2023). Furthermore, MP breakdown produces greenhouse gases, which contribute to climate change (Gander, 2022).

Microplastics (MPs) and nanoplastics (NPs) are accumulating in agricultural soils, posing serious threats to crop plants and ecosystem functioning. These particles can modify soil properties, inhibit plant growth, and perhaps infiltrate the food chain (Yadav et al., 2022). MPs in agricultural soils can come from sewage sludge, plastic mulching, and organic fertilizers (Yadav et al., 2022). Climate changes, such as high rainfall, help MPs move through soil (Azeem et al., 2021). MPs have had negligible deleterious effects on plant physiology, but NPs are more likely to enter plant cell walls. The accumulation of MPs near plant roots might impede water and nutrient intake, potentially reducing agricultural yields. Furthermore, MPs in agricultural ecosystems can affect food availability, carbon deposition, nitrogen cycling, and soil and water conservation (Jin et al., 2022). Long-term research is required to better understand the fate and dangers of MPs in realistic agricultural contexts (Azeem et al., 2021).

Microplastic on Soil

Climate change and microplastic pollution in soil are two interconnected environmental challenges with complicated relationships. Rising temperatures can increase microplastic discharge from melting ice, as well as redistribution due to wind and rainfall (Haque & Fan, 2023). Soil microplastic pollution contributes to climate change by increasing greenhouse gas emissions and influencing soil respiration (Chia et al., 2023). Microplastics alter soil physical, chemical, and microbiological properties, potentially affecting plant performance and crop productivity (Wang et al., 2021). The impacts of microplastics on soil carbon and nitrogen content are determined by a variety of factors, including polymer type, shape, size, and concentration, as well as native soil qualities and climatic circumstances (Iqbal et al., 2024). Sandy, alkaline soils with low dissolved organic carbon are particularly prone to nutrient depletion caused by microplastic contamination, especially in places with high precipitation and warmth (Iqbal et al., 2024).

Microplastic on Air

Climate change and microplastic contamination are two interconnected worldwide challenges that have serious environmental consequences. Climate change effects microplastic dispersion, fragmentation, and accumulation via extreme weather events and melting ice caps (Oliveri Conti et al., 2024; Haque & Fan, 2023). Microplastics, in turn, contribute to climate

change by affecting oceanic carbon sequestration, modifying sea ice dynamics, and increasing greenhouse gas emissions (Sunil et al., 2024). Climate has a greater influence on airborne microplastic deposition than land use, with higher rates seen in desert and tropical areas due to hot weather and wind turbulence (Leonard et al., 2023). The link between these events spans across habitats, affecting soil organisms and aquatic life (Haque & Fan, 2023; Sunil et al., 2024). Addressing these linked concerns demands a comprehensive "One Health" approach that emphasizes interdisciplinary collaboration and public education on responsible plastic management (Oliveri Conti et al., 2024). Climate change influences microplastic fate via a variety of mechanisms, including glacier melt, increased rainfall, and wind redistribution (Haque & Fan, 2023). Microplastics impair oceanic carbon sequestration, accelerate ice melting, and add to greenhouse gas emissions, potentially aggravating climate change effects (Sunil et al., 2024). A global investigation of airborne microplastic deposition rates found considerable differences between climates, with higher rates in arid and tropical regions. Interestingly, land use had a smaller influence on deposition rates than climate conditions, probably due to long-range atmospheric transport. Longer sampling periods were shown to lower measurement variability in deposition rates (Leonard et al., 2023). These findings highlight the complex relationship between microplastics and climate change, underlining the need for a comprehensive approach to addressing these interconnected environmental issues.

Microplastic on Water

Recent research have looked into the effect of temperature on microplastic toxicity in aquatic ecosystems. Warmer temperatures worsen microplastics' impact on zooplankton survival and reproduction, especially at high concentrations (Klasios et al., 2024). *Daphnia* species consume more microplastics when food is scarce and temperatures are high (Hoffschröer et al., 2020). Temperature fluctuations in seawater alter microplastic breakdown and bacterial responses, hence influencing biofilm development and oxidative stress (Saygin et al., 2024). Despite these limitations, research into microplastic removal strategies, such as agglomeration-fixation with organosilanes, shows promise in a variety of water compositions and temperatures (Sturm et al., 2021). However, the effectiveness of removal procedures is dependent on the polarity of both microplastics and organosilanes. These findings emphasize the complicated relationships between microplastics, temperature, and aquatic ecosystems, emphasizing the importance of additional research into climate change mitigation techniques.

Temperature

Recent research suggests that rising temperatures accelerate the consequences of microplastics on aquatic organisms. Higher temperatures enhance microplastic ingestion by filter-feeding zooplankton such as *Daphnia* species (Hoffschröer et al., 2020) and fish such Nile tilapia (Hasan et al., 2023). This increased consumption has more serious physiological consequences, including alterations in blood parameters and histological damage in fish (Hasan et al., 2023). Warmer temperatures and high microplastic concentrations have a considerable effect on *Daphnia* survival and reproduction (Klasios et al., 2024). In soil ecosystems, microplastic fibers and rising temperatures influence soil aggregation by saprobic fungus, potentially reducing soil quality (Liang et al., 2019). These findings imply that the relationship between increasing temperatures and microplastic contamination may have far-reaching repercussions for both aquatic

Acidification

Recent research has examined the effects of microplastics (MPs) and acid rain on soil ecosystems. MPs, particularly polyethylene (PE), can reduce soil water retention and nitrate nitrogen concentration, while also influencing soil CO₂ emissions and enzymatic activity (Liu

et al., 2022). The combination of MPs and acid rain can modify soil microbial populations and functions, emphasizing the need of taking into account several environmental aspects when assessing MP contamination (Liu et al., 2022). MPs have been demonstrated to disrupt soil-water connections by altering bulk density, water holding capacity, and microbial activity (de Souza Machado et al., 2018). Different types of MPs affect soil pH and heavy metal mobility, with smaller particles having a stronger impact on metal speciation and bioavailability (Medyńska-Juraszek & Jadhav, 2022). These findings highlight the intricate relationships between MPs, soil characteristics, and other environmental stressors, underlining the need for extensive research to understand MPs' long-term consequences on terrestrial ecosystems.

Microplastics in soil ecosystems significantly impact carbon and nitrogen cycling, greenhouse gas emissions, and microbial communities. Studies show that microplastic exposure increases soil CO₂ emissions by 54.3% and CH₄ emissions by 9.7% (Su et al., 2024). These changes are attributed to alterations in microbial communities, functional gene expressions, and enzyme activities (Wang et al., 2024). Microplastics affect soil physicochemical properties, nutrient cycling, and microbial diversity, with implications for ecosystem services (Khan et al., 2024). The mechanisms involve changes in oxygen dynamics and electron transfer, with microplastics creating oxygenated porous habitats that facilitate SOM mineralization (Shi et al., 2023). The effects vary based on microplastic properties (e.g., size, shape, concentration) and soil types (Su et al., 2024; Wang et al., 2024).

While progress has been made in comprehending these effects, more study is required to fully know their breadth and devise effective mitigation solutions (Khan et al., 2024).

CONCLUSION

The interaction between climate change and its results and microplastic bioaccumulation on the food system was deeply evaluated in this review. The important results that reported in many research from several countries were compared. The main findings of this review are the potential of interactions between climate change and microplastic in food systems are inevitable and can cause public health risk globally.

REFERENCES

- Azeem, I., Adeel, M., Ahmad, M. A., Shakoor, N., Jiangcuo, G. D., Azeem, K., ... & Rui, Y. (2021). Uptake and accumulation of nano/microplastics in plants: a critical review. *Nanomaterials*, 11(11), 2935. <https://doi.org/10.3390/nano11112935>
- Chia, R. W., Lee, J. Y., Lee, M., Lee, G. S., & Jeong, C. D. (2023). Role of soil microplastic pollution in climate change. *Science of the Total Environment*, 887, 164112. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164112>
- de Souza Machado, A. A., Lau, C. W., Till, J., Kloas, W., Lehmann, A., Becker, R., & Rillig, M. C. (2018). Impacts of microplastics on the soil biophysical environment. *Environmental science & technology*, 52(17), 9656-9665. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02212>
- Garua, B., & Sharma, J. G. (2021). Accumulation of plastics in terrestrial crop plants and its impact on the plant growth. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 9, 25-33. DOI: 10.7324/JABB.2021.9603
- Gander, M. J. (2022). Climate change and the water quality threats posed by the emerging contaminants per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and microplastics. *Water International*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/02508060.2022.2120255>
- Haque, F., & Fan, C. (2023). Fate of microplastics under the influence of climate change. *Iscience*. DOI: [10.1016/j.isci.2023.107649](https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107649)

- Hoffschroerer, N., Grassl, N., Steinmetz, A., Sziegoleit, L., Koch, M., & Zeis, B. (2021). Microplastic burden in *Daphnia* is aggravated by elevated temperatures. *Zoology*, 144, 125881. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2020.125881>
- Jin, T., Tang, J., Lyu, H., Wang, L., Gillmore, A. B., & Schaeffer, S. M. (2022). Activities of microplastics (MPs) in agricultural soil: a review of MPs pollution from the perspective of agricultural ecosystems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(14), 4182-4201. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c07849>
- Khan, I., Tariq, M., Alabbosh, K. F., Rehman, A., Jalal, A., Khan, A. A., ... & Du, D. (2024). Soil microplastics: Impacts on greenhouse gasses emissions, carbon cycling, microbial diversity, and soil characteristics. *Applied Soil Ecology*, 197, 105343. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2024.105343>
- Klasios, N., Birch, A., Murillo, A. M., & Tseng, M. (2024). Warming temperatures exacerbate effects of microplastics in a widespread zooplankton species. *Environmental Pollution*, 349, 123918. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123918>
- Leonard, J., El Rassi, L. A., Samad, M. A., Prehn, S., & Mohanty, S. K. (2023). The relative importance of local climate and land use on the deposition rate of airborne microplastics on terrestrial land. *Atmospheric Environment*, 120212. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2023.120212>
- Liu, Y., Liu, Y., Li, Y., Bian, P., Hu, Y., Zhang, J., & Shen, W. (2023). Effects of irrigation on the fate of microplastics in typical agricultural soil and freshwater environments in the upper irrigation area of the Yellow River. *Journal of Hazardous Materials*, 447, 130766. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.130766>
- Liu, Z., Liu, Z., Wu, L., Li, Y., Wang, J., Wei, H., & Zhang, J. (2022). Effect of polyethylene microplastics and acid rain on the agricultural soil ecosystem in Southern China. *Environmental Pollution*, 303, 119094. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119094>
- Medyńska-Juraszek, A., & Jadhav, B. (2022). Influence of different microplastic forms on pH and mobility of Cu²⁺ and Pb²⁺ in soil. *Molecules*, 27(5), 1744. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.3c10247>
- Iqbal, S., Xu, J., Arif, M. S., Worthy, F. R., Jones, D. L., Khan, S., ... & Kuzyakov, Y. (2024). Do Added Microplastics, Native Soil Properties, and Prevailing Climatic Conditions Have Consequences for Carbon and Nitrogen Contents in Soil? A Global Data Synthesis of Pot and Greenhouse Studies. *Environmental science & technology*, 58(19), 8464-8479. <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c10247>
- Oliveri Conti, G., Rapisarda, P., & Ferrante, M. (2024). Relationship between climate change and environmental microplastics: a one health vision for the planet's health. *One Health Advances*, 2(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s44280-024-00049-9>
- Saygin, H., Tilkili, B., Karniyarik, S., & Baysal, A. (2024). Culture dependent analysis of bacterial activity, biofilm-formation and oxidative stress of seawater with the contamination of microplastics under climate change consideration. *Science of The Total Environment*, 922, 171103. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171103>
- Shi, J., Wang, Z., Peng, Y., Fan, Z., Zhang, Z., Wang, X., ... & Wang, J. (2023). Effects of microplastics on soil carbon mineralization: the crucial role of oxygen dynamics and electron transfer. *Environmental Science & Technology*, 57(36), 13588-13600. <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c02133>

Sturm, M. T., Horn, H., & Schuhen, K. (2021). Removal of microplastics from waters through agglomeration-fixation using organosilanes—effects of polymer types, water composition and temperature. *Water*, 13(5), 675. <https://doi.org/10.3390/w13050675>

Su, P., Bu, N., Liu, X., Sun, Q., Wang, J., Zhang, X., ... & Li, Z. (2024). Stimulated soil CO₂ and CH₄ emissions by microplastics: A hierarchical perspective. *Soil Biology and Biochemistry*, 194, 109425. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2024.109425>

Sunil, S., Bhagwat, G., Vincent, S. G. T., & Palanisami, T. (2024). Microplastics and climate change; the global impacts of a tiny driver. *Science of The Total Environment*, 174160. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174160>

Yadav, V., Dhanger, S., & Sharma, J. (2022). Microplastics accumulation in agricultural soil: evidence for the presence, potential effects, extraction, and current bioremediation approaches.

38-47. DOI: [10.7324/JABB.2022.10s204](https://doi.org/10.7324/JABB.2022.10s204)

Wang, F., Wang, Q., Adams, C. A., Sun, Y., & Zhang, S. (2022). Effects of microplastics on soil properties: current knowledge and future perspectives. *Journal of Hazardous Materials*, 424, 127531. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127531>

INVESTIGATING THE EFFECTS OF HOT WATER SOAKING ON THE PROXIMATE AND ANTI-NUTRITIONAL COMPOSITION OF MORINGA (*Moringa oleifera*) LEAVE

AbdulRauf Rukayat Titilayo

Federal University of Technology Minna, Department of Water Resources, Aquaculture and Fisheries Technology

Abstract

This study aimed to determine the effect of hot water soaking on proximate and anti-nutritional compositions of *Moringa oleifera* leaf meal. *Moringa* leaves were soaked in hot water at 90°C under different time intervals (6 hours, 12 hours, 24 hours) while the raw was the control. The results indicated significant differences ($p < 0.05$) among treatments. Raw *moringa* leaves meal was significantly different ($p < 0.05$) in crude protein value (31.25%) than other treatments. The 6 hours of hot water soaking gave a significantly low ($p < 0.05$) crude protein content (26.21%), while 12 hours (29.92%) and 24 hours (28.09%) hot water soaking were significantly high ($p < 0.05$) but not significantly different ($p > 0.05$) from each other. The anti-nutritional compound was significantly low ($p < 0.05$) for raw *moringa* leaf meal (23.54mg/100g) in Tannin and significantly high ($p < 0.05$) for 12 hours soaking (27.38mg/100g), 6 hours (36.45 mg/100g) and 24 hours (36.45mg/100g) respectfully. Saponin is significantly low ($p < 0.05$) in the raw (23.14mg/100g) and significantly high ($p < 0.05$) for 12 hours soaking (25.96mg/100g), 6 hours soaking (31.88mg/100g) and 24 hours soaking (35.15mg/100g). The raw *moringa* leaf meal was significantly low ($p < 0.05$) in flavonoid (19.80mg/100g) but high for 12 hours soaking (24.71mg/100g), 6 hours (27.37mg/100g), 12 and 24 hours (32.13mg/100g) ($p < 0.05$) respectively. Similar trends were observed for alkanoids and flavonoids. It can be concluded from the results that hot water soaking at 90°C of *Moringa oleifera* leaves causes a reduction in crude protein value and an increment in anti-nutritional factors compared to raw *moringa* leaves meal. However, further study can be carried out on lower temperature ranges for processing the leaves.

Keywords: Anti-nutritional factors, Crude protein, Hot water soaking, *Moringa oleifera*, Proximate composition, Tannins and saponins

Introduction

African mud catfish, or *Clarias gariepinus*, is a freshwater fish that exists in the wild but is also raised in ponds, cages, and pens for its high commercial value. This fish is omnivorous and can choose a planktonic diet. Insects, insect larvae, pupae, and fish carcasses are among the numerous foods it consumes. In addition, it can consume meat (Khedkar and Khedkar, 2003). Northern India and Pakistan are home to the native plant known as *Moringa oleifera*. It has also become somewhat naturalised in several locations. It has a high nutritional quality equivalent to other feed protein sources, making it a good candidate for improving fish and animal ingredients (Eunice et al., 2017). The most well-known member of the Moringaceae family, also known as "The Miracle Tree, Horseradish tree, or Ben oil tree" (Luqman et al., 2012) is *Moringa oleifera*.

Moringa oleifera leaves are plant-based food rich in proteins, minerals, vitamins, amino acids, antioxidants, and bioflavonoids, all of which are essential for the health and nutrition of catfish. Compared to the seeds (22.38%), the protein content of the leaves (25.74%) is much higher (Stevens et al., 2015). The most frequently researched anti-nutritional factors

include gossypols, glucosinolates, phytates, protease inhibitors, saponins, tannins, lectins, alkaloids, flavonoids, and oxalate, which have been found to have a bitter taste and may make feed less acceptable to the fish being tested (Apata, 2012). According to Francis et al. (2001), who reviewed the effects of antinutrients on finfish, excessive antinutrients can be effectively removed by hydrothermal treatment, fermentation, and water soaking. As a result, this study aims to determine how hot water soaking affects the proximate and anti-nutritional content of moringa leaves.

Literature Review

Drumstick tree (*Moringa oleifera*)

A tree known as *Moringa oleifera* is found in many tropical and subtropical nations. In addition to Asia and Southeast Asia, it is grown commercially in India, Africa, South and Central America, Mexico, and Hawaii. It is also called the horseradish tree because of the flavour of ground root preparations, the drumstick tree, the shape of its immature seed pods, and the Ben oil tree because of the oils produced from the seeds. Immature seed pods are consumed in some regions, although the leaves are frequently utilised as a staple diet because of their excellent nutritional value (Thurber and Fahey, 2009). The effectiveness of *Moringa oleifera* for treating malnutrition has not been studied in any human clinical trials. Traditional medicine extensively uses seeds, leaves, oil, sap, bark, roots, and flowers. According to research by Moyo et al. (2011), moringa leaves provide a balanced nutritional profile that includes vitamins, minerals, amino acids, and fatty acids. According to Alhakmani et al. (2013), the leaves also contain ascorbic acid, flavonoids, phenolics, and carotenoids, among other antioxidant chemicals. Multiple commentaries (Mbikay, 2012; Anwar et al., 2007) claim that different *Moringa oleifera* preparations are used for their anti-inflammatory, anti-hypertensive, diuretic, anti-microbial, antioxidant, anti-diabetic, anti-hyperlipidemic, anti-neoplastic, anti-pyretic, anti-ulcer, cardioprotection, and hepatoprotectant activities. According to Mbikay (2012), moringa oleifera leaves have the potential to be therapeutic in the treatment of dyslipidemia and hyperglycemia. The possible health advantages of *Moringa oleifera* were outlined by Razis et al. (2014), concentrating on their nutritional value and their antioxidant and antibacterial properties.

Taxonomy classification of *Moringa oleifera*

- i. Kingdom – Plantae
- ii. Division – Magnoliophyta
- iii. Class - Magnoliopsida
- iv. Order – Brassicales
- v. Family – Moringaceae
- vi. Genus – *Moringa*
- vii. Species - *Moringa oleifera*

Source: (Fahey, 2005)

Description of *Moringa oleifera*

A deciduous tree with a trunk diameter of 45 cm (1.5 feet), *Moringa oleifera* proliferates and can reach heights of 10 to 12 metres (32 to 40 feet). The bark is whitish-grey, and thick cork surrounds it. Young shoots have hairy bark that is purple or greenish-white in colour. The tree has an open crown of sagging, weak branches, and its leaves grow into feathery foliage made up of tripinnate leaves. Five uneven, faintly veined, yellowish-white petals surround the fragrant, hermaphroditic flowers. The flowers measure approximately 1.0-1.5 (1/2") long and 2.0cm (3/4") wide. They develop on thin, hairy stalks 10 to 25 cm long, forming spreading or drooping flower clusters (Parotta, 1993). Within six months of sowing, flowering starts. Only

once a year, between April and June, does blossoming take place in locations with a chilly climate. Flowering can occur twice or yearly in areas with more consistent seasonal temperatures and rainfall. The fruit is a hanging, brown, three-sided capsule 20–45 cm in size and contains dark brown, spherical seeds with a diameter of about 1 cm. The wind and the water to new locations carry the three-winged, pale, papery seeds. It is frequently pruned annually in cultivation to a height of 1-2 m (3-6 ft) and then allowed to re-grow such that the pods and leaves are still accessible (Parotta, 1993).

Nutritional composition

The extraordinary medical properties of the moringa, which are asserted by many cultures and groups based on firsthand accounts, are now being gradually proven by science. Research has shown that the moringa contains many essential nutrients, including vitamins, minerals, amino acids, beta-carotene, antioxidants, anti-inflammatory elements, and omega 3 and 6 fatty acids (Fahey, 2005; Kasolo et al., 2010). A plant's nutritional composition is crucial to its therapeutic, dietary, and pharmacological qualities (Al-Kharusi et al., 2009). Additionally, *Moringa oleifera* exhibits diuretic, cholesterol-lowering, renal, anti-diabetic, anti-spasmodic, anti-hypertensive, anti-tumor, anti-pyretic, anti-ulcer, anti-epileptic, and hepatoprotective properties (Lai et al., 2010; Huang et al., 2012).

Moringa oleifera leave

Fresh matter yields can reach an average of 6 tons/ha annually. The crop varies significantly between the rainy and dry seasons, at 1120 kg/ha and 690 kg/ha, respectively. Sixty days after sowing seeds and seven more times during the year, young plants can have their leaves and stem removed. The plants are pruned every harvest to within 60 cm of the ground. Every two weeks, the leaves are picked in various production systems. With irrigation and fertiliser, *Moringa oleifera* can also be grown extensively. Studies conducted in Nicaragua over four years with 1 million plants per hectare and nine cuttings per year resulted in an average annual fresh matter yield of 580 metric tonnes of fresh leaves (Amaglo, 2006).

According to studies by Moyo et al. (2011) and Razis et al. (2014), moringa leaves have been found to have a healthy nutritional balance, including vitamins, minerals, amino acids, and fatty acids. In addition, it has been claimed that the *Moringa* plant leaves contain various antioxidant chemicals, including ascorbic acid, flavonoids, phenolics, and carotenoids (Alhakmani et al., 2013). Mbikay (2012) reviewed the use of *Moringa oleifera* leaves in treating dyslipidemia and hyperglycemia.

Nutritional contents of Moringa oleifera leaf

Moringa leaves have a reputation in Nigeria for having a favourable nutritional profile. Ashes (4.07%), carbohydrates (46.77%), fat (0.16%), fibre (10.59%), protein (25.74%), and moisture (6.2%) are all present in it (Stevens et al., 2015).

Anti-nutritional contents in moringa leave across Nigeria

Alkaloids (1.56%), flavonoids (5.42%), oxalates (1.42%), phytate (2.23%), saponin (2.06%), and Tannin (1.63%) were among the antinutrient components found in moringa leaves (Stevens et al., 2015).

Anti-nutritional compound of moringa leave

Phytochemicals are chemical substances that plants make, usually to fend off illnesses from fungi, bacteria, and plant viruses. Insects and other animals also consume them. The name originates from the Greek (phyton) plant. Different phytochemicals have been employed as traditional medicines and as poisons. Phytochemicals is a term commonly used to describe plant components that are not categorically recognised as essential nutrients but are now being studied for potential effects on health. The industry has been given guidelines by European and US regulatory bodies that control food labelling, limiting or prohibiting health claims about phytochemicals on food products or nutrition labels. Because there is currently insufficient evidence to support their potential health benefits, they are classed as research

chemicals rather than fundamental nutrients. Carotenoids and polyphenols, which include phenolic acids, flavonoids, and stilbenes/lignans, are two significant types of phytochemicals that are the subject of current research. Epicatechins, catechions, and proanthocyanidins are further subgroups of flavanols. The phytochemical is concentrated in the colourful parts of plants, such as fruits, vegetables, nuts, legumes, and whole grains. Phytochemists study phytochemicals by first isolating and extracting compounds from the source plants, then defining their structure or testing in laboratory model systems like cell cultures, in vitro experiments, or in vivo studies using laboratory animals. Finding specific phytochemicals that are predominantly responsible for any given biological action and isolating specific compounds with complicated structures are challenges in that research (Coppin et al., 2013). The antioxidant potential of *Moringa oleifera* leaves and several other natural products were evaluated, starting with the estimation of total phenol content (TPC) and moving on to the DPPH, 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic diammonium salt), glutathione, lipid peroxidation, catalase, and superoxide dismutase tests (Qwele et al., 2013). The high concentrations of ascorbic acid, oestrogenic substances and β -sitosterol, iron, calcium, phosphorus, copper, vitamins A, B and C, α -tocopherol, riboflavin, nicotinic acid, folic acid, pyridoxine, β -carotene, protein, and in particular essential amino acids such as methionine, cystine, tryptophan and lysine present in moringa leaves and pods make it a virtually ideal dietary supplement (Farooq et al., 2007). Nine amino acids, sucrose, D-glucose, traces of alkaloids, wax, quercetin, and kaempferat are all found in flowers. The ash is a good source of potassium and calcium. According to Siddhuraju and Becker (2003), they may also contain alkaloids, kaempferol, rhamnetin, isoquercitrin, and kaempferitrin, among other flavonoid pigments. *Moringa oleifera* leaf extract in methanol had hepatoprotective and anti-ulcerogenic properties in rats. The anti-ulcer component of this plant is broadly disseminated, as evidenced by the anti-ulcer efficacy of aqueous leaf extracts. The hepatoprotective properties of moringa roots have also been reported. According to Farooq et al. (2007), quercetin, a well-known flavonoid with hepatoprotective activity, was found to have a significant hepatoprotective impact in both the aqueous and alcohol extracts from *Moringa* leaves.

Nonconventional feed resources (NCFRs)

They are uncommon feed on the market and uncommon materials used to make commercial fish feed (Madu and Matle 2003). The NCRFs are praised for their ability to serve as a means of waste management in support of excellent sanitation and for their non-competitiveness in terms of human consumption, meagre purchase costs, byproducts, and waste from the agriculture and processing industries. Both plant and animal sources can produce unconventional feed, such as Soya beans, Groundnuts, Bambara nuts, Maise, and Millet.

Animal sources

Fish, maggots, pool waste, fly larvae, earthworm meal, toad meal, waste shrimp, crab meal, and animal waste, including pig and poultry droppings. These are examples of animals used as animal meals. Although they do not compete with human consumption or demands, their potential and application in fish feed are anticipated to meet nutrient needs (bearing in mind that the nutritional needs of fish vary by species). For instance, catfish need a diet with more protein than tilapia and common carp. The degree to which they are included in aqua feed depends on various factors, including their accessibility, nutritional value, processing methods, fish species, and local farming customs (Agbugui et al., 2010).

Anti-nutritional factors in plant foods

According to Soetan and Oyewol (2009), anti-nutritional factors are chemicals present in feedstuffs and/or natural foods due to the metabolic processing of those foods. These chemicals have an anti-nutritional effect. These chemical substances are typically connected, though not necessarily, to plant-based feed and diets. Antinutritional compounds present in plants and proven to have substantial physiological activity are known as secondary metabolites. The widespread availability of numerous natural chemicals that can harm humans and animals is one of the main barriers to expanding the use of many tropical plants as food. According to Shanthakumari et al. (2008), anti-nutritional factors are substances that stop a person from consuming food or absorbing nutrients. These are a few of these factors:

Saponin

Saponins are non-volatile secondary chemicals with surface activity throughout nature, primarily in plants. The word "saponin" comes from the Latin word "sapo," which means "soap," because saponin molecules produce a foamy lather when shaken by water. They are structurally diverse and go by the names triterpene and steroid glycosides in chemistry. (Soetan and Oyewole 2009). Saponins are surface-active substances with detergent, wetting, emulsifying, and foaming capabilities because they have a lipid-soluble aglycone and a water-soluble sugar chain (amphiphilic nature) in their structure. Because numerous saponins showed intense hemolytic activity and appeared to be particularly detrimental to fish and other cold-blooded animals, they were categorised as toxic substances. When present in large quantities, saponins give food plants astringency and a bitter flavour. According to Soetan and Oyewole (2009), saponin is constrained mainly by its bitter taste. Additionally, trypsin and chymotrypsin are inhibited by saponins, which decreases the activity of these digestive enzymes, the bioavailability of nutrients, and the digestibility of proteins.

Tannin

Tannin is a word with a long history that describes a conventional method. According to Liener (2003), "tanning" was first used in the scientific literature to convert unfinished animal hides or skins into strong leathers that do not rot. Tannin is heat-stable and decreases animal and human protein digestibility, most likely by partially preventing the protein from being accessed or inhibiting digestive enzymes, causing a spike in faecal nitrogen (Soetan and Oyewole 2009). They impede iron absorption and reduce protein quality when present in feed (Felix and Mello, 2000). Animal development, feed efficiency, and protein digestibility have all been shown to be negatively impacted by tannins in animals. If tannin levels in food rise too high, it may hinder microbial enzyme activities like cellulose and intestine digestion.

Alkaloid

Alkaloids, which are chemical substances made by plants, are frequently discovered as salts of plant acids like oxalic, malic, tartaric, or citric acid. Between 15 and 20 per cent of all vascular plants contain alkaloids. They typically contain one or more nitrogen-substituted carbon atoms and several carbon rings with side chains (Soetan and Oyewole, 2009). Alkaloids are known as antinutrients because they interfere with or incorrectly promote electrochemical transmission in the nervous system. For example, high tropane alkaloids produce a fast heartbeat, paralysis, and, in the worst case, death. An individual will stumble and die after ingesting a significant dose of tryptamine alkaloids. Humans are affected by alkaloids in a variety of physiological ways. The rupturing of cell membranes in the gastrointestinal tract is another negative effect of alkaloids, claim Fernando et al. (2012).

Lectin

The name "lectin" is derived from the Latin verb "legere," which means "to choose." Lectins are proteins that bind carbohydrates. According to Fereidoon (2014), lectins are proteins that attach to red blood cells and agglutinate them with a known sugar specificity. Without modifying, they can bind to glycol conjugates (polysaccharides, glycolipids, and glycoproteins) and carbohydrates. When too many lectins are introduced into the body, the intestinal lining becomes more permeable, leading to leaky gut syndrome. Lectins can induce insulin production from the pancreas or the appearance of an insulin response in cells. According to Fahmi et al. (2017) and Karpova (2016), lectins can cause autoimmune illnesses by sending incorrect immune system codes and encouraging the proliferation of specific white blood cells. Although lectins can cause cancer, this has not yet been proven to be the case.

Trypsin Inhibitors

Karpova (2016) asserts that red kidney beans, soybeans, mung beans, chickpeas, adzuki beans, and other leguminosae, solanaceae, and gramineae family members contain trypsin inhibitors. Trypsin inhibitors prevent protein digestion because they cause trypsin and chymotrypsin to disappear from the intestines. The release of cholecystokinin, stimulated by trypsin inhibitors, increases trypsin production and strains the body's supply of sulfur-containing amino acids (Fahmi et al., 2017).

Protease Inhibitors

All cells and organs contain these enzymes, which control cellular activity. Protease inhibitors are prevalent in crude grains and legumes, notably soybeans. Protease inhibitors bind to its protein either temporarily or permanently. Protease inhibitors have been linked to pancreatic hypertrophy, decreased feed intake, and growth inhibition (Adeyemo and Onilude, 2015; Salunkhe et al., 1990).

Removal of antinutrients

To improve the products' quality, it is essential to remove undesirable dietary components. Disable nutrients can be disused using various methods, including soaking, heating, fermentation, radiation, germination, and chemical treatment (Bains et al., 2014; Gupta and Nagar, 2014). Combining all of the above methods may be more efficient than solely removing antinutrients.

Heating

Cooking is a successful method for reducing antinutrients such as tannins, oxalic acid, and phytic acid found in grains, vegetables, and beans. According to Fernando et al. (2012), because of the protein makeup of protein inhibitors, heat quickly denatures them. Research has demonstrated that regulated heating below boiling for a minimum of 15 minutes lowers antinutrient levels (Udousoro and Akpan, 2014). According to Mwanri et al. (2011), autoclaving can significantly reduce hydrogen cyanide, trypsin inhibitors, oligosaccharides, and phytic acid. When cooked, lemon and sweet potato polyphenols and oxalate concentrations are lowered by up to 56% (Adeleke, 2015).

Fermentation

By fermenting different grain flours for 24 hours at 37°C with *Lactobacillus acidophilus*, the phytic acid and polyphenols level was reduced (Binita and Khetarpaul, 1997). Recent studies have shown that fermenting soybean for a day significantly reduces the overall antinutrient effects. When Babalola and Giwa (2012) looked into the anti-nutritional content of cowpea

and breadfruit flours following fermentation, they found that the amounts of phytate, oxalate, and hydrogen cyanide had dramatically decreased. When fermented, chicken peas' protein content increased by 13%. While 45% reduces the amount of phytic acid (Valdez-González, 2018). Adeyemo et al. (2016) investigated the effects of sorghum fermentation on Tannin, phytate, trypsin, and protease inhibitors at 0, 72, and 120 hours. With *Lactiplantibacillus plantarum* as the initial culture, a considerable drop in trypsin inhibitory activity of 69%, protease inhibitory activity of 30%, phytate of 60%, and Tannin of 72% were found after 120 hours. *Lactobacillus brevis*, on the other hand, appeared to be effective as a starter at 120 hours, with a 58% fall in trypsin inhibitor, a 40% loss in protease inhibitor, a 70% decline in phytate, and a 56% decline in Tannin.

Soaking

Soaking is one of the simplest methods for physically eliminating soluble antinutritional chemicals. When soybean flour was soaked in distilled water, mixed salt solutions, and 1% NaHCO₃, tannins, total protein, and soluble sugar were reduced (Devi et al., 2018), as well as about 41% of ortho-dihydroxy phenols, 33% of total phenols, 35% of tannins, and 21% of phytates. Nuts, grains, and seeds can be soaked and sprouted to deactivate enzyme inhibitors (Shi et al., 2017). However, lectin is not affected by this process of inactivation.

Germination (Sprouting)

Germination is one of the most effective methods for lowering levels of anti-nutritive substances, such as phytate (Vidal-Valverde et al., 2002). Sprouting also reduced the phytate concentration and the trypsin and amylase inhibitory activities of the MACS-13 soybean variety (Dikshit and Ghadle, 2003). Germinated amaranth seeds have less antinutrient content, according to Kanensi et al. (2011). The amounts of tannins and phytate were minimal. Flax seed germination was used by Kajla et al. (2017) to overcome the antinutritional levels. As stated by other authors (Chauhan, 2018), germination enhances the nutrient content of plant-based meals while lowering the antinutrient content.

3. Materials and Method

Materials used for the Experiment

Pelletising equipment, a gas cooker, a mercury thermometer, a pot, bowls for mixing feedstuff, tap water, distilled water, a sensitive weighing scale, moringa leaves, maize, soya bean, fish meal, a digestion rack, a furnace, an oven, a burner, a Markham's distillation apparatus, a Soxhlet solvent extractor.

Plant Leaves Collection and Processing

In Minna, Niger state, at the Upper Niger River Basin, moringa leaves were gathered. The leaves were cleaned with water to remove dirt, then soaked in water that had been boiled at 90°C for six, twelve, and twenty-four hours. The soaked leaves were dried to a consistent weight at room temperature. The leaves were then processed into a fine powder and examined for immediate composition and antinutritional elements.

Proximate Analysis of Feedstuffs

The following parameters were tested for the feed ingredients in the laboratory according to (AOAC, 2000) and as mentioned below;

Determination of moisture content

The amount of moisture in the samples was calculated by weighing 5 g of the samples onto petri dishes. After that, the sample was transferred to the air oven, where it dried for 24 hours at 105°C. After being taken out of the oven, the samples were placed in a desiccator for 15 minutes before being weighed. The weight loss was thought to be due to moisture content

$$\% \text{ Moisture content} = \frac{\text{Weight loss } (w_2 - w_3) \times 100}{\text{Weight of Sample } (w_2 - w_1)}$$

Ash content determination

The first step in the ash content determination was to take the weight of the crucible. Afterwards, 2.0 g of the individual samples were added to the crucible, and then it (crucible and sample) was taken into the furnace, where it was left to be heated for 3 hours at 600°C until it was turned to ash. The sample was afterwards taken out of the furnace and chilled in a desiccator. The crucible was reweighed, and the following estimate of ash content was made:

$$\% \text{ Ash} = \frac{\text{Total weight of extracted ash} \times 100}{\text{Weight of sample}}$$

Determination of crude protein by the Kjeldahl method

In order to determine the amount of crude protein in the sample, 0.5 g of the sample was weighed into a 250 ml Kjeldahl digestion tube. A small amount of copper sulphate (CuSO₄) was then added to act as a catalyst and speed up the reaction, and 15 ml of concentrated tetraoxosulphate (vi) acid (H₂SO₄) was decanted into the samples inside the digestion tube. The digestion block was then placed over the samples in the digestion tube, and it was heated for 6 hours at 350°C until a transparent solution could be seen inside the digestion tube. The solution (ammonia) was allowed to cool, after which its volume was topped up with distilled water to make it 50 ml, which was then put into a sample container and prepared with 10 ml of 2 per cent boric acid and two drops of methyl orange as an indicator. Up to 50 ml of the distilled content was collected into a conical flask after the digested sample was continually distilled with 10 ml of 40% sodium hydroxide (NaOH) until the methyl orange indicator became purple. The conical flask's contents were then titrated with 0.1 Molar of hydrochloric acid (HCL), and the titre value was recorded when the colour abruptly changed from orange to purple.

% Crude protein was mathematically calculated as:

$$\% \text{ CP} = \frac{\text{TV} \times 0.1 \times 0.014 \times 5 \times 100 \times 6.25}{0.50}$$

Where TV = Titre value, Molarity = 0.1, Nitrogen conversion factor = 0.014, Dilution factor = 5,

Protein reaction factor = 6.25, weight of sample = 0.50

Determination of crude fibre

Weighing 2 grammes of the sample into a conical flask was the first action conducted. Following adding 50 cc of H₂SO₄, the mixture was boiled for 30 minutes using an electric heating medium before being properly filtered and washed. The filtered sample was reintroduced into the conical flask, and 50ml of NaOH was added. The mixture was heated for an additional 30 minutes. The sample was then given one more rinse before being dried in the oven and reweighed, at which point the new weight was noted (B). The sample is then placed in the furnace to burn to ash at 600°C, and the amount of ash is measured in (C). Crude Fibre content was calculated as

$$\% \text{ CF content} = \frac{B - C}{A} \times 100$$

Determination of crude lipids

Soxhlet solvent extraction was used to find the samples' lipid content. One gramme of the sample is added after weighing the filter paper to be used. The various samples were then carefully placed within the thimble. Hexane with a boiling point between 40 and 60 OC (normal hexane) was used to conduct the extractions. After the extractions indicated by the yellowish and pale colouration of the filter paper, the filter paper, which contains the samples, was removed and transferred into an air oven to dry at 105OC for 10 minutes, and then it was removed and chilled in a desiccator. The samples and filter papers were then collected once more, and the percentage of lipids was determined using the formula

$$\% \text{ Lipid} = \frac{\text{Weighted of Extracted Lipid} \times 100}{\text{Weight of Sample}}$$

Formulation of Experimental Diets

Table 1 shows that four experimental diets were created using the Pearson square method with a crude protein content of 42%. In the control diet, maize meal was the primary protein source, and palm oil, vitamins, and mineral premix were added as supplements. Diets 2 and 3 each contained soaked moringa seed meal for six hours, while diets 4 contained soaked moringa leaf meal for twelve hours. Maize was an energy source for all diets, while vitamins, mineral premix and palm oil constituted additions.

Table 1: Formulation of Experimental Diets

Feedstuff (%)	Diet 1	Diet 2	Diet 3	Diet 4
RML	68.64	0.00	0.00	0.00
6 hrs SML	0.00	60.8	0.00	0.00
12 hrs SML	0.00	0.00	66.08	0.00
24 hrs SML	0.00	0.00	0.00	63.51
Maize meal	26.25	34.2	28.92	31.48
Shea butter	3.00	3.00	3.00	3.00
Vitamin-mineral premix	2.00	2.00	2.00	2.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Proximate composition (%)	Diet 1	Diet 2	Diet 3	Diet 4
Ash	7.60	9.73	8.18	8.13
Lipid	21.8	17.8	17.4	16.6
Moisture Content	5.2	2.9	4.3	5.0
Crude Fibre	6.6	5.5	7.4	2.7
Crude Protein	35	36.75	35	33.25

Key: RML=Raw Moringa Leave; SML=Soaked Moringa Leave

Phytochemical Analysis

In this investigation, phytochemicals were identified using the techniques described by Wild and Keay (1964).

Statistical Analysis

Utilising Statistical Minitab release V19, a one-way analysis of variance (ANOVA) was performed on all collected data. Turkey's significance level was assessed at $p < 0.05$ to compare differences between treatments.

Result

Proximate Analysis of Feedstuffs

Table 2 shows the proximate composition of *Moringa oleifera* leaves at various times (0-hour, 6 hours, 12 hours, and 24 hours) after being soaked in hot water at 90°C is shown in Table 4.1. The treatment results showed that the values of crude protein, crude fibre, fat, moisture content, and ash varied significantly ($p < 0.05$). Crude protein was considerably high ($p < 0.05$) in treatment 1 (31.27%), was least significant ($p > 0.05$) in treatment 3 (29.92%), and in treatment 4 (28.09%), and was significant ($p < 0.05$) in treatment 2 (26.21%). Crude fibre was least significant ($p > 0.05$) in treatment 4 (9.03%), not significant ($p > 0.05$) in treatment 2 (6.67%), not significant ($p > 0.05$) in treatment 1 (2.40%), and not significant ($p > 0.05$) in treatment 3 (2.02%). Moisture content in treatment 2, with 19.26%, was not significant ($p > 0.05$), followed by treatment 3, with 18.03 and likewise not significant ($p > 0.05$) in treatment 4, with 12.05%. In contrast, 9.83% in treatment 1 was significant ($p < 0.05$). Lipid was significant ($p < 0.05$) in treatment 4 with 15.74% and not significant ($p > 0.05$) in treatment 2 with 17.10%. Treatment 1 was significant ($p < 0.05$) in treatment 4 with 15.74% and not significant ($p > 0.05$) in treatment 3 with 13.88%. Ash levels were significantly high ($p < 0.05$) in treatment 2 (11.32%), and they were also notably high ($p < 0.05$) in treatment 1 (9.20%). However, treatment 3 (8.31%) and treatment 4 (4.81%) achieved significant levels ($p > 0.05$).

Table 2: Proximate Analysis of Feedstuffs

Proximate composition (%)	Raw moringa	Feedstuffs		
		6 hrs hot water soaking of moringa	12 hrs Moringa soaked in hot water	24 hrs moringa soaked in hot water
Ash	9.20±0.04b	11.32±0.03a	8.31±0.41c	4.81±0.07d
Moisture content	9.83±0.04d	19.26±0.06a	18.03±0.06b	12.05±0.06c
Lipid	14.88±0.03c	17.10±0.06a	13.88±0.10d	15.74±0.04b
Crude fiber	2.40±0.07c	6.67±0.58b	2.02±0.07c	9.03±0.15a
Crude protein	31.25±0.02a	26.21±0.04d	29.92±0.18b	28.09±0.08c

Mean row data with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

Anti-nutritional Component of *Moringa oleifera* leave Feedstuffs

Table 3 shows that Tannin was significantly high ($p < 0.05$) in treatment 1 (raw moringa leave) with 23.5%, followed by treatment 2 (6 hrs hot water soaking moringa leave) with 23.14% was also significant ($p < 0.05$) and it was significant ($p < 0.05$) in treatment 3 (12 hrs hot water soaking moringa leave) with 19.80% and significant ($p < 0.05$) in treatment 4 (24 hrs water soaking moringa leave) with 17.22%. Consequently, all treatments for Tannin were significant. Saponin percentage was significantly ($p < 0.05$) high in treatment 1 with 32.83% and also was significant ($p < 0.05$) in treatment 2 with 31.88%, followed by treatment 3 with 27.37% was significant ($p < 0.05$) and also highly significant ($p < 0.05$) in treatment 4 with

21.92%. Flavonoid was significant ($p<0.05$) in treatment 1 with 27.38% and also significant ($p<0.05$) in treatment 2 with 25.96% followed by treatment 3 with 24.71% was significant ($p<0.05$) and also significant ($p<0.05$) in treatment 4 with 24.46%. Alkaloids were highly significant ($p<0.05$) in treatment 1 with 36.45%, followed by treatment 2 with 35.15% was significant ($p<0.05$), and then treatment 3 with 32.13% was also significant ($p<0.05$) was also significant ($p<0.05$) in treatment 4 with 26.77%.

Table 3: Anti-nutritional Component of Moringa oleifera leave Feedstuffs

Differently Processed Moringa leaves	Anti-nutritional Compounds (%)			
	Tannins	Saponins	Flavonoid	Alkaloids
Raw moringa leaves	23.54±0.03a	23.14±0.01b	19.80±0.02c	17.22±0.01d
Soaked 6hrs moringa leaves	32.83±0.01a	31.88±0.01b	27.37±0.01c	21.92±0.02d
Soaked 12hrs moringa leaves	27.38±0.02a	25.96±0.01b	24.71±0.01c	24.46±0.01d
Soaked 24hrs moringa leaves	36.45±0.01a	35.15±0.01b	32.13±0.01c	26.77±0.01d

Mean row data with different letters are significantly different ($p<0.05$)

Anti-nutritional Composition of Formulated Diet

Table 4 shows that the Tannin percentage was highly significant ($p<0.05$) in treatment 1 with 29.25mg/100g, followed by treatment 3 with 28.47mg/100g, which was also significant ($p<0.05$) and more also in treatment 4 with 25.23mg/100g was significant ($p<0.05$) and also significant ($p<0.05$) in treatment 2 with 23.35mg/100g. Saponin percentage was highly significant ($p<0.05$) in treatment 1 with 39.45mg/100g, followed by treatment 3 with 38.12mg/100g, which was also significant ($p<0.05$) and then treatment 2 with 33.45mg/100g was also significant ($p<0.05$) but treatment 4 with 32.84mg/100g was least significant ($p>0.05$). Flavonoid percentage was highly significant ($p<0.05$) in treatment 1 with 35.56mg/100g, followed by treatment 3 with 32.81mg/100g, was significant ($p<0.05$) and also significant ($p<0.05$) in treatment 4 with 30.65mg/100g furthermore, treatment 2 with 29.75mg/100g was significant ($p<0.05$). The alkaloid percentage is highly significant ($p<0.05$) in treatment 1 with 54.90mg/100g, followed by treatment 3 with 52.01mg/100g was significant ($p<0.05$), and treatment 4 with 47.30mg/100g was significant ($p<0.05$) and was also significant ($p<0.05$) in treatment 2 with 44.38mg/100g.

Table 4: Anti-nutritional Composition of Formulated Diet

Anti-nutritional Composition (mg/100g)	Treatments			
	Diet 1	Diet 2	Diet 3	Diet 4
Tannin	29.25±0.01a	23.35±0.01d	28.47±0.01b	25.23±0.01c
Saponin	39.45±0.01a	33.45±0.01a	38.12±0.01a	32.84±5.77a
Flavonoid	35.56±0.01a	29.75±0.01d	32.81±0.02b	30.65±0.01c
Alkaloid	54.90±0.01a	44.38±0.01d	52.10±0.01b	47.30±0.01c

Mean row data with different letters are significantly different ($p<0.05$)

Key: Diet 1 (raw moringa leave meal) Diet 2 (6 hours soaked moringa leave meal) Diet 3 (12 hours soaked moringa leave) Diet 4 (24 hours soaked moringa leave)

5. Discussion and Conclusion

Discussion

The results showed that hot water soaking of *Moringa oleifera* leaves at 90°C led to denaturation of crude protein in the leaves. The raw moringa leave has the highest crude protein of 31.27% against the 12 hours of hot water-soaked moringa leave, with the highest value of 29.92% compared to the value of 17.01% reported by (Ogbe and Affiku, 2011).

The moisture content is one of food products' most essential and commonly measured properties. The present study revealed that the moisture content of hot water-soaked *Moringa oleifera* for 6 hours was found to be 19.26g/100g, which was relatively higher than the values (7.88g) (reported by (Okiki et al.,2015)). High moisture content in leaves makes them highly perishable and susceptible to microbial spoilage during storage. The lipid component of moringa leaves analysed is 21.8%, higher than the 14% claim (Abiodun et al.,2012). *Moringa oleifera* is an excellent protein, fat, and other nutrient source. The ash value of 11.34% in 6 hours of hot water soaking was higher than the value (7.92%) reported by (El-Massey et al., 2013). The highest level of Tannin in *Moringa oleifera* is 23.54mg/100g compared to 420.00mg/100g reported by (Igwilo et al., 2017). The effect of Tannin includes interference with the digestive process either by binding the enzyme or by binding feed components like protein or minerals Chanchay and Poosaran (2009). Tannin also reduces the absorption of vitamin B12. Saponin is highly toxic when added to water because of the damage caused to the gills' respiratory epithelium by saponin's detergent action.

Conclusion

The result showed that hot water soaking at 90°C of *Moringa oleifera* leaves causes a decrease in crude protein value and an increment in anti-nutritional factor. Therefore, raw moringa with high crude protein value may be suitable for fish feed.

Reference

- Abiodun, B. J., Adeyewa, Z. D., Oguntunde, P. G., Salami, A. T., & Ajayi, V. O. (2012). Modeling the impacts of reforestation on future climate in West Africa. *Theoretical and applied climatology*, 110, 77-96.
- Adeleke, J. A., & Moodley, D. (2015). An ontology for proactive indoor environmental quality monitoring and control. *Proceedings of the 2015 annual research conference on south African institute of computer scientists and information technologists* (pp. 1-10).
- Adeyemo, S. M, Onilude AA, & Olugbogi DO. (2016) Reduction of Antinutritional factors of sorghum by lactic acid bacteria isolated from Abacha - an African fermented staple. *Frontier science*. 6(1), 25-30
- Agbugui, M., Oniye, S., & Auta, J. (2010). Effects of processing on the mineral content, proximate composition and phytochemical factors of the seeds of *bauhinia monandra* (kurz). *Bayero Journal of pure and applied sciences*, 3(1).
- Alhakmani, F., Kumar, S., & Khan, S. A. (2013). Estimation of total phenolic content, in-vitro antioxidant and anti-inflammatory activity of flowers of *Moringa oleifera*. *Asian pacific journal of tropical biomedicine*, 3(8), 623-627.
- Al-Kharusi, L. M., Elmardi, M. O., & Ali. A. (2009). Effect of mineral and organic fertilisers on the chemical characteristics and quality of date fruits. *International journal of agricultural Biology*, 11, 290-6.
- Amaglo, N. (2006). "How to produce moringa leaves efficiently?". Retrieved https://www.academia.edu/36695766/Moringa_oleifera

- Anwar, F., Ashraf, M., & Bhangar, M. I. (2007). Interprovenance variation in the composition of *Moringa oleifera* oilseeds from Pakistan. *Journal American oil chemists society*, 82, 45–51.
- Apata, O. M. (2012). Awareness and adoption of fish production technologies in south western, Nigeria. *Journal of emerging trends in engineering and applied sciences (JETEAS)*, 3(5), 819-822
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (2000). *Coffee and tea*. In: *Official methods of analysis*. 17th ed. Gaithersburg, Md.: AOAC
- Babalola, R. O., & Giwa, O. E. (2012). Effect of fermentation on nutritional and antinutritional properties of fermenting Soybeans and the antagonistic effect of the fermenting organism on selected pathogens. *International research Journal of microbiology*, 3(10), 333-8.
- Bains, K., Uppal, V., & Kaur, H. (2014). Optimisation of germination time and heat treatments for enhanced availability of minerals from leguminous sprouts. *Journal of food science and technology* 51(5), 1016-20
- Binita, R., & Khetarpaul, N. (1997). Probiotic fermentation effect on antinutrients and digestibility of starch and protein of indigenously developed food mixture. *Nutrition and health* 11(3), 139-47.
- Chanchay, N., & Poosaran, N. (2009). The reduction of mimosine and tannin contents in leaves of *Leucaena leucocephala*. *Asian Journal of food and agro-industry*, 2(Special Issue).
- Chauhan, E. S. (2018). Effects of processing (germination and popping) on the nutritional and anti-nutritional properties of finger millet (*Eleusine Coracana*). *Current research on nutrition of food science* 6(2).
- Coppin, J. P, Xu. Y, & Chen, H. (2013). Determination of flavonoids by LC/MS and anti-inflammatory activity in *Moringa oleifera* *Journal on function foods*. 5,1892 1899. doi: 10.1016/j.jff.2013.09.010
- Devi, N. R., Sasidharan, M., & Sundramoorthy, A. K. (2018). Gold nanoparticles-thiol-functionalised reduced graphene oxide coated electrochemical sensor system for selective detection of mercury ion. *Journal of the electrochemical society*, 165(8), 3046-3053.
- Dikshit, M, & Ghadle, M. (2003). Effect of sprouting on nutrients, antinutrients and in vitro digestibility of the MACS-13 soybean variety. *Plant foods and human Nutrition* 58(3), 1-11.
- El-Massry, F. H., Mossa, M. E., & Youssef, S. M. (2013). *Moringa oleifera* plant. *Egyptian Journal of agricultural research*, 91(4), 1597-1909.
- Eunice, I., Adewumi, A., Oso, J., Edward, J., & Obaronbi, G. (2017). Effects of Varying Levels of *Moringa oleifera* on Growth Performance and Nutrient Utilisation of *Clarias gariepinus* post-Fingerlings. *technology, and sciences (ASRJETS) American scientific research journal for engineering*, 32(1), 79–95. <http://asrjetsjournal.org/>
- Fahey, J. W. (2005). *Moringa oleifera*: A review of the medicinal evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. *Trees life J*, 1-5.
- Fahmi, N., Sharma, N., & Pandey, A. (2017). Interactions of lectins in the red blood cells of oral squamous cell carcinoma patients: A comparative study. *International Journal on Current advanced research*, 6(7), 4753-7.
- Farooq, A., Sajid, L., Muhammad, A., & Anwarul, H. G. (2007). Review article *Moringa oleifera*: A Food plant with multiple medicinal uses *phytother. Res.* 21, 17–25. Published online 6 November 2006 in Wiley InterScience *Moringa oleifera* (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/ptr.2023
- Felix, J.P., & Mello, D. (2000). *Farm Animal metabolism and nutrition*. United Kingdom: CABI.

- Fereidoon S. (2014). Beneficial Health Effects and Drawbacks of Antinutrients and Phytochemicals in Foods. *Applied microbiology and biotechnology*, 97, 45-55.
- Fernando, R., Pinto, M. D. P., & Pathmeswaran, A. (2012). Goitrogenic Food and Prevalence of Goitre in Sri Lanka. *Journal of Food Science* 41, 1076-1081.
- Francis, G., Makkar, H. P. S. & Becker, K. (2001). Anti-nutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, 199, 197-227.
- Gupta, V., & Nagar, R. (2014) Minerals and antinutrients profile of rabadi after different traditional preparation methods. *Journal of Food Science and technology*, 51(8), 1617-21.
- Huang, G. J., Deng, J. S., & Huang, S. S. (2012). Protective effect of antrosterol from *Antrodia camphorata* submerged whole broth against carbon tetrachloride-induced acute liver injury in mice. *Food Chemistry*, 132, 709-16.
- Igwilo, I. O., Ugochukwu, G. C., Ezekwesili, C. N., & Nwenyi, V. (2017). Comparative studies on the nutrient composition and anti-nutrition factors in different parts of *Moringa oleifera* plant found in awka, Nigeria. *The Bioscientist Journal*, 5(1), 1-12.
- Kanensi, O. J., Ochola, S., Gikonyo, N. K., & Makokha, A. (2011). Optimisation of the period of steeping and germination for amaranth grain. *Journal of agriculture and Food Technology*, 1(6), 101-5.
- Karpova, I. S. (2016). Specific interactions between lectins and red blood cells of Chernobyl clean up workers as indicator of some late radiation effects. *Experimental Oncology* 38(4), 261-6. [http://dx.doi.org/10.31768/2312-8852.2016.38\(4\):261-266](http://dx.doi.org/10.31768/2312-8852.2016.38(4):261-266)
- Kasolo, J. N., Bimenya, G. S., & Ojok, L. (2010). Phytochemicals and uses of *Moringa oleifera* leaves in Ugandan rural communities. *Journal of medicinal plant research*, 4, 753-7.
- Khedkar, V., Tillack, A., & Beller, M. (2003). A dramatic effect of aryloxo ligands on the titanium-catalysed hydroamination of alkynes. *Organic letters*, 5(25), 4767-4770.
- Lai, T. Y., Weng, Y. J., & Kuoi, W. W. (2010). Taohe Chengqi Tang ameliorates acute liver injury induced by carbon tetrachloride in rats. *Journal of Chinese Integrative Medicine*, 8, 49-55.
- Liener, I. E., (2003). Phytohemagglutinins: Their nutritional significance. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 22, 17.
- Luqman, S., Srivastava, S., Kumar, R., Maurya, A. K., & Chanda, D. (2012). Experimental Assessment of *Moringa oleifera* Leaf and Fruit for Its Antistress, Antioxidant, and Scavenging Potential Using In Vitro and In Vivo Assays. *Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM*, 519084. <https://doi.org/10.1155/2012/519084>
- Madu, S. N., & Matla, M. Q. P. (2003). Illicit drug use, cigarette smoking and alcohol drinking behaviour among a sample of high school adolescents in the Pietersburg area of the Northern Province, South Africa. *Journal of adolescence*, 26(1), 121-136.
- Mbikay, M. (2012). Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronichyperglycemia and dyslipidemia: a review. *Frontier Pharmacology*, 3, 1-12.
- Moyo, B., Oyedemi, S., Masika, P.J. & Muchenje, V. (2011). Polyphenolic content and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaf extracts and enzymatic activity of liver from goats supplemented with *Moringa oleifera* leaves/sunflower seed cake. *Meat science*, 91(4), 441-447. <https://doi.org/10.1016/Journal of meat science.02.029>
- Mwanri, A., Kogi-Makau, W., & Laswai, H. (2011). Nutrients and antinutrients composition of raw, cooked and sun-dried sweet potato leaves. *African Journal of food agricultural, nutrition and development*, 11(5), 5142-56.
- Ogbe, A. O., & Affiku, J. P. (2011). Proximate study, mineral and antinutrient composition of *Moringa oleifera* leaves harvested from Lafia, Nigeria: potential benefits in poultry nutrition and health. *Journal of Microbiology, Biotechnology and food sciences*, 1(3), 296-308.
- Okiki, P. A., Osibote, I. A., Balogun, O., Oyinloye, B. E., Idris, O. O., Adelegan, O. & Olagbemide, P. T. (2015). Evaluation of proximate, minerals, vitamins and phytochemical

- composition of *Moringa oleifera* Lam. cultivated in Ado Ekiti, Nigeria. *Advances in biological research*, 9 (6), 436-443.
- Parotta, J. A. (1993). *Moringa oleifera* Lam. Reseda, Horseradish tree. Moringaceae. Horseradish tree family. USDA Forest Service. International institute of tropical forestry, 11-20.
- Qwele, K., Hugo, A., Oyedemi, S. O., Moyo, B., Masika, P. J., & Muchenje, V. (2013). Chemical composition, fatty acid content and antioxidant potential of meat from goats supplemented with *Moringa* (*Moringa oleifera*) leaves, sunflower cake and grass hay. *Meat science*, 93(3), 455-462.
- Razis, A. F., Ibrahim, M. D., & Kntayya, S. B. (2014). Health benefits of *Moringa oleifera*. *Asian pacific journal of cancer prevention*, 15(20), 8571-8576.
- Salunkhe, D. K., Chavan, J. K., & Kaden, S. S. (1990). Dietary tannins: Consequences and remedies. Boca Roton, FL: CRC Press pp. 67-75.
- Shanthakumari, S., Mohan, V., & Britto, J. (2008). Nutritional evaluation and elimination of toxic principles in wild yam (*Dioscorea* spp.). *Tropical and subtropical agroecosystems*, (8), 319 - 225.
- Siddhuraju, P., & Becker K. (2003). Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agro-climatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.). *Journal of agricultural food Chemistry*, 15, 2144–2155.
- Soetan, K. O., & Oyewole, O. E. (2009). The need for adequate processing to reduce the anti-nutritional factors in plants used as human foods and animal feeds: A review. 3(9), 223-232.
- Stevens, C. G., Ugese, F. D., Otitojo, G. T & Baiyeri, K. P. (2015). Proximate and Anti-Nutritional Composition of Leaves and Seeds of *Moringa oleifera* in Nigeria. *Journal of tropical agriculture, food, environment and extension*, 14(2), 9-17
- Thurber, M. D., & Fahey, J. W. (2009). Adoption of *Moringa oleifera* to combat under-nutrition viewed through the lens of the "Diffusion of Innovations" theory. *Ecology of food and nutrition*, 48(3), 212-225.
- Udousoro, I. I., & Akpan, E. B. (2014). Anthropometric measurements, changes in antinutrients contents of edible vegetables under varied temperature and heating time. *Current research on nutrition of food science* 2(3).
- Valdez-González, F. J., Gutiérrez-Dorado, R., García-Ulloa, M., CuevasRodríguez, B. L., & Rodríguez-González, H. (2012). Effect of fermented, hardened, and dehulled of chickpea (*Cicer arietinum*) meals in digestibility and antinutrients in diets for tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Spanish Journal of agricultural research*, 16(1). <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2018161-11830>
- Wild, A., & Keay, J. (1964). Cation-exchange equilibria with vermiculite. *Journal of Soil Science*, 15(2), 135-144.

STRESLE BAŞA ÇIKMADA BİR ALTERNATİF: ADAPTOJEN BİTKİLER

ADAPTOGENIC PLANTS: AS AN ALTERNATIVE TO COPING WITH STRESS

Tuba Eda ARPA ZEMZEMOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik
Bölümü, Gümüşhane, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6836-4527>

ÖZET

Stres, kişinin iç ve dış taleplere uyum sağlama becerisine yönelik bir zorlukla karşılaşma durumudur. Günlük yaşamda yer alan ailevi sorunlar, çalışma hayatı, hastalık ve ölüm gibi birçok stres etkeni tarafından tetiklenir. Stres, otonomik ve nöroendokrin tepkiler yoluyla sağlığı doğrudan etkileyebileceği gibi, sağlık davranışlarındaki değişiklikler yoluyla da dolaylı olarak sağlığı etkileyebilir. Stresin tedavisinde benzodiazepinler ve diğer reçeteli ilaçlar etkili olarak kullanılabilmektedir fakat bunların neden olacağı yan etkiler, alternatif tedavilere olan ilgiyi arttırmaktadır. Adaptogen terimi, günümüzde alternatif ve tamamlayıcı tıpta olduğu kadar farmakognozi, fitotıp ve fitoterapi araştırmalarında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Adaptogenler, spesifik olmayan bir şekilde artan direnç durumu ortaya çıktığında, organizmanın stres etkeni sinyallerine karşı koymasına ve olağanüstü zorlanmalara uyum sağlamasına olanak tanıyan maddelerdir. Bitki kaynaklı adaptogenler üzerine yapılan araştırmalar, stres toleransı ve homeostazisin artırılması konusunda umut verici sonuçlar göstermiştir. Bu kapsamda bu çalışmada güncel literatür doğrultusunda adaptogenlerin etki mekanizması incelenerek, bitki kaynaklı adaptogenlerin etkili olduğu kullanım alanları hakkında bilgiler sunulması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Adaptogenik bitkiler, stres, sağlık

ABSTRACT

Stress is the state in which a person encounters difficulties in adapting to internal and external demands. It is triggered by many stressors present in daily life, such as family problems, work life, illness, and death. Stress can directly affect health through autonomic and neuroendocrine responses, or it can indirectly affect health through changes in health behaviors. While benzodiazepines and other prescription drugs can be effective in the treatment of stress, the side effects they may cause have increased interest in alternative treatments.. The term adaptogen is now widely used in alternative and complementary medicine, as well as in pharmacognosy, phytomedicine and phytotherapy research. Adaptogens are substances that allow the organism to counteract stressor signals and adapt to extraordinary strains when a state of increased resistance occurs in a non-specific way. Research on plant- originated adaptogens has shown promising results in enhancing stress tolerance and homeostasis. In this context, the aim of this study is to examine the mechanism of action of adaptogens in accordance with the current literature and to provide information about the areas of use in which plant- originated adaptogens are effective.

Keywords: adaptogenic plants, stress, health

GİRİŞ

Stres, günlük yaşam içerisinde her insanın sık sık deneyimlediği, kaçınılmaz bir olgudur. Stres “organizmanın zihinsel ve fiziksel dengesini ve istikrarını bozacak uyarılara karşı homeostaziyi yeniden sağlamak üzere, bir tepki olarak ortaya çıkan karmaşık ve fizyolojik reaksiyonlar dizisi” olarak tanımlanmaktadır (de Abreu vd., 2021). Cannon (1935), stresi homeostazise (bir sistemin kendini koruma eğilimi) yönelik tehditler olarak tanımlamıştır. Selye (1936), hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) eksen aktivasyonunun çeşitli zararlı ajanlara veya ölümcül olmayan dozlardaki zehirlenmelere karşı ortak bir yanıt olduğunu belirterek, stresi “vücudun kendisine yönelik herhangi bir talebe spesifik olmayan tepkisi” olarak ifade etmiştir. Tüm stres faktörlerinin strese neden olmadığını, ancak homeostaziyi tehdit eden faktörlerin stres yarattığını anlamak önemlidir. Nitekim Selye (1975), stresi iyi stres anlamına gelen “eustress” ve kötü stres anlamına gelen “distress” olarak sınıflandırmaktadır. Stres, sağlıklı yaşamı tehdit eden olumsuz özelliklerin yanı sıra, mevcut ortama uyum sağlama ve gelecekteki zorlukları öngörme gibi olumlu özellikleri de içermektedir.

Strese karşı direnç ve hayatta kalma, organizmanın uyum yeteneğine ve belirli bir stres düzeyine karşı doğuştan gelen toleransını belirleyen eşik değerine bağlıdır. Adaptif savunma sistemlerinin strese bağlı tepkileri, basit ve karmaşık organizmalarda allostaziyi (fizyolojik bir düzenleme mekanizması) destekleyen nöroendokrin-bağışıklık kompleksi dahil olmak üzere çok sayıda stres sinyali aracısını içerir (Selye, 1938). Tekrarlanan hafif maruz kalma veya düşük dozda stres, hücrelerin ve organizmaların daha sonraki strese maruz kalma direncinin artmasına neden olur. Bu da hayatta kalmayı destekleyen bir adaptasyonla sonuçlanır. Bununla birlikte, strese uzun süreli maruz kalma, stres yanıtının kronik olarak devreye girmesiyle sonuçlanır. Bu durum kan basıncının, kalp atış hızının ve kan şekerinin yanı sıra çeşitli patolojik durumların ortaya çıkmasına neden olabilir. Ayrıca sempatik sinir sistemini ve endokrin değişikliklerine yol açan bilişsel ve duygusal tepkileri tetikleyerek, bağışıklık fonksiyonunu bozar (Lu vd., 2021; O’Connor vd., 2020). Benzodiazepinler ve diğer reçeteli ilaçlar stresin tedavisinde etkili olabilir. Ancak bunların ortaya çıkarabileceği yan etkiler, alternatif tedavilerin daha fazla ilgi görmesine neden olmaktadır (Perry ve Camfield, 2017). Bu kapsamda bu çalışmada güncel literatür doğrultusunda adaptojenlerin etki mekanizması incelenerek, bitki kaynaklı adaptojenlerin etkili olduğu kullanım alanları hakkında bilgiler sunulması amaçlanmıştır.

Adaptojenler

Adaptojen terimi, günümüzde çoğunlukla alternatif ve tamamlayıcı tıpta olmak üzere farmakognozi, fitotıp ve fitoterapi araştırmalarında da yaygın olarak kullanılmaktadır (Samuelsson ve Bohlin, 2017). Adaptojen terimi, yaklaşık 70 yıl öncesine, Rus toksikolog Lazarev tarafından bu etkiye sahip olduğu tespit edilen sentetik bir bileşik (dibasol) üzerinde yapılan araştırmalara dayanmaktadır (Gerontakos vd., 2020). Böylece bu terim 20. yüzyılın ortalarında, organizmaların zararlı etkilere karşı spesifik olmayan direncini muhtemelen arttıran bileşiklerin ve bazı şifalı bitkilerin fizyolojik etki mekanizmalarını karakterize etmek amacıyla bilimsel sözlükte yerini almıştır.

Adaptojenler, bir organizmada spesifik olmayan bir şekilde artan direnç durumu ortaya çıktığında, organizmanın stres etkeni sinyallerine karşı koymasına ve olağanüstü zorlanmalara uyum sağlamasına olanak tanıyan maddelerdir (Wagner, 1994). Lazarev (1958), adaptojenler olarak adlandırılan bazı bileşiklerin ve bitkisel özlerin, strese karşı

ortaya çıkan direncin süresini uzatabileceğini ve alarm aşamasındaki olumsuz reaksiyonları azaltabileceğini öne sürmüştür. Brekhman ve Dardimov, adaptojenlerin, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve psikolojik olarak zararlı faktörlere (stres etkenlerine) karşı direnci spesifik olmayan şekilde arttıran, patolojik durumu normalleştirici etki gösteren zararsız ajanlar olduğunu ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar adaptojenleri, çok değerlikli etki mekanizmalarına sahip, uyum sağlama ve hayatta kalma ile ilgili farmakolojik etkileri olan, toksik olmayan bileşikler olarak tanımlamıştır (Brekhman ve Dardymov, 1969).

Adaptojenlerin, stresli organizmaya yardımcı olabilmesi için dört kriteri karşılaması gerekmektedir. Bunlar, yorgunluk, enfeksiyon ve depresyon gibi stresli durumların neden olduğu zararı azaltmalı, insan vücudu üzerinde olumlu uyarıcı etkilere sahip olmalı, geleneksel uyarıcıların aksine uykusuzluk, düşük protein sentezi veya aşırı enerji tüketimi gibi yan etkilere neden olmamalı ve insan vücudunun normal işlevine zarar vermemelidir (Liao vd, 2018).

Adaptojenler, hücre dışı ve hücre içi etkileşimlerin çeşitli mekanizmalarını içeren çok adımlı fizyolojik bir süreçle ilgilidir. Antioksidanlara ve vitaminlere benzer şekilde adaptojenler, iyi sağlık, uyum, dayanıklılık, hayatta kalma ve sağlıklı yaşlanma için gerekli olan besinsel ve bitkisel tıbbi ürünlerin bir kategorisini oluşturur. Uyarının (stres etkeni) doğası ne olursa olsun, bir adaptojen, hücre ve organizmal savunma sistemlerinin adaptif sinyal yollarını aktive ederek adaptasyonu, esnekliği ve hayatta kalmayı artırır. Ayrıca adaptojenler, metabolik düzenleme ve homeostazda anahtar rol oynayan hormonların (kortizol, kortikotropin salgılayan hormon [CRH] ve gonadotropin salgılayan hormonlar, ürokortin, nöropeptit Y) üretimini tetikler. Çok hedefli etki mekanizmaları ve geniş yelpazedeki farmakolojik etkileri, adaptojenlerin spesifik olmayan farmakolojik aktivitelerine işaret etmektedir. Bu nedenle adaptojenler büyük olasılıkla kronik yorgunluk, hafıza kaybı, depresyon, anksiyete, uyku bozukluğu, enfeksiyonlar, diyabet, kalp hastalığı, yüksek tansiyon, cilt hastalıkları, karaciğer hastalıkları, kanser, kronik inflamasyon ve otoimmün hastalıklar gibi stres kaynaklı ve yetişkinlik döneminde ortaya çıkan hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde etkilidir (Panossian vd., 2020).

Adaptojenlerin Etki Mekanizması

Çeşitli stres modları durumunda adaptojenler, farklı stres biçimleriyle başa çıkmak için farklı tepkilerin oluşmasını sağlayabilirler. Adaptojenik maddelerin etkilerini açıklamak için çeşitli teoriler öne sürülmüştür. Dardymov ve Kirkorian tarafından öne sürülen bir teori, adaptojenlerin öncelikle antioksidan ve serbest radikal temizleyici etkileri nedeniyle işlev gördüğünü ileri sürmektedir (Davydov ve Krikorian, 2000; Panossian 2003a). Bu teori kısmen doğru olsa da adaptojenlerin etkilerini tam olarak açıklamak için yetersizdir. Yeni araştırmalar, adaptojenlerin öncelikle Hipotalamik/Hipofiz/Adrenal (HPA) eksenini ve Sempatik-Adrenal Sistemi (SAS) etkileyerek çalıştığını bildirmektedir (Owens ve Van de Castle 2004).

İnsan stres yanıt sistemi, hipotalamik paraventricüler çekirdeğin nöronlarını içeren ve kortikotropin salgılatıcı hormon (CRH) ve arginin vazopressin (AVP) ile ilişkili merkezi sinir sistemi (CNS) ve adrenal çekirdeğinin yanı sıra beyin sapının distal uçları, HPA eksenini ve periferik sinir sisteminden oluşur. Dış basınca yanıt veren merkezi koordinasyon sistemi CRH nöronları, AVP nöronları, katekolamin nöronları ve diğer hücre dokularından oluşur, HPA eksenini ve sempatik sinir sistemi (SNS) uzuvları temsil eder (Chrousos, 2009). CRH ve katekolamin nöronları birbirleriyle etkileşime girer. SNS ve HPA sistemi, işlevler ve sistematik anatomi açısından etkileşim halindedir. Dış ortama tepki verirken bu sistemler

farklı düzeylerde etkileşime girebilir; örneğin katekolamin, CRH salgılayarak HPA eksenini uyarabilir ve HPA eksenini tarafından üretilen hormon, SNS sistemi üzerinde etki gösterebilir (Panossian ve Wagner, 2005).

Son çalışmalar, endojen glukokortikoidlerin inhibitör etkilerinin ve uzun süreli aşırı ekspresyonunun, stres altında SNS tarafından ayarlanan uyarıcı etkilere neden olduğunu göstermiştir. Dış basınçla uyarılan CRH ve AVP'nin salgılanması artar, böylece kortizol ve adrenokortikotropik hormonun salgılanması teşvik edilir. Ayrıca anjiyotensin, sitokinler ve araşidonik asit metabolitleri stres tepkisine katılır. SNS, insan vücuduna dış strese karşı hızlı bir tepki mekanizması sağlar. Katekolaminin yanı sıra sempatik ve parasempatik sinir sistemleri de çeşitli nöropeptitler, ATP ve nitrik oksit (NO) salgılayabilir (Wardle ve Sarris, 2014).

Adaptojenler, muhtemelen glukokortikoid reseptörleri ile etkileşimleri yoluyla kronik olarak yüksek kortizol/kortikosteron seviyelerini normalleştirebilir ve HPA ekseninin dengesinin yeniden sağlanmasına yardımcı olabilir (Panossian, 2017).

HPA ekseninin ayarlanması üzerine aşağıdaki etkiler gözlemlenir: enerji dolaşımının artması ve düzenlenmesi; dış baskı hissinde azalma; direncin artırılması; zihinsel konsantrasyonun iyileştirilmesi; uyku sonrası derin uyku döneminin kolaylaşması. Bu işlevlerin tümü adaptojenlerin birincil işlevi olarak kabul edilir (Panossian vd., 2007).

Bitki Kaynaklı Adaptojenler

Adaptojenik etkiler çoğunlukla belirli bitkilerde veya mantarlarda meydana gelmektedir ve en yaygın bitki kaynaklı adaptojenlerdir (Rajput vd., 2020). Adaptojenik bitkiler Hindistan, Çin, Kore ve Japonya'da binlerce yıldır geleneksel tıpta, strese karşı direnci arttırmak, doğası ne olursa olsun stres etkenine karşı uyum sağlama yeteneğini geliştirmek, dayanıklılık ve hayatta kalmayı sağlamak için kullanılmaktadır (Panossian vd., 2021). Aşağıda adaptojenik aktiviteleri açısından en çok araştırılan şifalı bitkilere ilişkin çeşitli örnekler sunulmuştur:

* Ashwagandha (*Withania somnifera*): Hindistan'da yüzyıllardır geniş spektrumlu bir ilaç olarak kullanılan Solanaceae familyasına ait bir Ayurvedik bitkidir. Antiinflamatuvar ve antioksidan özellikleri bulunmaktadır. Genellikle kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının tedavisine yönelik olarak, ayrıca enerjiyi artırmak ve genel sağlığı iyileştirmek için kullanılır. Bununla birlikte, özellikle stres ve kaygı tedavisi için etkililiği, laboratuvar ortamlarında yakın zamanda araştırılmıştır (Alramadhan vd., 2012).

* Roseroot (*Rhodiola rosea*): Crassulaceae familyasının bir üyesi olan Roseroot, Avrupa'da uzun süredir tıbbi bitki olarak kullanılmaktadır. Roseanın tıpta kullanımı da eski Yunanlılara kadar uzanmaktadır. Bilinen özellikleri arasında konsantrasyon, hafıza ve ruh halini iyileştirme, dokuların sağlamlığını geliştirme, patojenlere ve hastalıklara karşı dayanıklılık sağlama yer alır. Anksiyete, depresyon, uykusuzluk, stres semptomlarını iyileştirdiği bildirilmiştir (Speers vd., 2021).

* Gotu Kola (*Centella asiatica*): Gotu Kola, besinsel açısından önemli bir bitkidir ve Güney Doğu Asya'da değerli bir geleneksel ilaçtır. Çin tıbbında kaygı ve depresyonu tedavi etmek ve zihin üzerinde sakinleştirici bir etki yaratarak meditasyona yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Ayrıca cüzzam, egzama, ishal, amenore ve ateş gibi diğer tıbbi durumların tedavisinde de kullanılmıştır. Bunun yanı sıra antiinflamatuvar, antiproliferatif, antikanser, antioksidan, antiülser, yara iyileşmesi vb. gibi çeşitli başka etkiler de rapor edilmiştir (Chandrika ve Kumara, 2015; Belwal vd., 2019).

* Sibirya Ginsengi (*Eleutherococcus senticosus*): Sibirya Ginsengi, Asya, Malay yarımadası, Polinezya, Avrupa, Kuzey Afrika ve Amerika'ya özgü bir aile olan Araliaceae familyasına aittir. Çin tıbbi kayıtlarına göre, iki yüzyıldan fazla bir süredir canlılığı ve enerjisi arttırmak, performansı iyileştirmek için kullanılmaktadır. Ayrıca antioksidan etkisi, immün düzenleyici ve immün modülatör özelliklerine ek olarak diyabet, kanser ve inflamatuvar durum tedavisindeki gelişmelerle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Arouca ve Grassi-Kassise, 2013).

* Schisandra (*Schisandra chinensis*): Schisandra, Çin, Japonya, Kore ve Rusya'da yetişen, yaprak döken bir asmadır. Öksürük ve astımı hafifletebildiği, tükürük üretimine yardımcı olduğu ve susuzluğu giderdiği, menapoz semptomlarının etkisini azalttığı ve anti-depresan olarak kullanıldığı belirtilmektedir. Ayrıca böbrekleri güçlendirmek, ishali durdurmak ve patojenik mikroorganizmaların üremesini engellemek gibi işlevlerinin bulunduğu bildirilmektedir (Li vd., 2018).

Adaptojenlerin en önemli işlevlerinden biri, nöroendokrin sistemi etkileyerek insan vücudunun iç ortamını stabilize etme yetenekleridir. Bitki kaynaklı adaptojenlerdeki kimyasallar, dış ortamlara uyum sağlama ve hasarı önleme yeteneğini artırır. Adaptojenlerin benzersiz bir özelliği, bu maddelerin nöroendokrin sistemi ve hücrel enerji sistemini etkilemesidir. Adaptojenler oksijen, protein, yağ ve karbonhidrat kullanım oranlarını arttırabilir (Panossian ve Wagner, 2005; Mendes ve Carlini, 2007). Bitki kaynaklı adaptojenlerin, ısı şoku proteinleri (HSP70 ve HSP25), nitrik oksit (NO) ve stresle aktifleşen protein kinazları içeren önemli stres faktörlerine aracılık ettiği bilinmektedir (Panossian ve Wikman, 2009). Ayrıca adaptojenler stres hormonları, nöropeptid Y (NPY) ve kortizol seviyelerini düzenler (Asea vd, 2013).

Bitki kaynaklı adaptojenler üzerine yapılan araştırmalar, stres toleransı ve homeostazisin artırılması konusunda umut verici sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. Ortak özellikleri antioksidan, nootropik (bilişsel güçlendirici etki) ve fiziksel dayanıklılığı güçlendirme aktiviteleridir (Franco vd, 2020). Hayvan çalışmaları odaklı seçilmiş bitki kaynaklı adaptojenler ve bunların vücuttaki genel işlevlerine ilişkin 115 makalenin incelendiği yakın tarihli bir literatür taramasına göre bitki kaynaklı adaptojenler; stres modülasyon aktiviteleri, antioksidan aktiviteleri, yorgunluk önleyici ve fiziksel dayanıklılığı arttırıcı etkileri, nootropik, immünomodülatör aktiviteleri, kardiyovasküler koruyucu aktiviteleri ve radyokoruyucu aktiviteleri ile vücut direncini arttırmaktadır (Esmaelzadeh vd., 2022). Bir diğer meta-analiz çalışmasında, bitki adaptojenlerinin bağımsızlığını arttırılmasında, kronik yorgunluk ve bilişsel bozuklukların tedavisinde fayda sağlayabileceği belirlenmiştir (Todorova vd., 2021). Yakın tarihli bir başka metaanalizde adaptojenik bitkilerin yetişkinlerin stres düzeyinde ve serum kortizol düzeyinde klinik olarak anlamlı bir iyileşme yarattığı ve stres yönetiminde kullanılabileceği belirtilmiştir (Tóth-Mészáros vd., 2023).

SONUÇ

Adaptojenler, hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) eksenini ve stres yanıtının temel aracılarının düzenlenmesi ile ilişkili çeşitli etki mekanizmaları yoluyla homeostazisin düzenlenmesini sağlar. Bugüne kadar yapılan çeşitli çalışmalar ve pratik uygulamalar, bitki kaynaklı adaptojenlerin bir tür elit bitkisel ilaç olduğunu, insan sağlığında önemli bir rol oynadığını ve insan vücudunun çeşitli stres faktörlerine direnmesine yardımcı olduğunu göstermiştir. Ancak bitki kaynaklı adaptojenlerin klinik uygulamaları ve sağlık ürünlerinde kullanımı henüz başlangıç aşamasındadır. Ayrıca yürütülen çalışmalar geleneksel anlayış ve kullanım ile

modern kanıtlar arasındaki boşluğu kapatmak amacıyla adaptojenik bitkisel ilaçlara uygun analiz yöntemleri geliştirilmesi ve ölçümlerde de standardizasyon için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu bildirmektedir (Gerontakos vd., 2020). Bitki kaynaklı adaptojenlerin sınıflandırılması, farmakolojik fonksiyonlarının aydınlatılması ve dünya çapındaki adaptojenler, tonikler ve ginseng türleri arasındaki benzerlik ve farklılıkların belirlenmesi, bitki kaynaklı adaptojenlerin daha etkili şekilde kullanılmasına yardımcı olacaktır. Bu durum insanoğlunun bedensel ve ruhsal sağlığının korunması ve devam ettirilmesinin etkili bir yolu olabilir.

KAYNAKLAR

- Aramadhan, E., Hanna, M. S., Hanna, M. S., Goldstein, T. A., Avila, S. M., & Weeks, B. S. (2012). Dietary and botanical anxiolytics. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 18(4), RA40.
- Arouca, A. & Grassi-Kassisse, D. (2013). *Eleutherococcus senticosus*: Studies and effects. *Health*, 5, 1509-1515.
- Asea, A., Kaur, P., Panossian, A., & Wikman, K. G. (2013). Evaluation of molecular chaperons Hsp72 and neuropeptide Y as characteristic markers of adaptogenic activity of plant extracts. *Phytomedicine*, 20(14), 1323-1329.
- Belwal, T., Andola, H. C., Atanassova, M. S., Joshi, B., Suyal, R., Thakur, S., ... & Rawal, R. S. (2019). Gotu kola (*Centella asiatica*). In *Nonvitamin and nonmineral nutritional supplements* (pp. 265-275). Academic Press.
- Brekhman, I. I., & Dardymov, I. V. (1969). New substances of plant origin which increase nonspecific resistance. *Annual Review of Pharmacology*, 9(1), 419-430.
- Cannon, W. B. (1935). Stress and strains of homeostasis. *The American Journal of the Medical Sciences*, 189, 1-14.
- Chandrika, U. G., & Kumara, P. A. P. (2015). Gotu Kola (*Centella asiatica*): nutritional properties and plausible health benefits. *Advances in Food and Nutrition Research*, 76, 125-157.
- Chrousos, G. P. (2009). Stress and disorders of the stress system. *Nature Reviews Endocrinology*, 5(7), 374-381.
- Davydov, M. ve Krikorian, A.D. (2000). Bir adaptojen olarak *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. & Maxim.) Maxim.(Araliaceae): daha yakından bir bakış. *Etnofarmakoloji Dergisi*, 72 (3), 345-393.
- de Abreu, M. S., Demin, K. A., Giacomini, A. C. V. V., Amstislavskaya, T. G., Strekalova, T., Maslov, G. O., Kositsin, Y., Petersen, E. V., & Kalueff, A. V. (2021). Understanding how stress responses and stress-related behaviors have evolved in zebrafish and mammals. *Neurobiology of stress*, 15, 100405.
- Esmaelzadeh, N., Iranpanah, A., Sarris, J., & Rahimi, R. (2022). A literature review of the studies concerning selected plant-derived adaptogens and their general function in body with a focus on animal studies. *Phytomedicine*, 154354.
- Franco, R. R., de Almeida Takata, L., Chagas, K., Justino, A. B., Saraiva, A. L., Goulart, L. R., ... & da Silva, C. R. (2021). A 20-hydroxyecdysone-enriched fraction from *Pfaffia glomerata* (Spreng.) pedersen roots alleviates stress, anxiety, and depression in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 267, 113599.
- Gerontakos, S. E., Casteleijn, D., Shikov, A. N., & Wardle, J. (2020). A critical review to identify the domains used to measure the effect and outcome of adaptogenic herbal medicines. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 93(2), 327-346.

- Lazarev, N.V. (1958). General and specific in action of pharmacological agents. *BMC Pharmacology and Toxicology*, 21, 81–86.
- Li, Z., He, X., Liu, F., Wang, J., & Feng, J. (2018). A review of polysaccharides from *Schisandra chinensis* and *Schisandra sphenanthera*: Properties, functions and applications. *Carbohydrate Polymers*, 184, 178–190.
- Liao, L. Y., He, Y. F., Li, L., Meng, H., Dong, Y. M., Yi, F., & Xiao, P. G. (2018). A preliminary review of studies on adaptogens: Comparison of their bioactivity in TCM with that of ginseng-like herbs used worldwide. *Chinese Medicine*, 13, 1-12.
- Lu, S., Wei, F., & Li, G. (2021). The evolution of the concept of stress and the framework of the stress system. *Cell Stress*, 5(6), 76–85.
- Mendes, F. R., & Carlini, E. A. (2007). Brazilian plants as possible adaptogens: An ethnopharmacological survey of books edited in Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, 109(3), 493-500.
- O'Connor, D. B., Thayer, J. F., & Vedhara, K. (2020). Stress and health: A review of psychobiological processes. *Annual Review of Psychology*, 72(1).
- Owens J, Van de Castle R (2004) Gas discharge visualization technique: Introduction to the concept of energy fields. In: Korotkov K (ed) *Measuring energy fields*. Backbone publishing, Fair Lawn, pp 11–22.
- Panossian A (2003a) Adaptogens, tonic herbs for fatigue and stress. *Alternative and Complementary Therapies*, 9(6), 327–331.
- Panossian, A. (2017). Understanding adaptogenic activity: Specificity of the pharmacological action of adaptogens and other phytochemicals. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1401, 49–64.
- Panossian, A., Wikman, G., & Wagner H. (1999). Plant adaptogens III: Earlier and more recent aspects and concepts on their mode of action. *Phytomedicine*, 6(4), 287–300.
- Panossian, A. G., Efferth, T., Shikov, A. N., Pozharitskaya, O. N., Kuchta, K., Mukherjee, P. K., ... Wagner, H. (2021). Evolution of the adaptogenic concept from traditional use to medical systems: Pharmacology of stress- and aging-related diseases. *Medicinal Research Reviews*, 41, 630–703.
- Panossian, A., & Wagner, H. (2005). Stimulating effect of adaptogens: An overview with particular reference to their efficacy following single dose administration. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 19(10), 819-838.
- Panossian, A., & Wikman, G. (2009). Evidence-based efficacy of adaptogens in fatigue, and molecular mechanisms related to their stress-protective activity. *Current Clinical Pharmacology*, 4(3), 198-219.
- Panossian A, Wikman G, Sarris J. *Rosenroot (Rhodiolarosea): traditional use, chemical composition, pharmacology and clinical efficacy*. *Phytomedicine*. 2010C;17(7):481–93.
- Panossian, A., & Wikman, G. (2010, May). Traditional use, chemical composition, pharmacology, and clinical efficacy of *Rhodiola rosea* L. In *Pharmaceutical Biology* (Vol. 48, pp. 6-6). 325 Chestnut St, Suite 800, Philadelphia, Pa 19106 Usa: Taylor & Francis Inc.
- Panossian, A., Hambarzumyan, M., Hovhanissyan, A., & Wikman, G. (2007). The adaptogens *rhodiola* and *schizandra* modify the response to immobilization stress in rabbits by suppressing the increase of phosphorylated stress-activated protein kinase, nitric oxide and cortisol. *Drug target insights*, 2, 117739280700200011.
- Perry, N.L., Camfield, D.A. (2017). Adaptogens. In: Camfield, D., McIntyre, E., Sarris, J. (eds) *Evidence-Based Herbal and Nutritional Treatments for Anxiety in Psychiatric Disorders*. Springer, Cham.


- Rajput, R., Sharma, P., Mishra, J., Bhardwaj, A., Sharma, R. K., Singh, K., ... & Misra, K. (2020). Bioactive Fractions from the Chinese Caterpillar Mushroom, *Ophiocordyceps Sinensis* (Ascomycetes), Elucidate Adaptogenic Role against Hypoxia Stress. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 22(11).
- Samuelsson, G., & Bohlin, L. (2017). *Drugs of natural origin: A treatise of pharmacognosy* (Ed. 7). CRC Press Inc.
- Selye, H. (1936). A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature*, 138(3479), 32-32.
- Selye, H. (1938). Experimental evidence supporting the conception of "adaptation energy". *American Physiological Society*, 123, 758–765.
- Selye, H. (1975). Confusion and controversy in the stress field. *Journal of Human Stress*, 1(2), 37-44.
- Speers, A. B., Cabey, K. A., Soumyanath, A., & Wright, K. M. (2021). Effects of *Withania somnifera* (Ashwagandha) on stress and the stress-related neuropsychiatric disorders anxiety, depression, and insomnia. *Current Neuropharmacology*, 19(9), 1468–1495.
- Todorova, V., Ivanov, K., Delattre, C., Nalbantova, V., Karcheva-Bahchevanska, D., & Ivanova, S. (2021). Plant adaptogens-history and future perspectives. *Nutrients*, 13(8), 2861.
- Tóth-Mészáros, A., Garmaa, G., Hegyi, P., Bánvölgyi, A., Fenyves, B., Fehérvári, P., ... & Csupor, D. (2023). The effect of adaptogenic plants on stress: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Functional Foods*, 108, 105695.
- Wagner, H., Nörr, H., & Winterhoff, H. (1994). Plant adaptogens. *Phytomedicine*, 1, 63-76.
- Wardle, J., & Sarris, J. (2014). *Clinical naturopathy: An evidence-based guide to practice*. New York: Elsevier Health Sciences.

**NUTRITIONAL ASSESSMENT, BIOACCESSIBILITY OF ANTIOXIDANTS, AND
ANTIDIABETIC POTENTIAL OF THE TRADITIONALLY USED WILD PLANT
BERBERIS CRATAEGINA DC.**

**GELENEKSEL OLARAK KULLANILAN YABANI BITKİ *BERBERIS
CRATAEGINA*'NIN BESİN DEĞERİ, ANTIOKSIDAN BIYOERİŞİLEBİLİRLİĞİ VE
ANTIDIABETİK POTANSİYELİ**

Kubra Feyza Erol

University of Health Sciences, Hamidiye Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition
and Dietetics, 34668, Istanbul, Türkiye.

 0000-0002-6816-8147

ABSTRACT

Berberis crataegina DC., thriving on arid and rocky slopes at altitudes between 800 and 1500 meters, is renowned for its rich content of bioactive compounds, including tannins, organic acids, vitamin C, anthocyanins, and berberine. This study aimed to investigate the physicochemical properties, *in vitro* bioaccessibility of bioactive compounds, and antidiabetic activities of *B. crataegina*. The moisture content was found to be 89.46%, with a total soluble solid content of 28.35%, vitamin C content of 51.75 mg/L, glucose content of 47.36 mg/L, total sugar content of 186.24 g/L, crude protein content of 6.20 g/100 g, crude fiber content of 3.10 g/100 g, and crude ash content of 4.2 g/100 g. Among the minerals tested, calcium (28,934.30 ppm) was the most abundant, followed by potassium (1079.69 ppm), iron (517.71 ppm), zinc (50.28 ppm), sodium (45.23 ppm), phosphorus (33.25 ppm), magnesium (13.34 ppm), and copper (5.45 ppm). The total phenolic content (mg GAE/g dry extract) of the extracts initially measured 126.37, but decreased to 16.01 mg GAE/g dry extract in the oral phase, 56.63 mg GAE/g dry extract in the gastric phase, 23.71 mg GAE/g dry extract in the intestinal IN phase, and 54.63 mg GAE/g dry extract in the intestinal OUT phase after digestion. Similarly, DPPH scavenging activity was 423.34 $\mu\text{mol TE/g}$ before digestion and decreased to 18.16, 60.44, 40.50 and 95.03 $\mu\text{mol TE/g}$ during the respective digestion stages. FRAP activity peaked in the gastric phase (64.29 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{E/g}$) after initially declining in the oral phase (22.80 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{E/g}$), before decreasing again in the intestinal phases (IN phase: 14.59 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{E/g}$; OUT phase: 32.24 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{E/g}$). CUPRAC activity followed a similar trend, starting at 162.90 mg TE/g and decreasing across the phases, with the highest activity observed in the gastric phase (69.09 mg TE/g). Inhibition percentages for α -glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae* were 40.77%, while the inhibition of α -amylase from porcine pancreas was 45.57%. However, the extracts showed limited inhibition against α -glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae* and α -amylase from porcine pancreas at 2 mg/mL. These findings suggest that *B. crataegina* DC. extracts possess promising bioactive properties, making them a potential candidate for further research in functional food development.

Keywords: *Berberis crataegina* DC., physicochemical properties, *in vitro* gastrointestinal digestion, *in vitro* antidiabetic activity.

ÖZET

Berberis crataegina DC., 800 ile 1500 metre arasındaki yüksekliklerde kurak ve kayalık yamaçlarda yetişen, tanenler, organik asitler, C vitamini, antosiyaninler ve berberin gibi biyoaktif bileşenler açısından zengin bir bitki olarak bilinmektedir. Bu çalışma, *B. crataegina*'nın fizikokimyasal özelliklerini, biyoaktif bileşiklerinin *in vitro* biyoerişilebilirliğini ve antidiyabetik aktivitelerini araştırmayı amaçlamıştır. Elde edilen bulgulara göre nem içeriği %89,46, toplam çözünür katı madde içeriği %28,35, C vitamini içeriği 51,75 mg/ L, glikoz içeriği 47,36 mg/L, toplam şeker içeriği 186,24 g/L, ham protein içeriği 6,20 g/ 100 g, ham lif içeriği 3,1 g/100 g ve ham kül içeriği 4,20 g/100 g olarak tespit edilmiştir. Mineral analiz sonucuna göre test edilen mineraller arasında en yüksek oran kalsiyum (28,934.30 ppm) mineraline ait olup bunu sırasıyla potasyum (1,079.69 ppm), demir (517.71 ppm), çinko (50.28 ppm), sodyum (45.23 ppm), fosfor (33.25 ppm), magnezyum (13.34 ppm) ve bakır (5.45 ppm) takip etmektedir. Ekstraktların toplam fenolik madde içeriği başlangıçta 126.37 mg GAE/g kuru ekstrakt iken, sindirim sonrası oral fazda 16.01 mg GAE/ g kuru ekstrakt, mide fazında 56.63 mg GAE/g kuru ekstrakt, bağırsak IN fazında 23.71 mg GAE/ g kuru ekstrakt ve bağırsak OUT fazında 54.63 mg GAE/g kuru ekstrakt olarak düşmüştür. Benzer şekilde, DPPH radikal temizleme aktivitesi sindirim öncesi 423.34 $\mu\text{mol TE/ g}$ 'den sindirim fazlarına göre sırasıyla 18.16, 60.44, 40.50 ve 95.03 $\mu\text{mol TE/ g}$ olarak azalmıştır. FRAP aktivitesi mide fazında (64.29 $\mu\text{mol Fe}^{2+}\text{E/g}$) zirveye ulaşmış, oral fazda düşüş gösterdikten (22.80 $\mu\text{mol Fe}^{2+}\text{E/ g}$) sonra bağırsak fazlarında tekrar bir miktar (IN fazı: 14.59 $\mu\text{mol Fe}^{2+}\text{E/ g}$; OUT fazı: 32.24 $\mu\text{mol Fe}^{2+}\text{E/ g}$). Öte yandan, CUPRAC aktivitesi başlangıçta 162.90 mg TE/ g olup simüle sindirim fazlarında düşüş göstermiş ve en yüksek aktivite mide fazında (69.09 mg TE/ g) gözlenmiştir. *Saccharomyces cerevisiae*'den elde edilen α -glukozidaz için inhibisyon yüzdesi %40.77 iken, porcine pankreasından elde edilen α -amilaz için inhibisyon yüzdesi %45.57 olarak tespit edilmiştir. Ancak, ekstraktlar 2 mg/ mL seviyesinde *S. cerevisiae*'dan üretilen α -glukozidaz ve porcine pankreasından elde edilen α -amilaz üzerinde sınırlı inhibisyon göstermiştir. Bu bulgular, *B. crataegina* DC. ekstraktlarının umut verici biyoaktif özelliklere sahip olduğunu ve fonksiyonel gıda geliştirme çalışmalarında potansiyel bir aday olabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Berberis crataegina* DC., fizikokimyasal özellikler, *in vitro* gastrointestinal sindirim, , *in vitro* antidiyabetik aktivite.

Introduction

There is a growing interest and demand for foods and plants that are not only healthy and delicious but also cultivated in pristine environments while maintaining their natural, wild characteristics. Wild fruits, rich in antioxidants and phenolic compounds, have long been used in nutrition and pharmacology, playing a key role in preventing and treating diseases like cardiovascular issues and cancer (Çakır & Karabulut, 2020). *B. crataegina* DC. belonging to the *Berberidaceae* family. typically thrives on dry, rocky slopes at elevations between 800 and 1500 meters, forming either small or large clusters of shrubs. The fruits can sometimes be found growing individually, though they often appear in grape-like bunches (Eroğlu et al., 2020). Locally, *Berberis crataegina* DC. is utilized in Türkiye, Iran, and Turkmenistan both as a food source and in the treatment of various ailments (Baldemir-Kılıç & Yusufbeyli, 2022). The distribution of *Berberis crataegina* DC. (also known as karamuk or kızamık in Türkiye) spans several provinces in Türkiye, including Kastamonu, Ankara, Antalya, Erzincan, Kayseri, Konya, Kütahya, Malatya, Niğde, Şanlıurfa, and Yozgat (Figure 1) (Çakır & Karabulut, 2020; Anonymous, 2024).

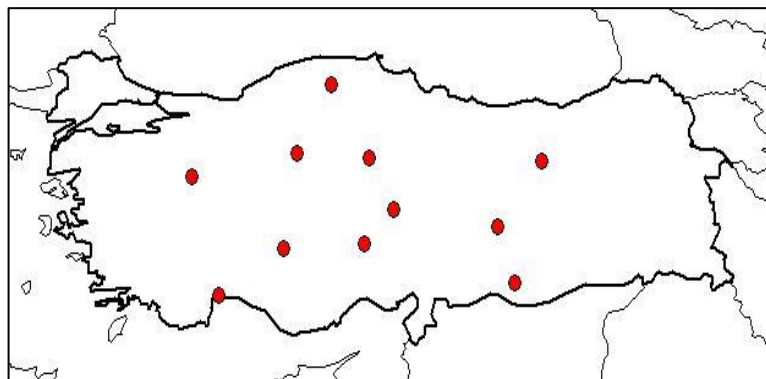


Figure 1. Distribution of the *Berberis crataegina* DC. in some provinces of Türkiye (Anonymous, 2024)

It is easily recognized by its darkening fruits in autumn and its solitary spines, rather than clusters of three (Çakır & Karabulut, 2020). The dried fruits of *Berberis crataegina* DC. are commonly used as a food garnish in Turkish cuisine (Charehsaz et al., 2015). They have a slightly tart flavor and are rich in organic acids, tannins, anthocyanins, and vitamin C (Eroğlu et al., 2020). The leaves and fruits of *B. crataegina* are rich in phenolic compounds, with rutin and chlorogenic acid being among the primary constituents (Gulsoy et al., 2011). Additionally, it has been reported that berberine alkaloid and extracts derived from *B. crataegina* DC. exhibit potent antifungal properties (Eroğlu et al., 2020). In Turkish folk medicine, it has traditionally been employed to treat jaundice, hemorrhoids, and urinary difficulties, as well as serving as a fever reducer, tonic, and appetite stimulant during fevers (Baldemir-Kılıç & Yusufbeyli, 2022). The fruit paste of *Berberis crataegina* DC. has traditionally been used to boost endurance and, more specifically, to help prevent cardiovascular issues in the Northeastern Black Sea region of Türkiye (Charehsaz et al., 2015).

There are only a few studies available in the literature. In this regard, Çakır and Karabulut (2020) conducted a biochemical analysis of *Berberis vulgaris* and *Berberis crataegina* grown wild in Bayburt. Moreover, Kaya et al. (2018) worked on producing and characterizing chitosan-based edible films using fruit extract and seed oil from *Berberis crataegina*. Furthermore, Eroğlu et al. (2020) focused on the bioactive properties of wild *Berberis vulgaris* and *Berberis crataegina* fruits. Additionally, Gulsoy et al. (2011) investigated the mineral content, phenolics, and organic acids in the leaves and fruits of *Berberis crataegina* DC.. In addition, Demirci et al. (2021) highlighted *Berberis crataegina* DC. as a potential source of natural food colorants. As well, Işıklı and Yılmaz (2014) examined the physical properties of sun-dried *Berberis crataegina* fruits, and Ercan (2024) studied the bioactive components, antioxidant capacity, and antimicrobial activity of *Berberis crataegina* DC. fruit. In this context, the study was designed to comprehensively evaluate the physicochemical properties of *Berberis crataegina* DC., while also assessing the *in vitro* bioaccessibility of its bioactive compounds and exploring its potential antidiabetic activities. The research aims to provide a deeper understanding of the nutritional value and health-promoting properties of *B. crataegina* DC., contributing to its potential applications in functional foods and medicinal uses.

2. Material and Methods

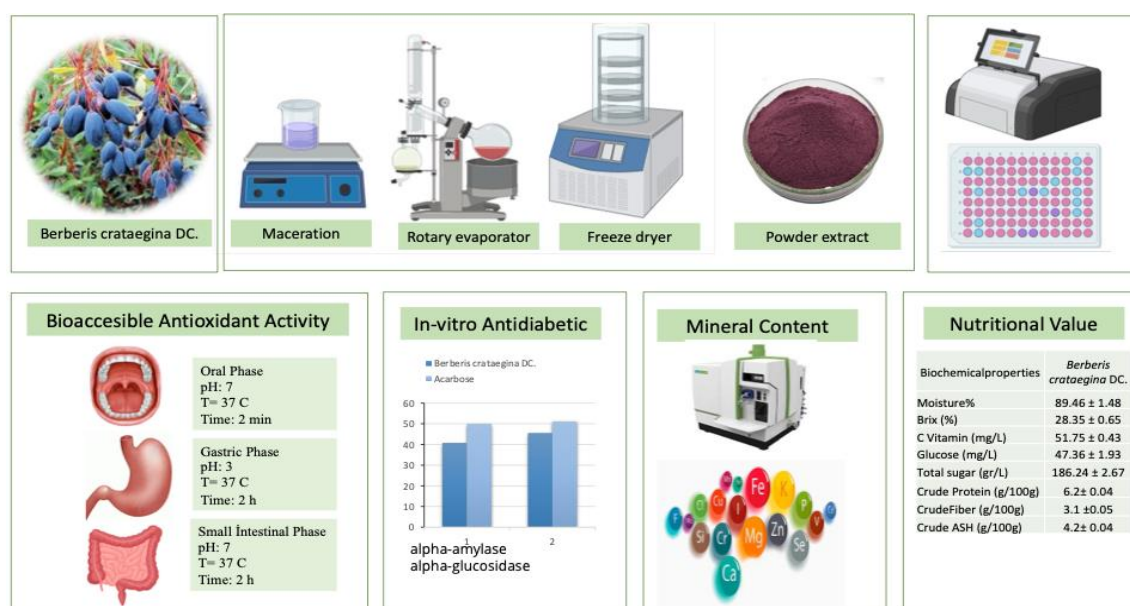
2.1. Materials

Berberis crataegina DC. was collected from Çayıralan, Yozgat, Türkiye, at the end of August, 2024.

2.2. Moisture, ash, protein, total fiber content, total soluble solid content, and mineral composition

Moisture content was measured by oven-drying. Around 3 g of the *Berberis crataegina* DC. fruit were placed in an oven (Mettler UF-110, Germany) at 105°C for 3 h, and moisture content was calculated based on weight loss, as described by Kutlu et al. (2024). The ash content of *Berberis crataegina* DC. fruit was determined using an electric muffle furnace (WiseTherm-Daihan FH-03, Korea) by heating porcelain crucibles to 650°C. Approximately 2 g of the sample were placed in the crucibles, pre-ashed with ethanol, and then incinerated at 650°C until all residues were removed. The ash content was calculated based on dry matter, following Kutlu (2015). For nitrogen analysis, 3 g of the sample were added to a Kjeldahl flask with 25 mL of concentrated H₂SO₄ and a catalyst tablet. Digestion was conducted at 200-250°C for 2 h, followed by 350-400°C for 8 h, until the sample turned light and transparent. After cooling, 5 mL of 40% NaOH and 3 mL of 3% boric acid were added, and distillation was carried out using a Behr Distillation Unit-S5 (Germany). The distillate was titrated with 0.1 N HCl, and the consumed volume of HCl was recorded (Kutlu, 2015). 3 grams of the sample were weighed and placed in a beaker. Then, 50 mL of 5% H₂SO₄ and 150 mL of water were added. The beaker was sealed to prevent water loss and mixed for 30 min using a magnetic stirrer (IKA C-MAG HS 7, Germany). After this, the samples were filtered through paper and washed with hot water until the acid effect was neutralized. To neutralize the base, 50 mL of 5% NaOH was added, and the mixture was stirred for another 30 min, followed by washing with hot water. The residue was transferred to pre-weighed filter paper, washed with distilled water and 95% ethanol, and dried in an oven (Mettler UF-110, Germany) at 105°C. Finally, the dried samples were weighed (Kutlu, 2015). The total soluble content of *Berberis crataegina* DC. fruit was determined using a portable refractometer (Bagdat et al., 2024). Additionally, mineral composition of *B. crataegina* DC. fruit was determined following the procedure previously followed by Pelvan et al. (2021). A general representation of the analyses performed in the context of this work is given in Figure 2.

Figure 2. General representation of the analyses performed.



2.4. Total sugar content

Total sugar content was measured spectrophotometrically using the phenol-sulfuric acid method at 490 nm with a UV/Vis Spectrometer. Briefly, 1 mL of sample (80:20, ethanol:water) was mixed with 1 mL of 5% phenol reagent and 5 mL of sulfuric acid (H₂SO₄), then heated in a 40°C water bath for 30 min. Total sugar content was quantified using a glucose standard curve (0.004–1 mg/g) (DuBois et al., 1956).

2.5. Glucose content

The glucose content of *Berberis crataegina* DC. fruit was analyzed following the method by Karadag et al. (2018). Polysaccharides were hydrolyzed, and the resulting monosaccharides were derivatized using 1-phenyl-3-methyl-5-pyrazolone. A Shimadzu HPLC system (CTO-20AC column oven, LC-20AD pump, DGU-20A5 degasser, SIL-20A HT autosampler, SPD-M20A DAD detector, and CMB-20A communications bus module) equipped with a Shiseido Capcell Pak C18 column (250 mm × 4.6 mm, 5 μm particles; Phenomenex Inc., UK) was employed. Quantification was based on calibration curves for the glucose standard.

2.6. Vitamin C content

5 g of the sample were homogenized with 25 mL of metaphosphoric acid-acetic acid solution, transferred to a 50 mL flask, and diluted to the mark. The solution was filtered and centrifuged at 4000 rpm for 15 min, and the supernatant was used for spectrophotometric determination of vitamin C content. To oxidize ascorbic acid, 0.23 mL of 3% bromine water was added to 4 mL of the centrifuged solution, followed by 0.13 mL of 10% thiourea to remove excess bromine. Then, 1 mL of 2,4-DNPH was added to form osazone, and the mixture was incubated at 37°C for 3 h, cooled, and treated with 5 mL of chilled 85% H₂SO₄. The absorbance of the resulting colored solution was measured at 521 nm (Kapur et al., 2012).

2.7. Extract preparation procedure

To evaluate the antioxidant properties of the plant samples and their bioavailability changes during *in vitro* digestion, extracts from *Berberis crataegina* DC. fruit were prepared. For this aim, the samples were mixed with 80% aqueous ethanol (1:20 w:w) and extracted at room temperature for 4 h. After filtering the mixture through Whatman No.4 filter paper to remove plant residues, the solvent was evaporated using a rotary evaporator. The resulting extract was lyophilized to obtain powdered extracts (Dogan & Törnük, 2019). The extraction steps of *Berberis crataegina* DC. are visualised in Figure 3.

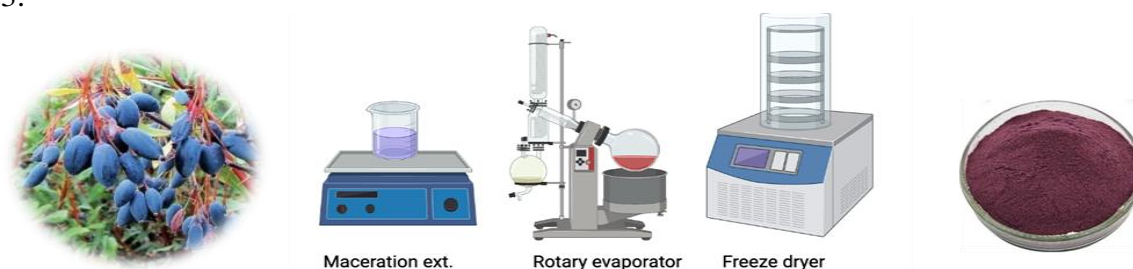


Figure 3. Extraction stages of *Berberis crataegina* DC.

2.7.1. Antidiabetic activity

The α -glucosidase inhibitory effects of *Berberis crataegina* DC. extract were assessed using the method outlined by Kutlu (2024) with α -glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae*. Acarbose served as the positive control. The enzyme activity was measured by detecting the yellow nitrophenol produced from p-nitrophenyl α -D-glucoside at 405 nm, and the inhibition was expressed as a percentage relative to the control sample (acarbose). Moreover, the α -amylase inhibitory activity of *B. crataegina* DC. was assessed using the method described by Erol et al. (2023). In brief, α -amylase solution was

incubated with peptide solution, followed by starch addition, DNS reagent, and heating, with the final absorbance measured at 540 nm.

2.7.2. Bioaccessibility of bioactive compounds

The total phenolic content (TPC) was measured following the method outlined by Karadag et al. (2018) using the Folin-Ciocalteu phenol reagent. The total phenolics were quantified based on a gallic acid standard curve and expressed as milligrams of gallic acid equivalents (GAE) per g of dry extract. Moreover, the antiradical activity of the *Berberis crataegina* DC. extracts was assessed by measuring DPPH radical scavenging ability, with absorbance recorded at 517 nm after incubating the sample with DPPH solution, and results expressed as $\mu\text{mol Trolox equivalent (TEAC)}/\text{g}$ of dried extract (Dogan & Törnük, 2019). Furthermore, the FRAP assay was conducted by mixing the sample with FRAP reagent, incubating at 37°C for 15 min, and measuring absorbance at 593 nm, with results expressed as $\mu\text{mol Fe}^{2+}\text{E}/\text{g}$ (Yasar et al., 2022). Additionally, a 0.1 mL *Berberis crataegina* DC. extract was mixed with CuCl_2 , Ni , NH_4Ac solutions, and distilled water, incubated for 60 min at room temperature, and the absorbance was measured at 450 nm to express antioxidant capacity as mg Trolox equivalents per g dry matter (mg TE/ g DM) (Kilicli et al., 2023).

The *in vitro* digestion assay followed Minekus et al. (2014) and involved simulating oral, gastric and small intestine conditions. The *Berberis crataegina* DC. extracts were combined with salivary fluid and α -amylase (for oral phase) for 2 min, mixed with pepsin and incubated for 2 h to mimic gastric digestion, followed by treatment with pancreatin and bile salts in a dialysis tube to simulate intestinal digestion. Post-digestion samples (oral phase, gastric phase, IN and OUT) were analyzed for determination of TPC and various antioxidant activities, with bioaccessibility calculated based on the ratio of the "IN" fraction to the "IN+OUT" phases.

$$BI\% = \frac{IN\ phase}{IN\ phase + OUT\ phase} \times 100 \quad (1)$$

2.8. Statistical evaluation

Statistical analysis was carried out using JMP 6.0 software (SAS Institute, Cary, USA), with one-way ANOVA performed at a 0.95 significance level. Significant differences between means were determined using Tukey's HST test. All experiments were repeated in triplicate, and the data are expressed as mean \pm standard deviation.

3. Results and Discussion

3.1. Physicochemical properties

Some physicochemical properties of *Berberis crataegina* DC. fruit are presented in Table 1. In this context, the moisture content was found to be 89.46%, crude protein content of 6.20 g/100 g, crude fiber content of 3.10 g/100 g, and crude ash content of 4.20 g/100 g. On the other hand, the brix value of *Berberis crataegina* DC. fruit was determined as 28.35%, the vitamin C content as 51.75 mg/L, and the total sugar content as 186.24 g/L. These findings highlight the nutritional and physicochemical profile of *B. Crataegina* DC., indicating its potential as a source of energy and essential nutrients. The high Brix value (28.35%) suggests that the fruit is rich in soluble solids, which likely contribute to its sweetness and energy content (Szpadzik et al., 2021). The vitamin C content (51.75 mg/L) is noteworthy for its antioxidant properties, potentially enhancing the fruit's health benefits (García-Alonso et al., 2004). The ash content (4.20%) indicates the presence of minerals and could be related to its overall mineral richness (Torrens Zaragoza, 2015). Develi-Işıklı & Yılmaz (2011) reported that the moisture content of dried *Berberis crataegina* DC. fruit varied between 9.59% and 27.90% (w.b.). Çakır & Karabulut (2020) reported the following compositional attributes of *Berberis crataegina* DC. fruits: total dry matter content of 32.77%, Brix of 29.5%, vitamin C content of 40.5 mg/L, glucose content of 68.5 mg/L, total sugar of 246.5 g/L, and ash content of 1.36%.

Table 1. Physicochemical properties of *Berberis crataegina* DC.

Physicochemical properties	Results
Moisture (%)	89.46 ± 1.48
Brix (%)	28.35 ± 0.65
Vitamin C (mg/ L)	51.75 ± 0.43
Glucose (mg/ L)	47.36 ± 1.93
Total sugar content (g/ L)	186.24 ± 2.67
Crude protein (g/100 g)	6.20 ± 0.04
Crude fiber (g/ 100 g)	3.10 ± 0.05
Crude ash (g/ 100 g)	4.20 ± 0.04

The mineral content of *Berberis crataegina* DC. fruits is presented in Table 2. According to the findings, among the minerals tested, the highest concentration was found in calcium, at 28934.30±29.05 ppm. This was followed by potassium (1079.69±45.88 ppm), iron (517.71±5.23 ppm), zinc (50.28 ppm), sodium (45.23±0.46 ppm), phosphorus (33.25±0.32 ppm), magnesium (13.34±0.53 ppm), and copper (5.45±0.25 ppm).

Table 2. Mineral content (mg/kg (ppm)) of *Berberis crataegina* DC.

Mineral content (mg/kg (ppm))			
K	Ca	Na	P
1079.69±45.88	28934.30±29.05	45.23±0.46	33.25±0.32
Mg	Fe	Zn	Cu
13.34±0.53	517.71±5.23	50.28±1.01	5.45±0.25

Çakır & Karabulut (2020) reported the following mineral contents in *Berberis crataegina* DC. fruits: potassium (10,981.15 ppm), phosphorus (2,138.54 ppm), magnesium (979.50 ppm), calcium (547.54 ppm), sodium (119.28 ppm), zinc (84.98 ppm), iron (23.27 ppm), and copper (15.41 ppm). The differences between the results of this study and the cited one can be attributed to variations in climatic conditions, soil composition, and altitude (Ercisli, 2015). These mineral contents highlight the nutritional value of *B. crataegina* DC. and may contribute to its health benefits, including potential antioxidant and antidiabetic activities. The high potassium and magnesium levels, for example, are known to support cardiovascular health, while calcium and phosphorus play essential roles in bone health (Erol et al., 2024). The presence of zinc, iron, and copper may also enhance the fruit's potential as a natural therapeutic option by contributing to its bioactive properties.

3.2. Antidiabetic activities

A therapeutic approach for diabetes involves inhibiting carbohydrate-hydrolyzing enzymes (α -amylase and α -glucosidase) to delay glucose absorption and reduce postprandial hyperglycemia. Pancreatic α -amylase initiates starch hydrolysis, converting it to maltose and glucose, while α -glucosidases, located at the enterocyte brush border, hydrolyze disaccharides into absorbable glucose in the jejunum (Loukili et al., 2022). The antidiabetic enzyme inhibitory activity of *Berberis crataegina* DC. compared to the standard acarbose against α -glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae* and α -amylase from porcine pancreas is presented in Figure 4. In this context, the inhibition percentage of *Berberis crataegina* DC. fruits against α -glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae* was found to be 40.77%, while the inhibition percentage for the acarbose standard was 50.06%. On the other hand, the inhibition of α -amylase from porcine pancreas was 45.57%, while the standard acarbose inhibition percentage was 51.36%.

These findings suggest that *Berberis crataegina* DC. fruits exhibit lower antidiabetic enzyme inhibitory activity, as their inhibition ratios are lower than the standard acarbose. Although the inhibition percentages are slightly lower, they still support the potential of *B. crataegina* DC. as a natural candidate for managing postprandial glucose levels, particularly through the inhibition of α -glucosidase and α -amylase. In this study, a concentration of 2 mg/mL was tested. However, in future studies, higher concentrations could be tested to identify more effective inhibition levels for these enzymes. Increasing the concentration may enhance the inhibitory effect, revealing the full potential of *B. crataegina* as an antidiabetic agent.. This approach would be valuable for developing a more effective natural alternative to conventional antidiabetic drugs.

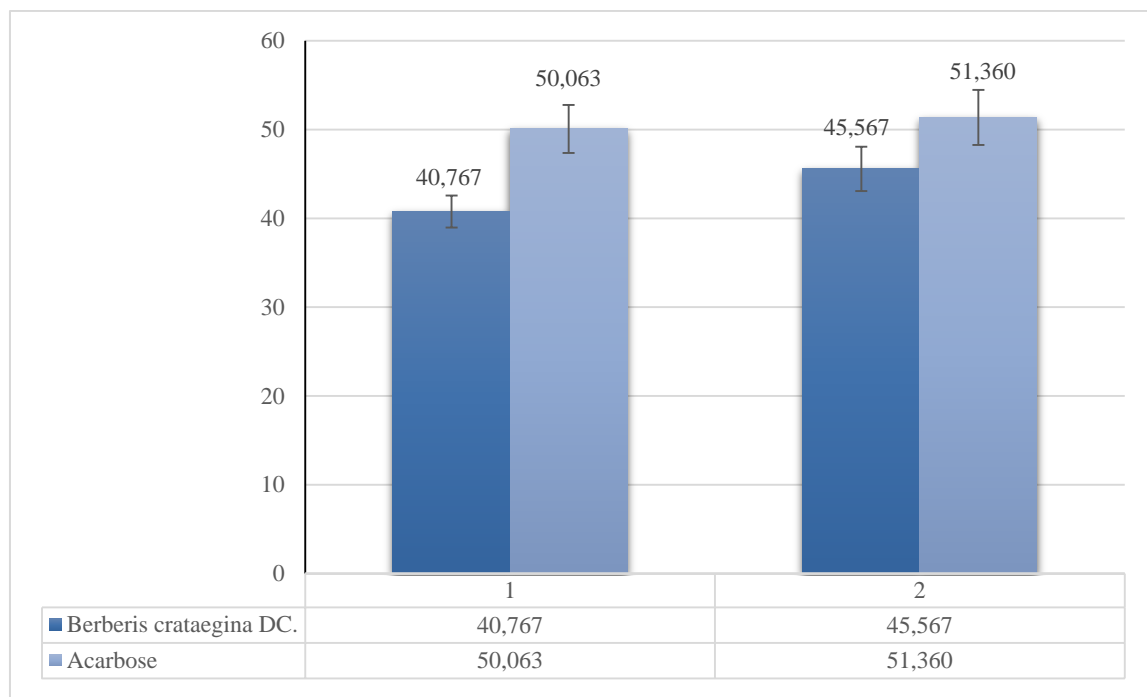


Figure 4. Antidiabetic enzyme inhibitory activity of *Berberis crataegina* DC. compared to standard acarbose against α -glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae* and α -amylase from porcine pancreas.

3.3. Effects of *in vitro* simulated digestive environment on bioactive properties

Phenolic compounds offer significant health benefits due to their antimicrobial and antioxidant properties. These compounds play a key role in the enzymatic browning process and influence various sensory attributes such as taste, aroma, and color in fruits. Additionally, phenolics contribute to the overall nutritional value and preservation of food by protecting against oxidative stress and microbial activity, thus enhancing both the health benefits and the visual appeal of plant-based foods (Yasar et al., 2022). The findings for the TPC, DPPH, FRAP, CUPRAC, and BI percentages of the *Berberis crataegina* DC. fruit extracts from the initial (pre-digestion) and post-digestion samples (oral phase, gastric phase, IN, and OUT) are presented in Table 3. According to the results, the TPC content was the highest level in the initial stage (before digestion) at 126.37 ± 1.39 mg GAE/g dry extract, but it decreased depending on the phase during digestion. The smallest decrease was observed in the OUT phase (54.62 mg GAE/g dry extract), while the highest decrease occurred in the oral phase (5.31 ± 0.06 mg GAE/g dry extract). Additionally, the DPPH scavenging activity was initially at its highest level (423.34 ± 11.32 μ mol TE/g), followed by the OUT phase (95.03 ± 0.31 μ mol TE/g), IN phase (40.50 ± 1.21 μ mol TE/g), gastric phase (17.72 ± 0.21 μ mol TE/g), and oral phase (9.73 ± 0.13 μ mol TE/g). Moreover, the FRAP activities of the *Berberis crataegina* DC.

fruit extracts, in descending order, were as follows: initial phase ($58.68 \pm 0.47 \mu\text{mol Fe}^{2+}\text{E/g}$) > OUT phase ($32.24 \pm 0.16 \mu\text{mol Fe}^{2+}\text{E/g}$) > IN phase ($14.59 \pm 0.33 \mu\text{mol Fe}^{2+}\text{E/g}$) > gastric phase ($9.03 \pm 0.11 \mu\text{mol Fe}^{2+}\text{E/g}$) > oral phase ($6.08 \pm 0.07 \mu\text{mol Fe}^{2+}\text{E/g}$). Additionally, the CUPRAC activities, in ascending order, were as follows: oral phase ($11.38 \pm 0.06 \text{ mg TE/g}$), gastric phase ($15.63 \pm 0.16 \text{ mg TE/g}$), IN phase ($26.64 \pm 0.40 \text{ mg TE/g}$), OUT phase ($34.54 \pm 4.50 \text{ mg TE/g}$), and initial phase ($162.895 \pm 3.95 \text{ mg TE/g}$). Additionally, the BI% values for *Berberis crataegina* DC. fruit extract were found to be 30.27% for TPC, 29.88% for DPPH radical scavenging activity, 31.22% for FRAP activity, and 43.55% for CUPRAC activity. The obtained results indicate that the digestive phases caused a significant reduction in the bioactive properties tested ($p < 0.05$). Generally, these properties reached their lowest levels during the oral phase. The reduced phenolic levels in *Berberis crataegina* DC. fruit extracts during the oral phase could stem from the limited dissolution of these compounds in saliva, combined with the limited exposure time in this phase (Erol et al., 2024). Overall, the bioaccessibility results also show that while some of the bioactive properties are retained after digestion, the overall loss is substantial, particularly in terms of TPC, DPPH, and FRAP activities.

Table 3. Changes in some bioactive characteristics of *Berberis crataegina* DC. fruit extract depending on *in vitro* digestion stages.

Name of analysis	Initial	Oral phase	Gastric phase	Small intestinal phase		% BI
				IN phase	OUT phase	
TPC (mg GAE/g dry extract)	126.37 ± 1.39^a	5.31 ± 0.06^e	13.37 ± 0.23^d	$23.71 \pm 0.16_c$	$54.62 \pm 1.56_b$	30.27
DPPH radical scavenging activity ($\mu\text{mol TE/g}$)	$423.34 \pm 11.32_a$	9.73 ± 0.13^e	17.72 ± 0.21^d	$40.50 \pm 1.21_c$	$95.03 \pm 0.31_b$	29.88
FRAP activity ($\mu\text{mol Fe}^{2+}\text{E/g}$)	58.68 ± 0.47^a	6.08 ± 0.07^e	9.03 ± 0.11^d	$14.59 \pm 0.33_c$	$32.24 \pm 0.16_b$	31.22
CUPRAC activity (mg TE/g)	$162.895 \pm 3.95_a$	$11.38 \pm 0.06_e$	15.63 ± 0.16^d	$26.64 \pm 0.40_c$	$34.54 \pm 4.50_b$	43.55

Statistically significant differences ($p < 0.05$) are indicated by rows marked with different letters (e.g., a, e).

4. Conclusion

This study investigated the physicochemical properties, *in vitro* bioaccessibility of bioactive compounds, and antidiabetic activities of *Berberis crataegina* DC. Among the minerals, calcium had the highest concentration, followed by potassium, iron, zinc, sodium, phosphorus, magnesium, and copper. The fruit exhibited lower antidiabetic enzyme inhibitory activity against α -amylase and α -glucosidase at 2 mg/mL, with inhibition ratios lower than the standard acarbose. The results showed a significant reduction in bioactive properties during digestion, particularly in the oral phase. This suggests that the bioactive compounds are less stable during digestion, and highlights the need for processing modifications to enhance bioavailability. Future research should explore ways to improve the stability and bioavailability of these compounds, including optimizing extraction techniques and employing novel delivery systems.

References

- Anonymous, Tübives. Homepage. (2024). Retrieved October 7, 2024, from <http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php>
- Bagdat, E. S., Kutlu, G., & Tornuk, F. (2024). The effect of free and encapsulated probiotic bacteria on some physicochemical, microbiological, and textural properties of apricot leather (pestil) during storage. *Journal of Food Science*, 89(8), 4688-4703.
- Baldemir--Kılıç, A., & Yusufbeyoğlu, S. (2022). *Berberis crataegina* DC. In *Novel Drug Targets With Traditional Herbal Medicines: Scientific and Clinical Evidence* (pp. 37-47). Cham: Springer International Publishing.
- Charehsaz, M., Sipahi, H., Celep, E., Üstündağ, A., Cemiloğlu Ülker, Ö., Duydu, Y., Aydın, A. & Yesilada, E. (2015). The fruit extract of *Berberis crataegina* DC: exerts potent antioxidant activity and protects DNA integrity. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 23, 1-7.
- Çakır, Ö., & Karabulut, A. (2020). Comparison of two wild-grown *Berberis* varieties based on biochemical characterization. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(11), e14844.
- Demirci, M., Tomas, M., Tekin-Cakmak, Z. H., & Karasu, S. (2021). *Berberis crataegina* DC. as a novel natural food colorant source: ultrasound-assisted extraction optimization using response surface methodology and thermal stability studies. *Food Science and Technology*, 42, e13421.
- Dogan, K., & Törnük, F. (2019). Improvement of bioavailability of bioactive compounds of medicinal herbs by drying and fermentation with *Lactobacillus plantarum*. *Functional Foods in Health and Disease*, 9(12).
- DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, 28(3), 350-356.
- Ercan, L. (2024). Bioactive components, antioxidant capacity, and antimicrobial activity of *Berberis crataegina* fruit. *Pharmacological Research-Natural Products*, 2, 100020.
- Ercisli, S. (2005). Rose (*Rosa* spp.) germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52, 787-795.
- Eroğlu, A. Y., Çakır, Ö., Sağdıç, M., & Dertli, E. (2020). Bioactive characteristics of wild *Berberis vulgaris* and *Berberis crataegina* fruits. *Journal of Chemistry*, 2020(1), 8908301.
- Erol, K. F., Kutlu, G., Tornuk, F., Guzel, M., & Donmez, I. E. (2023). Determination of antioxidant, anticancer, antidiabetic and antimicrobial activities of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) bark ultrasound-assisted extract as a functional food additive. *Acta Alimentaria*, 52(1), 102-112.
- Erol, K. F., Kutlu, G., Olgun, E. O., & Tornuk, F. (2024). A Sustainable Innovation: Functionalization of Pasta with Methanol Extract of Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) Barks. *Waste and Biomass Valorization*, 1-12.
- García-Alonso, M., de Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C., & Rivas-Gonzalo, J. C. (2004). Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food chemistry*, 84(1), 13-18.
- Gulsoy, S., Ozkan, G., & Ozkan, K. (2011). Mineral Elements, Phenolics and Organic Acids of Leaves and Fruits from *Berberis crataegina* DC. *Asian Journal of Chemistry*, 23(7), 3071.
- Işıklı, N. D., & Yılmaz, İ. (2014). Some physical properties of sun-dried *Berberis* fruit (*Berberis crataegina*). *Journal of Food Science and Technology*, 51, 104-110.
- Karadag, A., Dogan, K., Pelvan, E., Tas, A., Eklioglu, O. A., Aksu, S., & Alasalvar, C. (2018). α -Glucosidase inhibitory activities, functional properties, and safety of green tea polysaccharides as a potential source of dietary supplement. *Journal of Food Bioactives*, 3, 124-132.
- Kaya, M., Ravikumar, P., İlk, S., Mujtaba, M., Akyuz, L., Labidi, J., Salaberria, A.M., Cakmak, Y.S. & Erkul, S. K. (2018). Production and characterization of chitosan based edible

- films from *Berberis crataegina*'s fruit extract and seed oil. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 45, 287-297.
- Kapur, A., Hasković, A., Čopra-Janićijević, A., Klepo, L., Topčagić, A., Tahirović, I., & Sofić, E. (2012). Spectrophotometric analysis of total ascorbic acid content in various fruits and vegetables. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, 38(4), 39-42.
- Kilicli, M., Erol, K. F., Toker, O. S., & Tornuk, F. (2023). Production of tomato powder from tomato puree with foam-mat drying using green pea aquafaba: drying parameters and bioaccessibility of bioactive compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(7), 3691-3700.
- Kutlu, G. (2015). Determination of physicochemical, compositional, conformational and rheological properties of gum produced from sage seed (*Salvia sclarea*) at optimum conditions, MsC thesis, Yildiz Technical University, İstanbul, Türkiye (In Turkish).
- Kutlu, G. (2024). Valorization of various nut residues grown in Türkiye: Antioxidant, anticholinesterase, antidiabetic, and cytotoxic activities 1. *Food Science & Nutrition*.
- Kutlu, G., Yılmaz, S., & Karabulut, A. E. (2024) Development of a new vegan muffin formulation: Assessing its quality and sensory characteristics. *European Food Science and Engineering*, 5(1), 26-34.
- Loukili, E. H., Bouchal, B., Bouhrim, M., Abridgach, F., Genva, M., Zidi, K., Bnouham, M., Bellaoui, M., Hammouti, B., Addi, M., Ramdani, M. & Fauconnier, M. L. (2022). Chemical composition, antibacterial, antifungal and antidiabetic activities of ethanolic extracts of *Opuntia dillenii* fruits collected from Morocco. *Journal of Food Quality*, 2022(1), 9471239.
- Minekus, M., Almingier, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., Carrière, F., Boutrou, R. Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Egger, L., Golding, M., Karakaya, S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., Lesmes, U., Macierzanka, A., Mackie, A., Marze, S., McClements, D.J., Ménard, O., Recio, I., Santos, C.N., Singh, R.P., Vegarud, G.E., Wickham, M.S.J., Weitschies, W. & Brodtkorb, A. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food—an international consensus. *Food & function*, 5(6), 1113-1124.
- Pelvan, E., Karadag, A., Dogan, K., Aksu, S., Tas, A., Akalın, K., Atlı Eklioğlu, Ö. & Alasalvar, C. (2021). In-vitro antidiabetic activities, chemical compositions, antioxidant activities, and toxicity of black tea polysaccharides as a potential source of dietary ingredients. *Journal of Food Bioactives*, 13.
- Szpadzik, E., Zaráś-Januszkiewicz, E., & Krupa, T. (2021). Storage quality characteristic of two minikiwi fruit (*Actinidia arguta* (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq.) cultivars: 'Ananasnaya' and 'Bingo'—A new one selected in Poland. *Agronomy*, 11(1), 134.
- Torrens Zaragoza, F. (2015). Classification of Fruits Proximate and Mineral Content: Principal Component, Cluster, Meta-Analyses. *Nereis*, (7), 39-50.
- Yasar, B., Kutlu, G., & Tornuk, F. (2022). Edible flowers as sources of bioactive compounds: Determination of phenolic extraction conditions. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 30, 100618.

MANDA SÜTÜNDE BULUNAN BÜYÜME FAKTÖRLERİNİN ÖNEMİ

THE IMPORTANCE OF GROWTH FACTORS IN BUFFALO MILK

Büşra Şahin

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Samsun.

Utku Duran

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Çaycuma Gıda ve Tarım MYO Veterinerlik Bölümü,
Zonguldak.

Sinem Çolak

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Çaycuma Gıda ve Tarım MYO, Kimya Teknolojisi,
Zonguldak.

ÖZET

Manda sütü, yeni doğan memeliler için bir besin maddesi olmasının yanı sıra içerdiği besin maddeleri ile insan tüketimi için eşsiz özelliklere sahiptir. İnek sütüne göre daha yüksek protein ve yağ oranı ile manda sütü ve ürünleri tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Manda sütlerinin verim ve kalitesinin belirlenebilmesi için bazı fizyolojik parametrelerin takibine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu parametrelerin başında yapısal ve fonksiyonel olarak, EGF (Epidermal growth factor) IGF-1 (Insulin-like growth factor), TGF- β (Transforming growth factor beta), PDGF (Platelet-derived growth factor) ve FGF (Fibroblast growth factor) gibi büyüme faktörleri gelmektedir. Büyüme faktörlerinin, doku onarımında, kemik ve kıkırdak oluşumunda, bağışıklık sisteminin kontrolünde, organ ve merkezi sinir sisteminin gelişiminde rol oynadığı bilinmektedir. Bu nedenle hem insan sağlığında hem de yeni doğan yavruların beslenmesinde çok önemli biyoaktif bileşenlerdir. Günümüzde yapılan birçok çalışmada büyüme faktörlerinin hayvan türlerine göre miktarları, önemi ve hayvan sağlığı, laktasyon dönemi gibi çevresel faktörlerin büyüme faktörlerine etkisi araştırılmaktadır. Bu derlemede manda sütü içeriğinde bulunan büyüme faktörlerinin önemi ele alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Büyüme faktörleri, Manda sütü.

ABSTRACT

Buffalo milk is not only a food for newborn mammals but also has unique properties for human consumption with the nutrients it contains. With its higher protein and fat content compared to cow milk, the consumption of buffalo milk and its products is increasing day by day. In order to determine the yield and quality of buffalo milk, it is necessary to monitor some physiological parameters. The most important of these parameters are structurally and functionally growth factors such as EGF (Epidermal growth factor), IGF-1 (Insulin-like growth factor), TGF- β (Transforming growth factor beta), PDGF (Platelet-derived growth factor) and FGF (Fibroblast growth factor). It is known that growth factors play a role in tissue repair, bone and cartilage formation, control of the immune system, and development of organs and the central nervous system. Therefore, they are very important bioactive components both in human health and in the nutrition of newborn calves. In many studies conducted today, the amounts and importance of growth factors according to animal species and the effects of environmental factors such as animal health and lactation period on growth

factors are investigated. This review discusses the importance of growth factors found in buffalo milk.

Key Words: Buffalo Milk, Growth Factors.

GİRİŞ

Dünyada manda sayısı 2017 yılında yaklaşık 201,08 milyon baş olup, 2019 yılında %1,62 oranında artarak 204,34 milyon başa ulaşmıştır. FAO'nun 2019 yılı verilerine göre dünyadaki manda sayısının %53,76'sı (109,85 milyon baş) Hindistan'da, %19,58'i (40.00 milyon baş) Pakistan'da ve %13,38'i (27,34 milyon baş) Çin'de bulunmaktadır. Türkiye'de ise 184,192 bin baş manda ile %0,09'u bulunmaktadır. Dünyada 2019 yılında üretilen toplam taze sütün (883,28 milyon ton) %15,14'ü (133.75 milyon ton) manda sütünden oluşmaktadır. Aynı yıl sağmal manda sayısı 69,92 milyon baş olup, sağmal manda başına süt verimi de 1912,81 kg olarak gerçekleşmiştir. Dünya çapında en büyük 10 manda sütü üreticisi ülke sırasıyla Hindistan, Pakistan, Çin, Mısır, Nepal, İtalya, Myanmar, İran, Endonezya ve Türkiye olup, toplam manda sütünün %99,83'ü bu ülkeler tarafından üretilmektedir (Anonim, 2021). Türkiye'de Manda yetiştiriciliği; Karadeniz Bölgesi'nin sahil şeridinde Samsun ve Sinop'ta, iç kesimlerinde ise Tokat, Çorum ve Amasya'da, İç Anadolu Bölgesi'nde Sivas ve Yozgat'ta, Ege Bölgesi'nde Afyon'da, Marmara Bölgesi'nde İstanbul'da, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Muş'ta, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise Diyarbakır'da yoğunlaşmıştır. Ancak mandaların sulak yaşam alanlarının giderek azalması, Manda sayısında artış olmamasına hatta bazı bölgelerde azalmasına neden olmuştur (Sariözkan, 2011). Özellikle son zamanlarda mandalardan elde edilen manda sütü önem kazanmıştır. Çünkü süt ve süt ürünleri, B grubu vitaminleri, mineraller ve proteinler açısından zengin olup, sağlıklı beslenmede önemli bir yer tutmaktadır. Kemik ve diş sağlığını destekleyen bu ürünler, özellikle çocuklar, hamileler ve yaşlılar için önem arz etmektedir. Sağlık çalışanları, dengeli beslenme için bu ürünlerin düzenli tüketimini önermektedir. Bilimsel çalışmalar, süt ürünlerinin osteoporozu önleme, kas kütlesini koruma ve bağışıklık sistemini güçlendirme gibi faydalarını vurgulamaktadır. Bu nedenle, toplum sağlığı açısından süt ve süt ürünlerinin tüketimi teşvik edilmelidir (Bu vd., 2021). Dünya nüfusu hızla artarken, tarımsal üretimde azalmalar yaşanmaktadır. Gıda talebini karşılamak için uygun fiyatlı, çevre dostu ve organik ürünlere olan ilgi giderek artmaktadır. Ayrıca, inek sütünün bazı çocuklarda alerjiye yol açması ve son yıllarda sağlıklı yaşam alışkanlıklarına artan ilgi gibi nedenlerle, keçi, koyun ve manda sütü ile bu sütlerden üretilen gıdalar daha fazla önem kazanmaktadır (Şahsi, 2020). Özellikle de manda sütü ürünlerinin sağlık açısından sunduğu birçok faydanın anlaşılması, artan tüketici talebi ve devletin manda yetiştiriciliğine sağladığı teşvikler, bu alana olan ilgiyi artırmıştır. Manda yetiştiriciliği, sığır yetiştiriciliğine kıyasla bazı avantajlar sunmaktadır. Bu avantajlar arasında mandaların daha düşük bakım maliyetine sahip olması, zorlu doğa koşullarına ve hastalıklara karşı dayanıklı olmaları, yem konusunda daha az seçici olmaları ve düşük kaliteli yemleri verimli şekilde süte dönüştürebilmeleri sayılmaktadır. Bunun yanı sıra ekonomik açıdan üretici avantajı olarak manda sütünden elde edilen ürünler, piyasada daha yüksek fiyatlardan satılması da avantajlardan biridir (Alkoyak vd., 2022). Manda sütü, inek sütüne kıyasla daha düşük kolesterol ve daha yüksek protein içeriğine sahiptir. Tokoferol gibi doğal antioksidanların miktarı ve peroksidaz aktivitesi ise 2 ila 4 kat daha fazladır. Antibakteriyel etkisi bulunan laktoferrin sayesinde manda sütünde daha az bakteri bulunmaktadır. A, B1, B2, C ve E vitaminleri açısından da zengindir. Bu özellikleri nedeniyle manda sütünün daha faydalı olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca, yüksek kuru madde oranı, bu süttten üretilen ürünlerin kalitesini artırmaktadır (H. Gürler, 2012). Ayrıca manda sütü ve kolostrum, hücre çoğalması ve farklılaşmasında rol oynayan büyüme faktörleri, hormonlar ve sitokinler içermektedir. Manda sütünde bulunan başlıca büyüme faktörleri insülin benzeri büyüme faktörü (IGF),

Fibroblast büyüme faktörü (FGF), Transforming büyüme faktörü (TGF β), platelet derived growht faktör (PDGF) ve epidermal büyüme faktörü (EGF)'dir. Bunlar meme bezinden sentezlenmektedir. Konsantrasyonları kolostrumlarda en yüksektir ve laktasyon sırasında kademeli olarak azalmaktadır. EGF ailesinin üyelerinin işlevi, epidermal, epitel ve embriyonik hücrelerin çoğalmasını uyarmaktır. Ayrıca mide asidi salgılanmasını inhibe etmekte, yara iyileşmesini ve kemik erimesini teşvik etmektedir (Gauthier vd., 2006). TGF- β ailesi embriyogenez, doku onarımı, kemik ve kıkırdak oluşumu ve bağışıklık sisteminin kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır. IGF-I hücresele büyüme, farklılaşmayı, glikoz alımını ve glikojen sentezini uyarmaktadır. FGF-2 ise proliferasyonu, göçü, endotel hücrelerinin, fibroblastların, epitel hücrelerinin farklılaşmasını, anjiyogenezisi, kolajen sentezini, fibrobronektini ve hematopoezi uyarmaktadır (Farrell vd., 2004). Büyüme faktörlerinin bu fizyolojik etkilerine bakıldığında, süt içerdiği büyüme faktörleri sayesinde hem genç ve yetişkin insanlar hem de manda ve diğer memeli buzağuları için gelişim ve sağlık açısından önem arz etmektedir.

Manda Sütü Bileşimine Genel Bakış

Manda Artiodactyla takımında, Bovidae (Boynuzlular) ailesinde Bubalus sınıfında bir türdür. Afrika yabani mandası (*Syncerus caffer*) ve Asya mandası (*Bubalus bubalis*) olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Günümüz evcil mandaları ise Bataklık Mandaları (*Bubalus carabanensis*) ve Nehir Mandaları (*Bubalus bubalis*) olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır. Türkiye "Anadolu Mandası" olarak adlandırılan mandalar, nehir mandalarının alt grubunda bulunmaktadır. Anadolu mandası, Anadolu ve Trakya şartlarına çok iyi adapte olarak bu bölgeye özgü karakteristik özellikler geliştirdiğinden, 2004 yılında "Yerli Hayvan Irk Hatlarının Tescili Hakkında Tebliğ" kapsamında "Anadolu Mandası" adı ile tescil edilmiştir. Anadolu mandalarının laktasyon süreleri ortalama 233 gündür. Laktasyon dönemi süt verimi 186 kg ile 2403 kg arasında değişmekte olup ortalama 925,33 kg'dır (A. Şahin & Ulutaş, 2014; G. Şahin, 2016). Bataklık mandaları (karyotip $2n = 48$) çeki hayvanlarıdır (Talpur vd., 2007) ve düşük süt verimine (~700 kg/yıl) ve yüksek toplam katı madde (TS) içeriğine sahiptirler (Boro vd., 2018). Nehir mandaları (karyotip $2n = 50$) Murrah ırkı tarafından temsil edilmektedir ve iyi süt verimine (~2.200 kg/yıl) sahiptir (Han vd., 2007). Ancak bataklık mandalarına kıyasla düşük TS içeriğine sahiptirler (Han Gang vd., 1994). Mandaların farklı coğrafi koşullara hızla uyum sağlayabilmesi, düşük kaliteli kaba yemleri tüketebilmesi, hastalıklara karşı dirençli olması ve yetiştirilmesinin fazla bakım gerektirmemesi gibi özellikler, manda yetiştiriciliğini avantajlı kılmaktadır (Brescia vd., 2005). Süt manda yetiştiriciliğinde manda ürünlerinin değerlendirilmesi açısından önemli verim özelliği olarak bilinmektedir (Z. Gürler vd., 2013). Süt, verim ve bileşime göre değişen besin ihtiyaçlarını karşılayabilen her yenidoğan için en sağlıklı besin kaynaklarından biridir. Ayrıca sindirimi, emilen besinlere metabolik tepkileri, belirli organların büyümesini, gelişimini ve hastalıklara direnci etkileyen bir dizi biyolojik aktivite göstermektedir. Irk, diyet, laktasyon aşaması, sağım sıklığı ve yöntemi ile meteorolojik koşulların tümü sütün biyoaktif bileşenlerinin miktarı üzerinde etkilidir (Tripaldi vd., 2010). Son yıllarda, terapötik özellikleri nedeniyle manda sütünün insan beslenmesinde kullanımı giderek popülerlik kazanmıştır (Colarow vd., 2003; D'Onofrio vd., 2019). Manda sütü, değerli besin profili nedeniyle mükemmel kabul edilmektedir (Z. Li vd., 2020). Ayrıca beslenme açısından dünya genelinde önemli bir yere sahiptir. Kuru madde oranı yaklaşık %17 olup, bunun %7'si yağ, %3,5-4'ü protein, %5-5,5'i laktoz ve %0,8'i külden oluşmaktadır. Manda sütünün asitliği 6,7-10° SH arasında değişirken, yoğunluğu ise 1,027-1,040 g/mL aralığındadır (Zicarelli, 2007). Diğer hayvan türlerinin sütüne kıyasla birçok önemli üstün ve avantajlı özelliğe sahiptir (Arrichiello vd., 2022; Colarow vd., 2003; D'Onofrio vd., 2019). İnek sütü ürünleriyle karşılaştırıldığında, manda sütüyle yapılanların in vitro gastrointestinal sindirimde daha iyi bakteriyel canlılık gösterdiği

bulunmuş ve manda sütünün insan mikrobiyomu üzerinde potansiyel bir koruyucu etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Simões da Silva vd., 2020). Türk Gıda Kodeksi'ne göre manda sütünün % süt asitliği %0,14-0,22 aralığında, yoğunluğu en az 1,028 g/cm³, % protein miktarı en az %5,5 ve % yağsız kurumadde en az %8,5 olmalıdır (TGK, 2019). İnek sütüne kıyasla kuru madde ve yağ içeriğinin yüksek olması, süt ürünleri teknolojisinde manda sütüne olan talebi artırmaktadır (Arrichiello vd., 2022). Manda sütünün pH'ı 6,57-6,84 arasında değişmektedir (Aydın & Güneşer, 2021). Manda sütü, %6,0-8,5 arasında değişen yüksek süt yağı içeriğine sahip süt üretme yeteneğine sahiptir. Daha yüksek süt yağı içeriği nedeniyle manda sütü inek sütüne tercih edilmekte ve süt pazarında daha iyi fiyat getirmektedir (Khan vd., 2008; Sarwar vd., 2002). Ayrıca antibakteriyel özellik taşıyan laktoferrin sayesinde daha az bakteri içermektedir. Bunun yanı sıra, manda sütü A, C, E, B1 ve B2 vitaminleri açısından da daha zengindir (H. Gürler, 2012). İnek sütündeki folat miktarı 44 µg/L iken, manda sütünde bu değer 60 µg/L'dir. Manda sütündeki daha yüksek folat seviyesi kısmen açıklanabilmektedir. Çünkü manda sütü inek sütüne göre daha fazla folat üretebilen laktik asit bakterisi (LAB) içermektedir. Ayrıca, manda sütünün yüksek peroksidaz aktivitesi sayesinde inek sütüne kıyasla daha uzun süre dayanabildiği bilinmektedir (Abesinghe vd., 2020). Manda sütündeki toplam kalsiyum miktarı yaklaşık %67,6-82,6 oranındadır. Manda sütü, inek sütüne göre 1,5 kat daha fazla kalsiyum içermektedir. Manda sütündeki yüksek kazein oranı, kalsiyumun büyük bir kısmının çözümez formda bulunmasına neden olmaktadır. Ayrıca, manda sütündeki iyonlaşabilen kalsiyum, çözünür formdaki kalsiyumun %34,56'sını oluşturmaktadır (Aydın & Güneşer, 2021). Manda sütü, doymuş yağ asitleri açısından daha zengin, daha yüksek yağ, protein, kalsiyum ve kolesterol içeriğine sahip olduğundan sağlıklıdır. Ayrıca daha az kolesterol içermektedir. Mandalar, yeşil yemlerle aldıkları karotenin tamamını A vitaminine dönüştürmektedir. Bu nedenle sütlerinin rengi, sığır sütüne göre daha beyazdır (Chakraborty vd., 2021). Manda sütü, memelilerde yararlı biyolojik aktivitelere sahip çeşitli yağ asitleri, özellikle konjuge yağ asitleri (CLA) içermektedir. Cis-9, trans-11 CLA'nın (rumenik asit, RA) kanser sıklığını azalttığı gösterilmiştir. Sütün CLA içeriği, cis-9, cis-12 C18:2 (linoleik asit, LA) ve cis-9, cis-12, cis-15 C18:3 (linolenik asit, LNA) ruminal biyohidrojenasyonu (BH) güçlü bir şekilde bağlantılıdır (Van Nieuwenhove vd., 2007). Manda sütünün daha düşük ısı kapasitesi, daha yüksek termal iletkenliği ve termal genişmesi, manda sütünde inek sütüne kıyasla belirli istenen ısı etkilerini elde etmek için daha az miktarda ısı enerjisi gerektiğini açıkça göstermektedir (Sindhu & Arora, 2011). Ayrıca serum proteinlerinin ısıya karşı direnci sığır sütü proteinlerinden daha yüksektir. Bu nedenle ısıl işleme dayanma kapasitesi de daha yüksektir (Şahsi, 2020). İnek sütü gibi manda sütü de tereyağı, tereyağı yağı (ghee), yumuşak ve sert peynirler, yoğunlaştırılmış süt, buharlaştırılmış süt, dondurma, yoğurt ve daha birçok farklı süt ürününde kullanılmaktadır. Bu ürünlerin en popülerleri mozzarella adı verilen yumuşak İtalyan peyniridir (Zedan vd., 2014). Manda sütü diğer hayvan sütleri ile karşılaştırıldığında daha fazla A vitamini, vitamin B6, folik asit ve fosfor gibi mineraller ile immunoglobulinler, laktoferrin gibi sütün doğal koruyucu bileşenleri açısından zengin ve peroksidaz aktivitesi ile doğal antioksidan tokoferol miktarı açısından fazladır. Ayrıca süt bileşimi içerisinde EGF, IGF, MDGF, PDGF ve TGF β gibi büyüme faktörlerini de içermektedir (Playford vd., 2000). Son zamanlarda manda sütüne olan talebin artması süt içeriğinde ki bileşenlerin araştırılmasına teşvik etmiştir. Bu nedenle süt ürünlerinde meme sağlığını izlemek ve çiğ sütün kalitesini belirlemek amacıyla sütteki bileşen düzeyine ilişkin bilimsel çalışmalar hız kazanmıştır (De Matteis vd., 2021; Raj vd., 2021; Sadek vd., 2017).

Manda Sütünde Bulunan Büyüme Faktörlerinin Önemi

Büyüme faktörleri, hücre yüzeyindeki reseptörlere bağlanan ve birincil sonucu hücre çoğalmasını ve/veya farklılaşmasını aktive etmek olan proteinler veya polipeptitlerdir. Birçok

büyüme faktörü nispeten çok yönlüdür. Bazıları çok sayıda farklı hücre tipinde hücre bölünmesini uyarırken, bazıları ise belirli bir hücre tipine özgü olabilmektedir. Bazı büyüme faktörleri, örneğin TGF- β , aynı zamanda belirli hücrelerin (makrofaj ve lenfosit) büyümesini de inhibe edebilmektedir (Kling vd., 1998). Birçok farklı hücre tipi için büyümeyi teşvik edici veya büyümeyi engelleyici aktiviteye sahip faktörlerin varlığı ilk olarak 1980'lerde insan kolostrumunda ve sütünde (Jansson vd., 1985; Read vd., 1984; Shing & Klagsbrun, 1984) ve ardından sığır kolostrumunda, sütünde ve peynir altı suyunda tespit edilmiştir (Hironaka vd., 1997; Jin vd., 1991; Kishikawa vd., 1996; Klagsbrun, 1980). Daha sonra kolostrum ve sütte birçok büyüme faktörü tanımlanmıştır. Bunların kolostrum ve sütün büyümeyi teşvik edici veya büyümeyi engelleyici aktivitesiyle (hücre tipine bağlı olarak) kısmen ilişkili olduğu görülmüştür. EGF, IGF, TGF B, PDGF ve FGF 2 sütte bulunan başlıca büyüme faktörleridir. Bunlar meme bezinden sentezlenmektedir. Tüm büyüme faktörlerinin konsantrasyonları, buzağılamadan sonraki ilk saatlerde kolostrumda en yüksektir ve bundan sonra önemli ölçüde azalmaktadır. EGF (pI 4,8) hariç, süt büyüme faktörlerinin izoelektrik nokta değerleri (pI) 6,5 (IGF-II) ile 9,6 (FGF2 ve PDGF) aralığındadır. Büyüme faktörleri için bulunan bu nötr-alkali pI değerleri, kolostrum, süt veya peynir altı suyundan çıkarılmaları açısından en önemli özelliklerinden biridir. Süt büyüme faktörlerinin aktif formlarının ortalama moleküler kütlesi $6000 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (EGF) ile $30\,000 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (PDGF) arasındadır. Ancak, bağlayıcı proteinlerin moleküler kütlesi düşünüldüğünde, bu değerlerin çok daha yüksek olma olasılığı yüksektir. Sütte bulunan büyüme faktörü molekülleri, disülfür köprülerindeki içerikleriyle de karakterize edilmektedir. Disülfür köprüsü içermeyen FGF2 hariç, aktif formlarındaki diğer tüm süt büyüme faktörleri 3 (EGF, BTC ve IGF'ler) ile 9 (TGF- β 2) arasında disülfür köprüsü içermektedir. Bu disülfür bağı içeriklerinin önemi bilinmemektedir. Ancak bu özellik, ısıtmaya ve aşırı pH değerlerine karşı göreceli dirençlerini en azından kısmen açıklayabilmektedir (Gauthier vd., 2006). Rogers ve ark. (1996) ve Belford ve ark. (1997) peynir altı suyundan büyüme faktörleri içeren bir katyonik değişim fraksiyonu izole etmişler ve bunun bir dizi hücre hattının çoğalması üzerindeki uyarıcı etkisini göstermişlerdir (Belford vd., 1997; Rogers vd., 1996) Süttten elde edilen büyüme faktörleri cilt rahatsızlıkları ve gastrointestinal hastalıkların tedavisi için sağlık ürünlerinde kullanılmaktadır. Sütte ve kolostrumda daha bol bulunan büyüme faktörleri IGF - I, TGF - β 2, EGF ailesinin üyeleri ile bFGF ve (FGF) - 2'dir (Grosvenor vd., 1993; Pakkanen & Aalto, 1997). Hepsi 5 ile 1000 ng/mL^{-1} arasındaki seviyelerde bulunmaktadır. Kolostrumdaki konsantrasyonlar genellikle süttekinden daha yüksektir. Kantitatif olarak, sütteki büyüme faktörlerinin bağlı konsantrasyonları $\text{IGF} - \text{I} > \text{TGF} \beta 2 > \text{EGF} \approx \text{IGF} - \text{II} > \text{bFGF}$ şeklinde sıralanmaktadır (Belford vd., 1997). Süt büyüme faktörleri yara iyileşmesi için terapötik bileşimler geliştirmek (Pakkanen & Aalto, 1997) ve gastrointestinal bozuklukların tedavisi için kullanılmıştır (Playford vd., 2000). Nestle tarafından oral polimerik diyet için TGF- β 2 açısından zengin bir asit kazein özütü üretilmiştir. CT3211 veya Modulen (Francis vd., 1995) adı verilmiştir. Bu özütün aktif Crohn hastalığı olan çocukların tedavisinde etkili olduğu belirlenmiştir (J. M. Fell vd., 1999; J. M. E. Fell vd., 2000). Bu özüt ayrıca inflamatuvar bağırsak hastalıklarının patolojik durumlarını da iyileştirmiştir (Lionetti vd., 2005; Oz vd., 2004). Sitokinler olarak büyüme faktörleri, otokrin veya parakrin fonksiyonlarda da rol oynamaktadır. Yaralı dokuların yenilenmesini destekleme yetenekleri, onları osteoartrit gibi kas-iskelet sistemi yaralanmaları ve bozukluklarının tedavisi için umut verici hale getirmiştir. Dahası, büyüme faktörleri bağışıklık hücrelerinin üretimini ve işlevini artırarak vücudun enfeksiyonlara ve hastalıklara karşı savunmasını güçlendirmektedir. (Kling vd., 1998). Büyüme faktörlerinin tüm bu etkileri düşünüldüğünde, avantajlarının bağışıklık desteğini aştığını ve sağlığın korunmasında ve hastalıkların yönetilmesinde daha geniş kullanımlara işaret ettiğini göstermektedir.

Manda Sütündeki Büyüme Faktörlerinin Türleri

Transforming growth factor-beta (TGF- β)

Transforming growth factor- β (TGF- β s) ailesi, hücre tipine, çoğalma aşamasına ve ortama bağlı aktivitelerle çoğu hücre tipinde etki eden çok işlevli büyüme ve farklılaşma faktörlerini içermektedir (Massague, 1990). Benzer ancak aynı olmayan aktivitelere sahip beş izoformu (TGF- β 1 ila - β 5) bulunmaktadır (Daopin vd., 1992). İnsanlarda TGF- β 'nin üç izoformu (- β 1, - β 2 ve - β 3) bilinmektedir. Ancak TGF- β 2 manda kolostrumunda ve sütünde baskın formdur (Cox & Bürk, 1991; Jin vd., 1991). Her alt birim, 114 kalıntıya sahip TGF- β 4 hariç 112 amino asitten oluşmaktadır (Daopin vd., 1992). Her polipeptit zinciri, beş form arasında değişmez olan dokuz disülfür bağlı sisteine sahiptir. Sekiz sistein kalıntısı dört zincir içi disülfür bağı oluşturur ve biri zincirler arası bir disülfür bağına katılır. TGF- β 'lerin dizisindeki kesinlikle korunan dokuz sistein (sistein düğümü), yapı ve işlevde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. TGF- β 'ler, ~400 amino asit kalıntısından oluşan daha uzun öncüller olarak biyo-sentezlenmektedir ve C-terminal ucundaki proteolitik bölünmeyle serbest bırakılmaktadır (Massagué, 1998). Biyolojik olarak inaktif form, TGF- β dimerinin ve öncülün N-terminal kısmının (LAP, latentlikle ilişkili peptit) bir kompleksi olan latent TGF olarak bilinmektedir. Ayrıca spesifik bir bağlayıcı proteine (LTBP) bağlanabilmektedir (Rogers vd., 1996). Hücreler içinde, TGF- β molekülleri ilk önce öncü proteinler olarak üretilir (Weber vd., 2015). Bu öncüler, kovalent olmayan bir şekilde bir latent ilişkili peptide (LAP) bağlı kalan olgun TGF- β ligandları oluşturmak için bölünmeye uğramaktadır (Biernacka vd., 2011; Zilberberg vd., 2012). Bu ilişki, TGF- β sinyallemesinin erken aktivasyonunu önlemektedir (Zilberberg vd., 2012). TGF- β -LAP kompleksinin salınması ve aktivasyonu, proteolitik bölünme veya integrinler (hücre yüzey reseptörleri) veya trombospondin-1 (bir matris proteini) ile etkileşim gibi farklı mekanizmalar yoluyla gerçekleştirilebilir (Leask & Abraham, 2004). Aktivasyondan sonra olgun TGF- β ligandı, hücre yüzeyinde bulunan spesifik transmembran TGF- β reseptörlerine (TGFBR'ler) güçlü bir bağlanma göstermektedir. TGFBR'ler, ligand etkileşimiyle ortaya çıkan ve dimerleşmelerine neden olan bir konformasyonel kaymaya uğramaktadır. Sinyal iletimi bu dimerizasyonu gerektirir ve dimerleşmiş TGFBR'ler hücre içinde belirli Smad proteinlerini (Smad2 ve Smad3) fosforile etmektedir. Daha sonra, bu fosforile edilmiş Smad'ler, paylaşılan bir ortak olan Smad4 ile heterodimerler oluşturmaktadır (Massagué & Sheppard, 2023). Çekirdeğin içine girdikten sonra, Smad kompleksleri gen ifadesini düzenlemek ve biyolojik reaksiyonları tetiklemek için ko-aktivatörler veya DNA ile etkileşime girmektedir (Massagué, 2012). Ancak Rogers et al., süttten elde edilen TGF- β 'nin ağırlıklı olarak LTBP'den yoksun küçük latent kompleks olarak var olduğunu göstermiştir (Rogers vd., 1996). TGF- β 'nin biyolojik olarak aktif formu, LAP kompleksinden ayrışarak elde edilmektedir. TGF- β 'nin latent formlarının in vitro aktivasyon yöntemleri asidik veya bazik pH, ısı tedavisi ve farklı kaotropik ajanları içermektedir (Saharinen vd., 1999). TGF- β etkileri serin/tirozin kinaz reseptörleri aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bunlardan tip I ve II (T β RI ve T β RII) en iyi karakterize edilen reseptörleridir. T β RII liganda bağlanır ancak tip I reseptörü olmadığında TGF- β yanıtını aracılık edemez. Öte yandan, T β RI'nin liganda bağlanması için T β RII'ye ihtiyacı vardır ve her iki reseptör de verimli sinyal iletimi için gereklidir. TGF- β reseptörü tip III (T β RIII) olarak bilinen iki hücre yüzeyi proteini (betaglikan ve endoglin) de TGF- β 'ye bağlanabilmektedir. Bireysel TGF- β izotipleri reseptörlere değişen afinitelerle bağlanmaktadır. Örneğin, T β RII'nin TGF- β 1 ve TGF- β 3 için TGF- β 2'ye göre daha yüksek bir afinitesi vardır (Hinck vd., 1996). Sütteki TGF- β 2'nin fizyolojik işlevi bilinmemektedir ancak yenidoğanda mukozal bağışıklık veya bağırsak epitel farklılaşmasının bir aracısı olabilmektedir. TGF- β 'ler embriyogenezde, doku onarımında, kemik ve kıkırdak oluşumunda ve bağışıklık sisteminin kontrolünde önemli rol oynamaktadır. TGF- β 'nin her iki formunun da bağ dokusu hücrelerinin çoğalmasını uyardığı, lenfositlerin ve epitel hücrelerinin çoğalmasını engellediği bilinmektedir. IGF'nin

her iki formu da birçok hücre tipinin çoğalmasını uyarır ve bazı metabolik işlevleri düzenler, örneğin glikoz alımı ve glikojen sentezinin düzenlenmesinin sağlar (Pouliot ve Gauthier, 2006).

Insulin-Like Growth Factor (IGF)

İnsülin benzeri büyüme faktörleri (IGF), yapısal olarak insüline benzeyen tek zincirli polipeptitlerdir. IGF-I ve IGF-II çoğu türde tanımlanmıştır. Her ikisi de ~68 amino asit kalıntısından oluşmaktadır (~7,6 kg·mol⁻¹ MW) ve birbirleriyle yaklaşık %70 yapısal homolojiye sahiptir. IGF'leri özel olarak tanıyan iki bilinen reseptör bulunmaktadır (Jones & Clemmons, 1995). Tip I IGF reseptörü (IGF1R), IGF aracılı sinyalleme işlevlerine sahip tek reseptördür ve her iki IGF'nin eylemlerinin çoğu bu reseptör tarafından gerçekleştirilmektedir. Daha yüksek konsantrasyonlarda, insülin reseptörü de uyarılabilmektedir. IGF'ler, öncelikle IGF-1 reseptörü ve daha az ölçüde insülin reseptörü olmak üzere spesifik hücre yüzeyi reseptörlerine bağlanmaktadır (Janssen, 2020). IGF1R, bir transmembran reseptör tirozin kinazdır (RTK). RAS-MAPK ve PI3K-AKT dahil olmak üzere çeşitli hücre içi yollarla ilişkilidir (Bentov & Werner, 2006). Reseptörün sitoplazmik alanındaki belirli tirozin kalıntıları, IGF'e bağlandığında otofosforile hale gelerek reseptörün konformasyonel bir kaymaya uğramasına neden olmaktadır (Kavran vd., 2014). IGF1R üzerindeki fosforile tirozin kalıntıları, Src homoloji 2 (SH2) alanları içeren adaptör proteinler için yerleştirme bölgeleri olarak hizmet etmektedir. Bu bölgelere bağlandıktan sonra, Grb2 ve Shc dahil olmak üzere adaptör proteinler aktive olmaktadır ve akış aşağı sinyal yollarını başlatmaktadır (Liu vd., 2012). Bu, hücre çoğalmasını ve hayatta kalmasını düzenleyen mitogenle aktive olan protein kinaz (MAPK) yolu ve hücre büyümesi ve metabolizmasında rol oynayan PI3K/Akt/mTOR yolu dahil olmak üzere başlıca sinyal yollarının aktivasyonuna yol açmaktadır (Freychet vd., 1971). IGF'ler dolaşımında ve hücre dışı boşlukta neredeyse tamamen yüksek afiniteli IGF bağlayıcı proteinler (IGFBP) ailesinin üyelerine bağlı olarak bulunmaktadır. Altı IGFBP dizilenmiş, klonlanmıştır ve hepsi birbirleriyle yapısal homolojiye sahiptir. Bunlar insüline karşı ihmal edilebilir afiniteye sahip olarak IGF'lere özel olarak bağlanmaktadır (Jones & Clemmons, 1995). Genel olarak, IGF'lerin in vitro etkileri, protein ve karbonhidrat metabolizması üzerinde akut anabolik etkiler veya çok sayıda hücrenin hücre replikasyonu ve farklılaşması üzerinde uzun vadeli etkilerdir. IGF'ler ayrıca bazı hücrelerde hücre ölümünü engelleme kapasitesine sahiptir; örneğin, hematopoietik hücrelerde. IGF'lerin insanlara uygulanması hipoglisemiye (H.-P. Guler vd., 1987), azot dengesinde iyileşmeye (Clemmons vd., 1992), kolesterol ve potasyumun düşmesine (Miell vd., 1992) ve böbrek fonksiyonlarında iyileşmeye (H. P. Guler vd., 1989; Hirschberg vd., 1993) neden olmaktadır. Hayvanlarda, IGF-I'in yara iyileşmesi üzerinde de olumlu bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Suh vd., 1992). Ayrıca IGF-2, meme bezi, yumurtalık, iskelet kası, yağ dokusu ve kemik dahil olmak üzere çok sayıda dokunun aktivitesini etkilemektedir (Fiedler vd., 2006; Spicer & Aad, 2007; Wang vd., 2019; Wilson & Rotwein, 2006). IGF-2, endokrin, otokrin ve parakrin etkiler yoluyla hücre büyümesini, farklılaşmasını ve metabolizmasını da düzenlemektedir (Morali vd., 2000; Pieciewicz vd., 2012). Meme bezinin doğum sonrası büyümesinde ve farklılaşmasında rol oynamaktadır (Plath-Gabler vd., 2001). Lokal olarak üretilen IGF-2'nin, meme bezinde alveolar formasyon, duktal dallanma ve alveolar gelişimde artışa neden olan prolaktinin etkisini aracılık ettiği kanıtlanmıştır (Hovey vd., 2003). IGF-2, süt üretimini de etkileyen kantitatif özellik lokusları (QTL) için potansiyel bir etkiye sahiptir (Ron vd., 2007).

Epidermal growth factor (EGF)

Epidermal büyüme faktörü (EGF), 53 amino asitten oluşan bir proteindir. EGF esas olarak epitel hücrelerinde bulunsa da, endotel ve mezodermal, fibroblast ve düz kas hücrelerinde de reseptörleri bulunmaktadır. EGF üç intramoleküler disülfür bağı içermektedir (Seno vd., 1996). EGF de dahil olmak üzere bu ligand ailesinin üyeleri yapısal benzerlikler göstermekte ve EGF reseptörü (ErbB) reseptörleri olarak bilinen bir reseptör grubuyla etkileşime

girmektedir. Bunların arasında epidermal growth factor reseptör (EGFR) kapsamlı bir şekilde incelenmiş olarak öne çıkan reseptörleri arasındadır (Jacobi vd., 2017). EGF ailesinin üyeleri, tirozin kinaz aktivitesiyle dört EGF reseptörüne (ErbB1 ila ErbB4) spesifik olarak bağlanmaktadır. ErbB1'e bağlanarak onu aktive etmektedir (Van Der Woning vd., 2006). Tipik olarak, bir transmembran öncüsü olarak üretilmektedir ve daha sonra spesifik proteazlar tarafından parçalanmaya uğramaktadır. Bu süreç olgun, aktif EGF ligandını hücre dışı ortama serbest bırakmaktadır (Adrain & Freeman, 2014). EGF, EGFR'nin hücre dışı alanına yüksek afiniteli bağlanma göstermektedir. EGFR içindeki bu bağlanma cebi, EGF için spesifik bir yerleştirme yeri oluşturan halkalar ve β -tabakalar tarafından oluşturulmaktadır. EGF, EGFR'ye bağlandığında, reseptörün konformasyonu önemli ölçüde değişmektedir, daha önce gizli olan alanları açığa çıkarmakta ve daha fazla sinyal yolunun başlatılmasını kolaylaştırmaktadır (Garrett vd., 2002). Bu bağlanma, reseptörün dimerler oluşturmasını ve sitoplazmik alanında tirozin kalıntılarını fosforile etmesini tetiklemektedir (Carpenter & Cohen, 1979). Bu fosforilasyon, hücre çoğalmasını, hayatta kalmasını ve farklılaşmasını kontrol eden Ras/MAPK ve PI3K/Akt dahil olmak üzere yolları aktive etmektedir (Dhillon vd., 2007; Franke, 2008). EGF'nin meme bezi hücrelerinin çoğalması üzerinde uyarıcı bir etkisi olduğu bilinmektedir (Collier vd., 1993). Ayrıca embriyonik organ gelişimi, meme morfogenezini, meme hücresi çoğalması ve meme gelişimi dahil olmak üzere biyolojik rolleri bulunmaktadır. Özellikle EGF'nin meme bezlerinin büyümesini ve farklılaşmasını kontrol ederek meme bezinin normal gelişiminde önemli işlevlere sahip olduğu bilinmektedir (Collier vd., 1993; Dvorak, 2010). EGF ailesinin üyelerinin işlevi epidermal, epitel ve embriyonik hücrelerin çoğalmasını uyarmaktır. Ayrıca mide asidi salgılanmasını inhibe ederler, yara iyileşmesini ve kemik erimesini desteklerler (Gauthier vd., 2006). Onarım sırasında ince bağırsakta veya kolonda kript fisyonunu azaltmaktadır, ancak kript hiperplazisini teşvik etmektedir (Bashir vd., 2003). Bazı hücre tipleri için farklılaşma faktörleri olarak da etki göstermektedir. (Goldenring vd., 1993; Guglietta vd., 1994). Bir dizi hormonun sentezini düzenlemektedir. Kemik rezorpsiyonunu teşvik etmekte ve yara iyileşme süreçlerinde yer almaktadır. EGF Dehnhard ve arkadaşları tarafından keçi sütünde ölçülmüş ve düzeyinin gebelik sonu ve erken laktasyonda değişebileceği ortaya konulmuştur (Dehnhard vd., 2000). Ancak Sheffield, ineklerde mastitisin EGF düzeylerinde artışa neden olduğunu ve enfeksiyon sırasında meydana gelen yaralanmaya karşı koruma veya doku onarımı ve iyileşme süreçleri gibi çeşitli süreçlerde önemli olabileceğini belirtmiştir (Sheffield, 1997). Bu nedenle, EGF'nin meme fonksiyonunun bilinen bir modülatörü olduğu ve sütteki normal EGF düzeyinin bilinmesinin fizyolojik ve patolojik koşullarda önemli olduğu düşünülmektedir. Ek olarak, EGF, fetüsün bağırsak gelişiminde, fetüsün EGF seviyeleri içeren amniyon sıvısını yuttuğu gebelik sırasında başlayarak ve ayrıca doğumdan sonra bebeğin bağırsak EGF'si esas olarak anne sütünden elde edilerek önemli roller oynar (Hård vd., 2019). Hayvanlarda EGF takviyesinin gastrointestinal sistemde biyolojik olarak aktif kaldığı ve ayrıca bağırsak gelişimini uyardığı, patojen enfeksiyonunu azalttığı ve bağırsak enfeksiyonlarına karşı direnci artırdığı bildirilmiştir. Bu nedenle, patofizyolojik durumlarda EGF'nin yaralanmaya karşı epitel korumasına ve yaralanma sonrası mukozal onarıma katkıda bulunduğu bilinmektedir (Okuyama vd., 1998).

Platelet-derived growth factor (PDGF)

Platelet-derived growth factor (PDGF)'ler, disülfür bağlı A ve B polipeptit zincirlerinin katyonik homo ve heterodimerleridir (Heldin & Westermark, 1999). Her zincir, ikisi PDGF dimerindeki iki alt birim arasındaki disülfür bağlarında yer alan ve diğer altısı zincir içi disülfür bağlarında yer alan sekiz sistein kalıntısı içermektedir. Olgun doğal PDGF, yaklaşık $30 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 'in bir bileşenidir. Son zamanlarda, PDGF ailesinin iki ek üyesi, PDGF-CC ve PDGF-DD, tanımlanmıştır (Larochelle vd., 2001; X. Li vd., 2000). Bu PDGF ailesi üyeleri,

inaktif bir formda salgılanmaları bakımından diğerlerinden farklıdır. PDGF'ler, hücre dışı matrisin (ECM) proteinleriyle, ancak aynı zamanda α 2-M gibi çözünür proteinlerle de etkileşime girmektedir. Bu son etkileşim PDGF-BB'yi içermektedir. Ancak PDGF-AA'yı içermemektedir (Bonner & Osornio-Vargas, 1995). PDGF'nin proteinlerle bağlanması, reseptörlerle etkileşimi düzenlemektedir. Bu izoformlar hücre yüzeyindeki belirli PDGF reseptörlerine (PDGFR'ler) bağlanmaktadır. PDGFR α ve PDGFR β , reseptör tirozin kinaz (RTK) ailesinin üyeleri olan iki tip PDGFR'dir. PDGF-AA baskın olarak PDGFR α ile etkileşime girerken, PDGF-BB hem PDGFR α 'ya hem de PDGFR β 'ye bağlanmaktadır. PDGF-AB her iki reseptöre de bağlanabilmektedir. Ligandın bağlanması üzerine, PDGFR bir konformasyonel değişime uğramaktadır. Ligand bağlanması, homodimerleri (α - α veya β - β) veya heterodimerleri (α - β) içeren PDGFR'lerin aktivasyonunu ve dimerizasyonunu tetiklemektedir (Heldin, 2013). Bu dimerizasyon süreci, hücre içi sinyal molekülleri için bir bağlanma alanı sağlayarak, aşağı akış sinyal yollarını başlatmaktadır. PDGFR aktivasyonu, spesifik reseptöre ve hücresele bağlama bağlı olarak Ras-MAPK, PI3K-Akt ve PLC γ yolları gibi birden fazla alt akış sinyal yolunu tetiklemektedir (Ying vd., 2017). Sonunda, bu yollar hücre göçü, çoğalma ve hayatta kalma gibi çeşitli biyolojik reaksiyonlarla sonuçlanmaktadır. PDGF, özellikle böbreklerin, kan damarlarının, akciğerlerin ve merkezi sinir sisteminin gelişimi için embriyogenez sırasında önemli bir rol oynamaktadır. Mezangial hücreler, perisitler, alveolar fibroblast ve glial hücreler üzerinde büyümeyi teşvik edici bir aktiviteye sahiptir. PDGF'nin anjiyojenik etkiye sahip olduğu ve yara iyileşme süreçlerini desteklediği de gösterilmiştir (Dhillon vd., 2007; Franke, 2008).

Fibroblast growth factor 2 (FGF2, FGF)

Fibroblast growth factor 2 (FGF2), 18 kg·mol⁻¹ moleküler ağırlığa sahip bir proteindir. Ancak daha yüksek moleküler ağırlığa sahip izoformlar (22–24 kg·mol⁻¹) izole edilmiştir. Bununla birlikte, FGF2'nin bildirilen işlevleri genellikle 18 kg·mol⁻¹ izoformu içindir (Chen vd., 2004). Son kanıtlar, hem düşük hem de yüksek moleküler ağırlıklı izoformların hücrelerde bir biyolojik yanıtı intrakrin bir yolla bağımsız olarak aktive edebileceğini göstermektedir. Bu durum, FGF2'nin hücre içi reseptörlere bağlanabileceği ve bu reseptörlerde etki gösterebileceği anlamına gelmektedir. FGF2'nin sinyalleri, dört tirozin kinaz içeren, yüksek afiniteli FGF reseptöründen birine (FGFR1– FGFR4) bağlanmasıyla iletilmektedir. Heparin veya heparan sülfat proteoglikanı ile etkileşim, FGF2'yi stabilize etmekte ve yüksek afiniteli transmembran FGF reseptörlerine bağlanmasını kolaylaştırmaktadır. Bu etkileşim, FGF2'nin biyoaktivitesinin ön koşuludur (Burgess & Maciag, 1989; Ornitz vd., 1992; Thompson vd., 1994). Sütte heparan sülfat proteoglikanı içeren süt yağı kürecik zarı bulunduğundan (Shimizu vd., 1981), sütteki FGF2'nin süt yağı kürecik zarındaki heparan sülfat proteoglikanına bağlı olabileceği öne sürülmüştür. FGF2, çeşitli hücreler üzerinde çoklu işlevler uygulayabilmektedir. Hemen hemen tüm organ sistemlerinin hücrelerinin çoğalmasında, farklılaşmasında ve hayatta kalmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, yeni kan damarlarının büyümesini ve gelişimini (anjiyogenez), normal yara iyileşmesini, doku gelişimini ve hematopoezi uyarmaktadır (Chen vd., 2004).

SONUÇ

Son yıllarda, süttten elde edilen biyolojik olarak aktif bileşenler büyük ilgi çekmektedir. Bu bileşenler arasında, vücutta önemli fizyolojik roller üstlenen büyüme faktörleri öne çıkmaktadır. Diğer takviyelerden veya sentetik alternatiflerden farklı olarak, süt kaynaklı doğal büyüme faktörleri, kendilerine özgü güçlü etkiler sunmaktadır. Araştırmalar, büyüme faktörlerinin hücre yenilenmesini ve doku onarımını destekleyerek yara iyileşmesini hızlandırdığını kanıtlamıştır. Ayrıca, osteoartrit gibi eklem sorunları veya kas-iskelet yaralanmalarında bozulan dokuların iyileşmesine de katkıda bulunabilmektedirler. Sütteki bu büyüme faktörleri, vücut tarafından kolayca emilir ve yüksek biyoyararlanım oranı, tedavi

süreçlerinde etkili olmalarını sağlar. Aynı zamanda bağışıklık sistemi üzerinde de güçlü bir etkiye sahiptirler; bağışıklık hücrelerinin üretimini ve aktivitesini artırarak enfeksiyonlara karşı koruma sağlamaktadırlar (Yalçıntaş vd., 2024). Bu özellikleri, sentetik bağışıklık güçlendiricilere kıyasla daha etkili ve doğal bir destek sunmaktadır. Ayrıca, büyüme faktörlerinin bazı hastalıkların teşhisinde biyobelirteç olarak kullanılabilmesi de gösterilmiştir. Bu da onların sadece bağışıklık desteği sağlamakla kalmayıp, tanı ve tedavide yeni yaklaşımlar sunduğunu ortaya koymaktadır. Büyüme faktörlerinin sağlık üzerindeki etkilerini tam anlamıyla kavrayabilmek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. İlerleyen çalışmalar, bu faktörlerin farklı sağlık sorunları üzerindeki rollerini, en uygun dozajlarını ve kullanım yöntemlerini daha derinlemesine inceleyebilir. Bu araştırmalar, süt kaynaklı büyüme faktörlerinin faydalarını daha da artıracak yeni özellikler ortaya çıkarabilir ve bu faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerini daha geniş bir perspektiften değerlendirmeye olanak sağlayabilir. Kronik hastalıklardan kaynaklanan yara oluşumu, doku hasarı, büyüme bozuklukları, hormonal dengesizlikler ve cilt yaşlanması gibi pek çok sorunun tedavisinde bu ürünler destekleyici bir rol oynayabilir. Büyüme faktörlerinin çeşitli ve kendine özgü özellikleri, yeni tedavi alanlarının keşfine de kapı açmaktadır. Özellikle doku yenilenmesini teşvik etme yetenekleri, daha geniş terapötik uygulamalar için büyük bir potansiyel sunmaktadır.

Sonuç olarak, tıbbi ve besin takviyelerinde büyüme faktörlerinin kullanımı, mevcut tedavi yöntemlerini destekleyebilecek ve yeni tedavi stratejilerine kapı aralayabilecek önemli bir yenilik olarak öne çıkmaktadır. Bu alandaki araştırmaların devam etmesiyle, büyüme faktörlerinin daha geniş bir uygulama alanı bulması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Abesinghe, A. M. N. L., Vidanarachchi, J. K., Islam, N., Prakash, S., Silva, K. F. S. T., Bhandari, B., & Karim, M. A. (2020). Effects of ultrasonication on the physicochemical properties of milk fat globules of *Bubalus bubalis* (water buffalo) under processing conditions: A comparison with shear-homogenization. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 59, 102237. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2019.102237>
- Adrain, C., & Freeman, M. (2014). Regulation of Receptor Tyrosine Kinase Ligand Processing. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 6(1), a008995. <https://doi.org/10.1101/CSHPERSPECT.A008995>
- Alkoyak, K., Öz, S., Vet, T. J., Sci, A., & Öz, S. (2022). The effect of nongenetic factors on calf birth weight and growth performance in Anatolian buffaloes. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 46(4), 609-616. <https://doi.org/10.55730/1300-0128.4232>
- Anonim 2021. Tarım ve Orman Bakanlığı, Süt Sektörü (Erişim Tarihi: 17.10.2024)
- Arrichiello, A., Auriemma, G., & Sarubbi, F. (2022). Comparison of nutritional value of different ruminant milks in human nutrition. *International Journal of Functional Nutrition*, 3(4). <https://doi.org/10.3892/IJFN.2022.28>
- Aydın, B., & Güneşer, O. (2021). Manda Sütünden Üretilen Bazı Ürünlerin Duyusal Özellikleri. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(1), 110-123. <https://doi.org/10.47137/USUFEDBID.892530>
- Bashir, O., Fitzgerald, A. J., Berlanga-Acosta, J., Playford, R. J., & Goodlad, R. A. (2003). Effect of epidermal growth factor administration on intestinal cell proliferation, crypt fission and polyp formation in multiple intestinal neoplasia (Min) mice. *Clinical Science*, 105(3), 323-330. <https://doi.org/10.1042/CS20030023>
- Belford, D. A., Rogers, M., Francis, G. L., Payne, C., Ballard, F. J., Goddard, C., & Adelaide, N. (1997). Platelet-derived growth factor, insulin-like growth factors, fibroblast growth factors and transforming growth factor β do not account for the cell growth activity present in bovine milk. *Journal of Endocrinology*, 154, 45-55.

- Bentov, I., & Werner, H. (2006). Insulin-Like Growth Factor 1. Handbook of Biologically Active Peptides, 1385-1392. <https://doi.org/10.1016/B978-012369442-3/50196-3>
- Biernacka, A., Dobaczewski, M., & Frangogiannis, N. G. (2011). TGF- β signaling in fibrosis. Growth Factors, 29(5), 196-202. <https://doi.org/10.3109/08977194.2011.595714>
- Bonner, J. C., & Osornio-Vargas, A. R. (1995). Differential binding and regulation of platelet-derived growth factor A and B chain isoforms by alpha 2-macroglobulin. The Journal of biological chemistry, 270(27), 16236-16242. <https://doi.org/10.1074/JBC.270.27.16236>
- Boro, P., Debnath, J., Kumar Das, T., Chandra Naha, B., Debbarma, N., Debbarma, P., Debbarma, C., Suniti Bala Devi, L., & Gynashwari Devi, T. (2018). Milk composition and factors affecting it in dairy Buffaloes: A review. ~ 340 ~ Journal of Entomology and Zoology Studies, 6(3).
- Brescia, M. A., Monfreda, M., Buccolieri, A., & Carrino, C. (2005). Characterisation of the geographical origin of buffalo milk and mozzarella cheese by means of analytical and spectroscopic determinations. Food Chemistry, 89(1), 139-147. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2004.02.016>
- Bu, T., Zheng, J., Liu, L., Li, S., & Wu, J. (2021). Milk proteins and their derived peptides on bone health: Biological functions, mechanisms, and prospects. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 20(2), 2234-2262. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12707>
- Burgess, W. H., & Maciag, T. (1989). The heparin-binding (fibroblast) growth factor family of proteins. Annual review of biochemistry, 58(1), 575-602. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.BI.58.070189.003043>
- Carpenter, G., & Cohen, S. (1979). Epidermal Growth Factor. Annual Review of Biochemistry, 48(Volume 48, 1979), 193-216. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.BI.48.070179.001205>
- Chakraborty, P., Singh, T., Shivhare, U. S., & Basu, S. (2021). Understanding the effect of milk composition and milking season on quality characteristics of chhana. Journal of Texture Studies, 52(1), 45-56. <https://doi.org/10.1111/JTXS.12558>
- Chen, C.-H., Poucher, S., Lu, J., & Henry, P. (2004). Fibroblast growth factor 2: from laboratory evidence to clinical application. Current vascular pharmacology, 2(1), 33-43. <https://doi.org/10.2174/1570161043476500>
- Clemmons, D. R., Smith-Banks, A., & Underwood, L. E. (1992). Reversal of diet-induced catabolism by infusion of recombinant insulin-like growth factor-I in humans. The Journal of clinical endocrinology and metabolism, 75(1), 234-238. <https://doi.org/10.1210/JCEM.75.1.1619015>
- Colarow, L., Turini, M., Teneberg, S., & Berger, A. (2003). Characterization and biological activity of gangliosides in buffalo milk. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids, 1631(1), 94-106. [https://doi.org/10.1016/S1388-1981\(02\)00360-8](https://doi.org/10.1016/S1388-1981(02)00360-8)
- Collier, R. J., McGrath, M. F., Byatt, J. C., & Zurfluh, L. L. (1993). Regulation of bovine mammary growth by peptide hormones: involvement of receptors, growth factors and binding proteins. Livestock Production Science, 35(1-2), 21-33. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(93\)90179-L](https://doi.org/10.1016/0301-6226(93)90179-L)
- Cox, D. A., & Bürk, R. R. (1991). Isolation and characterisation of milk growth factor, a transforming-growth-factor-beta 2-related polypeptide, from bovine milk. European journal of biochemistry, 197(2), 353-358. <https://doi.org/10.1111/J.1432-1033.1991.TB15918.X>
- Daopin, S., Piez, K. A., Ogawa, Y., & Davies, D. R. (1992). Crystal structure of transforming growth factor-beta 2: an unusual fold for the superfamily. Science (New York, N.Y.), 257(5068), 369-373. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1631557>
- De Matteis, G., Grandoni, F., Zampieri, M., Reale, A., & Scatà, M. C. (2021). New Insights into the Significance of PARP-1 Activation: Flow Cytometric Detection of Poly(ADP-

- Ribose) as a Marker of Bovine Intramammary Infection. *Cells*, 10(3), 599. <https://doi.org/10.3390/CELLS10030599>
- Dehnhard, M., Claus, R., Munz, O., & Weiler, U. (2000). Course of epidermal growth factor (EGF) and insulin-like growth factor I (IGF-I) in mammary secretions of the goat during end-pregnancy and early lactation. *Journal of veterinary medicine. A, Physiology, pathology, clinical medicine*, 47(9), 533-540. <https://doi.org/10.1046/J.1439-0442.2000.00315.X>
- Dhillon, A. S., Hagan, S., Rath, O., & Kolch, W. (2007). MAP kinase signalling pathways in cancer. *Oncogene* 2007 26:22, 26(22), 3279-3290. <https://doi.org/10.1038/sj.onc.1210421>
- D'Onofrio, N., Balestrieri, A., Neglia, G., Monaco, A., Tatullo, M., Casale, R., Limone, A., Balestrieri, M. L., & Campanile, G. (2019). Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Buffalo Milk Î-Valerobetaine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(6), 1702-1710. https://doi.org/10.1021/ACS.JAFC.8B07166/SUPPL_FILE/JF8B07166_SI_001.PDF
- Dvorak, B. (2010). Milk epidermal growth factor and gut protection. *The Journal of pediatrics*, 156(2 Suppl). <https://doi.org/10.1016/J.JPEDI.2009.11.018>
- Farrell, H. M., Jimenez-Flores, R., Bleck, G. T., Brown, E. M., Butler, J. E., Creamer, L. K., Hicks, C. L., Hollar, C. M., Ng-Kwai-Hang, K. F., & Swaisgood, H. E. (2004). Nomenclature of the Proteins of Cows' Milk—Sixth Revision. *Journal of Dairy Science*, 87(6), 1641-1674. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(04\)73319-6](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(04)73319-6)
- Fell, J. M. E., Paintin, M., Arnaud-Battandieri, F., Beattie, R. M., Hollis, A., Kitching, P., Donnet-Hughes, A., MacDonald, T. T., & Walker-Smith, J. A. (2000). Mucosal healing and a fall in mucosal pro-inflammatory cytokine mRNA induced by a specific oral polymeric diet in paediatric Crohn's disease. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 14(3), 281-289. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2036.2000.00707.X>
- Fell, J. M., Paintin, M., Donnet-Hughes, A., Arnaud-Battandier, F., MacDonald, T. T., & Walker-Smith, J. A. (1999). Remission induced by a new specific oral polymeric diet in children with Crohn's disease. *Nestle Nutrition workshop series. Clinical & performance programme*, 2. <https://doi.org/10.1159/000061787>
- Fiedler, J., Brill, C., Blum, W. F., & Brenner, R. E. (2006). IGF-I and IGF-II stimulate directed cell migration of bone-marrow-derived human mesenchymal progenitor cells. *Biochemical and biophysical research communications*, 345(3), 1177-1183. <https://doi.org/10.1016/J.BBRC.2006.05.034>
- Francis, G. L., Regester, G. O., Webb, H. A., & Ballard, F. J. (1995). Extraction from cheese whey by cation-exchange chromatography of factors that stimulate the growth of mammalian cells. *Journal of dairy science*, 78(6), 1209-1218. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(95\)76740-6](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(95)76740-6)
- Franke, T. F. (2008). PI3K/Akt: getting it right matters. *Oncogene* 2008 27:50, 27(50), 6473-6488. <https://doi.org/10.1038/onc.2008.313>
- Freychet, P., Roth, J., & Neville, D. M. (1971). Insulin receptors in the liver: specific binding of (125I) insulin to the plasma membrane and its relation to insulin bioactivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 68(8), 1833-1837. <https://doi.org/10.1073/PNAS.68.8.1833>
- Garrett, T. P. J., McKern, N. M., Lou, M., Elleman, T. C., Adams, T. E., Lovrecz, G. O., Zhu, H. J., Walker, F., Frenkel, M. J., Hoyne, P. A., Jorissen, R. N., Nice, E. C., Burgess, A. W., & Ward, C. W. (2002). Crystal Structure of a Truncated Epidermal Growth Factor Receptor Extracellular Domain Bound to Transforming Growth Factor α . *Cell*, 110(6), 763-773. [https://doi.org/10.1016/S0092-8674\(02\)00940-6](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(02)00940-6)
- Gauthier, S. F., Pouliot, Y., & Maubois, J.-L. (2006). Growth factors from bovine milk and colostrum: composition, extraction and biological activities. *Lait*, 86, 99-125. <https://doi.org/10.1051/lait:2005048>

- Goldenring, J. R., Tsunoda, Y., Stoch, S. A., Coffey, R. J., & Modlin, I. M. (1993). Transforming growth factor-alpha (TGF alpha) inhibition of parietal cell secretion: structural requirements for activity. *Regulatory peptides*, 43(1-2), 37-47. [https://doi.org/10.1016/0167-0115\(93\)90405-W](https://doi.org/10.1016/0167-0115(93)90405-W)
- Grosvenor, C. E., Picciano, M. F., & Baumrucker, C. R. (1993). Hormones and growth factors in milk. *Endocrine reviews*, 14(6), 710-728. <https://doi.org/10.1210/EDRV-14-6-710>
- Guglietta, A., Lesch, C. A., Romano, M., McClure, R. W., & Coffey, R. J. (1994). Effect of transforming growth factor- α on gastric acid secretion in rats and monkeys. *Digestive Diseases and Sciences*, 39(1), 177-182. <https://doi.org/10.1007/BF02090079>
- Guler, H. P., Schmid, C., Zapf, J., & Froesch, E. R. (1989). Effects of recombinant insulin-like growth factor I on insulin secretion and renal function in normal human subjects. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 86(8), 2868-2872. <https://doi.org/10.1073/PNAS.86.8.2868>
- Guler, H.-P., Zapf, J., & Froesch, E. R. (1987). Short-term metabolic effects of recombinant human insulin-like growth factor I in healthy adults. *The New England journal of medicine*, 317(3), 137-140. <https://doi.org/10.1056/NEJM198707163170303>
- Gürler, H. (2012). The Importance Of Buffalo Milk And Mastitis In Buffaloes (A review). *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 52(2), 47-52. <https://dergipark.org.tr/en/pub/lahaed/issue/39453/465308>
- Gürler, Z., Kuyucuoğlu, Y., & Pamuk, Ş. (2013). African Journal of Microbiology Research Chemical and microbiological quality of Anatolian Buffalo milk. 7(16), 1512-1517. <https://doi.org/10.5897/AJMR12.1014>
- Han, B. Z., Meng, Y., Li, M., Yang, Y. X., Ren, F. Z., Zeng, Q. K., & Robert Nout, M. J. (2007). A survey on the microbiological and chemical composition of buffalo milk in China. *Food Control*, 18(6), 742-746. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2006.03.011>
- Han Gang, D. Q., Gang, H., & Qingbo, D. (1994). A STUDY ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF CHINESE BUFFALO MILK. *Journal of South China Agricultural University*, 1994, Vol. , Issue 4, Pages: 92-97, 4, 92-97. <https://journal.scau.edu.cn/en/article/id/199404130>
- Hård, A. L., Nilsson, A. K., Lund, A. M., Hansen-Pupp, I., Smith, L. E. H., & Hellström, A. (2019). Review shows that donor milk does not promote the growth and development of preterm infants as well as maternal milk. *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*, 108(6), 998-1007. <https://doi.org/10.1111/APA.14702>
- Heldin, C. H. (2013). Targeting the PDGF signaling pathway in tumor treatment. *Cell Communication and Signaling*, 11(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/1478-811X-11-97/FIGURES/2>
- Heldin, C. H., & Westermark, B. (1999). Mechanism of action and in vivo role of platelet-derived growth factor. *Physiological reviews*, 79(4), 1283-1316. <https://doi.org/10.1152/PHYSREV.1999.79.4.1283>
- Hinck, A. P., Archer, S. J., Qian, S. W., Roberts, A. B., Sporn, M. B., Weatherbee, J. A., Tsang, M. L. S., Lucas, R., Zhang, B. L., Wenker, J., & Torchia, D. A. (1996). Transforming growth factor beta 1: three-dimensional structure in solution and comparison with the X-ray structure of transforming growth factor beta 2. *Biochemistry*, 35(26), 8517-8534. <https://doi.org/10.1021/BI9604946>
- Hironaka, T., Ohishi, H., & Masaki, T. (1997). Identification and partial purification of a basic fibroblast growth factor-like growth factor derived from bovine colostrum. *Journal of dairy science*, 80(3), 488-495. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(97\)75961-7](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(97)75961-7)
- Hirschberg, R., Brunori, G., Kopple, J. D., & Guler, H. P. (1993). Effects of insulin-like growth factor I on renal function in normal men. *Kidney international*, 43(2), 387-397. <https://doi.org/10.1038/KI.1993.57>

- Hovey, R. C., Harris, J., Hadsell, D. L., Lee, A. V., Ormandy, C. J., & Vonderhaar, B. K. (2003). Local insulin-like growth factor-II mediates prolactin-induced mammary gland development. *Molecular endocrinology* (Baltimore, Md.), 17(3), 460-471. <https://doi.org/10.1210/ME.2002-0214>
- Jacobi, N., Seeboeck, R., Hofmann, E., & Eger, A. (2017). ErbB Family Signalling: A Paradigm for Oncogene Addiction and Personalized Oncology. *Cancers* 2017, Vol. 9, Page 33, 9(4), 33. <https://doi.org/10.3390/CANCERS9040033>
- Janssen, J. A. M. J. L. (2020). New Insights from IGF-IR Stimulating Activity Analyses: Pathological Considerations. *Cells* 2020, Vol. 9, Page 862, 9(4), 862. <https://doi.org/10.3390/CELLS9040862>
- Jansson, L., Karlson, F. A., & Westermark, B. (1985). Mitogenic activity and epidermal growth factor content in human milk. *Acta paediatrica Scandinavica*, 74(2), 250-253. <https://doi.org/10.1111/J.1651-2227.1985.TB10959.X>
- Jin, Y., Cox, D. A., Knecht, R., Raschdorf, F., & Cerletti, N. (1991). Separation, purification, and sequence identification of TGF-beta 1 and TGF-beta 2 from bovine milk. *Journal of protein chemistry*, 10(5), 565-575. <https://doi.org/10.1007/BF01025484>
- Jones, J. I., & Clemmons, D. R. (1995). Insulin-like growth factors and their binding proteins: biological actions. *Endocrine reviews*, 16(1), 3-34. <https://doi.org/10.1210/EDRV-16-1-3>
- Kavran, J. M., McCabe, J. M., Byrne, P. O., Connacher, M. K., Wang, Z., Ramek, A., Sarabipour, S., Shan, Y., Shaw, D. E., Hristova, K., Cole, P. A., & Leahy, D. J. (2014). How IGF-1 activates its receptor. *eLife*, 3. <https://doi.org/10.7554/ELIFE.03772>
- Khan, S., Qureshi, M. S., Ahmad, N., Amjed, M., Durrani, F. R., & Younas, M. (2008). Effect of pregnancy on lactation milk value in dairy buffaloes. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21(4), 523-531. <https://doi.org/10.5713/AJAS.2008.70349>
- Kishikawa, Y., Watanabe, T., Watanabe, T., & Kubo, S. (1996). Purification and characterization of cell growth factor in bovine colostrum. *The Journal of veterinary medical science*, 58(1), 47-53. <https://doi.org/10.1292/JVMS.58.47>
- Klagsbrun, M. (1980). Bovine colostrum supports the serum-free proliferation of epithelial cells but not of fibroblasts in long-term culture. *The Journal of cell biology*, 84(3), 808-814. <https://doi.org/10.1083/JCB.84.3.808>
- Kling, P. J., Sullivan, T. M., Roberts, R. A., Philipps, A. F., & Koldovský, O. (1998). Human milk as a potential enteral source of erythropoietin. *Pediatric research*, 43(2), 216-221. <https://doi.org/10.1203/00006450-199802000-00010>
- Larochelle, W. J., Jeffers, M., McDonald, W. F., Chillakuru, R. A., Giese, N. A., Lokker, N. A., Sullivan, C., Boldog, F. L., Yang, M., Vernet, C., Burgess, C. E., Fernandes, E., Deegler, L. L., Rittman, B., Shimkets, J., Shimkets, R. A., Rothberg, J. M., & Lichenstein, H. S. (2001). PDGF-D, a new protease-activated growth factor. *Nature cell biology*, 3(5), 517-521. <https://doi.org/10.1038/35074593>
- Leask, A., & Abraham, D. J. (2004). TGF- β signaling and the fibrotic response. *The FASEB Journal*, 18(7), 816-827. <https://doi.org/10.1096/FJ.03-1273REV>
- Li, X., Pontén, A., Aase, K., Karlsson, L., Abramsson, A., Uutela, M., Bäckström, G., Hellström, M., Boström, H., Li, H., Soriano, P., Betsholtz, C., Heldin, C. H., Alitalo, K., Östman, A., & Eriksson, U. (2000). PDGF-C is a new protease-activated ligand for the PDGF alpha-receptor. *Nature cell biology*, 2(5), 302-307. <https://doi.org/10.1038/35010579>
- Li, Z., Lu, S., Cui, K., Shafique, L., Rehman, S. U., Luo, C., Wang, Z., Ruan, J., Qian, Q., & Liu, Q. (2020). Fatty acid biosynthesis and transcriptional regulation of Stearoyl-CoA Desaturase 1 (SCD1) in buffalo milk. *BMC genetics*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/S12863-020-0829-6>
- Lionetti, P., Callegari, M. L., Ferrari, S., Cavicchi, M. C., Pozzi, E., De Martino, M., & Morelli, L. (2005). Enteral nutrition and microflora in pediatric Crohn's disease. *JPEN*.

- Journal of parenteral and enteral nutrition, 29(4 Suppl), S173-S178. <https://doi.org/10.1177/01486071050290S4S173>
- Liu, B. A., Engelmann, B. W., Jablonowski, K., Higginbotham, K., Stergachis, A. B., & Nash, P. D. (2012). SRC Homology 2 Domain Binding Sites in Insulin, IGF-1 and FGF receptor mediated signaling networks reveal an extensive potential interactome. *Cell Communication and Signaling*, 10(1), 1-23. <https://doi.org/10.1186/1478-811X-10-27/FIGURES/5>
- Massague, J. (1990). The transforming growth factor-beta family. *Annual review of cell biology*, 6, 597-641. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.CB.06.110190.003121>
- Massagué, J. (1998). TGF-beta signal transduction. *Annual review of biochemistry*, 67, 753-791. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.BIOCHEM.67.1.753>
- Massagué, J. (2012). TGF β signalling in context. *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 2012 13:10, 13(10), 616-630. <https://doi.org/10.1038/nrm3434>
- Massagué, J., & Sheppard, D. (2023). TGF- β signaling in health and disease. *Cell*, 186(19), 4007-4037. <https://doi.org/10.1016/J.CELL.2023.07.036>
- Miell, J. P., Taylor, A. M., Jones, J., Buchanan, C. R., Rennie, J., Sherwood, R., Leicester, R., & Ross, R. J. M. (1992). Administration of human recombinant insulin-like growth factor-I to patients following major gastrointestinal surgery. *Clinical endocrinology*, 37(6), 542-551. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2265.1992.TB01486.X>
- Morali, O. G., Jouneau, A., McLaughlin, K. J., Thiery, J. P., & Larue, L. (2000). IGF-II promotes mesoderm formation. *Developmental biology*, 227(1), 133-145. <https://doi.org/10.1006/DBIO.2000.9875>
- Okuyama, H., Urao, M., Lee, D., Drongowski, R. A., & Coran, A. G. (1998). The effect of epidermal growth factor on bacterial translocation in newborn rabbits. *Journal of pediatric surgery*, 33(2), 225-228. [https://doi.org/10.1016/S0022-3468\(98\)90436-5](https://doi.org/10.1016/S0022-3468(98)90436-5)
- Ornitz, D. M., Yayon, A., Flanagan, J. G., Svahn, C. M., Levi, E., & Leder, P. (1992). Heparin is required for cell-free binding of basic fibroblast growth factor to a soluble receptor and for mitogenesis in whole cells. *Molecular and cellular biology*, 12(1), 240-247. <https://doi.org/10.1128/MCB.12.1.240-247.1992>
- Oz, H. S., Ray, M., Chen, T. S., McClain, C. J., & McClain, C. J. (2004). Efficacy of a transforming growth factor beta 2 containing nutritional support formula in a murine model of inflammatory bowel disease. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(3), 220-226. <https://doi.org/10.1080/07315724.2004.10719364>
- Pakkanen, R., & Aalto, J. (1997). Growth factors and antimicrobial factors of bovine colostrum. *International Dairy Journal*, 7(5), 285-297. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(97\)00022-8](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(97)00022-8)
- Piecewicz, S. M., Pandey, A., Roy, B., Xiang, S., Zetter, B. R., & Sengupta, S. (2012). Insulin-like growth factors promote vasculogenesis in embryonic stem cells. *PloS one*, 7(2). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0032191>
- Plath-Gabler, A., Gabler, C., Sinowatz, F., Berisha, B., & Schams, D. (2001). The expression of the IGF family and GH receptor in the bovine mammary gland. *The Journal of endocrinology*, 168(1), 39-48. <https://doi.org/10.1677/JOE.0.1680039>
- Playford, R. J., Macdonald, C. E., & Johnson, W. S. (2000). Colostrum and milk-derived peptide growth factors for the treatment of gastrointestinal disorders. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(1), 5-14. <https://doi.org/10.1093/AJCN/72.1.5>
- Raj, A., Kulangara, V., Vareed, T. P., Melepat, D. P., Chattothayil, L., & Chullipparambil, S. (2021). Variations in the levels of acute-phase proteins and lactoferrin in serum and milk during bovine subclinical mastitis. *Journal of Dairy Research*, 88(3), 321-325. <https://doi.org/10.1017/S002202992100056X>

- Read, L. C., Francis, G. L., Ballard, F. J., Upton, F. M., Wallace, J. C., & Dahlenberg, G. W. (1984). Changes in the growth-promoting activity of human milk during lactation. *Pediatric research*, 18(2), 133-139. <https://doi.org/10.1203/00006450-198402000-00004>
- Rogers, M. L., Goddard, C., Regester, G. O., Ballard, F. J., & Belford, D. A. (1996). Transforming growth factor beta in bovine milk: concentration, stability and molecular mass forms. *The Journal of endocrinology*, 151(1), 77-86. <https://doi.org/10.1677/JOE.0.1510077>
- Ron, M., Israeli, G., Seroussi, E., Weller, J. I., Gregg, J. P., Shani, M., & Medrano, J. F. (2007). Combining mouse mammary gland gene expression and comparative mapping for the identification of candidate genes for QTL of milk production traits in cattle. *BMC genomics*, 8. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-8-183>
- Sadek, K., Saleh, E., & Ayoub, M. (2017). Selective, reliable blood and milk bio-markers for diagnosing clinical and subclinical bovine mastitis. *Tropical Animal Health and Production*, 49(2), 431-437. <https://doi.org/10.1007/S11250-016-1190-7/FIGURES/2>
- Saharinen, J., Hyytiäinen, M., Taipale, J., & Keski-Oja, J. (1999). Latent transforming growth factor- β binding proteins (LTBPs) - Structural extracellular matrix proteins for targeting TGF- β action. *Cytokine and Growth Factor Reviews*, 10(2), 99-117. [https://doi.org/10.1016/S1359-6101\(99\)00010-6](https://doi.org/10.1016/S1359-6101(99)00010-6)
- Sariözkan, S. (2011). Türkiye’de Manda Yetiştiriciliği’nin Önemi. *Kafkas Univ Vet Fak Derg REVIEW*, 17(1), 163-166.
- Sarwar, M., Khan, M., Mahr-un-Nisa, M., & Iqbal, Z. (2002). Dairy industry in Pakistan: a scenario. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20023183331>
- Seno, M., Tada, H., Kosaka, M., Sasada, R., Igarash, K., Shing, Y., Folkman, J., Ueda, M., & Yamada, H. (1996). Human betacellulin, a member of the EGF family dominantly expressed in pancreas and small intestine, is fully active in a monomeric form. *Growth factors (Chur, Switzerland)*, 13(3-4), 181-191. <https://doi.org/10.3109/08977199609003220>
- Sheffield, L. G. (1997). Mastitis increases growth factor messenger ribonucleic acid in bovine mammary glands. *Journal of dairy science*, 80(9), 2020-2024. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(97\)76146-0](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(97)76146-0)
- Shimizu, M., Uryu, N., & Yamauchi, K. (1981). Presence of Heparan Sulfate in the Fat Globule Membrane of Bovine and Human Milk. *BioL Chem*, 45(3), 741-745.
- Shing, Y. W., & Klagsbrun, M. (1984). Human and bovine milk contain different sets of growth factors. *Endocrinology*, 115(1), 273-282. <https://doi.org/10.1210/ENDO-115-1-273>
- Simões da Silva, T. M., Piazzentin, A. C. M., Mendonça, C. M. N., Converti, A., Bogsan, C. S. B., Mora, D., & de Souza Oliveira, R. P. (2020). Buffalo milk increases viability and resistance of probiotic bacteria in dairy beverages under in vitro simulated gastrointestinal conditions. *Journal of Dairy Science*, 103(9), 7890-7897. <https://doi.org/10.3168/JDS.2019-18078>
- Sindhu, J. S., & Arora, S. (2011). Milk: Buffalo Milk. *Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition*, 503-511. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00316-2>
- Spicer, L. J., & Aad, P. Y. (2007). Insulin-like growth factor (IGF) 2 stimulates steroidogenesis and mitosis of bovine granulosa cells through the IGF1 receptor: role of follicle-stimulating hormone and IGF2 receptor. *Biology of reproduction*, 77(1), 18-27. <https://doi.org/10.1095/BIOLREPROD.106.058230>
- Suh, D. Y., Hunt, T. K., & Spencer, E. M. (1992). Insulin-like growth factor-I reverses the impairment of wound healing induced by corticosteroids in rats. *Endocrinology*, 131(5), 2399-2403. <https://doi.org/10.1210/ENDO.131.5.1425438>
- Şahin, A., & Ulutaş, Z. (2014). Anadolu Mandalarının Değişik Metotlara Göre Tahmin Edilen Süt Verimleri Üzerine Bazı Çevresel Faktörlerin Etkilerinin Belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(1), 79-85. <https://doi.org/10.9775/KVFD.2013.9457>

- Şahin, G. (2016). Türkiye Zirai Hayatında Manda (*Bubalus bubalis*) Yetiştiriciliği ve Manda Ürünlerinin Değerlendirilmesi. *Coğrafya Dergisi*, 31, 14-40. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iucografya/issue/25076/264658>
- Şahsi canan. (2020). Dondurularak depolanmış keçi, koyun ve manda sütlerinden yoğurt üretimi ve üretilen yoğurtların özellikleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ. <https://acikerisim.nku.edu.tr/xmlui/handle/20.500.11776/4129>
- TGK, 2019. Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği (2019/12). 27.02.2019 Tarihli ve 30699 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Thompson, L. D., Pantoliano, M. W., & Springer, B. A. (1994). Energetic characterization of the basic fibroblast growth factor-heparin interaction: identification of the heparin binding domain. *Biochemistry*, 33(13), 3831-3840. <https://doi.org/10.1021/BI00179A006>
- Tripaldi, C., Palocci, G., Miarelli, M., Catta, M., Orlandini, S., Amatiste, S., Di Bernardini, R., & Catillo, G. (2010). Effects of mastitis on buffalo milk quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(10), 1319-1324. <https://doi.org/10.5713/AJAS.2010.90618>
- Van Der Woning, S. P., Van Rotterdam, W., Nabuurs, S. B., Venselaar, H., Jacobs-Oomen, S., Wingens, M., Vriend, G., Stortelers, C., & Van Zoelen, E. J. J. (2006). Negative constraints underlie the ErbB specificity of epidermal growth factor-like ligands. *Journal of Biological Chemistry*, 281(52), 40033-40040. <https://doi.org/10.1074/jbc.M603168200>
- Van Nieuwenhove, C. P., Oliszewski, R., González, S. N., & Pérez Chaia, A. B. (2007). Conjugated linoleic acid conversion by dairy bacteria cultured in MRS broth and buffalo milk. *Letters in Applied Microbiology*, 44(5), 467-474. <https://doi.org/10.1111/J.1472-765X.2007.02135.X>
- Wang, C. H. A. O., Li, X., Dang, H., Liu, P. I. N. G., Zhang, B. O., & Xu, F. E. N. G. (2019). Insulin-like growth factor 2 regulates the proliferation and differentiation of rat adipose-derived stromal cells via IGF-1R and IR. *Cytherapy*, 21(6), 619-630. <https://doi.org/10.1016/J.JCYT.2018.11.010>
- Weber, A., Trapasso, F., Graecia" Of Catanzaro, M., Notohara, K., Piersma, B., Bank, R. A., & Boersema, M. (2015). Signaling in fibrosis: TGF- β , wNT, and YAP/TAZ converge. *Article*, 2, 1. <https://doi.org/10.3389/fmed.2015.00059>
- Wilson, E. M., & Rotwein, P. (2006). Control of MyoD function during initiation of muscle differentiation by an autocrine signaling pathway activated by insulin-like growth factor-II. *The Journal of biological chemistry*, 281(40), 29962-29971. <https://doi.org/10.1074/JBC.M605445200>
- Yalçintaş, Y. M., Duman, H., López, J. M. M., Portocarrero, A. C. M., Lombardo, M., Khallouki, F., Koch, W., Bordiga, M., El-Seedi, H., Raposo, A., Alves, J. L. de B., & Karav, S. (2024). Revealing the Potency of Growth Factors in Bovine Colostrum. *Nutrients* 2024, Vol. 16, Page 2359, 16(14), 2359. <https://doi.org/10.3390/NU16142359>
- Ying, H. Z., Chen, Q., Zhang, W. Y., Zhang, H. H., Ma, Y., Zhang, S. Z., Fang, J., & Yu, C. H. (2017). PDGF signaling pathway in hepatic fibrosis pathogenesis and therapeutics (Review). *Molecular medicine reports*, 16(6), 7879-7889. <https://doi.org/10.3892/MMR.2017.7641>
- Zedan, I. A. ;, Abou-Shaloue, Z., & Zaky, S. M. (2014). Quality Evaluation of Mozzarella Cheese from Different Milk Types. *Alexandria Science Exchange Journal*, 35(JULY-SEPTEMBER), 162-177. <https://doi.org/10.21608/ASEJAIQJSAE.2014.2591>
- Zicarelli, L. (2007). Can we consider buffalo a non precocious and hypofertile species? *Italian Journal of Animal Science*, 6(SUPPL. 2), 143-154. <https://doi.org/10.4081/IJAS.2007.S2.143>
- Zilberberg, L., Todorovic, V., Dabovic, B., Horiguchi, M., Couroussé, T., Sakai, L. Y., & Rifkin, D. B. (2012). Specificity of latent TGF- β binding protein (LTBP) incorporation into matrix: Role of fibrillins and fibronectin. *Journal of Cellular Physiology*, 227(12), 3828-3836. <https://doi.org/10.1002/JCP.2409>

IMPROVING FOAM PROPERTIES OF SOY PROTEIN ISOLATE: TAGUCHI-DEAR HYBRID OPTIMIZATION

Mehmet GÜLDANE

Program of Laboratory Technology, Pamukova Vocational School, Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya, Turkey

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-7321-0496>

ABSTRACT

In this study, it was aimed to improve the foaming properties of soy protein isolate foams. For this purpose, sonication time (5, 15, 25 min), gum concentration (0.5, 1.0, 1.5%) and temperature (15, 30, 45 min) were selected as process variables. The experiments were conducted according to Taguchi L₉ experimental matrix with 3 factors and 3 levels. The effects of process variables on density and foam stability responses were investigated by Taguchi optimization method. According to the results obtained, the optimal levels of sonication time, gum concentration and temperature parameters for density and foam stability were determined as 25 min, 0.5%, 60 °C and 15 min, 1.5%, 60 °C, respectively. However, since there were different optimization conditions for the responses, Data Envelopment Analysis Based Ranking (DEAR) method was used for multiple response optimization. The results showed that the parameter levels of 15 min sonication time, 1.5% gum concentration and 30 °C temperature were the optimal levels for both density and foam stability. Moreover, the effect of the sonication time variable on the optimization process was found to be higher than the other parameters. The Taguchi-DEAR hybrid optimization method was successfully used to improve the soy protein isolate foam system.

Keywords: Taguchi, DEAR, optimization, soy protein isolate, sonication

INTRODUCTION

Foam is a thermodynamically unstable system consisting of a continuous liquid phase and a discontinuous air phase. In the food industry, foam properties are improved by reducing the air-liquid interfacial tension through the use of small molecular weight surfactants (monoglycerides, saponins, etc.) and large molecular weight proteins. In practice, the use of egg white proteins and milk proteins is quite common. However, there is a need for alternative natural foaming agents due to factors such as commercial concerns and nutritional quality (Güldane, 2023). Soy protein isolate can be used as an alternative vegetable protein in foaming. However, the effect of soy protein isolate with limited flexibility on foamability and foam stability is limited. Heat treatment and enzymatic treatment were performed to improve the foaming properties of soy protein isolate (Liang et al., 2020). Güldane (2023) used soy protein isolate to improve the foaming properties of whey protein isolate from milk proteins. In the study, it was determined that the foam stability of WPI was increased with the addition of SPI at 50% level.

Taguchi method is one of the optimization techniques that can reduce the number of experiments, improve product quality and identify design solutions. This method is generally employed in single response optimization. However, the DEAR method integrated with the Taguchi technique can transform multiple response problems into a single response (Phan & Muthuramalingam, 2021). The aim of this study was to investigate the effect of sonication time, gum concentration and temperature variables on the foamability and foam stability

properties of soy protein-based foams. It was also aimed to determine the optimal conditions for both responses using Taguchi and DEAR hybrid optimization techniques.

MATERIAL AND METHOD

Foam production

In this study, model foams were obtained by whipping soy protein isolate foaming liquids containing different ratios of pectin after sonication at different temperatures. For this purpose, different levels of pectin (0.5, 1.0, 1.5 (w/v)) were added to 200 ml of soy protein isolate (10% w(v)) and mixed at 200 rpm for 2 hours at room temperature with a magnetic stirrer. The resulting solutions were subjected to sonication (Creworks, PS-30A, China) at a constant frequency of 40kHz for different durations (5, 15, 25 min) and temperatures (30, 45, 60 °C). Afterwards, the mixture was whipped with a mechanical mixer (Kenwood KM 070, UK) at 158 rpm for 10 minutes. After beating, samples were taken from different parts of the mixer bowl without waiting and the density value was determined. Foam was transferred to measuring cups at constant volume and foam stability values were determined.

Analysis

Density

A measuring cup of a certain volume was used to determine the density values of the foam samples. Density (den) was determined according to Eq. (8) below.

$$\text{Density} \left(\frac{\text{g}}{\text{ml}} \right) = \frac{m_{\text{foam}}}{V_{\text{foam}}} \quad (8)$$

Foam stability

Foam stability of foam samples was determined according to the method proposed by Güldane (2023).

Experimental design

Taguchi L9 orthogonal design with three factors and three levels was selected to determine the effect of process variables on soy protein isolate and pectin interactions (Table 1). Sonication time (5, 15, 25 min), gum concentration (0.5%, 1.0, 1.5%) and temperature (30, 45, 60 °C) were determined as process variables (Table 2).

Table 1. Taguchi L₉ experimental design, test results and SNR values

Run	Factors and Levels			Responses			
	A	B	C	Density (g/ml)		Foam stability (min)	
				Mean	S/N	Mean	S/N
1	5	0,5	30	0,92	0,720	25,5	28,131
2	5	1	45	0,873	1,175	28,5	29,097
3	5	1,5	60	0,86	1,310	31,5	29,966
4	15	0,5	45	0,714	2,923	40,5	32,149
5	15	1	60	0,695	3,165	43	32,669
6	15	1,5	30	0,768	2,293	45,5	33,160
7	25	0,5	60	0,642	3,844	35,5	31,005
8	25	1	30	0,703	3,064	36,5	31,246
9	25	1,5	45	0,663	3,564	39,5	31,932

Table 2. Process parameters and levels.

Symbol	A	B	C
Parameter	Sonication time (min)	Gum concentration (%)	Heating (°C)
1	5	0.5	30
2	15	1.0	45
3	25	1.5	60

Taguchi Optimization

Taguchi approach is an optimization method that successfully analyzes the experimental results and converts them into Signal to Noise ratio (SNR). Generally, 3 different characteristics are used in the calculation of SNR. These are; "Larger is Better", "Small is Better" and "Nominal is best". In this study, the characteristic "Small is Better" (Equation 1) was chosen for optimizing the foam density and "Larger is Better" (Equation 2) was chosen for optimizing the foam stability response.

- Smaller is better

$$S/N = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 \right] \quad (1)$$

- Larger is better

$$S/N = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_{ij}^2} \right] \quad (2)$$

This method is very successful in single response optimization. However, it should be used in a hybrid form with genetic algorithms, artificial neural networks, fuzzy logic or multi-criteria response methods to solve a multi-response problem (Güldane, 2023).

Data Envelopment Analysis Based Ranking (DEAR) Technique

In this study, DEAR method, a multi-criteria decision-making method, was preferred for multiple optimization of density and foam stability responses. In this method, the response value of each experimental trial is converted into a weighted ratio. The resulting weighted ratio is converted into a Multi-Response-Performance-Index (MRPI) value used to determine the optimum process parameters (Manoj et al., 2023). The application steps of the DEAR method are as follows:

1. Determining the weight value of the density (den) and foam stability (fs) responses and converting the response value to a weight value using Equations (3) and (4), respectively.

$$w_{den} = \frac{\frac{1}{den}}{\sum \frac{1}{den}} \quad (3)$$

$$W_{FS} = \frac{fs}{\sum fs} \quad (4)$$

2. Multiplying the obtained weight values by the response values to obtain weighted response values using Equations (5) and (6), respectively.

$$D = den * W_{den} \quad (5)$$

$$F = fs * W_{fs} \quad (6)$$

3. Obtaining MRPI values according to Equation (7)

$$MRPI = \frac{F}{D} \quad (7)$$

RESULTS AND DISCUSSION

Effect of Process Parameters on Density

The effect of each parameter level on the density response is shown by the average SNR plot (Figure 1). The effect on the density response for sonication time, gum concentration and temperature are plotted using statistical analysis based MINITAB Software. When Figure 1 is analyzed, it can be seen that the sonication time variable is more effective on the density. The sonication process improved the foamability of proteins by improving protein-pectin interaction. Temperature also has a significant effect on the density variable. It can be stated that the foaming property of soy protein isolate improved due to partial denaturation as the temperature increased. However, a gradual increase in the density value was observed as a result of increasing pectin concentration in the system. This may be attributed to the increase in the viscosity of the medium due to the increase in the polysaccharide content in the environment. In viscous media, the foaming property of proteins decreased. When the graph is analyzed, the optimal parameter levels for obtaining lower density foams were determined as 25 min sonication time, 0.5% gum concentration and 60 °C temperature value ($A_3B_1C_3$).

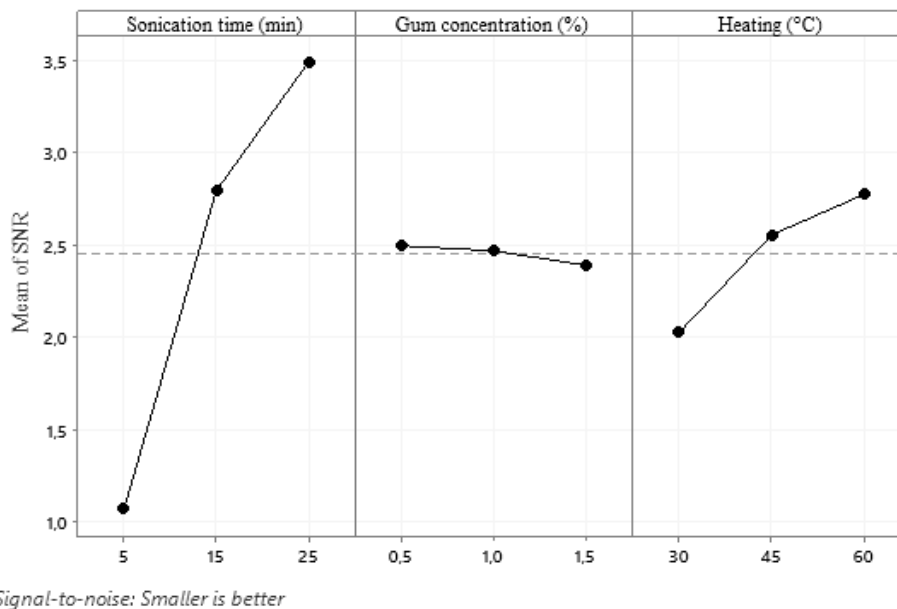
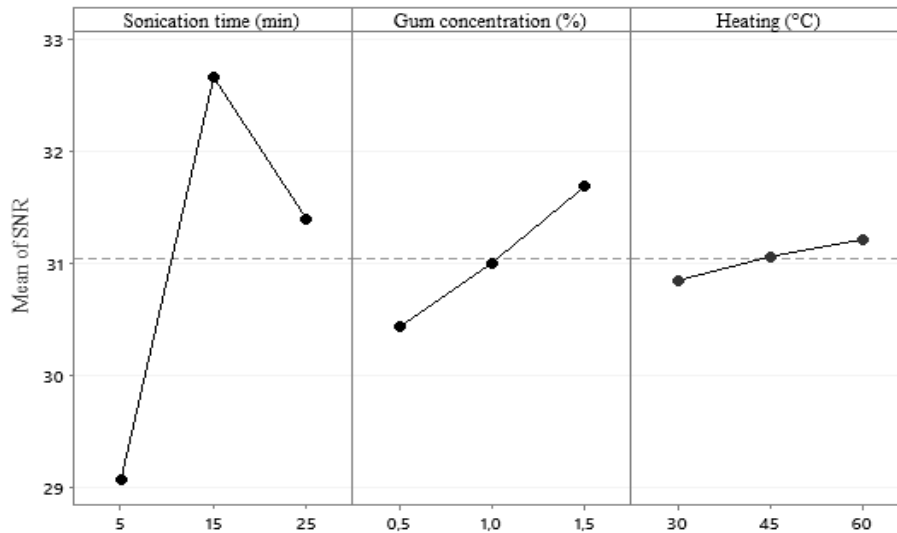


Figure 1. Mean SNR values for density response.

Effect of Process Parameters on Foam stability

The SNR plot of sonication time, gum concentration and temperature on foam stability is shown in Figure 2. Considering the foam stability, sonication time is the most effective parameter. Sonication improves the foam stability in soy protein isolate when applied at a certain level. However, longer sonication time (>15 min) caused negative effects on the foam stability of the proteins. Foam stability was found to improve with increasing pectin content. Polysaccharides improve foam stability by increasing the viscosity of the medium. Heating also promotes soy protein isolate-pectin interactions, probably as a result of increased molecular mobility. Figure 2 shows that sonication time of 15 min, gum concentration of 1.5% and temperature variable of 60 °C can maximize foam stability ($A_2B_3C_3$). It was also reported by Shao et al. (2016) that thermal treatments improved the foam properties of soy protein isolate foams.



Signal-to-noise: Larger is better

Figure 2. Mean SNR values for foam stability response.

ANOVA analysis was performed to determine the statistical effect of the process parameters on the responses. The results are given in Table 3. When the data in the table are analyzed, the effect of sonication time and temperature variables on the foam density response is statistically significant ($p < 0.05$). However, the change in gum concentration levels did not significantly change the density response. Moreover, both sonication time and gum concentration variables had a significant effect on foam stability ($p < 0.05$). The effect of temperature changes during sonication on foam stability results was limited.

Table 3. ANOVA results.

Response	Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Density	A	2	0,074687	0,037344	8972,21	0,000*
	B	2	0,000075	0,000037	8,95	0,100
	C	2	0,006692	0,003346	803,86	0,001*
	Error	2	0,000008	0,000004		
	Total	8	0,081462			
Foam stability	A	2	319,389	159,694	821,29	0,001*
	B	2	37,722	18,861	97,00	0,010*
	C	2	1,056	0,528	2,71	0,269
	Error	2	0,389	0,194		
	Total	8	358,556			

* $p < 0.05$; For Density response, R-sq, R-sq (adj) and R-sq (pred) are 99.99%, 99.96 and 99.79, respectively.

For Foam stability response, R-sq, R-sq (adj) and R-sq (pred) are 99.89%, 99.57 and 97.80, respectively.

To explain the effect of process variables on density (Equation 8) and foam stability (Equation 9) responses in a mathematical way, the following equations were obtained.

$$\text{Density} = 0,759934 + 0,124694 A_5 - 0,034303 A_{15} - 0,090391 A_{25} - 0,000906 B_{0,5} - 0,002983 B_{1,0} + 0,003888 B_{1,5} + 0,037126 C_{30} - 0,009534 C_{45} - 0,027591 C_{60} \quad (8)$$

$$\text{Foam stability} = 36,222 - 7,722 A_5 + 6,778 A_{15} + 0,944 A_{25} - 2,389 B_{0,5} - 0,222 B_{1,0} + 2,611 B_{1,5} - 0,389 C_{30} - 0,056 C_{45} + 0,444 C_{60} \quad (9)$$

DEAR Method

In this study, multiple response optimization was performed by DEAR method in order to improve the foam properties of soy protein isolate foams. First, each experimental result for density and foam stability responses were weighted using Equations 3 and 4. Then, the weighted results were obtained using Equations 4 and 5. Finally, MRPI values were obtained using Equation 6. The weighted results, MRPI values and corresponding SNR values are given in Table 3.

Table 3. Weighting of the experimental results

Run	Weighting		MRPI	SNR
	Density	FS		
1	0.0904	0.0782	0.866	-1.2538
2	0.0952	0.0874	0.918	-0.7427
3	0.0967	0.0966	0.999	-0.0079
4	0.1164	0.1242	1.067	0.5622
5	0.1197	0.1319	1.102	0.8402
6	0.1083	0.1396	1.289	2.2029
7	0.1295	0.1089	0.841	-1.5039
8	0.1184	0.1120	0.946	-0.4820
9	0.1254	0.1212	0.967	-0.2959

The SNR data of the obtained MRPI values were calculated using Equation (2). When the results were plotted with MINITAB, the graph in Figure 3 was obtained. When the graphical data were examined, the process factor levels that optimized both density and foam stability responses simultaneously were determined as 15 min sonication temperature, 1.5% gum concentration and 30 C temperature ($A_2B_3C_1$). The degree of influence of process variables on multiple response optimization was determined as sonication time > gum concentration > temperature.

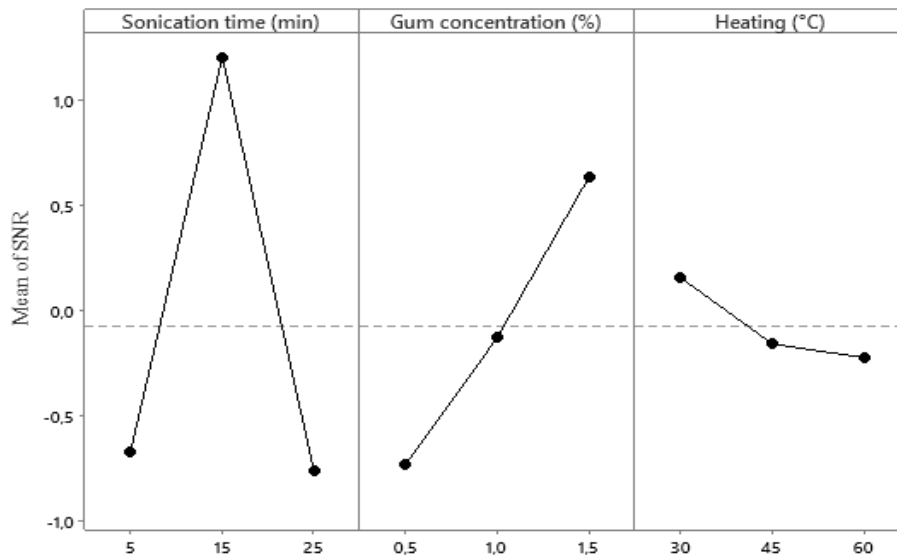


Figure 3. Mean SNR values for MRPI.

CONCLUSION

In this study, the foam properties of soy protein isolate were optimized by Taguchi-DEAR multiple response optimization method using sonication time, gum concentration and temperature as process variables. According to ANOVA data, the effect of sonication temperature and temperature variables on density response, sonication temperature and gum concentration parameters on foam stability were found significant ($p < 0.05$). The increase in sonication time improved the foam properties of proteins, possibly through protein-pectin interaction. The increase in pectin addition contributed to the foam stability by increasing the medium viscosity. The data showed that the Taguchi-DEAR multiple optimization method can be successfully applied to foam-like systems.

REFERENCES

- Güldane, M. (2023). Optimizing foam quality characteristics of model food using Taguchi-based fuzzy logic method. January. <https://doi.org/10.1111/jfpe.14384>
- Liang, G., Chen, W., Qie, X., Zeng, M., Qin, F., He, Z. & Chen, J. (2020). Modification of soy protein isolates using combined pre-heat treatment and controlled enzymatic hydrolysis for improving foaming properties. *Food Hydrocolloids*, 105(February), 105764. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105764>
- Manoj, M., Jinu, G. R. & Kumar, J. S. (2023). Process Optimization of Abrasive Water Jet Machining of Aluminum Hybrid Composite Using Taguchi DEAR Methodology. *International Journal of Metalcasting*, December 2022. <https://doi.org/10.1007/s40962-023-01071-0>
- Phan, N. H. & Muthuramalingam, T. (2021). Multi-criteria Decision-making of Vibration-aided Machining for High Silicon-carbon Tool Steel with Taguchi – topsis Approach. 2771–2783.
- Shao, Y. Y., Lin, K. H. & Kao, Y. J. (2016). Modification of Foaming Properties of Commercial Soy Protein Isolates and Concentrates by Heat Treatments. *Journal of Food Quality*, 39(6), 695–706. <https://doi.org/10.1111/jfq.12241>

METALİK NANOPARTİKÜLLERİN GIDA ENDÜSTRİSİNDE UYGULANMASI

APPLICATION OF METALIC NANOPARTICLES IN FOOD INDUSTRY

Tolunay YÜCEL

Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Amasya,
Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-5008-8934>

Fadime SEYREKOĞLU

Amasya Üniversitesi, Suluova MYO, Gıda İşleme Bölümü, Amasya, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9787-4115>

ÖZET

Metalik nanopartiküller, 1 ila 100 nanometre arasında değişen boyutlarda olan, metallerin atomik veya moleküler yapıdaki formlarıdır ve yüksek yüzey alanları ile özel optik, elektriksel ve antimikrobiyal özelliklere sahiptir. Gıda endüstrisinde, metalik nanopartiküller gıda güvenliği, ambalajlama ve kalite kontrol süreçlerinde devrim niteliğinde yenilikler sunmaktadır. Özellikle gümüş nanopartiküller, geniş spektrumlu antimikrobiyal etkileriyle öne çıkar ve gıda ambalajlarında kullanılarak mikrobiyal bozulmaları engeller. Gümüş nanopartiküller, bakteri hücre zarlarını bozarak mikroorganizma gelişimini durdurur, bu sayede raf ömrünü uzatır ve gıdaların tazeliğini korur. Altın nanopartiküller, biyosensör teknolojilerinde sıklıkla kullanılarak gıdalardaki zararlı patojenlerin ve kimyasal kalıntıların hızlı ve hassas bir şekilde tespit edilmesine olanak sağlar. Altın nanopartiküllerin yüksek iletkenlik ve biyoyumluluk özellikleri, onları bu sensör sistemlerinde ideal bir malzeme haline getirir. Manyetik nanopartiküller ise gıdalardan ağır metaller, toksinler ve diğer zararlı bileşenlerin ayrıştırılmasında önemli bir araç olarak kullanılır. Manyetik özellikleri sayesinde bu nanopartiküller, hedeflenen bileşenleri tutarak ayrıştırılmalarını kolaylaştırır. Ayrıca, kontrollü salınım sistemlerinde metalik nanopartiküller kullanılarak, gıdalara eklenen vitamin, mineral ve diğer biyoaktif maddelerin daha verimli bir şekilde salınımı sağlanmaktadır. Metalik nanopartiküller, gıda güvenliği ve raf ömrü optimizasyonu açısından önemli avantajlar sunarken, gıda üretim süreçlerinde daha sürdürülebilir ve verimli yöntemlerin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Metalik nanopartiküller birçok avantajının yanı sıra dezavantajlar da getirmektedir. Bu teknolojinin en büyük dezavantajlarından biri üretim maliyetleri çok yüksektir. Bu durum geniş çaplı kullanımı etkilemektedir. Bir diğer yönden nanopartiküllerin biyolojik sistemler üzerindeki birikimi ve çevreye olası zararları konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Metalik Nanopartikül, Antimikrobiyal Etki, Gıda.

ABSTRACT

Metallic nanoparticles are atomic or molecular forms of metals ranging in size from 1 to 100 nanometers, known for their high surface area and unique optical, electrical, and antimicrobial properties. In the food industry, metallic nanoparticles offer groundbreaking innovations in food safety, packaging, and quality control processes. Silver nanoparticles, in particular, stand out for their broad-spectrum antimicrobial effects and are used in food packaging to prevent microbial spoilage. These nanoparticles disrupt bacterial cell membranes, halting microbial

growth, thereby extending shelf life and preserving food freshness. Gold nanoparticles are frequently employed in biosensor technologies, allowing for the rapid and precise detection of harmful pathogens and chemical residues in food. Their high conductivity and biocompatibility make gold nanoparticles ideal for use in sensor systems. Magnetic nanoparticles, on the other hand, play a crucial role in the removal of heavy metals, toxins, and other harmful substances from food. Their magnetic properties enable them to capture and isolate targeted compounds efficiently. Additionally, metallic nanoparticles are used in controlled release systems to ensure the efficient delivery of vitamins, minerals, and other bioactive compounds added to food products. By leveraging these technologies, metallic nanoparticles provide significant advantages in optimizing food safety and extending shelf life, contributing to more sustainable and efficient food production processes. Metallic nanoparticles, in addition to their numerous advantages, also bring some disadvantages. One of the biggest drawbacks of this technology is the high production costs, which affect its large-scale use. Furthermore, more research is needed regarding the accumulation of nanoparticles in biological systems and their potential environmental impacts.

Keywords: Metallic Nanoparticles, Antimicrobial Effect, Food.

GİRİŞ

Gıda endüstrisi, dünya çapında artan nüfusun ve gelişen tüketici taleplerinin karşılanabilmesi için sürekli olarak yeni teknolojilere ihtiyaç duymaktadır. Özellikle, taze gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatma, mikrobiyal kontaminasyonu azaltma ve gıda kalitesini iyileştirme gibi hedefler, bu sektörde yapılan yeniliklerin odak noktasıdır. Bu bağlamda, nanoteknoloji son yıllarda gıda bilimi alanında önemli bir gelişme olarak karşımıza çıkmıştır. Özellikle metalik nanopartiküller (MNP'ler), hem gıda güvenliği hem de ürün kalitesi açısından umut verici çözümler sunmaktadır. Metalik nanopartiküller, metal atomlarının nano ölçekte düzenlenmesiyle elde edilen, boyutları 1 ila 100 nanometre arasında değişen partiküllerdir ve bu küçük boyutları, onların fiziksel ve kimyasal özelliklerini kökten değiştirir (Bhattacharya ve Mukherjee, 2008).

Nanoteknoloji, bu küçültülmüş boyutları sayesinde MNP'lerin yüzey alanı/hacim oranını artırarak daha yüksek reaktivite ve işlevsellik sağlar. Bu, gıda endüstrisinde birçok yeni uygulamanın önünü açmıştır. Gümüş, altın, çinko oksit, bakır ve demir gibi metalik nanopartiküller, gıdaların ambalajlanmasından, mikrobiyal kontrolüne kadar geniş bir yelpazede kullanıma sahiptir. Örneğin, antimikrobiyal özellikleri ile bilinen gümüş nanopartiküller, gıdaların raf ömrünü uzatma amacıyla ambalaj malzemelerine entegre edilirken; çinko oksit nanopartiküller, UV ışınlarını engelleyerek ışığa duyarlı ürünleri koruyucu özellikler sunar (Liao ve ark., 2019; Emamifar ve ark., 2011).

Metalik nanopartiküllerin gıda sektöründe kullanımının artmasının nedenlerinden biri, modern gıda tedarik zincirinin karmaşıklığı ve uzunluğu ile ilgilidir. Gıda ürünlerinin çiftlikten tüketiciye ulaşması sürecinde bozulma, kontaminasyon ve kalite kaybı riskleri oldukça yüksektir. MNP'ler, bu süreçte hem gıdanın kalitesini koruyabilir hem de bozulmayı geciktirebilir, bu da maliyetlerin azaltılmasına ve gıda israfının önlenmesine katkı sağlar. Ayrıca, bazı metalik nanopartiküller, biyosensörler gibi gelişmiş izleme sistemlerinde de kullanılmakta olup, gıda tazeliği ve güvenliği hakkında anlık bilgi sağlama potansiyeline sahiptir (Silva ve ark., 2019).

Bununla birlikte, MNP'lerin gıdalarda kullanımı yalnızca avantajlarıyla değil, olası sağlık ve çevresel riskleriyle de değerlendirilmektedir. Nanopartiküller, insan vücudunda özellikle sindirim sistemine girip, hücresel düzeyde çeşitli biyolojik etkileşimlere girebilir. Bu nedenle, nanopartiküllerin potansiyel toksik etkileri ve uzun vadeli maruziyetin insan sağlığı üzerindeki sonuçları hakkında birçok bilimsel araştırma yapılmaktadır (Johnston ve ark.,

2010). Örneğin, gümüş nanopartiküllerin bazı durumlarda hücre zarlarına zarar vererek toksik etki oluşturabileceği gösterilmiştir (Zhao ve ark., 2014). Bu nedenle, gıda güvenliği ve tüketici sağlığı açısından sıkı regülasyonlar geliştirilmiş ve nanopartiküllerin gıdalarda kullanımını titizlikle denetlenmektedir.

Bu derleme makalesinde, metalik nanopartiküllerin gıda sektöründeki artan önemini, kullanım alanlarını ve sağladıkları faydaları vurgulamakla birlikte, bu yeni teknolojinin sağlığa ve çevreye yönelik riskleri de göz önünde bulundurmıştır. Ayrıca, farklı metalik nanopartikül türlerinin özellikleri, gıdalarda kullanım alanları ve bu teknolojinin avantajları ve potansiyel riskleri detaylandırılacaktır.

YÖNTEM

Metalik Nanopartiküller ve Kullanım Alanları

MNP'ler, nanometre ölçeğinde metalik atomların düzenlenmesiyle oluşturulan ve farklı şekil, boyut ve yüzey özelliklerine sahip materyallerdir. Metalik nanopartiküllerin bu özellikleri, onları büyük ölçekli metal partiküllerden çok farklı kılar. Özellikle yüzey alanı/çap oranı arttıkça, partiküllerin reaktivitesi, mekanik özellikleri, termal iletkenliği ve manyetik özellikleri değişiklik gösterir (Bhattacharya ve Mukherjee, 2008). Bu nedenle MNP'ler, gıda endüstrisinde çeşitli uygulamalar için çekici bir seçenek haline gelmiştir.

Gıda endüstrisinde MNP'lerin kullanımındaki artış, gıdaların daha güvenli, kaliteli ve uzun ömürlü olmasını sağlama isteğinden kaynaklanmaktadır. Tüketici taleplerinin artması, tedarik zincirinin uzaması ve gıda bozulmasının büyük ekonomik kayıplara neden olması, gıda koruma yöntemlerinin önemini artırmıştır. MNP'ler, antimikrobiyal, koruyucu, sensör ve taşıyıcı özellikleriyle gıda teknolojilerinde yenilikçi çözümler sunar (Silva ve ark., 2019).

Gümüş Nanopartiküller (AgNPs)

Gümüş nanopartiküller (AgNP'ler), nanoteknolojide en çok kullanılan metalik nanopartiküllerden biridir. Özellikle antimikrobiyal özellikleri nedeniyle tercih edilirler. AgNP'ler, bakteriler, virüsler ve mantarlar üzerindeki toksik etkileriyle mikroorganizmaların üremesini engelleyebilir (Liao ve ark., 2019). Bu özellik, gıda ambalajlarında ve yüzey kaplamalarında kullanılarak gıdaların daha uzun süre taze kalmasını sağlar. Gümüş iyonlarının mikroorganizmalar üzerindeki etkisi, hücre zarına zarar vermeleri ve DNA replikasyonunu engellemeleri sayesinde ortaya çıkar.

Altın Nanopartiküller (AuNPs)

Altın nanopartiküller (AuNP'ler), biyoyumlulukları ve düşük toksisiteleri nedeniyle gıda endüstrisinde daha güvenli bir alternatif olarak kabul edilir. AuNP'ler, sensör teknolojilerinde gıda tazeliğinin izlenmesi ve renk verici ajanlar olarak kullanılabilir. Altın nanopartiküller, genellikle optik özellikleriyle dikkat çeker ve renk verici ya da görüntüleme amaçlı kullanılabilir. Gıda katkı maddesi olarak, doğal renk pigmentlerine alternatif olarak kullanılmaktadır (Dykman ve Khlebtsov, 2012).

Çinko Oksit Nanopartiküller (ZnO NPs)

Çinko oksit nanopartiküller (ZnO NPs), antimikrobiyal özelliklerinin yanı sıra ultraviyole (UV) ışınlarına karşı koruyucu etkisi nedeniyle gıda ambalajlarında sıkça tercih edilir. ZnO nanopartiküller, mikroorganizmaların üremesini engellerken aynı zamanda ambalajlanan ürünlerin bozulmasını geciktirir. Özellikle süt ürünleri ve meyve suları gibi ışığa duyarlı ürünlerde UV ışınlarının neden olduğu bozulmayı önler (Emamifar ve ark., 2011).

Diğer Metalik Nanopartiküller (Bakır, Demir vb.)

Bakır nanopartiküller, güçlü antimikrobiyal özellikleriyle bilinir ve genellikle gıda ambalajlarında kullanılır. Demir nanopartiküller ise hem besleyici özellikleri hem de oksidasyonu önleyici etkileri ile dikkat çeker. Demir nanopartikülleri, oksidasyonu engelleyerek yağlı gıdaların bozulmasını yavaşlatır (Rai ve ark., 2012). Bu nanopartiküller ayrıca gıda takviyelerinde de kullanılabilir, çünkü demir eksikliği anemisi gibi durumların tedavisinde önemli bir rol oynar.

Gıda Ambalajlama ve Koruma Olarak Kullanma

MNP'ler, gıda ambalajlama materyallerine eklenerek gıdaların bozulmasını önlemek için kullanılır. Örneğin, antimikrobiyal özellikli ambalajlar, gıdalardaki mikroorganizmaların çoğalmasını önleyerek raf ömrünü uzatır (Sirelkhatim ve ark., 2015). Bunun yanı sıra, bazı MNP'ler ambalajlara UV ışınlarına karşı koruma sağlayarak, gıdaların rengini ve yapısını korur. Ambalaj materyallerine eklenen gümüş veya çinko oksit nanopartikülleri, gıdaları dış etkenlerden korur ve tazeliği artırır.

Gıda Katkı Maddeleri Olarak Kullanma

MNP'ler, gıda katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Örneğin, altın nanopartiküller doğal renk verici olarak kullanılabilir. Bunun yanı sıra, gümüş ve çinko oksit nanopartikülleri, gıdalara koruyucu özellikler kazandırmak için kullanılır (Chaudhry ve Castle, 2011). Gıda takviyelerinde ise, demir ve çinko nanopartikülleri, vücut tarafından daha kolay emilebilen bir forma sahiptir, bu da beslenme açısından avantaj sağlar.

Antimikrobiyal Özelliği

MNP'lerin en dikkat çekici özelliklerinden biri antimikrobiyal etkinlikleridir. Gıda kaynaklı patojenlere karşı koruma sağlamak, gıda güvenliği açısından büyük önem taşır. Gümüş ve çinko oksit nanopartiküller, bakteri, virüs ve mantarların çoğalmasını engelleyerek gıdalarda mikrobiyal bozulmayı yavaşlatır (Zhao ve ark., 2014). Bu özellik, özellikle uzun süreli depolama gerektiren gıdalarda büyük avantaj sağlar.

Renk ve Yapı Geliştirici Etkiler

Altın ve gümüş nanopartiküller, gıdalara parlaklık ve renk kazandırmak için kullanılır. Bu nanopartiküller, doğal gıda boyalarının yerini alabilecek yapay renk verici ajanlar olarak da işlev görür. Ayrıca, nanopartiküllerin gıdalara eklenmesi, dokuyu ve yapıyı iyileştirici etkiler yaratabilir (Huang ve ark., 2007). Örneğin, gıda jelleri ve içeceklerde nanopartiküller, homojen bir yapı oluşturur ve tüketiciye daha kaliteli bir deneyim sunar.

Potansiyel Toksikite

MNP'lerin insan sağlığı üzerindeki etkileri henüz tam olarak anlaşılmamış olup, bazı çalışmalar nanopartiküllerin toksik olabileceğini öne sürmektedir. MNP'lerin biyolojik sistemlerde nasıl davrandığı, partikül boyutu, yüzey kimyası ve konsantrasyonuna bağlı olarak değişir. Özellikle gümüş nanopartiküllerin yüksek konsantrasyonlarda toksik olabileceği gösterilmiştir (Johnston ve ark., 2010). Ayrıca, nanopartiküllerin uzun süreli kullanımı, hücresel düzeyde DNA'ya zarar verebilir ve bu da kanser riskini artırabilir.

Gıda Güvenliği ve Düzenlemeler

Gıdalarda MNP'lerin kullanımı, çeşitli sağlık riskleri taşıyabileceğinden, bu nanopartiküllerin kullanımını düzenleyen yasalar ve yönetmelikler geliştirilmiştir. Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri gibi bölgelerde, nanopartiküller içeren gıdalar ve ambalajlar sıkı bir şekilde denetlenmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Metalik nanopartiküller, gıda endüstrisinde sundukları yenilikçi çözümler ve geniş uygulama alanları ile büyük bir potansiyele sahiptir. Antimikrobiyal özellikleri, renk ve yapı geliştirici etkileri, gıdaların raf ömrünü uzatma yetenekleri ve gıda güvenliğine katkıları sayesinde, nanopartiküller gıda teknolojilerinde devrim yaratmaktadır. Gümüş, altın, çinko oksit gibi çeşitli nanopartiküller, gıda ambalajlarından katkı maddelerine kadar farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu teknolojinin gıda kalitesini artırma ve gıda israfını azaltma gibi olumlu etkileri, sürdürülebilir gıda üretimi için kritik bir önem taşır.

Ancak, nanopartiküllerin insan sağlığı ve çevre üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri göz ardı edilemez. Uzun vadeli maruziyetin getireceği sağlık riskleri ve nanopartiküllerin sindirim sisteminde nasıl davrandığı hala tam olarak anlaşılamamış durumdadır. Bununla birlikte, nanopartiküllerin çevreye yayılmasının ekosistemler üzerindeki etkileri konusunda daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Bu nedenle, nanopartiküllerin güvenli kullanımını sağlamak için bilimsel araştırmaların yanı sıra sıkı düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Gelecekte, metalik nanopartiküllerin kullanımının daha da yaygınlaşması beklenmektedir. Nanoteknolojideki ilerlemeler, nanopartiküllerin daha güvenli ve etkin formlarda üretilmesine olanak sağlayabilir. Özellikle biyobozunur nanopartiküller, çevresel riskleri en aza indirirken gıda güvenliğini artıran yeni bir alan olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, akıllı ambalaj teknolojileri, nanopartiküller aracılığıyla gıda tazeliğini daha iyi izlemeyi mümkün kılabilir.

Metalik nanopartiküllerin gıda sektöründe gelecekteki rolü, inovasyonlarla şekillenmeye devam edecek. Daha güvenli, sürdürülebilir ve verimli gıda sistemlerinin oluşturulmasında önemli bir araç olan nanopartiküller, raf ömrünü uzatma, gıda güvenliğini artırma ve mikrobiyal bozulmayı engelleme gibi pek çok soruna çözüm sunmaktadır. Ancak, güvenlik ve düzenlemelere ilişkin belirsizliklerin giderilmesi için daha fazla bilimsel veri ve yasal çerçeveye ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak, metalik nanopartiküller, gıda endüstrisinde büyük bir potansiyele sahip olmakla birlikte, bu teknolojinin güvenli ve etkili bir şekilde uygulanabilmesi için bilimsel araştırmalar ve düzenleyici çerçevelerin geliştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Bhattacharya, R., & Mukherjee, P. (2008). Biological properties of “naked” metal nanoparticles. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 60(11), 1289-1306. doi:10.1016/j.addr.2008.03.013

Chaudhry, Q., & Castle, L. (2011). Food applications of nanotechnologies: An overview of opportunities and challenges for developing countries. *Trends in Food Science & Technology*, 22(11), 595-603. doi:10.1016/j.tifs.2011.03.005

Dykman, L. A., & Khlebtsov, N. G. (2012). Gold nanoparticles in biomedical applications: recent advances and perspectives. *Chemical Society Reviews*, 41(6), 2256-2282. doi:10.1039/C1CS15166E

Elsaesser, A., & Howard, C. V. (2012). Toxicology of nanoparticles. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 64(2), 129-137. doi:10.1016/j.addr.2011.09.001

Emamifar, A., Kadivar, M., Shahedi, M., & Soleimani-Zad, S. (2011). Evaluation of nanocomposite packaging containing Ag and ZnO on shelf life of fresh orange juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12(4), 608-615. doi:10.1016/j.ifset.2011.07.003

Johnston, H. J., Hutchison, G. R., Christensen, F. M., Peters, S., Hankin, S., & Stone, V. (2010). A review of the in vivo and in vitro toxicity of silver and gold particulates: particle

- attributes and biological mechanisms responsible for the observed toxicity. *Critical Reviews in Toxicology*, 40(4), 328-346. doi:10.3109/10408440903453074
- Liao, C., Li, Y., & Tjong, S. C. (2019). Bactericidal and Cytotoxic Properties of Silver Nanoparticles. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(2), 449. doi:10.3390/ijms20020449
- Rai, M., Yadav, A., & Gade, A. (2012). Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnology Advances*, 27(1), 76-83. doi:10.1016/j.biotechadv.2008.09.002
- Silva, J. M., Vidigal, M. C., Gomes, D. G., & Silva, C. F. (2019). Nanotechnology and food: Introduction, current uses and future applications. *Food Engineering Reviews*, 11(4), 299-315. doi:10.1007/s12393-019-09185-z
- Sirelkhatim, A., Mahmud, S., Seeni, A., Kaus, N. H. M., Ann, L. C., Bakhori, S. K. M., Hasan, H., & Mohamad, D. (2015). Review on Zinc Oxide Nanoparticles: Antibacterial Activity and Toxicity Mechanism. *Nano-Micro Letters*, 7(3), 219-242. doi:10.1007/s40820-015-0040-x
- Zhang, H., Huang, Z., Xie, Z., & Yuan, Q. (2020). Emerging nanotechnology approaches in food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, 106, 68-82. doi:10.1016/j.tifs.2020.10.004
- Zhao, L., Seth, A., & Wibowo, N. (2014). Nanotoxicity: what have we learned from in vitro models? *Small*, 10(9), 1870-1881. doi:10.1002/smll.201303679

İÇME SULARINDA MİKRO PLASTİKLER VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

MICRO PLASTICS IN DRINKING WATER AND THEIR EFFECTS ON HUMAN HEALTH

Serap EMEK
Ülker Aşlı GÜLER

Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği, Sivas, Türkiye
ORCID ID: 0009-0002-3046-8336, 0000-0002-9608-9745

ÖZET

Plastik ürünler, düşük maliyet, işlenebilirlik ve dayanıklılık konusundaki avantajları sayesinde günlük yaşamda yaygın olarak kullanılmaktadır. Plastikler aynı zamanda hafif ve dayanıklı olmaları, esnek ve kolay işlenebilir olmaları, çok yönlü ve kapsamlı, pratik kullanım alanları olması sebebiyle insanlar tarafından yaygın ve yoğun bir şekilde tercih edilmektedir. Standart bir tanımı olmamakla birlikte genellikle mikroplastikler 5 mm'den küçük ancak 1 µm veya 100 nm'den büyük plastik partiküller olarak kabul edilir. Mikroplastikler 1950'li yıllardan itibaren sağladığı birçok avantaj sayesinde her alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Çevrede bulunan plastikler biyolojik, mekanik, kimyasal değişim sonucu 0.1-5000 mikrometre (µm) boyutlarında mikroplastik parçacıklara dönüşmektedir. Mikroplastikler hafif yapıda olduklarından her yere kolaylıkla taşınabilmektedir, bu sebeple mikroplastikler hava, kara ve suda bulunabilirler. Dünya genelinde su kaynaklarını kirletme konusunda giderek daha fazla endişe yaratmaktadır. Özellikle içme sularında tespit edilen mikroplastikler, hem çevresel hem de insan sağlığı açısından ciddi tehditler oluşturmaktadır. Mikroplastikler endüstriyel atıklar, tarımsal faaliyetler, kentsel akıntılar ve evsel atıklar yoluyla su kaynaklarına ulaşabilir. Nano ve mikro plastikler insan besin zincirine özellikle su ürünleri ile beslenme yoluyla ve/veya inhalasyon yoluyla girebilmektedir. Mikroplastiklerin insan sağlığı üzerinde toksik etkilere, bağışıklık sistemi üzerinde olumsuz etkilere neden olabileceği ve insan vücuduna girmesi halinde sindirim sistemi sorunlarına yol açabileceği düşünülmektedir. Su kaynaklarının korunması ve kirlenmenin önlenmesi için kapsamlı stratejilerin geliştirilmesi hayati öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Mikroplastik, İçme suyu, Çevre kirliliği

ABSTRACT

Plastic products are widely used in daily life due to their advantages of low cost, processability and durability. Plastics are also widely and intensively preferred by people because they are light and durable, flexible and easy to process, versatile, comprehensive and practical. Although there is no standard definition, microplastics are generally accepted as plastic particles smaller than 5 mm but larger than 1 µm or 100 nm. Microplastics have been widely used in every field since the 1950s due to the many advantages they provide. Plastics found in the environment turn into microplastic particles with sizes of 0.1-5000 micrometers (µm) as a result of biological, mechanical and chemical changes. Since microplastics are lightweight, they can be easily transported everywhere, so they can be found in air, land and water. There is an increasing concern about polluting water resources worldwide. Microplastics, especially detected in drinking water, pose serious threats to both the

environment and human health. Microplastics can reach water resources through industrial waste, agricultural activities, urban runoff and domestic waste. Nano and microplastics can enter the human food chain, especially through ingestion of aquatic products and/or inhalation. It is thought that microplastics can have toxic effects on human health, negative effects on the immune system and cause digestive system problems if they enter the human body.

It is vital to develop comprehensive strategies to protect water resources and prevent pollution.

Keywords: Microplastic, Drinking water, Environmental pollution

GİRİŞ

Su, ekosistemi oluşturan canlılar için yaşamın temel unsurlarından biridir ve son derece önemli bir doğal kaynaktır. İklim değişikliği ile birlikte kuraklık, nüfus artışı, tarımsal faaliyetler, giderek artan sanayileşme faaliyetleri gibi nedenlerle mevcut su kaynaklarının hızla tükenmekte ve kirlenmektedir. Bu sebeple, yaşam için temel unsurlardan olan suyun korunarak kullanılmasını ve kirlenmesinin önlenmesini canlı hayatının devamı ve sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önemli bir hale getirmiştir.

Su kirliliğinin yeni fark edilen bir boyutu da plastik kirliliğidir. Denizlere ve okyanuslara karışan plastiklerin çoğu karadan gelen büyük plastiklerden kaynaklanmaktadır. Büyük plastik parçalar; rüzgârlar, dalgalar, ultraviyole ışınlarının etkisiyle mikroplastiklere bölünerek nehirler ile göllere ve denizlere ulaşmaktadır. Günümüzde plastikler birçok tüketim maddesinde kullanılmaktadır. Mikroplastik adı verilen daha küçük boyutlu plastikler kişisel bakım ve temizleme ürünleri içerisine doğrudan üretimi sırasında aşındırma özelliği sağlama amacıyla ilave edilmektedir. Tekstil ürünlerinin yapımı sırasında ise bir tür mikroplastik çeşidi olan sentetik lifler kullanılmaktadır (GESAMP, 2016; Wu vd., 2017).

Bu ürünlerin kullanımı sonucunda microboncuklar ve sentetik lifler öncelikle kanalizasyon sistemine ve daha sonra atıksu arıtma tesislerinde arıtılamazsa doğrudan su kaynaklarına ulaşmaktadır. Deniz ortamında su yüzeyinde, su kolonunda, sedimentte ve balıklarda gerçekleştirilen çalışmalarda mikroplastik kirliliği tespit edilmiştir. Ülkemiz denizlerinde mikroplastik incelenmesi çalışmaları sonuçları, uluslararası çalışmaların sonuçları ile kıyaslandığında; ülkemiz denizlerindeki mikroplastik miktarının daha az tespit edilmiş olmasına rağmen, sucul ekosistemdeki mikroplastiklerin en büyük kaynağının atık su arıtma tesisleri olduğu düşünülmektedir (Akarsu vd., 2017).

Mikroplastikler kozmetik ve kişisel bakım ürünlerinin içerisindeki küçük plastikler olup çevreye atılan büyük plastik atıkların zamanla parçalanması sonucunda da oluşur ve çevresel ortamlardaki diğer kirleticilerin taşınımında büyük rol oynar (Guzzetti vd., 2018).

Özellikle son yıllarda çeşme suyu, şişelenmiş su, arıtılmış içme suyu ve su kaynaklarında (göl ve nehir sularında) mikroplastiklerin varlığı gündeme gelmektedir (Mintemig vd., 2019; Wang vd., 2020). İçme suyunda mikroplastik varlığı ve insan sağlığına yönelik risklerine ilişkin endişeler söz konusudur (Campanale vd., 2020). Mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri tam olarak bilinmese de, bazı tehlikelerin olabileceği bildirilmektedir. Bu maksatla, mikroplastiklerin toksisitesini incelemek için hem in-vivo hem de in-vitro çalışmalar yapılmıştır. Mikroplastiklerin insan sağlığını olumsuz etkilediği ve hücre ölümüne yol açtığı belirtilmektedir (Choi vd., 2020; Hou vd., 2021).

MİKROPLASTİK ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRILMASI

Mikroplastik Özellikleri

Plastik kelimesi, "şekillendirilebilen veya kalıplanabilen" anlamına gelen Yunanca πλαστικός'dan (plastikos) ve "kalıplı" anlamına gelen πλαστός (plastos) kelimelerinden türetilmiştir. Plastiklerin tarihi eskilere dayansa da bilinen petrol türevli plastiklerin geçmişi petrolün bulunmasından sonraya denk gelmektedir. İlk sentetik plastik, bakelit (formaldehit ve fenoltürevli) adıyla bilinen plastik olup 1909 yılında üretilmiştir. Polimerlerden ilk üretileni olan polisitren (PS) ve polivinil klorür (PVC), 1930'lu yıllarda dünyanın en büyük plastik üretim şirketi, BASF firması tarafından üretilmiştir. Daha sonra sırasıyla 1933 yılında polietilen, 1954 yılında polipropilen ve polietilen tereftalat üreilmeye başlanmıştır. Plastiklerin endüstriyel olarak kitlesel üretimi ise 1950'lerde başlamıştır (Gündoğdu, 2018). 1950'li yıllardan beri küresel plastik üretimi sürekli artarak 2015 yılında 322 milyon ton, 2016 yılında ise 355 milyon tona ulaşmıştır ve 2050 yılında 33 milyar ton tahmini üretim gerçekleştirileceği öngörülmektedir (Plastics Europe, 2017).

Plastikler, yaygın olarak ticari ve endüstriyel uygulamalarda hafif, esnek, dayanıklı, güçlü, nispeten ucuz, su ve korozyona dayanıklı olduklarından çok amaçlı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca tüm bu özellikleri plastiği, dünya çapında aşırı tüketilen bir malzeme haline getirmektedir. Bununla birlikte, kalıcı ve çok yavaş bir şekilde bozunmaya uğradığı için doğada telafisi olmayan zararlara neden olabilmektedir. Tek kullanımlık plastiklerin ve geri dönüştürülmeden çöp haline getirilen plastiklerin, hava toprak ve denizde neden olduğu kirliliğe plastik kirliliği denmektedir. Günümüzde plastik kirlenmesi giderek artan bir çevre sorunu haline gelmiştir (Tokaç, 2018).

Tek bir plastik parçalanarak milyonlarca mikroplastik parçacığa dönüşebilmektedir. Mikroplastikler sucul ekosistemde dağılabilen 5 mm'den küçük plastik parçacıklardır. Tablo 1'de boyutlarına göre plastiklerin sınıflandırılması verilmiştir (Tutoğlu, 2019).

Tablo 1. Boyutlarına göre plastiklerin sınıflandırılması (Tutoğlu, 2019).

Plastiklerin Sınıflandırılması	
Plastik Adı	Uzunluk Değeri
Megaplastikler	>1 m
Makroplastikler	<1 m
Mezoplastikler	<2,5 cm (25 mm)
Büyük	1 mm – 5 mm
Küçük	1 mm – 20 µm (0,02)
Nanoplastikler	1 nm – 100 nm

Genellikle kozmetik, temizlik ürünleri veya plastik ürünlerin üretimi için hammadde olarak kullanılmaktadır. Küçük boyutlu plastik parçacıklar, küresel olarak yayılmakta, okyanuslarda, deniz kıyılarında, tatlı su göllerinde ve nehirlerde yaygın bir su kirliliği haline gelmektedir. Mikroplastikler küçük boyutları nedeniyle suda yaşayan hayvanlar tarafından kolayca yutulabilmektedir. Bu sebeple bu tür gıdaların deniz canlıları tarafından tüketimi kimyasal, fiziksel ve biyolojik bir tehlike arz etmektedir (Tokaç, 2018). Şekil 1'de mikroplastik parçacıklar gösterilmektedir (Oladejo, 2017).



Şekil 1. Mikroplastik Parçacıklar (Oladejo, 2017)

Mikroplastiklerin Sınıflandırılması

Mikroplastikler üretildiği plastik malzemesine ve kullanım alanlarına göre çeşitli küçük plastik parçacıklardan oluşmaktadır. Mikroplastikler boyutları, kaynakları, üretildiği malzeme, tipleri, yapısı, şekli, rengi ve aşınma durumuna göre sınıflandırılmaktadır. Mikroplastiklerin şekilleri parçalanma şekli ve çevrede kaldığı süre ile farklılıklar göstermektedir. Günümüzde yaygın kullanılan plastikler, küresel plastik üretiminin yaklaşık % 90'ını temsil eden polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinilklorid (PVC), polistiren (PS) ve polietilenterefhalat (PET) dir (Venghaus, 2017).

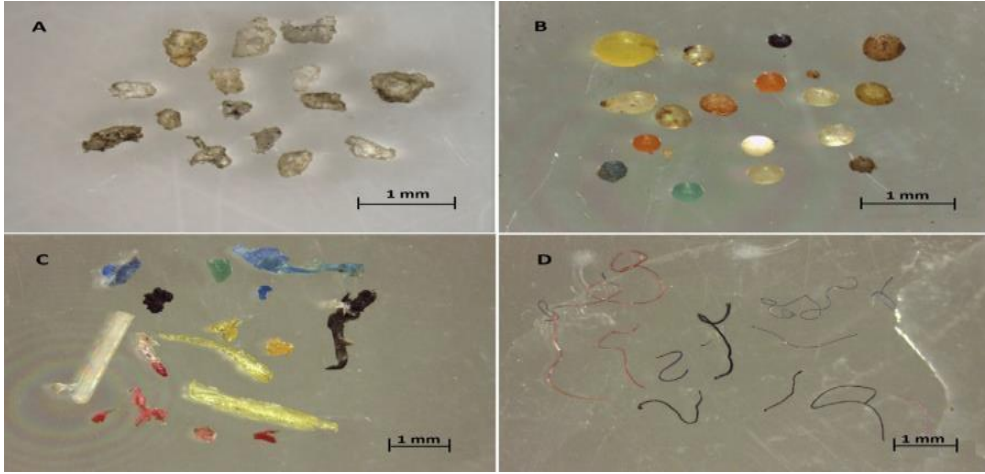
Mikroplastikler kaynaklarına göre; birincil ve ikincilmikroplastik olmak üzere başlıca iki gruba ayrılırlar:

Birincil Mikroplastikler: Kişisel bakım ürünlerinde kullanılmak üzere üretilmiş el sabunları, yüz temizleyicileri, diş macunları, aşındırıcı maddeler ve tekstilde kullanılmak üzere sentetik tekstil ürünlerin yıkanması sonucu meydana gelen poliester içerikli (PET, naylon, akrilik vb) sentetik liflerdir. Ayrıca sanayi sektöründe hava üfleme teknolojisinde kullanılmak üzere üretilmiş akrilik, melamin veya polyester temizleyiciler de bu grupta bulunmaktadır (Wu vd., 2017). Bu parçacıklar kullanıldıktan sonra kanalizasyon sistemlerinde arıtılmazlarsa doğrudan su ortamına ulaşmaktadır (GESAMP, 2015) .

İkincil Mikroplastikler: Büyük plastik parçaların rüzgar, dalga ve ultraviyole ışınları ile parçalanması ve karada taşıtların lastiklerinin aşınmasından oluşan plastik toz parçacıklardır (Oladejo, 2017; Wu vd., 2017) (Şekil 2).

Birincil ve ikincil mikroplastik maddelere verilebilecek örnekler şu şekildedir:

- Tüketici ürünleri: Kozmetiklerdeki mikroboncuklar; yüz temizleme ve peeling jelleri, şampuan ve sabunlar, diş macunu, eyeliner, rimel, dudak parlaticısı, deodorant ve güneş kremleri (birincil mikroplastikler)
- Tekstil ürünleri: Tekstil ürünlerinde kullanılan polyester, polyamid (naylon) ve polar malzemeler (birincil mikroplastikler)
- Endüstriyel hammaddeler ve döküntüleri: Plastik üretim, işleme ve şekillendirme işlemlerinden (ikincil mikroplastikler)
- Ulaşım: Araç lastiği parçaları (ikincil mikroplastikler)



Şekil 2. Birincil Mikroplastikler (A, B) , İkincil Mikroplastikler (C, D) (Tutoğlu, 2019)

MİKROPLASTİKLERİN KAYNAKLARI VE KULLANIM ALANLARI

Deniz çöpleri 1950'lerin ortalarında plastik endüstrisinin yaygınlaşmasından itibaren küresel bir çevre sorunu olmaktadır. Yıllık küresel plastik üretimi, 2014 yılında istikrarlı bir şekilde artarak 311 milyon tona ulaşmıştır (GESAMP, 2015). Genellikle plastikler, ambalajlama ve inşaat malzemelerinde olmak üzere otomotiv endüstrisi, tarım, turizm ve denizcilik gibi pek çok uygulama alanında kullanılmaktadır.

Evsel/Kişisel Kullanım Kaynaklı Mikroplastik Oluşumu

Tüm plastik üretiminin yaklaşık % 40'ı ambalajlanma işlemi için kullanılmaktadır. Ambalajlama işleminin büyük bir kısmı uzun süreli depolama amacıyla yiyecek ve içecek paketlemesinde kullanılmaktadır. Bu plastik malzemeler, su kaynaklarımıza ve deniz ortamına ulaşması durumunda parçalanarak mikroplastik kirlilik kaynağı oluşturmaktadır. Mikroplastikler; kişisel bakım, kozmetik ve temizlik ürünlerinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Birincil mikroplastikler, şampuan, sabun, diş macunu, göz kalemi, maskara, dudak parlaticısı, deodorant ve güneş kremi gibi çeşitli kişisel bakım ve kozmetik ürününde bulunabilmektedir. Aynı zamanda deterjan, paslanmaz çelik yüzey temizleyicilerde ve temizlik sıvılarında korozif parçacık olarak kullanılmaktadır. Özellikle sentetik tekstil ve giyim ürünlerinden çeşitli liflerin kopması önemli mikroplastik parçacık kaynağı olarak kabul edilmektedir (Yurtsever, 2015).

Atıksu Arıtma Tesisi'nden Gelen Mikroplastik Oluşumu

Atıksu arıtma tesislerinden çıkan suların deşarj edildiği noktalarda mikroplastik kirliliği durum tespitine ilişkin literatür taraması yapılmıştır. Amerika, Avrupa, Avustralya ve Asya kıtalarında yapılmış olan çalışmada; içme ve sulama suyu amaçlı kullanılan nehirlere deşarj eden atıksu arıtma tesislerinin deşarj noktalarında mikroplastikler incelenmiştir (Akarsu vd. 2017). Dört ayrı kıta için yapılmış beş çalışmanın derlemesinde, deşarj edilen atıksuların yüksek miktarlarda mikroplastik içerdiği tespit edilmiştir. Mikroplastik kirlilik miktarının genellikle 0,2 MP/L ile 25,8 MP/L aralığında bulunduğu ve en yaygın plastik türünün polietilen (PE) olduğu belirlenmiştir.

Tarım Faaliyeti Kaynaklı Mikroplastik Oluşumu

Ülkemizde tarım yaygın bir geçim kaynağıdır. Tarım faaliyetlerinde gübre kullanımı ile tarımsal üretime önemli faydalar sağlanmaktadır. Verimli tarım uygulaması kapsamında toprakların yıkama kayıplarını azaltmak, daha uzun süreli elverişli azot kaynağı sağlamak, bitkiler tarafından kullanılan besin maddesinin etkinliğini artırmak amacıyla kontrollü salınan gübreler (CRF'ler) geliştirilmiştir (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, 2016).

CRF'ler azot, fosfor ve potasyum gibi toprağın besin ihtiyacını sağlamak için genellikle polimer malzemeden (örneğin; polisülfon, poliakrilonitril ve selüloz asetat) oluşan bir kaplama içinde besin maddesi hâli olarak üretilmektedir. Bu kaplamalar parçalanarak mikroplastik kirlilik kontaminasyonu şeklinde toprakta zararlı bir çevresel etki yaratmaktadır. CRF'lerin mikroplastik kirliliğine muhtemel bir kaynak olduğu düşünülmektedir (GESAMP, 2015).

İnşaat Faaliyeti Kaynaklı Mikroplastik Oluşumu

Avrupa'daki yıllık plastik üretiminin % 20'sinden fazlası inşaat sektöründe kullanılan malzemeleri paketlemek için kullanılmaktadır. İnşaat sektöründe; temizleme, aşınma ve taşlama prosesleri mikroplastik emisyonlarına sebep olmaktadır. İnşaat sektöründe binalarda kullanılan yalıtım köpükleri, genellikle poliüretan malzemeden üretilmektedir. Bu köpükler katı ve sıvı formlarda duvarların içi, tavan kirşileri arasında uygulanmaktadır. Köpükler parçalanmaları neticesinde mikroplastik kirliliğine sebep olmaktadır (GESAMP, 2015).

Turizm Faaliyeti Kaynaklı Mikroplastik Oluşumu

Deniz kıyısı olan ülkelerde turizm sektörü bölge ekonomisine önemli katkı sağlamaktadır. Ülkemizde popüler turistik şehirlerin birçoğu kıyı bölgelerimizde yer almaktadır. Dolayısıyla turizm faaliyetlerinin yapıldığı bu alanlarda deniz çöplerinin de mikroplastik kaynağı olarak değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Turistler tarafından genellikle tek kullanımlık plastikler (örneğin, içecek şişeleri, yiyecek kapları vb.) kullanılmaktadır. Günümüzde turizm sektörü daha az nüfuslu, temiz ve doğal güzelliklere sahip alanlarda yaygınlaşmıştır. Plastik atıklarının çevreye kirlilik kaynağı oluşturmaması için uygun bertaraf yöntemleri geliştirilmelidir. Ayrıca bölgelerde gerekli altyapı çalışmalarına özen gösterilmesi de büyük önem arz etmektedir (GESAMP, 2016).

KaraYolu Ulaşımı Kaynaklı Mikroplastik Oluşumu

Kara yolu ulaşımı sırasında araç lastik aşınımı neticesinde lastik yıpranma tozu olarak adlandırılan ikincil mikroplastikler oluşmaktadır. (GESAMP, 2015).

Denizcilik Faaliyeti Kaynaklı Mikroplastik Oluşumu

Denizlerde gemi ve balıkçı teknelerinde meydana gelen kazalar, ya da gemi ve teknelerin terk veya kasıtlı imhası denizlerin kirlenmesine sebep olmaktadır. Ayrıca balıkçılık faaliyetlerinden kaynaklı plastik döküntüler arasından balık ağları, tuzaklar, halatlar, şamandıralar, yem kutuları, plastik poşetler ve eldivenler de denizlerde kirliliğe sebep olmaktadır (GESAMP, 2015).

MİKROPLASTİKLERİN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Mikroplastiklerin imalatında kullanılan bazı monomerler ve oligomerler gibi hem kimyasal maddeler hem de dış yüzeyine yerleşen kalıcı özellikteki poliklorlu bifeniller, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, organoklorlu pestisitler gibi hidrofobik organik maddelerin mikroplastikler ile birlikte insan vücuduna alınması durumunda insan sağlığı üzerinde zararlı etkileri ortaya çıkabilmektedir (Rist vd., 2018). Mikroplastiklerin insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri konusundaki mevcut bilgiler oldukça sınırlıdır (Rist vd., 2018).

Mikroplastiklerin bileşimindeki kimyasal içerik ve fiziksel olarak da partikül büyüklüklerinin boyutsal nitelikleri insan sağlığını olumsuz etkilemektedir (Campanale vd., 2020; Padervand vd., 2020). Bu nedenle, insan sağlığı üzerine potansiyel tehlikeler fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olmak üzere üç grupta sınıflandırılabilir: (WHO, 2019).

Fiziksel Tehlikeler: Mikroplastiklerin yutularak vücuda alınmasının ardından hayvan organlarına translokasyon yaptığı gözlemlenmiştir (Farrell ve Nelson, 2013). Stock ve ark. (2019) tarafından 1-10 µm arasında değişen mikroplastiklerin insan bağırsak epitel hücrelerine nüfuz edebilecekleri bildirilmiştir. Mikroplastikler, vücuttan daha yavaş atılımlarından kaynaklanabilecek yan etkilere neden olabilmektedir (Anbumani ve Kakkar, 2018).

Kimyasal Tehlikeler: Mikroplastiklerden salınan monomerlerden (veya oligomerlerden) ve mikroplastik yüzeylerine adsorbe edilebilen ağır metaller ile kalıcı organik kirleticilerden kaynaklanmaktadır (Thompson vd., 2004). Polikarbonat plastiklerde yaygın olarak bulunan bir monomerdir (Acaroz vd., 2019). İnsanların yutma, cilt teması ve solunum yolları ile bu kimyasala maruz kalacağı kabul edilmektedir. Potansiyel olarak çocukluk çağı obezitesine yol açan hormonal bozucu kimyasal bir maddedir (Cingotti ve Jensen, 2019). Bununla birlikte hem sinir hücreleri hem de beyindeki zararlı etkileri deneysel çalışmalarla tespit edilmiştir. Kadınlarda ve erkeklerde üreme bozukluğuna da neden olduğu bildirilmektedir (Rist vd., 2018). Fitalatlar, plastiklerin bileşiminde din-oktil fitalat (DnOP) ve di (2-etilheksil) fitalat (DEHP) şeklinde yaygın olarak kullanılan kimyasal katkı maddeleridir. Çeşitli malzemelerin dayanıklılık ile esneklik özelliklerinin artırılmasında plastikleştiriciler olarak kullanılmaktadır (Besseling vd., 2014). Fitalatlar, insanda endokrin sisteminin bozulmasına ve üreme sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Rist vd., 2018). Mikroplastikler, meme kanseri bakımından potansiyel olarak bağlantılı olan krom (Cr), bakır (Cu) ve kurşun (Pb) gibi ağır metaller için taşıyıcı vektör olarak rol oynamaktadırlar (Mason vd., 2018). Plastik ürünlerin imalatında alev geciktirici olarak kullanılan Polibromludifenil eterler (PBDE) canlılarda toksik etkiye sahiptirler. Ayrıca insanlarda hormon bozukluğu üzerindeki etkisi ortaya konulmuştur (Rist vd., 2018).

Mikrobiyolojik Tehlikeler: *Vibrio parahaemolyticus* dahil insanlar için patojen mikroorganizmalar mikroplastik yüzeylerde kolonileşebilmektedir (Kirstein vd., 2016). Mikroplastiklerin toksikolojik etkilerini incelemek amacıyla farklı canlılar üzerinde yürütülen çok sayıda in-vivo çalışma yapılmıştır. Sonuç olarak doku iltihabı, hücre boyutunda küçülme, hücre ölümü oranında artış olmak üzere çeşitli veriler elde edilmiştir (Sá vd., 2015; Ziajahromi vd., 2018). Bununla birlikte mikroplastiklerin varlığı diğer kirletici maddelerin emilimini ve toksisitesini artırabilmektedir (Triebkorn vd., 2019). Rainieri ve ark. (2018) düşük yoğunluklu polietilen (PE) partikülleri (125-250 µm) ve perflorlu bileşiklerden oluşan karışım ile beslenen zebra balıklarında yüksek miktarda karaciğer vakuolizasyonunu tespit etmişlerdir. Yapılan deneysel bir çalışmada kemirgenlere yutturulan mikroplastiklerin kanda çok güç emilebildiği (< % 1) ancak sınırlı miktarın lenf yoluyla kan dolaşımına ulaşabildiği saptanmıştır. (Bouwmeester vd., 2015). Mikroplastik ve nanoplastiklerin > % 90'ının insan vücudundan dışkı yoluyla atıldığı tespit edilmiştir (Smith vd., 2018). Büyük boyutlu mikroplastik parçalar hücre membranından geçiş sağlayamamaktadır. Ancak, mikroplastiklerin bağırsakta lokal etkileri sonucunda inflamasyon dolayısı ile bağışıklık sistemi etkilenmektedir. Polietilen ve polistiren mikrokürelerinin potansiyel olarak (sırasıyla 3 µm, 16 µm ve 10 µm), kanser hücrelerinin büyümesini teşvik edebilen reaktif oksijen türlerinin oluşumu vasıtasıyla beyinde ve bağırsak epitel hücrelerinde oksidatif stresi tetiklediği bildirilmiştir (Schirinzi vd., 2017). Hwang ve ark. (2019) yaptıkları bir çalışmada

polipropilen (PP) mikroplastiklerin (20 µm-25 µm-200 µm) hücrel tepkisini çeşitli insan orijinli hücreler kullanarak test etmişler ve hücrelerde inflamatuvar sitokinlerin artışıyla bağışıklık sisteminin uyarılabileceğini bildirmişlerdir.

İÇME SUYUNDA MİKROPLASTİKLERİN VARLIĞI

Mikroplastiklerin tarım arazilerine, besin zincirine ve ekosistemlere karışması sonrasında küresel olarak fark edildiği bildirilmektedir. Bununla birlikte geçmiş dönemlerde buzullarda mevcut olan yüksek miktardaki mikroplastiklerin küresel ısınmanın etkisine maruz kalması sonucunda hızla erimeye başlayan buzullardan açık denizlere ulaşmaktadır (Obbard vd., 2014). Özellikle kullanılan kozmetik ürünler ile sentetik tekstil ve giyim ürünlerinin yıkanmasında çeşitli liflerin kopması sonucunda ortaya çıkan mikroplastiklerin sucul ekosisteminde bulunmasında atıksu arıtma tesislerinde yeterli düzeyde arıtımın gerçekleşmemesi etkili olmaktadır (Napper ve Thompson, 2016).

En önemli kaynaklarından biri olan su hem direkt tüketimi hem de gıda işlemede kullanılmasından dolayı mikroplastik açısından sürekli maruziyete sebep olabilmektedir. Mikroplastikler içme suyuna kanalizasyon taşmaları sonucu geçebilmektedir. Ayrıca endüstriyel atıklar ve ambalajlamada kullanılan plastiklerden geçebilmektedir. Arıtma sistemleri ile mikroplastiklerin %90'ı sudan uzaklaştırılabilir. Ancak arıtma sistemlerindeki deformasyon ile de mikroplastikler içme sularına geçebilmektedir (Atakan, 2021). Suların ambalajlanmasında kullanılan şişe ve kapaklar mikroplastiklerin ana kaynağıdır. Diğer içeceklerde de bu durum gözlemlenmiş ve küresel bir sorun haline gelmiştir. Schymanski ve ark. (2021)'nin yaptığı bir çalışmada 11 adet tek kullanımlık şişelerden alınan su numunelerinde 14 partikül/litre oranında mikroplastığe rastlanılmıştır. Bu oran geri dönüşümlü 15 adet plastik şişede ise 118 partikül/litre olarak tespit edilmiştir. Bu durum geri dönüşümlü plastik şişelerde mikroplastik salınımının daha fazla olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

Su ürünlerinde mikroplastikler hem karadan hem de su kaynaklarındaki faaliyetler sebebiyle bulunmaktadır. Denizlerde bulunan plastiklerin %80'inin karadan bulaştığı tahmin edilmektedir. Bu plastiklerin boyutuna bağlı olarak çeşitli deniz canlıları tarafından yutulması ile bu canlılar mikroplastik kaynağı olmaktadır (Horton vd., 2017). Ayrıca denizlerde bulunan mikroalglerinde mikroplastiklerden etkilendiği ve fotosentetik aktivitenin düştüğü bildirilmiştir (Akçay S, 2020). Mikroplastikler sucul hayvanların sindirim sistemi kanalında birikmekte ve bu sebeple tüketim öncesi bazı balıkların sudan arındırılıp bağırsaklarının çıkarılması işlemleri mikroplastiklere maruziyetinin doğrudan etkisini önleyebilmektedir. Çıkarılan bağırsaklar hayvan yemlerinde kullanıldığında dolaylı yoldan mikroplastikler ile kontaminasyon gerçekleşmiş olmaktadır. Ancak sardalya, hamsi gibi bütün halde yenen balıklar ve kabuklular gastrointestinal sistem ile tüketilebildiği için risk teşkil etmektedirler (Atakan, 2021). Sucul organizmalardan bir bütün olarak tüketilen midye, mikroplastiklerin doğrudan kaynağıdır. Gedik ve Eryaşar Türkiye'de 23 farklı konumdan kıyılardan toplanan Akdeniz midyeleri ile yapmış olduğu çalışmada midyelerin %48' inde mikroplastikler tespit edilmiştir (Gedik ve Eryaşar, 2020). Midyelerde bulunan mikroplastik miktarı 0,69 parçacık/midye ve 0,23 madde/g yumuşak doku olarak bulunmuştur. Bu mikroplastiklerin %80' ini PET (32,9), PP (28,4) ve PE (19,4) ler oluşturmuştur. Bu çalışmada Türkiye' de midyelerden kaynaklı yıllık mikroplastiklere maruziyet oranı 1918 mikroplastik/yıl olarak tahmin edilmiştir. Bu bağlamda gıdaların sık tüketilmesi toksik etkiler oluşturabilmektedir. Hafif yapıda olup havada da bulunabilen mikroplastikler tezgâhta açıkta satılan balıklar için ayrı bir risk kaynağıdır (Sewwandi vd., 2023). Mikroplastikler su kaynaklarında ve içme sularında görülmektedir. Bu durumun meydana gelmesinde mevcut bir atıksu arıtma tesisinde filtrasyon sonrası arıtılmış suyun, bir içme suyu kaynağına yakın bölgeye boşalması sonucunda içerdiği çok büyük miktarlarda mikroplastik parçacığının içme sularına geçmesi

önemli rol oynamaktadır (Carr vd., 2016). İşlenmemiş suyu (hem yüzey hem de yer altı suyu) ve arıtma tesislerinden toplanan arıtılmış içme suyunu inceleyen beş araştırmadan, dördünde mikroplastiklerin varlığı bildirilmiştir (Pivokonsky vd., 2018; Mintenig vd., 2019; Wang vd., 2020). Genellikle arıtılmamış yüzey sularındaki mikroplastik konsantrasyonları yeraltı sularından daha yüksektir (Uhl vd., 2018). Ayrıca, şişelenmiş sularda genellikle daha yüksek düzeyde mikroplastik konsantrasyonları gözlemlenmiştir. Çünkü bu sular plastik ambalajlar ile (kapaklar ve şişeler) kirlenebilmektedir (Obmann vd., 2018). İçme sularındaki mikroplastik dağılımı meteorolojik ve coğrafik faktörlerden büyük ölçüde etkilenmektedir (Lusher vd., 2017). Mikroplastiklerin içme sularında varlığına ilişkin yapılmış çalışmalar Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. İçme sularında mikroplastiklerin varlığına ilişkin bazı çalışmalar (Çakmak ve

Numune Adı	Numune No	Mikroplastik Miktarı	Boyut	Çesit	Analiz Metodu	Ülke	Kaynak
Şişelenmiş su	259 adet	315 MP/ L ve 10,4 MP / L ortalama konsantrasyonlu	<100 – >100 µm	Parçacık	Floresan Mikroskopu	Çin, Brezilya, Hindistan, Endonezya	Mason vd., (2018)
İçme suyu	10 adet	2–44 MP/L tek kullanımlık plastik şişe,	5-20 µm	Parçacık, PET,PP,PE	Raman spektroskopisi	Almanya	Schymanski vd., (2018)
Kaynak su	12 adet	28–241 MP/L geri dönüştürülebilir					
Musluk suyu	159 adet	0–61 MP/L	100–5000 µm	Lif, Parçacık, Film	Diseksiyon mikroskopu	Küba, Ekvador, İngiltere, Fransa, Almanya, Hindistan,	Kosuth vd., (2018)

Acaröz, 2021)

SONUÇ

Son yıllarda iklim değişiklikleri ve küresel ısınma sonucunda su kaynaklarında azalma meydana gelmektedir. Bununla birlikte mevcut su kaynaklarının plastik atıklar ile kirlenmesi hem çevreyi hem de temiz içilebilir nitelikte su temininde yaşanan sorunlar insan sağlığını üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. İçme suyu kaynaklarında mikroplastiklerin varlığına yönelik çalışmalarda son zamanlarda artmaktadır. Ancak mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin hangi düzeyde olduğuna dair yeterli sayıda araştırma bulunmamaktadır.

İçme sularındaki mikroplastikler son zamanlarda bildirilen yeni kirleticilerdir ve konsantrasyonlarını analiz etmek için oluşturulmuş standartlar yoktur. Bu nedenle mikroplastiklerin tespiti için güvenilir, sürdürülebilir ve standart bir analiz metodu geliştirilmelidir.

Ülkemizde ve diğer ülkelerde atıksu arıtma tesislerinde mikroplastiklerin giderilmesi arıtma yöntemlerine ilişkin olarak limit bir değer olmaması hem de arıtılması ile ilgili mevcut yasal bir zorunluluk olmaması nedeniyle arıtma tesislerinin birçoğu mikroplastiklerin giderilmesine uygun olarak tasarlanmamıştır. Fakat modern arıtma yöntemlerinin uygulanması mikroplastiklerin giderilmesinde etkili olmaktadır. Bu nedenle; atıksu arıtma tesislerindeki çamur birikintisi içerisinde toplanan mikroplastiklerin su kaynaklarını kirletmesini önlemek

amacıyla hem etkili arıtma teknolojileri hem de düzenli bir atık yönetimi uygulanmalıdır. Ayrıca, mikroplastiklere maruz kalmanın en aza indirilmesi için evsel olarak içme suyu filtreleme sistemlerinin kullanımı teşvik edilmelidir. Günümüzde literatür çalışmaları incelendiğinde; mikroplastiklerin insan sağlığına direkt olarak olumsuz bir etkisi olmasa da kimyasal bileşiminde yer alan veya yüzeyinde tutunan fitalatlar, PC, PBDE, PE, PS ve PP gibi maddeler insan sağlığını olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Canlılar üzerinde deneysel amaçlı daha fazla toksikolojik çalışmalar yapılarak akut ve kronik etkiye neden olan mikroplastik miktarının toksik limit değeri belirlenmelidir.

Mikroplastikler, su kaynaklarına ulaştıklarından hem çevresel hem de insan sağlığı açısından potansiyel bir risk faktörüdür. Bu nedenle, toplumda bilinçlendirme çalışmaları yapılarak plastik kullanımının farkındalığı artırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Acaroz, U., Ince, S., Arslan-Acaroz, D., Gurler, Z., Demirel, HH., Kucukkurt, I., Eryavuz, A., Kara, R., Varol, N., & Zhu, K. (2019). Bisphenol-A induced oxidative stress, inflammatory gene expression, and metabolic and histopathological changes in male Wistar albino rats: protective role of boron. *Toxicol Res*, 8 (2), 262-269.
- Akçay S, Törnük F, Yetim H. Mikroplastikler: Gıdalarda bulunuşu ve sağlık üzerine etkileri. *EJOSAT 2020*; (20),530-538.
- Akarsu, C., Kıdeyş, A. E., & Kumbur, H. (2017). Evsel atık su arıtma tesislerinin sucul ekosisteme mikroplastik tehditi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi* , 73-78.
- Akhan M, Sancar B, Öztürk M, Ergün Ö, (2022) İçme Suları ve Gıdalarda Mikroplastikler.
- Anbumani, S., & Kakkar, P. (2018). Ecotoxicological effects of microplastics on biota: A review. *Environ Sci Pollut Res*, 25 (15), 14373-14396.
- Arı M, Öğüt S, (2021) “ Mikroplastikler Ve Çevresel Etkileri” Düzce Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi, , C.9,S.2,Ss.871-872, 2021.
- Atakan O, Yüceer M, Caner C. Mikroplastikler ve Gıda Güvenliği. *Akad Gıda* 2021;19(4):433-441.
- Besseling, E., Wang, B., Lüring, M., & Koelmans, AA. (2014). Nanoplastic Affects Growth of *S. obliquus* and Reproduction of *D. magna*. *Environ Sci Technol*, 48 (20), 12336-12343.
- Bouwmeester, H., Hollman, PCH., & Peters, RJB. (2015). Potential Health Impact of Environmentally Released Micro- and Nanoplastics in the Human Food Production Chain: Experiences from Nanotoxicology. *Environ Sci Technol*, 49 (15), 8932-8947.
- Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., Locaputo, V., & Uricchio, VF. (2020). A Detailed Review Study on Potential Effects of Microplastics and Additives of Concern on Human Health. *Int J Environ Res Public Health*, 17 (4), 1212. 1244.
- Carr, SA., Liu, J., & Tesoro, AG. (2016). Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. *Water Res*, 91, 174-182.
- Choi, D., Bang, J., Kim, T., Oh, Y., Hwang, Y., & Hong, J. (2020). In vitro Chemical and physical toxicity of polystyrene microplastics in human-derived cells. doi:10.21203/rs.3.rs-16642/v1.
- Cingotti, N., & Jensen, GK. (2019). Health and Environment Alliance (HEAL). Food Contact Materials and Chemical Contamination. Health and Environment Alliance, Brussels, Belgium, 2019.
- Çakmak Ö, Acaröz U, (2021), “Su Kaynaklarında Mikroplastiklerin Varlığı Ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi”, *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni* s.s81-82, 2021.
- Farrell, P., & Nelson, K. (2013). Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). *Environ Pollut*, 177, 1-3.

- GESAMP (2015). Sources, Fate and Effects of Microplastics in The Marine Environment: A Global Assessment. GESAMP Reports and Studies No. 90, Erişim adresi: Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment (Part 1) | GESAMP.
- GESAMP, (2016). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment. (Kershaw, P.J. & Rochman, C.M., eds). (IMO/FAO/ UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 93, 220.
- Gedik K, Eryaşar A. R. (2020). Microplastic pollution profile of Mediterranean mussels (*Mytilus galloprovincialis*) collected along the Turkish coasts, *Chemosphere*, 260, 127570.
- Guzzetti, E., Sureda, A., Tejada, S., & Faggio, C. (2018). Microplastic in marine organism: Environmental and toxicological effects. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 64, 164-171.
- Gündoğdu S. Contamination of table salts from Turkey with microplastics. *Food Addit Contam Part A* 2018; 35(5), 1006-1014.
- Güven, O. Gökdağ, K, Jovanovic, B., & Kıdeys, A. E. (2017). Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. *Environmental Pollution*, 286-294.
- Hwang, J., Choi, D., Han, S., Choi, J., & Hong, J. (2019). An assessment of the toxicity of polypropylene microplastics in human derived cells. *Sci Total Environ*, 684, 657-669.
- Horton AA, Walton A, Spurgeon DJ, Lahive E, Svendsen C. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Sci Total Environ* 2017; 586, 127-141.
- Lusher, A., Hollman, P., & Mendoza-Hill, J. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, No. 615. Erişim adresi: Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety.
- Mason, SA., Welch, VG., & Neratko, J. (2018). Synthetic Polymer Contamination in Bottled Water. *Front Chem*, 6, 1-11.
- Mintenig, S., Löder, M., Primpke, S., & Gerdt, G. (2019). Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources. *Sci Total Environ*, 648, 631-635.
- Napper, IE., & Thompson, RC. (2016). Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions. *Mar Pollut Bull*, 112 (1-2), 39-45.
- Obbard, RW., Sadri, S., Wong, YQ., Khitun, AA., Baker, I., & Thompson, RC. (2014). Global warming releases microplastic legacy frozen in Arctic Sea ice. *Earth's Future*, 2 (6), 315-320.
- Oßmann, BE., Sarau, G., Holtmannspötter, H., Pischetsrieder, M., Christiansen, SH., & Dicke, W. (2018). Small-sized microplastics and pigmented particles in bottled mineral water. *Water Res*, 141, 307-316.
- Oladejo, A. (2017, 3 15). Analysis of microplastics and their removal from water. Helsinki Metropolia University of Applied Sciences. Bachelor Thesis.
- Pivokonsky, M., Cermakova, L., Novotna, K., Peer, P., Cajthaml, T., & Janda, V. (2018). Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. *Sci Total Environ*, 643, 1644-1651
- Plastics Europe. (2017). *Plastics – the Facts 2017*. An analysis of European plastics production, demand and waste data. Brüksel.
- Sá, LCD., Luís, LG., & Guilhermino, L. (2015). Effects of microplastics on juveniles of the common goby (*Pomatoschistus microps*): Confusion with prey, reduction of the predatory

- performance and efficiency, and possible influence of developmental conditions. *Environ Pollut*, 196, 359–362.
- Sewwandi M, Wijesekara H, Rajapaksha AU, Soysa S, Vithanage M. Microplastics and plastics-associated contaminants in food and beverages; Global trends, concentrations, and human exposure. *Environ Pollut* 2023; 317, 120747.
- Schirinzi, GF., Pérez-Pomeda, I., Sanchís, J., Rossini, C., Farré, M., & Barceló, D. (2017). Cytotoxic effects of commonly used nanomaterials and microplastics on cerebral and epithelial human cells. *Environ Res*, 159, 579-587.
- Schymanski, D., Goldbeck, C., Humpf, HU., & Fürst, P. (2018). Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Res*, 129, 154-162.
- Smith, M., Love, DC., Rochman, CM., & Roni, N. (2018). Microplastics in Seafood and the Implications for Human Health. *Curr Environ Health Rep*, 5 (3):375-386.
- Stock, V., Böhmert, L., Lisicki, E., Block, R., Cara-Carmona, J., Pack, LK., Selb, R., Lichtenstein, D., Voss, L., Henderson, LC., Elke Zabinsky, E., Sieg, H., Braeuning, A., & Lampen, A. (2019). Uptake and effects of orally ingested polystyrene microplastic particles in vitro and in vivo. *Arch Toxicol*, 93 (7), 1817-1833.
- Thompson, RC., Olsen, Y., Mitchell, RP., Davis, A., Rowland, SJ., John, AWG., McConigle, D., & Russell, AE. (2004). Lost at Sea: Where is All the Plastic? *Sci*, 304 (5672), 838.
- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu. (2016). Kontrollü Salınan Gübrelerin Elde Edilmesi ve Etkilerinin 15N Tekniği Kullanarak Saptanması. Ankara: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu.
- Triebkorn, R., Braunbeck, T., Grummt, T., Hanslik, L., Huppertsberg, S., Jekel, M., Knepper, TP., Kraus, S., Müller, YK., Pittroff, M., Ruhl, AS., Schmiege, H., Schür, C., Strobel, C., Wagner, M., Zumbülte, N., & Köhler, H. (2019). Relevance of nano and microplastics for freshwater ecosystems: A critical review. *Trends Analyt Chem*, 110, 375-392.
- Tokaç, A. (2018, 05 17). Denizel çevrede plastik kirliliği birikimi, sosyo-ekonomik ve ekolojik açıdan incelenmesi. İzmir: Perşembe Seminerleri. doi: 10.13140/RG.2.2.18422.91207
- Tutoğlu, N. (2019). Sucul Ortamdaki Mikroplastiklerin İnsan Sağlığına Etkisi Ve Arıtma Yöntemlerinin Araştırılması (Uzmanlık Tezi).
- Uhl, W., Eftekhardakhah, M., & Svendsen, C. (2018). Mapping microplastic in Norwegian drinking water. *Norwegian Water Report No.241*. Erişim adresi: <https://www.eureau.org/resources/publications/3100-norsk-vann-report-on-microplastics-in-drinking-water-1/file>.
- Venghaus, D. & Barjenbruch M. (2017). Microplastics in Urban Water Management. *Technical Transactions*, 137-146. doi: 10.4467/2353737XCT.17.011.6108.
- Wang, Z., Lin, T., & Chen, W. (2020). Occurrence and removal of microplastics in an advanced drinking water treatment plant (ADWTP). *Sci Total Environ*, 700, 134520.
- WHO (2019). World Health Organization, Microplastics in drinking-water. Geneva, Switzerland. Erişim adresi: WHO Microplastics in drinking-water.
- Yurtsever, M (2015). “Mikroplastikler’e genel bir bakış,” *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, c. 17, s. 50, ss. 68-83.
- Yurtsever, M. (2019). Nano-ve Mikroplastik’lerin İnsan Sağlığı ve Ekosistem Üzerindeki Olası Etkileri. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 5 (2), 17-24.
- Ziajahromi, S., Kumar, A., Neale, PA., & Leusch, FD. (2018). Environmentally relevant concentrations of polyethylene microplastics negatively impact the survival, growth and emergence of sediment-dwelling invertebrates. *Environ Pollut*, 236, 425-431.

MODERN EKSTRAKSİYON TEKNİKLERİNİN TIBBİ BİTKİLERDEKİ UYGULAMALARI VE ANALİZİ

UTILIZATION AND ANALYSIS OF MODERN EXTRACTION TECHNIQUES IN MEDICINAL PLANTS

Merve NENİ

Dr. Öğr. Üyesi, Çukurova Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Anabilim Dalı
Assist. Prof. Dr. Cukurova University, Faculty of Pharmacy, Department of Analytical
Chemistry

ORCID ID: 0000-0003-3165-1060

Seçil KARAHÜSEYİN

Dr, Çukurova Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı
Dr.Cukurova University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmacognosy

ORCID ID: 0000-0002-3515-2974

ÖZET

Modern (Nonkonvansiyonel) ekstraksiyon yöntemleri, eczacılıkta tıbbi bitkilerden biyolojik aktif bileşiklerin daha verimli, sürdürülebilir ve çevre dostu bir şekilde elde edilmesini sağlayan yenilikçi analiz tekniklerdir. Geleneksel ekstraksiyon yöntemlerine (örn. soxhlet, maserasyon, hidrodistilasyon) kıyasla, bu yöntemler genellikle daha az çözücü kullanımı, kısa işlem süreleri ve düşük enerji tüketimi gibi avantajlar sunar. Modern ekstraksiyon teknikleri arasında ultrasonik ekstraksiyon (UAE), mikrodalga destekli ekstraksiyon (MAE), süperkritik sıvı ekstraksiyonu (SFE) ve yüksek basınçlı ekstraksiyon (HPE) gibi yöntemler yer almaktadır. Bu yöntemlerin tıbbi bitkilerde kullanımı giderek artmaktadır. Ultrasonik ekstraksiyon, ses dalgalarının bitki hücre duvarlarını parçalamasıyla etken maddelerin çözülmesini hızlandırır. Düşük sıcaklıklarda işlem görmesi, ısıya duyarlı bileşiklerin korunmasına olanak tanır. Mikrodalga destekli ekstraksiyon, mikrodalga enerjisinin bitki hücrelerindeki su moleküllerini hedef alarak hızlı ısıtma sağlar ve bu da bileşiklerin daha kısa sürede ekstre edilmesine olanak verir. Süperkritik sıvı ekstraksiyonu, genellikle karbondioksit gibi süperkritik çözücülerin kullanılmasıyla, çevre dostu ve toksik olmayan bir yöntem olarak ön plana çıkar. Yüksek basınçlı ekstraksiyon ise bitki hücrelerini fiziksel olarak parçalayarak daha yüksek ekstre verimi sağlar. Bu tekniklerin tercih edilme nedenleri arasında, özellikle çevresel faktörlere duyarlılık ve daha saf biyolojik aktiviteye sahip ekstraktların elde edilmesi isteği bulunmaktadır. Geleneksel yöntemler genellikle uzun süre gerektirir ve yüksek sıcaklık gibi faktörler nedeniyle biyolojik bileşiklerde bozulmalara neden olabilir. Nonkonvansiyonel yöntemler ise kısa sürede yüksek verim sağladıkları için hem endüstriyel hem de akademik çalışmalarda giderek daha fazla tercih edilmektedir. Bu çalışmada, bir bitkisel materyalden etken maddenin ekstraksiyonu için kullanılacak modern ekstraksiyon yöntemlerinin tanımlanması, ekstraksiyon basamaklarının oluşturulması ve bu yöntemlerin diğer yöntemlere göre avantajları ve dezavantajlarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Modern, Nonkonvansiyonel, Ekstraksiyon, Tıbbi bitki, Eczacılık.

ABSTRACT

Modern (non-conventional) extraction methods are innovative analytical techniques that enable more efficient, sustainable and environmentally friendly extraction of biologically active compounds from medicinal plants in pharmacy. Compared to conventional extraction

methods (e.g. soxhlet, maceration, hydrodistillation), these methods often offer advantages such as less solvent usage, short processing times and low energy consumption. Modern extraction techniques include ultrasonic extraction (UAE), microwave-assisted extraction (MAE), supercritical fluid extraction (SFE) and high-pressure extraction (HPE). The use of these methods in medicinal plants is increasing. Ultrasonic extraction accelerates the dissolution of active substances by the disintegration of plant cell walls by sound waves. Processing at low temperatures allows the preservation of heat-sensitive compounds. Microwave-assisted extraction enables rapid heating by targeting microwave energy to water molecules in plant cells, which allows compounds to be extracted in a shorter time. Supercritical fluid extraction, usually using supercritical solvents such as carbon dioxide, is an environmentally friendly and non-toxic method. High-pressure extraction provides higher extract yield by physically breaking plant cells. Among the reasons why these techniques are preferred are sensitivity to environmental factors and the desire to obtain purer extracts with biological activity. Conventional methods usually require a long time and may cause degradation of biological compounds due to factors such as high temperature. Nonconventional methods are increasingly preferred in both industrial and academic studies because they provide high yields in a short time. In this study, it was aimed to define modern extraction methods that can be used for the extraction of an active substance from a plant material, to establish the extraction steps, and to reveal the advantages and disadvantages of these methods compared to other methods.

Keywords: Modern, Nonconventional, Extraction, Medicinal Plant, Pharmacy.

GİRİŞ

Konvansiyonel ekstraksiyon yöntemleri, tıbbi bitkilerden aktif bileşenlerin elde edilmesinde uzun yıllardır kullanılan geleneksel tekniklerdir. Bu yöntemler arasında soğuk su ekstraksiyonu, sıcak su ekstraksiyonu, alkol ekstraksiyonu ve distilasyon gibi süreçler bulunmaktadır. Bu teknikler, genellikle basit ve ekonomik olmalarıyla bilinir, ancak bazen düşük verimlilik ve seçicilik gibi sınırlamaları vardır [1]. Öte yandan, nonkonvansiyonel ekstraksiyon yöntemleri, modern teknoloji ile geliştirilmiş ve daha verimli ekstraksiyon süreçleri sunmaktadır. Bu yöntemler arasında ultrasonik ekstraksiyon, süperkritik akışkan ekstraksiyonu, mikrodalga yardımcı ekstraksiyon ve enzimatik ekstraksiyon gibi teknikler bulunmaktadır [2].

Nonkonvansiyonel ekstraksiyon yöntemleri, geleneksel (konvansiyonel) yöntemlerin ötesinde yenilikçi ve gelişmiş teknikler kullanarak bitkisel ve diğer doğal materyallerden etkin maddeleri ayrıştırmayı amaçlayan yöntemlerdir. Bu yöntemler genellikle daha hızlı, daha verimli ve çevre dostu sonuçlar sağlamayı hedeflemektedir [3].

Nonkonvansiyonel yöntemler, daha yüksek verimlilik, hız ve spesifiklik sağlama kapasitesine sahip olup tıbbi bitkilerden yüksek kaliteli ve saflıkta bileşenlerin elde edilmesine olanak tanımaktadır. Bu nedenle, modern ilaç endüstrisinde giderek daha fazla tercih edilmektedirler, çünkü hem etkinliklerini artırabilirler hem de üretim süreçlerini iyileştirebilmektedirler [3].

YÖNTEM

Bu çalışmada science direct, Google scholar, web of science ve pubmed veritabanları taranarak elde edilen veriler derlenmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Modern ekstraksiyon yöntemleri, bitkilerden ve diğer doğal kaynaklardan etkin maddelerin elde edilmesinde geleneksel yöntemlere ek olarak kullanılan yöntemlerdir.

Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu (SFE)

Süperkritik akışkan ekstraksiyonu, ilaç endüstrisinde etkili ve çevre dostu bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntemde süperkritik karbon dioksit (CO₂) gibi çözücüler kullanılarak bitkisel ve diğer doğal materyallerden etkin maddeler ayrıştırılır. Süperkritik akışkanlar hem sıvı hem de gaz özelliklerine sahip oldukları için yüksek çözünürlük kapasiteleri sunmaktadır. Araştırmalar, bu ekstraksiyon yönteminin farmasötik bileşenlerin yüksek saflıkta ve etkinlikte ekstrakte edilmesini sağladığını göstermektedir. Bu yöntem, özellikle uçucu yağlar ve doğal ürünlerin ekstraksiyonunda kullanılmaktadır ve farmasötik ürünlerin kalitesini artırmaktadır [4]. Tablo 1’de süperkritik akışkan ekstraksiyonunun avantajları ve dezavantajları verilmiştir [5].

Tablo 1. Süperkritik akışkan ekstraksiyonunun avantajları ve dezavantajları

	Avantajlar	Dezavantajlar
Süperkritik akışkan ekstraksiyonu	<ul style="list-style-type: none"> • Genellikle süperkritik CO₂ gibi çevre dostu ve toksik olmayan solventler kullanılır. • Farklı bileşikler için basınç ve sıcaklık ayarlanarak daha seçici bir ekstraksiyon yapılabilir. • Geleneksel yöntemlere göre daha yüksek verim sağlar ve solvent kalıntısı bırakmaz. • Düşük sıcaklıkta çalıştığı için ısıya duyarlı bileşikler bozulmaz. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ekipmanlar oldukça pahalı ve karmaşıktır. • Yüksek basınç altında çalışmak özel güvenlik önlemleri gerektirir. • Sistem kurulumları ve çalıştırması diğer yöntemlere göre daha zordur.

Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon (MAE)

Mikrodalga destekli ekstraksiyon, ilaç endüstrisinde hızlı ve enerji verimli bir ekstraksiyon yöntemi olarak kabul edilmektedir. MAE, mikrodalga enerjisi kullanarak çözücünün ısınmasını hızlandırır ve böylece etkin maddelerin çözünme sürecini kısaltmaktadır. Bu yöntem, bitkisel ve diğer doğal materyallerden yüksek verimlilikle etkin bileşenlerin çıkarılmasını sağlamaktadır. MAE’nin farmasötik alandaki kullanımı, özellikle bitkisel ilaçların ve aktif bileşenlerin ekstraksiyonunda zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca, bu yöntem termal bozulmayı azaltarak bileşenlerin kalitesini korumaktadır [6]. Tablo 2’de MAE’nin avantajları ve dezavantajları verilmiştir [7].

Tablo 2. Mikrodalga destekli ekstraksiyonunun avantajları ve dezavantajları

	Avantajlar	Dezavantajlar
Mikrodalga destekli ekstraksiyon	<ul style="list-style-type: none"> • Mikrodalgalar, ekstraksiyon süresini büyük ölçüde azaltır. • Geleneksel yöntemlere göre çok daha az solvent gerektirir. • Mikrodalgalar numuneyi içten ısıtarak hızlı ve homojen ısıtma sağlar, bu da daha yüksek ekstraksiyon verimi ile sonuçlanır. • Özellikle bitkisel ekstraksiyonlarda oldukça verimli sonuçlar alınabilir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Her solvent mikrodalga enerjisini iyi absorbe etmez, bu da sınırlamalara yol açabilir. • Isıya duyarlı bileşikler için uygun olmayabilir, çünkü mikrodalgalar hızlı bir şekilde sıcaklık artışına neden olabilir. • Özel mikrodalga cihazları pahalı olabilir.

Ultrasonik Ekstraksiyon

Ultrasonik ekstraksiyon, ilaç endüstrisinde etkin bir yöntem olarak kabul edilmektedir çünkü ultrasonik dalgalar, çözücünün ve bitkisel materyalin etkileşimini artırarak etkin maddelerin daha hızlı ve verimli bir şekilde ekstrakte edilmesini sağlamaktadır. Bu yöntem, düşük sıcaklıklarda çalışarak termal bozulmayı minimize eder ve çözücü kullanımını azaltmaktadır. Ultrasonik ekstraksiyon, özellikle biyoaktif bileşenlerin ve fitokimyasalların ayrıştırılmasında kullanılmaktadır, farmasötik ürünlerin kalitesini artırmaktadır [8]. Tablo 3'te ultrasonik ekstraksiyonun avantajları ve dezavantajları verilmiştir [9].

Tablo 3. Ultrasonik ekstraksiyonunun avantajları ve dezavantajları

	Avantajlar	Dezavantajlar
Ultrasonik ekstraksiyon	<ul style="list-style-type: none"> • Geleneksel yöntemlere kıyasla ekstraksiyon süresi önemli ölçüde kısadır. • Enerji verimliliği yüksektir ve sıcaklık daha düşük seviyelerde tutulabilir. • Ultrasonik dalgalar, hücre duvarlarının parçalanmasını kolaylaştırır, bu da daha yüksek verimli bir ekstraksiyon sağlar. • Daha az solvent kullanımıyla çevresel etkiyi azaltır. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ultrason dalgaları sırasında lokal ısı artışı olabilir ve bu, ısıya duyarlı bileşiklerin bozulmasına neden olabilir. • Ultrasonik cihazlar genellikle pahalıdır. • Bazı bileşikler için etkili olmayabilir veya özel optimizasyon gerekebilir.

İyonik Sıvı Ekstraksiyonu

İyonik sıvı ekstraksiyonu, ilaç endüstrisinde yenilikçi bir yöntem olarak dikkat çekmektedir. İyonik sıvılar, düşük buharlaşma noktalarına sahip ve çeşitli bileşenleri çözme kapasiteleri ile bilinmektedir. Bu özellik, onları etkin ve çevre dostu çözücüler olarak kullanışlı hale getirmektedir. Araştırmalar, iyonik sıvıların farmasötik bileşenlerin yüksek saflıkta ve etkinlikte ekstrakte edilmesinde etkili olduğunu göstermektedir. İyonik sıvılar, çözücü kullanımını azaltabilmektedir ve ekstraksiyon süreçlerini daha çevre dostu hale getirebilmektedir [10, 11]. Tablo 4'te iyonik sıvı ekstraksiyonunun avantajları ve dezavantajları verilmiştir [12].

Tablo 4. İyonik sıvı ekstraksiyonunun avantajları ve dezavantajları

	Avantajlar	Dezavantajlar
İyonik sıvı ekstraksiyonu	<ul style="list-style-type: none"> • İyonik sıvılar, uçucu organik bileşikler gibi buharlaşmayan, toksik olmayan çözücülerdir, bu da çevreye zararlı etkilerini azaltır. Bu nedenle, "yeşil kimya" prensiplerine uygun bir çözücü sınıfı olarak kabul edilirler. • İyonik sıvılar, düşük uçuculukları sayesinde ekstraksiyon sırasında buharlaşmazlar ve yanma, patlama gibi riskler içermezler. Bu da güvenli bir çalışma ortamı sağlar. • İyonik sıvılar, geniş bir polarite aralığında çözme yeteneğine 	<ul style="list-style-type: none"> • İyonik sıvıların üretim maliyeti geleneksel çözücülere göre oldukça yüksektir. Bu da başlangıç ve operasyon maliyetlerini artırabilir. • İyonik sıvıların saflaştırılması ve geri dönüşümü karmaşık olabilir. Geri dönüşüm sırasında saflığın korunması zorlu bir süreç olabilir ve ek işlemler gerektirebilir. • Her ne kadar çevre dostu olarak kabul edilse de birçok iyonik

<p>sahiptir ve hem organik hem de inorganik bileşikleri etkili bir şekilde çözebilirler. Bu, çeşitli bileşiklerin ekstraksiyonu için esneklik sağlar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • İyonik sıvılar birçok kez geri dönüştürülebilir ve tekrar kullanılabilir, bu da maliyetleri ve çevresel etkileri azaltır. • İyonik sıvılar, düşük sıcaklık ve basınç altında bile yüksek ekstraksiyon verimliliği sağlar, bu da enerji tasarrufu sağlar ve enerji maliyetlerini azaltır. • İyonik sıvılar genellikle yüksek termal kararlılığa sahiptir, bu da onları yüksek sıcaklıklarda yapılan işlemler için uygun hale getirir. 	<p>sıvı biyolojik olarak kolayca parçalanamaz, bu da uzun vadede çevresel kalıntılara neden olabilir.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bazı iyonik sıvılar biyolojik sistemlerde toksik etkilere sahip olabilir. Toksisiteleri üzerine yapılan araştırmalar hâlâ devam etmekte olup her iyonik sıvı çevre ve sağlık açısından güvenli olmayabilir. • İyonik sıvılarla ekstraksiyon yöntemi hâlâ görece yeni bir teknolojidir ve birçok laboratuvar da bu konuda yeterli bilgi ve deneyim eksik olabilir. • İyonik sıvıların geri dönüşümü her zaman mümkün olmayabilir ve atık yönetimi zor olabilir, bu da uzun vadede çevresel sorunlara yol açabilir.
--	---

Yüksek Basınçlı Sıvı Ekstraksiyonu (HPE)

Yüksek basınçlı ekstraksiyonu, ilaç endüstrisinde geniş uygulama alanına sahip bir yöntemdir. HPE, yüksek basınç altında çözücü kullanarak bitkisel ve diğer doğal materyallerden etkin maddeleri hızla ekstrakte etmektedir. Bu yöntem, yüksek verimlilik ve çözünürlük kapasitesi sunmaktadır, bu da ilaç endüstrisinde aktif bileşenlerin etkili bir şekilde ayrıştırılmasını sağlamaktadır. HPE'nin avantajları arasında daha kısa ekstraksiyon süreleri ve düşük enerji tüketimi bulunmaktadır, bu da farmasötik üretim süreçlerini daha ekonomik hale getirmektedir [13]. Tablo 5'te HPE'nin avantajları ve dezavantajları verilmiştir [14].

Tablo 5. Yüksek basınçlı sıvı ekstraksiyonunun avantajları ve dezavantajları

	Avantajlar	Dezavantajlar
Yüksek basınçlı sıvı ekstraksiyonu	<ul style="list-style-type: none"> • Yüksek basınç, ekstraksiyon süresini önemli ölçüde kısaltır. • Düşük sıcaklıkta çalışılabilir, bu da ısıya duyarlı bileşiklerin korunmasına olanak tanır. • Hücre duvarlarını parçalayarak bileşiklerin daha verimli bir şekilde ekstrakte edilmesini sağlar. • Daha az solvent gerektirir, bu da çevreye zararını azaltır. 	<ul style="list-style-type: none"> • Yüksek basınçlı cihazlar pahalı olabilir. • Yüksek basınç altında çalıştığı için sık bakım ve güvenlik kontrolleri gerektirir. • Her bileşik için uygun olmayabilir ve optimize edilmesi zaman alabilir. •

SONUÇ

Kısacası, günümüzde tıbbi bitki ve ilaç endüstrisinde nonkonvansiyonel ekstraksiyon yöntemlerinin tercih edilmesinin ardında, bu yöntemlerin sunduğu avantajlar yatmaktadır. Bu nonkonvansiyonel ekstraksiyon yöntemleri, ilaç endüstrisinde etkin, çevre dostu ve ekonomik çözümler sunarak, farmasötik ürünlerin kalitesini ve verimliliğini artırmaktadır. Her yöntemin avantajları, çeşitli farmasötik bileşenlerin ekstraksiyonunda kullanılabilirliğini ve etkinliğini geliştirmektedir.

Nonkonvansiyonel ekstraksiyon teknikleri, ultrasonik, mikrodalga, süperkritik akışkan ve enzimatik ekstraksiyon gibi modern teknolojileri içerir ve bu yöntemler, geleneksel tekniklere göre birçok üstünlük sunmaktadır. Özellikle yüksek verimlilik, hızlı işlem süreleri ve daha iyi seçicilik gibi özellikleri, bitkisel bileşenlerin yüksek saflık ve etkinlikte elde edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, bu yöntemler genellikle daha az solvent kullanımı gerektirir ve çevre dostu uygulamalara olanak tanımaktadır. Bu nedenlerle, ilaç endüstrisi, daha etkili ve sürdürülebilir üretim süreçleri arayışında olan nonkonvansiyonel ekstraksiyon yöntemlerine yönelmiştir. Bu geçiş hem ürün kalitesini artırmakta hem de üretim maliyetlerini azaltmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Prado, J.M., et al., Conventional extraction, in Food waste recovery. 2021, Elsevier. p. 109-127.
2. Snoeys, R., F. Staelens, and W. Dekeyser, Current trends in non-conventional material removal processes. CIRP annals, 1986. **35**(2): p. 467-480.
3. Belwal, T., et al., Recent advances in scaling-up of non-conventional extraction techniques: Learning from successes and failures. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 2020. **127**: p. 115895.
4. Hedrick, J.L., L.J. Mulcahey, and L.T. Taylor, Supercritical fluid extraction. Microchimica Acta, 1992. **108**: p. 115-132.
5. Mendiola, J.A., et al., Supercritical fluid extraction. 2013.
6. Eskilsson, C.S. and E. Björklund, Analytical-scale microwave-assisted extraction. Journal of chromatography A, 2000. **902**(1): p. 227-250.
7. Zhang, H.-F., X.-H. Yang, and Y. Wang, Microwave assisted extraction of secondary metabolites from plants: Current status and future directions. Trends in Food Science & Technology, 2011. **22**(12): p. 672-688.
8. Pico, Y., Ultrasound-assisted extraction for food and environmental samples. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 2013. **43**: p. 84-99.
9. Shen, L., et al., A comprehensive review of ultrasonic assisted extraction (UAE) for bioactive components: Principles, advantages, equipment, and combined technologies. Ultrasonics Sonochemistry, 2023: p. 106646.
10. Shamshina, J.L., et al., Ionic liquids in pharmaceutical industry. Green techniques for organic synthesis and medicinal chemistry, 2018: p. 539-577.
11. Dietz, M.L., Ionic liquids as extraction solvents: where do we stand? Separation Science and Technology, 2006. **41**(10): p. 2047-2063.
12. Poole, C.F. and S.K. Poole, Extraction of organic compounds with room temperature ionic liquids. Journal of Chromatography A, 2010. **1217**(16): p. 2268-2286.
13. Shouqin, Z., Z. Junjie, and W. Changzhen, Novel high pressure extraction technology. International journal of Pharmaceutics, 2004. **278**(2): p. 471-474.
14. Huang, H.-W., et al., Advances in the extraction of natural ingredients by high pressure extraction technology. Trends in Food Science & Technology, 2013. **33**(1): p. 54-62.

EFFECT OF INPUT SUBSIDIES ON OUTPUT OF RICE FARMERS UNDER VALUE CHAIN DEVELOPMENT PROGRAMME IN NIGER STATE, NIGERIA

YISA, E.N.
Muhammad, H.U.
Tsado, J.H.
Ajayi, O.J.

Department of Agricultural Extension and Rural Development,
Federal University of Technology, Minna, Niger State, Nigeria.

ABSTRACT

The study assessed the effect of input subsidies on output of rice farmers under value chain development programme in Niger State, Nigeria. A multi-stage sampling technique was used to select 185 registered youth rice farmers using Yamane formular for appropriate sample size determination and data collected through a semi-structured questionnaire were analyzed using descriptive statistics (such as frequency count, percentages, mean) and Ordinary Least Square regression model to examine the effects of input subsidies on rice farmers' output. The results obtained shows that rice farmers in the study area were mostly males (85.4%) and formally educated (70.8%) with an average age of 42years among rice farmers in Niger state. The results also shows that increase in machine hiring services (94.1%), access to rice production modern technologies (86.5%), access to training on rice farming (85.9%), access to post-harvest handling and processing technologies (82.7%) and increase in the use of fertilizer and agrochemicals (81.1%) are the major input subsidies benefited among the rice farmers in Niger state. The result further shows that farm size, use of mechanization, cost of labour, number of trainings received, quantity of seed used, quantity of fertilizer used, and farm income were the significant factors influencing the output of the rice farmers in the study area. Hence, it was recommended that Value Chain Development Programmed should continue and expand the provision of subsidized inputs such as rice seeds, fertilizers agrochemicals, post-harvest technologies and increase trainings to rice farmers as they are crucial for farmers in Niger state and strengthen extension services to provide continuous support and innovation dissemination in rice farming techniques

Key words: Value-chain, Inputs, Subsidies, Rice-farmers and Development

INTRODUCTION

Agricultural production alongside non-farm or off-farm activities constitutes a major source of income for most rural households. Generally, human depend directly or indirectly on agriculture for food and livelihood. In Nigeria, agriculture plays a key role and even has a potent potential to be a dominant force in achieving a sustainable food security and nation economy in the future. It is a key contributor to poverty alleviation, as a larger percentage of the population derives their income from agriculture and related activities most especially the rural farm families, since more than 70% of the 182 million populations are employed in agriculture which are mostly small farm holders (FAO, 2018). Nigeria is faced with a looming food security crisis with a growing population, as the country increasingly depends on imported foods (Federal Ministry of Agriculture and Rural Development (FMARD), 2020). Presently, majority of small holder farmers are still confronted by increasingly nutrient depleted soils, low agricultural productivity and declining land availability, coupled with increasing populations putting pressure on natural resources and threatening the

environment (IFDC, 2021). Therefore, agriculture provides food for the teeming population, employers of labour, provides raw materials for industries, help in reducing poverty in the rural areas (Nwanko and Akonu, 2019).

Rice occupies a crucial space in household food expenditure. Importantly, it is a staple food with rich cultural identity. In Thailand, rice is described as the essence of life. In China, it is referred to 'life' and generally the root of Asian civilization. In addition, rice has a rich nutritive value that provides more than 15 essential vitamins and minerals including folic acid, B vitamins, potassium, magnesium, selenium, fiber, iron and zinc (Onwuka, 2021). Considering the nutritional value of rice in the body, there is hardly any country in the world where it is not utilized in one form or the other. In Nigeria, rice is one of the few food items whose consumption has no cultural, religious, ethnic or geographical boundary (Ibitoye et al., 2017). Consequently, its demand and consumption have continued to witness momentous changes with increasing population across all socio-economic classes (Onwuka, 2021).

According to Onwuka (2021), rice production in Nigeria has not kept pace with the increasing population. The annual growth rate of food sub-sector is 2.0 percent while the annual population growth rate is 3.3 percent (National Bureau of Statistics (NBS), 2018). This means, a wide gap exists between food supply and the demand. For instance, Nigeria's annual demand for milled rice exceeds domestic output of 3.3 million metric tons per annum by over 2.2 million MT per annum (Federal Ministry of Agriculture and Rural Development (FMARD), 2020). However, United State Department of Agriculture (USDA), reported that Nigeria was the second highest importer of rice after China in 2019. According to Fosu (2017), Nigeria's enormous agricultural potentials is yet to be fully exploited. FAO (2018) opined that utilization of production knowledge and use of technology makes the real value of productivity that boost Nigerias' economy. Thus, if well managed, the sector has potential to contribute substantially to GDP, employment and revenue generations. It is in this regard, that the Nigerian government positions agricultural sector as one of the driving forces for the anticipated economic growth that is required to reduce poverty (World Bank, 2012).

The concept of IFAD-Value Chain Development Programme in relation to youth-led enterprises due to the closure of Nigeria's borders to importation of rice, food security and self-sufficient in rice production has increased. The programme was introduced as special aspects relating to mainstreaming priority of VCDP's approach in gender inclusion focusing on women and youths. The programme is geared to make commercial opportunities available to youths in existing or new youth-led, off-farm enterprise through cost sharing with competitively selected private sector small and medium enterprises off-farm microenterprises activities. These include value addition in agriculture, crop markets, tillage services and input and output network strengthening, it provides technical assistance to low-cost technology and mechanized farming service providers, technology suppliers, aggregators and financial institutions (FLS) to train, serve and link more youth as clients and agents. The concept has evolved over the years and different value chain related frameworks have been developed for youth and women geared towards small holder productivity enhancement, VCDP has largely focused on supporting youth entrepreneurs for the provision of improved rice seeds and improved technology. Value chain actors are those who are actually directly involved in value chain activities. Typically, in this research for example they are farmers, what they have in common is that they become owners of the raw product (inputs subsidies) at one stage in the value chain. The core, or primary actors in agricultural value chain typically includes input suppliers, primary producers also referred to as farmers. In agriculture, the actors actually transact a particular product as it moves through the value chain including inputs. The value chain of a product describes the full range of activities which are required to bring a product or service from conception, through the different actors involved in the production, processing and delivery to the final end users (Yusuf, 2018).

METHODOLOGY

This study was conducted in Niger State, Nigeria. Niger State was created out of the former Northwestern State and became a fully autonomous State on 3rd February 1976, with headquarter at Minna. Niger State is in the North-central part of Nigeria and lies in between longitude $3^{\circ} 30^1$ and $7^{\circ} 20^1$ East of the Greenwich Meridian and latitude $8^{\circ} 20^1$ and $11^{\circ} 30^1$ North of the equator. The State presently comprises of 25 Local Government Areas (LGAs) and it is made up of three major ethnic groups which are the Nupe, Gbagyi and Hausa. However, the total inhabitants in the State are over 3,954,772 people during the 2006 population census. But, going by the annual population growth rate of 2.5% in Nigeria, the population of Niger State was projected to be 5,556,200 in the year 2016 (National Bureau of Statistics, 2018). Multistage sampling technique was used for this study. The first stage involved selection of one (1) LGA from of the zones (I) areas prone to banditry attacks. In the second stage, three (3) villages were randomly selected from each of the selected LGA. The third stage involved the use of Yamanne formula to select sample size from the sample frame of each village as obtained from Niger State Agricultural and Mechanization Development Authority (NAMDA). Thus, a total of 185 registered rice farmers were randomly selected as respondents for this study.

Data were collected using semi-structured questionnaire and analysis was conducted using descriptive statistics (mean, frequency distribution, and percentage) and inferential statistics (Multiple regression model) to the analyse the effects of input subsidies on rice production outputs in the study area was specified as follows:

Multiple regression model - involves the relationship between a dependent variable and a collection of independent variables. The value of dependent variable is defined as a combination of independent variables plus error term. $Y=f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n, e_i)$

Four (4) regression functions were tested in order to determine the best fit for this study. The explicit form of the regression model used for the study can be expressed as:

$$\text{Linear: } Y = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + e$$

(1)

$$\text{Semi-log: } Y = a + \beta_{1\ln} X_1 + \beta_{2\ln} X_2 + \beta_{3\ln} X_3 + \beta_{4\ln} X_4 + \beta_{5\ln} X_5 + \beta_{6\ln} X_6 + \beta_{7\ln} X_7 + \beta_{8\ln} X_8 + \beta_{9\ln} X_9 + \beta_{10\ln} X_{10} + e$$

(2)

$$\text{Exponential: } \ln Y = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + e$$

(3)

$$\text{Double log: } \ln Y = a + \beta_{1\ln} X_1 + \beta_{2\ln} X_2 + \beta_{3\ln} X_3 + \beta_{4\ln} X_4 + \beta_{5\ln} X_5 + \beta_{6\ln} X_6 + \beta_{7\ln} X_7 + \beta_{8\ln} X_8 + \beta_{9\ln} X_9 + \beta_{10\ln} X_{10} + e$$

(4)

Were:

Y_i = Rice outputs (in kg/ha) by the youth rice farmers

X_1 = Member of youth farmers organization (yes=1, no=0)

X_2 = Farm size (ha)

X_3 = Extension contact (number of times)

X_4 = Use of mechanization (Naira)

X_5 = Cost of labour (Man-days)

X_6 = Number of trainings received on (GAP) (number of times)

X_7 = Annual farm income of the farmers (Naira)

X_8 = Access to credit (amount received)

X_9 = Quantity of seed used (kg/ha)

X_{10} = Quantity of fertilizer used (kg/ha)

X_{11} = Quantity of agrochemicals used (kg/ha)

RESULTS AND DISCUSSION

Socio-economic Characteristics of the Farmers

Age of the respondents: Entries in Table 1 revealed that majority (87.5%) of the respondents in Niger state were between the age bracket of 31-50 years with average age of 42 years. This implies that, farmers in the study area were still within their active and productive age, i.e strong, energetic and full of innovative ideas that could be advantageous in efficient use of inputs subsidies given for rice production. At this age, farmers should be able to withstand the pressure and rigours involved in rice production from pre-planting operation till harvesting and post-harvesting operation respectively. This finding agreed with Okunola et al. (2018) who stated that majority of the farmers were within the youthful age group regarded as economically active age, innovative and productive age to carry out farming activities efficiently.

Sex of the respondents: Results in Table 1 showed that majority (85.4%) of the respondents in Niger State were male. This finding revealed that there are more male respondents than female respondents in the study area. This also might be due to the tedious, labourious and strenuous activities involved in rice production that could only be handled by men and restrict women to only domestic chores or as farm labourer in the study area. This is similar to the findings of Osanyinlusi and Adenegan, (2017) who found that men were dominant in rice production compared to female farmers.

Marital status of the respondents: Table 1 showed that the majority (85.9%) of the respondents in Niger state were married. This implies that farmers in the study area had the motivation to cater for their family needs such as provision of nutrition while also using family members as source of cheap labour for rice production activities. The result is in line with Okpe et al. (2019) who pointed out that, married persons were more involved in crop production due to higher food demand in the household.

Educational level of the respondents: The results in Table 1 showed that majority of the respondents (70.8%) in Niger state had one form of formal education or other involving attending primary, secondary and tertiary institutions with an average school year of 12years in schooling. Indicating a high literacy level, with high percentage of the rice farmers at tertiary level of formal education. Given that there is high level of literacy, it is expected that extension agents may disseminate information on good agronomic practices with ease among farmers in the study area. This result is in line with that of Bello et al. (2016) who reported that farmers in rural Northern Nigeria had formal education with average of 6 years in school thus, influencing the adoption of rice production technology among the farmers.

Table 1: Distribution of respondents according to socio-economic characteristics

Variables	Frequency	Percentage	Mean
Age (years)			
30 years and below	7	3.8	42 years
31-40	80	43.2	
41-50	82	44.3	
>50	16	8.6	
Sex			
Male	158	85.4	
Female	27	14.6	
Marital status			
Married	159	85.9	
Single	18	9.7	
Divorce	2	1.1	
Widow(er)	6	3.2	
Formal education			

Yes	131	70.8	
No	54	29.2	
Level of education			
Non-formal education	54	29.2	12 years
Primary education	7	3.8	
Secondary education	36	19.5	
Tertiary education	88	47.6	

Source: Field survey, 2024.

Rice Production Inputs Subsidies Benefited by Rice Farmers

The results of the study on rice production input subsidies and benefits derived by rice farmers in Niger states provide insight of the effect of inputs subsidies on rice farmers. The findings highlight different focal points, reflecting strategies that addressed specific local needs and conditions. The result in Table 2; shows that increase in machine hiring services (94.1%), access to rice production modern technologies (86.5%), access to training on rice farming (85.9%), access to post-harvest handling and processing technologies (82.7%) and increase in the use of fertilizer and agrochemicals (81.1%) are the major input subsidies benefited among the rice farmers in Niger state. The high percentage in machine hiring services indicate that rice farmers in Niger state benefited from access to mechanized services. This likely reduces the labour intensity and time required for rice farming, leading to increased productivity. Mechanization can also improve the efficiency and precision of agricultural practices, thereby enhancing crop yields. Access to rice production technologies (86.5%) which is the second most benefited inputs subsidies shows that technologies include improved seed varieties, irrigation systems, and farming tools. The substantial access to these technologies suggests that rice farmers had adopted innovative practices that can lead to better crop management and higher productivity. Access to training on rice farming (85.9%), training programme is essential for equipping farmers with the knowledge and skills needed to utilize new technologies effectively. The high percentage of farmers that received training indicates importance attached to capacity building, which enable farmers maximize the benefits of inputs subsidies provided. This is in line with the findings of Kayode and Adekoya (2018) who reported that majority (81.7%) of the respondents indicated that they benefited access to training service on good agronomic practices.

Table 2: Distribution of respondents according to rice production input subsidy

Variables	Frequency	Percentage
Increase in machine hiring services	174	94.1
Access to rice production modern technologies	160	86.5
Access to training on rice farming	159	85.9
Increase in fertilizer usage	145	84.4
Access to post-harvest handling and processing	153	82.7
Increase in rice seed usage	144	82.8
Access to support for value chain and market linkages	154	83.2
Access to credit/increase volume of funds	154	83.2
Access to support for small-holder productivity	152	82.2
Access to post-harvest handling and marketing	151	81.6
Access to agricultural facilities	151	81.6
Access to market infrastructural facilities	151	81.6
Access to information on rice agronomic practices	151	81.6
Increase in the use of herbicides	150	81.1
Reducing price risk for producers	150	81.1
Access to extension service	157	80.9

Source: Field survey, 2024.

The Effects of Inputs Subsidies on Rice Production Outputs Youth Rice Farmers

Multiple regression model was used to determine the effects of inputs subsidies on rice production outputs among rice farmers under VCDP in the study area. The multiple regression result is presented under four functional forms, linear, semi-log, double-log and exponential. However, double-log (Cobb-Dauglass) was selected as lead equation for further discussion due to its strong analytical techniques and significant variables. Thus, the result from Table 3; shows the R^2 value of (0.8833), implying that about (88%) of variations that occur in the output of the rice produced were explained by the independent variables included in the models. while the remaining (12%) were due to error in measurement of some variables. The Prob >F is significant at 1% level of probability. This implies the model is fit for the objectives.

The coefficient of farm size was (0.2845) which is positively significant at (1%) probability level. This implies that a unit increase in the size of farmland cultivated for rice production led to (28%) increase in the output of rice holding others variable constant. Similar observation was recorded in pooled result which shows a positive significant relationship between farm size and rice output of the farmers in the study area. This is in line with the result of Nwanko and Akonu (2019) which shows there is positively significant relation on the seed, fertilizer and farm size used in rice production to the output obtained by the farmers in the study area. The coefficient of mechanization was positive and significant at 1% level of probability. This implies that the higher the farmers mechanized their rice production, the higher the yield of the farmers at the end of the farming season. This is because mechanization enable farmers to increase area under cultivation, as more time as labour in the production system, saves time and improved the production of improved varieties of seeds, which could in turn increase the yield of the rice farmers who mechanize farming system. This substantiates with the findings of Onwuka (2021) who pointed out that farmers that employed mechanized farming tend to have higher yield and income compared to farmers who used non-mechanized system of production in the study area.

However, the coefficient of labour is negative and significant at 1% level of probability. Implying that, the higher the cost of hired labour the lower the rice farmers tend use labour force in rice production which in turn tend to reduce their outputs due to insufficient labour force to carryout rice production activities in the study area. The pooled result also shows negative significant relationship in the cost of labour and outputs of the rice farmers in the study area. This agrees with Yusuf, (2018) which showed that cost of labour influences the level of labour supply to agricultural production.

The coefficient of number of trainings received was positive and significant at 10% level of probability. This implies that the higher the rice farmers received training on good agronomic practices the higher the likelihood of their rice output. This could be attributed to better utilization of resources among the farmers. However, the coefficient of annual income of the farmers is positive and significant at 1% level of probability. Indicating that an increase in the income of the youth rice farmers leads to increase in the output as income influences farmers to adopt the use of mechanization increasing the output of the farmers in the study area. Antràs et al. (2017) income influence farmers to adopt mechanized farming system which increase the output of crop produced.

The coefficient of seed was (0.6391) which is positive and significant at 1% level of probability. This indicates that a unit increase in the quantity of seed used, holding other variable inputs constant, lead to (63%) increase in the output of rice produced by the farmers. Also, the coefficient of fertilizer (0.2269) which was positive and significant at 1% level of probability. This implies that a unit increase in fertilizer application, lead to (23%) increase in

the output of rice produced by the farmers in Niger state. This may be due to the fact that fertilizer replenish the soil nutrient thereby increasing the nutrient availability of rice seed for better germination and productivity. The pooled result also shows similar variation in the quantity of seed and fertilizer used as well as output of the rice produced. This substantiates with the findings of Resnick et al. (2020) who pointed out that increase in the quantity of seed and fertilizer application could lead to increase in the quantity of output harvested by the farmers in the study area.

Table 3: Effects of inputs subsidies on rice output among rice farmers

Variables	Coefficient	Z-value
Farmers' organization	-0.0128	-0.79
Farm size	0.2845	2.60***
Extension contact	0.1672	1.18
Use of mechanization	0.0739	4.38***
Cost of labour	-0.9271	-4.62***
Number of trainings received	0.5542	1.92*
Annual farm income	0.0747	2.69***
Access to credit facility	0.0029	0.27
Quantity of seed used	0.6391	3.29***
Quantity of fertilizer used	0.2269	3.61***
Quantity of agrochemical used	0.1760	1.30
Percentage subsidy received	-0.2191	-0.39
Constant	9.5468	3.35***
Number of observations	185	
F (12, 172)	7.34	
Prob > F	0.0000***	
R-squared	0.8833	
Adj R-squared	0.7229	

Source: Field survey, 2024

Note: *, **, * implies significant at 10%, 5% and 1% level of probability.**

Conclusion and Recommendations

The results of the study on rice production input subsidies and their benefits for rice farmers in Niger state provide data on the areas where these subsidies have had the most significant impact. The findings highlight different focal points in the state, reflecting tailored strategies that address specific local needs and conditions. The result concludes that increase in machine hiring service (94.1%), access to rice production technologies (86.5%) and access to training on rice farming (85.9%) were the major input subsidies benefited among the rice farmers in Niger State. The effect of input subsidies on rice production outputs concludes that farm size, use of mechanization, number of training received, annual farm income, quantity of seed used and quantity of fertilizer used were the positive and significant factors influencing rice production outputs i.e for every unit increase in each of these variables holding other variable constant lead to a unit increase in the output of rice produce in Niger state respectively. While cost of labour was negative and significant factor influencing output of rice produce, indicating increase in cost of labour leads to decrease in rice output.

REFERENCES

- Okunola, A.A., Bamigboye, A.I., Olayanju, A., Osueke, O.C., & Alhassan, A.E., (2018). Development of a rice cleaner cum grader for cottage industry processors in Nigeria. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*. 9(11), pp. 2339-2351.
- Osanyinlusi, O., & Adenegan, K.O. (2017). The determinant of rice farmers' productivity in Ekiti State, Nigeria. *Greener journal of agricultural sciences*. 6(2): pp 49-58.
- Okpe, I.J., Uji, T. & Okpachu, S.A. (2019). The impact of rice milling on poverty reduction in the three geo-political zones of Benue State, Nigeria. *Iosr Journal of Economics and Finance (Iosr-Jef)*, 3(2): pp 1 – 8.
- Bello, T.A., Balogun, O.L., Afodu, O.J., Akinboye, O.E., Ndubusi-Ogbonna, L.C., & Shobo, B.A. (2016). Determinant of productivity of rice farmers in Ogun state, Nigeria. *Research journal of Agriculture*. 3(4), 1-10.
- Kayode, A. & Adekoya, A.E. (2018). Determinants of rice farmers' technology utilization in Ekiti and Ogun States, Nigeria: Implication for achieving sustainable increase in rice production as well as food security. *New York Science Journal*, 6(9).
- Antràs, P, Teresa C.F, & Felix, T. (2017). "The Margins of Global Sourcing: Theory and Evidence from U.S. Firms." *American Economic Review* 107 (9): 2514–64.
- Resnick, D.S., Babu, A., Haggled, S., Hendriks, S., & Mather, D., (2020). Conceptualizing Drivers of Policy Change in Agriculture, Nutrition, and Food Security: The Kaleidoscope Model. *Food Security Policy (FSP) Discussion Paper* January 2021.
- Federal Ministry of Agriculture and Rural Development (FMARD) (2020). *Agricultural Transformation Agenda (ATA) 2013 score Card* Federal Ministry of Agriculture and Rural Development, Nigeria www.fmard.gov.ng.
- International Fertilizer Development Center (IFDC) (2021). *Developing Competitive Fertilizer Market in Sub-Saharan Africa: Policy and Non-Policy Solutions*. A background Paper on Fertilizer. Policy expert meeting on Technical Convening on Seed and Fertilizer Policy in Africa". Addis Ababa, Ethiopia, December 5-7, 2013, Sheraton Hotel. International Fertilizer Development Centre.
- Food and Agriculture Organization (FAO), (2018) *Voluntary guidelines on the responsible governance of tenure of land, fisheries and forests in the context of National Food Security*. Rome.
- Nwankwo, F., & Akonu, S. (2019). Agricultural cooperatives and rural poverty reduction among rural farmers in Anambra State Nigeria. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, 1(4), 56-70.
- Onwuka, C.E. (2021). Poverty, income inequality and economic growth in Nigeria: *International Journal of Research and economic growth*, 8(1), 95-172.
- Ibitoye, S.J., Idoko, D., & Shaibu, U.M., (2017). Economic assessment of rice processing in Bassa Local Government Area of Kogi State, Nigeria. *Asian journal of basic and applied sciences*, 1(2), 8-17.
- National Bureau of Statistics (NBS) (2018). *National Bureau of Statistics Report. The Statistical Fact Sheets on Economic and Social Development*, Abuja, Nigeria. 6-7.
- Fosu, A.K., (2017). *Governance and development in Africa: A concise review*. GDI Working Paper 2017-002. Manchester: The University of Manchester.
- World Bank, (2012). *Nigeria Overview* www.worldbank.org/end/country/Nigeria.
- Yusuf, M. (2018). *Constitutional Democracy: The Nigerian Experience in Alemica Etanabi and Festus Okeye*. *Ethno- religious Conflicts and Democracy in Nigeria: Challenges*. Kaduna: HRM.

VALUATION OF SUGAR INDUSTRY WASTES FOR WASTEWATER TREATMENT

ATIKSU ARITIMINDA ŞEKER ENÜSTRİSİ ATIKLARININ KULLANILABİLİRLİĞİ

Meltem SARIOĞLU CEBEÇİ

Prof Dr , Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Environmental Eng., Sivas,
Türkiye.

ORCID ID: 0000-0002-3636-0388.

ÖZET

Birçok endüstri çevre kirliliğine neden olan oldukça fazla miktarda atık ve atıksu oluşturur. Endüstriyel atıksular, atıksuyun karakteristiğine göre farklı fiziksel, kimyasal ve /veya biyolojik atıksu arıtma yöntemleri kullanılarak arıtılabilmektedir. Yaygın olarak kullanılan arıtma yöntemlerinden biri de adsorpsiyondur. Genellikle ticari olan aktif karbon arıtmada tercih edilmesine rağmen ekonomik ve atıkların değerlendirilmesi açısından farklı tarımsal, endüstriyel, evsel vb atıklar adsorban malzeme olarak kullanılmaktadır. Yani bu atıklar çevresel sürdürülebilirlik açısından farklı alanlarda değerlendirilebilir.

Şeker endüstrisi de oldukça fazla miktarda küspe, şeker pancarası posası ve melas gibi atıklar meydana getirmektedir. Şeker pancarı endüstrisi atıkları doğal ya da modifiye edilerek atıksulardan çeşitli kirleticiler örneğin ağırmetal, renk, nitrat azotu, fosfat ve KOI vb giderilebilir. Yapılan çalışmalarda şeker endüstrisi atıklarının özellikle endüstriyel atıksu çıkışlarındaki KOI, ağırmetal ve renk gideriminde kullanıldığı ve başarılı olduğu görülmektedir. Özellikle sülfirik asit, NaOH vb ile modifiye edilmiş veya yüksek sıcaklığa tabi tutularak şeker endüstrisi atıklarından elde edilen aktif karbonun adsorban olarak kullanımı atıksudaki kirleticilerin giderim verimini artırmıştır.

Bu çalışmada şeker endüstrisi atıklarından elde edilen doğal ve modifiye adsorbentlerin özellikleri ve atıksu arıtımında kullanım alanları literatür dikkate alınarak değerlendirilecektir. Sıfır atık ve sürdürülebilirlik açısından atıkların değerlendirilmesi ve yeniden kullanılması ülke ekonomisi ve çevre açısından çok önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Şeker endüstrisi atığı , adsorbent, modifiye, atıksu

ABSTRACT

Many industries produce a lot of waste and wastewater that causes environmental pollution. Industrial wastewater can be treated with different physical, chemical and/or biological wastewater treatment methods depending on the characteristics of the wastewater. One of the commonly used wastewater treatment methods is adsorption. Although commercial activated carbon is preferred in treatment, wastes are used as adsorbent material in different agricultural, industrial, domestic etc. in terms of economy and waste evaluation. So these wastes can be evaluated in different areas in terms of environmental sustainability.

The sugar industry also produces a lot of wastes such as bagasse, sugar beet pulp and molasses. Naturally or by modifying sugar beet industry wastes can be used in order to remove wastewater various pollutants such as heavy metals, color, nitrate nitrogen, phosphate and COD etc. Studies show that sugar industry wastes are used and successfully removed, especially in the removal of COD, heavy metals and color from industrial wastewater outlets. The use of activated carbon obtained from sugar industry wastes, especially modified with sulfuric acid, NaOH, etc. or subjected to high temperatures, as an adsorbent has increased the removal efficiency of pollutants in wastewater.

In this study, the properties of natural and modified adsorbents obtained from sugar industry wastes and their usage areas in wastewater treatment will be evaluated by taking into account the literature. The evaluation and reuse of waste in terms of zero waste and sustainability is very important for the country's economy and the environment.

Keywords: Sugar industry waste, adsorbent, modified, wastewater

GİRİŞ

Endüstriyel, tarımsal ve evsel atıklar çevreye ve özellikle canlı sağlığına tehdit eden, su kirliliğine neden olan önemli tehlike oluşturmaktadır. Uzun yıllardan beri çeşitli faaliyetlerden kaynaklanan bu tür atıksuları arıtmak için farklı atıksu arıtma teknolojileri uygulanmakta ve her geçen yıl ileri arıtma seçeneklerini geliştirmek, alıcı ortamın maksimum düzeyde korunması hedeflenmektedir. Birincil ve ikincil atıksu arıtma proseslerinin yetersiz kaldığı ve/veya arıtılan atıksuyun yeniden kullanımı söz konusu olduğunda ileri atıksu arıtma teknikleri uygulanmaktadır. İleri atıksu arıtma teknikleri olarak ; nütrient giderimi prosesleri, membran, iyon değiştirme, ileri oksidasyon ve adsorpsiyon sayılabilir. Bunlar içerisinde adsorpsiyon prosesi düşük fiyatlı, işletme kolaylığı ve proses dizaynının kolaylığı nedeniyle en çok tercih edilen prosesler arasındadır. Ticari olarak su ve atıksu arıtımında adsorban olarak aktif karbonun kullanımı yaygın olmasına rağmen, günümüzde artan fiyatlar atıkların farklı amaçlarla değerlendirilmesi ve ekosistemi korumak dikkate alındığında düşük fiyatlı özellikle atıklardan elde edilen doğal ve/veya modifiye adsorbanlar tercih edilmektedir. Örneğin tarıma bağlı endüstriyel atıklardan pirinç kabuğu, kahve atığı, Hindistan cevizi atığı, sebze ve meyve atıkları , şekerpancarı atıkları (1-9) literatürde araştırılma yapılan bazı gıda bazlı adsorban malzemelerdir. Bunlardan şeker endüstrisinden kaynaklanan katı atık olarak oldukça fazla şeker kamışı ve şeker pancarı küspesi atığı oluşturmaktadır (11-12).Yapılan çalışmalar genel olarak şeker sıvısı ekstraksiyon edildikten sonra yaklaşık %33 küspe olarak kalmaktadır ve küspe hayvan yemi olarak kullanıldığı gibi yüksek kalori değerinden dolayı yakıt olarak da kullanılır. Küспенin yakılması sonucu küspe uçucu külü elde edilir. Filtreden sonra çamur filtre keki ya da filtre çamuru olarak adlandırılır. Şeker kamışı suyunun filtre edilmesinden sonra kalan kalıntı filtre çamuru ya da filtre kekidir. (13).Bu kalıntı madde kalsiyum karbonat çökeltisi ve sülfat ve ayrıca nutrientlerin(azot, fosfor vb) içerir ve bu nedenler çoğu durumda gübre olarak kullanılır. Şeker endüstrisi atıklarından biri de melas olup; melas şeker kamışı suyunun kristalize olmuş halidir.

Şeker endüstrisi atıkları özellikle katı atıkları farklı alanlarda değerlendirilerek çevrenin korunmasına ek olarak atık yönetimi ve sürdürülebilir çevre konusuna iyi örneklerdendir. Şeker endüstrisi, yüksek miktarda atık üreten bir sektördür. **Özetle; Şeker Endüstrisi Atıkları**

1. **Filtre Keki:** Şeker üretimi sırasında şeker kamışından veya pancarından elde edilen sıvıların filtrelenmesi sonucu oluşur. Yüksek organik madde içeriği ve yüzey alanı sayesinde adsorpsiyon özellikleri gösterir.

2.

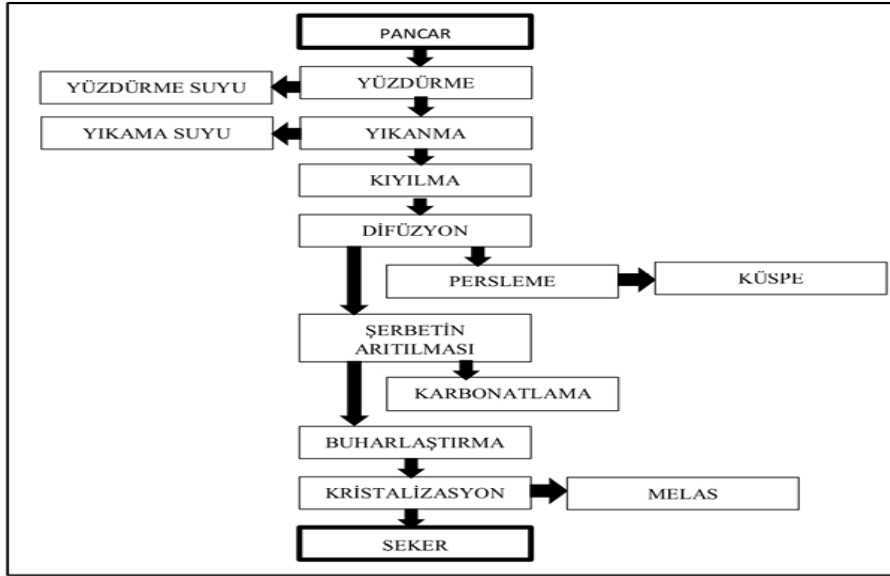
3. **Küspe:** Şeker üretiminde kullanılan bitkisel materyalin kalıntısıdır. Besin değeri yüksektir ve çeşitli tarım uygulamalarında kullanılabilir.

Atıksu arıtımında bu katı atıkların kullanılması hem çevresel hem de ekonomik faydalar sağlayabilir. Bu çalışma, şeker endüstrisi katı atıklarının atıksulardan ağır metal, renk ve bazı diğer kirleticilerin giderimindeki potansiyelini incelemeyi amaçlamaktadır.

Bu çalışmada şeker endüstrisi atıklarının doğal ya da modifiye edilerek adsorban olarak kullanımı değerlendirilip; farklı çalışma ve alanlar için önerilerde bulunulacaktır.

2.ŞEKER ENDÜSTRİSİ

Gıda endüstrisi dünyanın en büyük endüstriyel sektörlerinden biridir. Genellikle gıda prosesi işletmelerinin çevreye en fazla zarar veren endüstriler arasında olduğu kabul edilmese bile, çevreye karşı dikkat ve özenle dizayn edilmeden işletildikleri takdirde, bu işletmeler ciddi organik kirliliğe neden olabilirler. Tüm gıda işleme sektörleri için su kaynakları çok sınırlı olan ülkelerde özellikle problem olan yüksek su tüketimi, fabrika çıkışlarında yüksek organik madde içerikli sıvı atığın oluşması, yüksek miktarlarda çamur ve katı atık oluşması gibi çevre problemleri mevcuttur. Şeker üretim prosesi şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1: Şeker pancarından şeker üretimi akış şeması

Şeker endüstrisi atıkları özellikle katı atıkları farklı alanlarda değerlendirilerek çevrenin korunmasına ek olarak atık yönetimi ve sürdürülebilir çevre konusuna iyi örneklerdendir.

Bu çalışmada şeker endüstrisi atıkları doğal ya da modifiye edilerek adsorban olarak kullanımı dikkate alınmıştır. Şeker endüstrisi de oldukça fazla miktarda küspe, şeker pancarası posası ve melas gibi atıklar meydana getirmektedir. Şeker pancarı endüstrisi atıkları doğal ya da modifiye edilerek atıksulardan çeşitli kirleticiler örneğin ağırmetal, renk, nitrat azotu, fosfat ve KOI vb giderilebilir. Yapılan çalışmalarda şeker endüstrisi atıklarının özellikle endüstriyel atıksu çıkışlarındaki KOI, ağırmetal ve renk gideriminde kullanıldığı ve başarılı olduğu görülmektedir. Özellikle sülfirik asit, NaOH vb ile modifiye edilmiş veya yüksek sıcaklığa tabi tutularak şeker endüstrisi atıklarından elde edilen aktif karbonun adsorban olarak kullanımı atıksudaki kirleticilerin giderim verimini artırmıştır.

Adsorpsiyon Mekanizması

Küspe ve filtre çamurunun adsorpsiyon kapasitesi, yüzeyinde bulunan fonksiyonel gruplar ve fiziksel yapısından kaynaklanmaktadır. Adsorpsiyon süreci, kirleticilerin yüzeye bağlanmasıyla gerçekleşir ve bu süreç genellikle fiziksel ve kimyasal adsorpsiyon olmak üzere iki temel mekanizma ile açıklanır.

Modifikasyon Yöntemleri

Atıkların doğal formları, belirli kirleticilerin adsorpsiyon kapasitesini artırmak için çeşitli kimyasal modifikasyonlara tabi tutulabilir. Bu modifikasyonlar arasında:

- Asidik Modifikasyon: Asidik çözeltilerle muamele, yüzeydeki aktif grupların sayısını artırarak adsorpsiyon kapasitesini yükseltebilir (Sülfirik asit gibi).
- Alkalın Modifikasyon: Alkalın şartlarda işlem gören atıklar, farklı yapı ve özellikler kazanabilir. Bu yöntem, metal iyonlarının ve organik kirleticilerin adsorpsiyonunu artırabilir (Sodyum hidroksit gibi).

ŞEKER ENDÜSTRİSİ ATIKLARININ AĞIRMETAL VE RENK GİDERİMİNDE KULLANILMASI

Doğal ve Modifiye Edilmiş Şeker Endüstrisi Atıklarının Adsorban Olarak Kullanımı Ağır metal Giderim Çalışmaları

Sanayileşme, farklı endüstriyel tesisler, madencilik sektörleri ve çevresel felaketlerin tümü, farklı formlar ve konsantrasyonlarda olan toksik çevre kirleticilerinde endişe verici bir artışa katkıda bulunmuştur. Nüfus artışı ve endüstrileşmeyle birlikte suya olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Ağır metal kirliliği sudaki kirletici maddelerin önemli bir kısmını oluşturduğundan ve uzun yıllar doğada kalabildiği için önemli bir çevre sorunudur. Su kaynaklarından ve atıksulardan ağır metal giderimi için birçok fiziko-kimyasal yöntemler uygulanmıştır. Bunlar içerisinde en çok adsorpsiyon (14 hev mak), kimyasal (15), iyon değişimi ve koagülasyon konuları çalışılmıştır. Bunlar içerisinde en basit ve ekonomik olan proses adsorpsiyondur (16). Çalışmalar konvansiyonel malzemelerle karşılaştırıldığında yeşil adsorbanların daha düşük absorplayıcı maddeler olduğunu göstermiştir. (17, 18). Bu nedenle çoğu zaman yüzey alanını artırmak için modifikasyonlar yapılmıştır. Şeker endüstrisinde şeker üretimi sonucunda atık olarak açığa çıkan küspe, içerisinde selüloz, hemiselüloz, lignin gibi önemli lifli maddeler bulundurulur. Selülozik bu madde kurşun, nikel gibi birçok ağır metal gideriminde başarılı olmuştur (19, 20). Benzer şekilde şeker kamışı atığı, filte atığı ağır metal gideriminde kullanılmaktadır.

Ağır metallerin gideriminde, doğal ve modifiye edilmiş adsorbanlar arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Modifikasyon, adsorbanın etkinliğini artırmakta ve farklı metal iyonlarının tutulumunu iyileştirmektedir.

Metallerin şeker atığı bazlı adsorbanlar tarafından adsorpsiyonu için maksimum tek katmanlı adsorpsiyon kapasitesi ve en uygun izoterm ve kinetik modeller ile literatürde çalışılmış olup, literatürden bazı örnekler Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1: Metallerin şeker atığı bazlı adsorbanlar tarafından adsorpsiyonu için literatürden bazı örnekler

Adsorbentler	Ağır metaller	Maksimum tek tabakalı adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)	Kaynaklar
Şeker pancarı küspesi	Mn ²⁺	0.869 ^a	[21]
Şeker kamışı küspesi	Cd ²⁺	6.79	[22]
Şeker kamışı küspesi	Cd ²⁺	0.1865	[23]
Akrilik modifiye şeker pancarı küspesi	Cd ²⁺	304.878	[30]
Şeker pancarı küspesinden asit ile modifikasyondan sonra aktif karbon eldesi	Cd ²⁺	79.99	[33]
Şeker pancarı küspesi	Pb ²⁺	43.5 ^b	[24]
Sülfirikasit ile muamele edilmiş şeker pancarı küspesi	Pb ²⁺	7.297	[28]
Şeker kamışı küspesinden biochar	Pb ²⁺	86.96	[34]
Ham Şeker kamışı küspesi	Cu ²⁺	7.813	[26]
NaOH and citric acid ile	Cu ²⁺	119.43	[27]

muamele edilmiş şeker pancarı küspesi			
Ham şeker kamışı küspesi	Hg ¹⁺	35.71	[25]
Pectin elde edilen şeker pancarı küspesi	Hg ²⁺	19.8	[35]
Şeker kamışı kabuğu	Cr ³⁺	296.21	[29]
Şeker kamışı kabuğu boncukları	Cr ³⁺	303.11	[29]
Şeker pancarı özü	Cr ³⁺	381.05	[29]
Demirle birleştirilmiş şeker kamışı küspesi	Cr ⁶⁺	12.22	[31]
Asitle modifiye edilmiş şeker kamışı küspesinden aktif karbon eldesi	Cr ⁶⁺	15.42	[32]

Tablo 1 de görüldüğü üzere farklı ağır metaller şeker kamışı ve ya şeker pancarı küspesinin doğal ya da modifiye edilmiş hallerinde atığın yüzey alanına yapılan işleme bağlı olarak farklı adsorpsiyon kapasiteleri elde edilmiştir. Bu çalışmalar farklı Ph ve farklı konsantrasyon aralıklarında ve farklı adsorban miktarında atığın ham ya da farklı kimyasallarla modifiye şeklinde yapıldığından sonuçların karşılaştırılması zordur. Ancak kesikli adsorpsiyon deneylerinden çalışılan koşullar için maksimum adsorpsiyon kapasitesi bulunabilmektedir. Bu da gerçek ölçekli çalışmalar için fikir vermektedir. Tablo 1 de kaynaklar verilerek şeker pancarı küspesi ve şeker kamışı küspesinin gerek ham gerek modifiye hallerinin gerekse bu atıklardan elde edilen aktif karbonların iyi adsorbent olabildiği ve atıksulardan ağır metal gideriminde başarılı olduğu görülmektedir.

Renk Giderim Çalışmaları

Boyalar, tekstil, boyama, kağıt ve kağıt hamuru, tabakhane ve boya endüstrilerinden büyük miktarlarda gelen kirleticilerin önemli bir sınıfıdır [36]. Birçok boya toksik ve hatta kanserojen olduğundan sudaki biyotayı ve insan sağlığını etkilemektedir [37]

Tablo 2: Ham ve kimyasal modifiye edilmiş şeker endüstrisi atıkları farklı türde boyaların gideriminde yapılmış çalışmalar

Adsorbentler	Boya	Adsorpsiyon kapasitesi	
Şeker kamışı küspesi	MB	108.69	[39]
Şeker pancarı küspesi	MB	211	[40]
Propiyonik asit ile işlenmiş şeker kamışı küspesi	OR2	25.5	[47]
Şeker kamışı küspesi	EB	333.3	[38]
Şeker kamışı küspesi	MG	190	[42]
Şeker kamışı küspesi	MG	23.41	[44]
Poli(metakrilik asit)-modifiye şeker kamışı küspesi	MG	103.2	[44]
Şeker kamışı küspesi	MG	5.71	[45]
Şeker kamışı küspesi	AO7	9.901	[46]
Şeker kamışı küspesi 0,1 mM	AO7	14.599	[46]

CPBr ile ön işleme tabi tutulmuştur			
Şeker kamışı küspesi 1 mM CPBr ile ön işleme tabi tutuldu	AO7	102.041	[46]
Şeker kamışı küspesi 4 mM CPBr ile ön işleme tabi tutuldu	AO7	144.928	[46]
Ballı öğütülmüş şeker kamışı küspesi	CR	39.8	[41]
Şeker pancarı küspesinden elde edilen karbon	RBB	83.33	[50]
Kurutulmuş pancar küspesi karbonu	CRR195	45.24	[51]
Şeker pancarı küspesi	BV16	192.3	[43]
Kuaterner amonyum modifiye şeker pancarı posası	RR2	$2.08 \times 10^{-3} \text{ mol g}^{-1}$	[48]
Kuaterner amonyum modifiye şeker pancarı posası	AR1	$1.92 \times 10^{-4} \text{ mol g}^{-1}$	[49]
Şeker pancarı küspesi	SA	147 ^b	[40]

Ham ve kimyasal modifiye edilmiş şeker endüstrisi atıkları farklı türde boyaların gideriminde Tablo 2 de görüldüğü gibi çalışılmıştır. Sıcaklık, Ph, adsorban dozajı gibi parametre gibi parametreler bu çalışmalarda önemli olmuştur. Yüzey yükünü değiştiren kimyasal modifikasyonlar genellikle adsorpsiyon kapasitesinin artırırken, bazı durumlarda kirletici konsantrasyon artışı vb gibi nedenlerle belli durumlarda adsorpsiyon kapasitesini düşürmüştür.

Farklı kirleticilerin gideriminde Şeker endüstrisi atıklarının Kullanımı

Şeker atıkları aynı zamanda nitrat, fosfat, florür, fenol ve KOİ gibi diğer kirleticilerin uzaklaştırılmasında da uygulanmıştır. Su ortamında fosfat ve nitratın varlığı ötrofikasyona yol açabilir [52]. Modifiye edilmiş SCB ayrıca sulu ortamdan fosfat iyonlarını adsorbe etmek için de kullanılmıştır [53], [54].

Şeker kamışı küspesinden hazırlanan aktif karbon ve karbonize edilmiş adsorban madde [55], fenol iyonlarını sulu çözeltiden ayırmak için kullanılmıştır. Tablo 3 de farklı kirleticilerin giderimine ait örnek bazı çalışmalar verilmiştir. Tablo 3 de organik kirleticilerin gideriminde kullanılan şeker endüstrisi katı atıklarının adsorban olarak kullanılabilirliği ve Tablo 4 de **farklı kirleticilerde bu atıkların adsorpsiyon verimleri gösterilmiştir.**

Tablo 3: Organik Kirleticilerin Gideriminde Kullanılan Doğal ve Modifiye Adsorbanların Etkinliği

Adsorban Türü	Kirletici Türü	Başlangıç Konsantrasyonu (mg/L)	Giderim Oranı (%)	Modifikasyon Tipi	Araştırma
Modifiye Filtre Keki	Fenol	100	88	Karbonizasyon	[56]
Doğal Küspe	Asetik Asit	150	80	-	[58]
Modifiye Küspe	Biyoaktif Maddeler	200	90	İyon Değişimi	[59]

Tablo 4 Farklı kirleticilerin Şeker endüstrisi atıkları kullanılarak elde edilen adsorpsiyon giderim verimleri

Kullanılan Malzeme	Modifikasyon Türü	Kirletici Türü	Adsorpsiyon Verimi (%)	Yazarlar
Küspe	Doğal	Ağır Metaller	85	[59]
Filtre Çamuru	Asidik Modifikasyon	Organik Kirleticiler	78	[60]
Küspe	Alkalin Modifikasyon	Renkli Bileşikler	90	[61]
Filtre Çamuru	Doğal	Nitrat İyonları	82	[62]
Küspe ve Filtre Çamuru	Kimyasal ve Fiziksel	ve Çoklu Kirleticiler	88	[63]

SONUÇ

Şeker endüstrisi katı atıkları, atıksulardan ağır metal ve renk gideriminde etkili doğal ve modifiye edilmiş adsorbanlar olarak değerlendirilebilir. Yapılan araştırmalar, bu atıkların potansiyelinin yüksek olduğunu ve modifikasyon ile etkinliğinin artırılabilirliğini göstermektedir. Bu bulgular, çevresel yönetim ve atık geri kazanım süreçlerine katkı sağlayabilir. Günümüzün özellikle endüstrinin en önemli sorunlarından birisi atıkları uzaklaştırma, değerlendirme ve proses döngüsü içerisinde sıfır atık yaklaşımını dikkate alarak, ulusal ve uluslararası pazarda daha çevreci ve yenilikçi teknolojileri benimsemesinin önemini kavramasıdır. Bu örnek şeker endüstrisinde özellikle katı atıkların farklı alanlarda hayvan yemi, yakıt vb. kullanılabilirliği gibi atıksudan kirleticilerin gideriminde adsorban olarak kullanılabilirliğini ve böylece gerek ekonomik gerekse sürdürülebilirlik açısından önemli olduğunu göstermektedir.

Kaynaklar

- [1]Chen, F. Wang, L. Duan, H. Yang, J. Gao, Tetracycline adsorption onto rice husk ash, an agricultural waste: its kinetic and thermodynamic studies, *J. Mol. Liq.* 222 (2016) 487-494.
- [2] Q. Lin, K. Wang, M. Gao, Y. Bai, L. Chen, H. Ma, Effectively removal of cationic and anionic dyes by pH-sensitive amphoteric adsorbent derived from agricultural waste- wheat straw, *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.* (2017).
- [3] I. Anastopoulos, M. Karamesouti, A.C. Mitropoulos, G.Z. Kyzas, A review for coffee adsorbents, *J. Mol. Liq.* 229 (2017) 555-565.
- [4] A. Bhatnagar, V.J. Vilar, C.M. Botelho, R.A. Boaventura, Coconut-based biosorbents for water treatment-a review of the recent literature, *Adv. Colloid Interf. Sci.* 160 (2010) 1-15.
- [5]L.D. Hafshejani, A. Hooshmand, A.A. Naseri, A.S. Mohammadi, F. Abbasi, A. Bhatnagar, Removal of nitrate from aqueous solution by modified sugarcane ba- gasse biochar, *Ecol. Eng.* 95 (2016) 101-111.
- [6] A. Bhatnagar, V.J. Vilar, C.M. Botelho, R.A. Boaventura, A review of the use of red mud as adsorbent for the removal of toxic pollutants from water and wastewater, *Environ. Technol.* 32 (2011) 231-249.
- [7] M.S.M. Zahar, F.M. Kusin, S.N. Muhammad, Adsorption of manganese in aqueous solution by steel slag, *Procedia Environ. Sci.* 30 (2015) 145-150.
- [8] P. Devi, A.K. Saroha, Utilization of sludge based adsorbents for the removal of various pollutants: a review, *Sci. Total Environ.* 578 (2017) 16-33.
- [9] A. Bhatnagar, M. Sillanpää, A. Witek-Krowiak, Agricultural waste peels as versatile biomass for water purification-a review, *Chem. Eng. J.* 270 (2015) 244-271.
- [10] C.-S. Zhu, L.-P. Wang, W.-b. Chen, Removal of Cu (II) from aqueous solution by agricultural by-product: peanut hull, *J. Hazard. Mater.* 168 (2009) 739-746.
- [11] A.D. Patwardhan, *Industrial Solid Wastes*, TERI Press, 2013 (ISBN: 9788179935026).

- [12] A.D. Patwardhan, *Industrial Waste Water Treatment*, Prentice-Hall of India, New Delhi, 2008.
- [13] A. Petit, Application of vacuum belt press filters for cane mud filtration and performance comparison with rotary filters, *Sugar Ind. Zuckerindustrie* 139 (2014) 298-301.
- [14] A. Afkhami, M. Saber-Tehrani, H. Bagheri, Simultaneous removal of heavy metal ions in wastewater samples using nano-alumina modified with 2,4-dinitrophenylhydrazine, *J. Hazard. Mater.* 181 (2010) 836–844, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.05.089>.
- [15] Z. Wu, M. He, X. Guo, R. Zhou, Removal of antimony (III) and antimony (V) from drinking water by ferric chloride coagulation: Competing ion effect and the mechanism analysis, *Sep. Purif. Technol.* 76 (2010) 184–190, <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2010.10.006>.
- [16] S. Karimi, M. Tavakkoli Yarak, R.R. Karri, A comprehensive review of the adsorption mechanisms and factors influencing the adsorption process from the perspective of bioethanol dehydration, *Renew Sustain. Energy Rev.* 107 (2019) 535–553
- [17] N.K. Soliman, A.F. Moustafa, Industrial solid waste for heavy metals adsorption features and challenges; a review, *J. Mater. Res. Technol.* 9 (2020) 10235–10253.
- [18] C.J. Gregory, R.M. Manganelli, Mechanism of sulfur dioxide absorption by natural and synthetic textile fibers, *J. Air Pollut. Control Assoc.* 20 (1970) 471
- [10] E. Eftekhari, H. Hasani, H. Fashandi, Removal of heavy metal ions (Pb 2+ and Ni 2+) from aqueous solution using nonwovens produced from lignocellulosic milkweed fibers, *J. Ind. Text.* 51 (2021) 695–713
- [20] B.-G. Lee, R.M. Rowell, Removal of heavy metal ions from aqueous solutions using lignocellulosic fibers, *J. Nat. Fibers.* 1 (2004) 97–108.
- [21] S.A. Ahmed, A.M. El-Roudi, A.A. Salem, Removal of Mn (II) from ground water by solid wastes of sugar industry, *J. Environ. Sci. Technol.* 8 (2015) 338-351.
- [22] S. Ibrahim, M. Hanafiah, M. Yahya, Removal of cadmium from aqueous solutions by adsorption onto sugarcane bagasse, *Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 1 (2006) 179-184.
- [23] M. Rosmi, S. Azhari, R. Ahmad, Adsorption of cadmium from Aqueous solution by biomass: comparison of solid pineapple waste, sugarcane bagasse and activated carbon, *Adv. Mater. Res.* 832 (2014) 810-815.
- [24] E. Pehlivan, B. Yanık, G. Ahmetli, M. Pehlivan, Equilibrium isotherm studies for the uptake of cadmium and lead ions onto sugar beet pulp, *Bioresour. Technol.* 99 (2008) 3520-3527.
- [25] E. Khoramzadeh, B. Nasernejad, R. Halladj, Mercury biosorption from aqueous solutions by sugarcane bagasse, *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.* 44 (2013) 266-269.
- [26] O. Akiode, M. Idowu, S. Omeike, F. Akinwunmi, Adsorption and kinetics studies of Cu (II) ions removal from aqueous solution by untreated and treated sugarcane bagasse, *Global NEST J.* 17 (2015) 583-593.
- [27] H.S. Altundogan, N.E. Arslan, F. Tumen, Copper removal from aqueous solutions by sugar beet pulp treated by NaOH and citric acid, *J. Hazard. Mater.* 149 (2007) 432-439.
- [28] M.Á. Martín-Lara, I.L.R. Rico, I.D.L.C.A. Vicente, G.B. García, M.C. de Hoces, Modification of the sorptive characteristics of sugarcane bagasse for removing lead from aqueous solutions, *Desalination* 256 (2010) 58-63.
- [29] I. Ullah, R. Nadeem, M. Iqbal, Q. Manzoor, Biosorption of chromium onto native and immobilized sugarcane bagasse waste biomass, *Ecol. Eng.* 60 (2013) 99-107.
- [30] W. Kong, J. Ren, S. Wang, Q. Chen, Removal of heavy metals from aqueous solutions using acrylic-modified sugarcane bagasse-based adsorbents: equilibrium and kinetic studies, *Bioresources* 9 (2014) 3184-3196.
- [31] Y. Zhu, H. Zhang, H. Zeng, M. Liang, R. Lu, Adsorption of chromium (VI) from aqueous solution by the iron (III)-impregnated sorbent prepared from sugarcane bagasse, *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 9 (2012) 463-472.

- [32] O.A. Edwin, A.O. Ayodeji, O.G. Opeoluwa, W.O. Dada, Detoxification of chromium (vi) ions in aqueous solution via adsorption by raw and activated carbon prepared from sugarcane waste, *Covenant J. Phys. Life Sci.* 2 (2014) 110-122.
- [33] A. Ozer, F. Tumen, Cd (II) adsorption from aqueous solution by activated carbon from sugar beet pulp impregnated with phosphoric acid, *Fresenius Environ. Bull.* 12 (2003) 1050-1058.
- [34] A.A. Abdelhafez, J. Li, Removal of Pb (II) from aqueous solution by using biochars derived from sugar cane bagasse and orange peel, *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.* 61 (2016) 367-375.
- [35] X. Ma, D. Li, Z. Wu, H. Zhang, X. Chen, Z. Liu, Mercury removal by adsorption on pectin extracted from sugar beet pulp: optimization by response surface methodology, *Chem. Eng. Technol.* (2016) 371-377.
- [36] M. Hussien, A. El-Bindary, A. El-Sonbati, A. Shoair, R. El-Boz, Green removal of phenolic azo dye from aqueous solutions using rice straw fly ash, *J. Mater. Environ. Sci.* 7 (2016) 4214-4225.
- [37] G. Crini, Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: a review, *Bioresour. Technol.* 97 (2006) 1061-1085.
- [38] P. Sharma, H. Kaur, Sugarcane bagasse for the removal of erythrosin B and methylene blue from aqueous waste, *Appl Water Sci* 1 (2011) 135-145.
- [39] S.E.S.M. Mathivanan, Sugarcane bagasse a low cost adsorbent for removal of methylene blue dye from aqueous solution, *J. Chem. Pharm. Res.* 7 (2015) 817-822.
- [40] M.R. Malekbala, S. Hosseini, S.K. Yazdi, S.M. Soltani, M.R. Malekbala, The study of the potential capability of sugar beet pulp on the removal efficiency of two cationic dyes, *Chem. Eng. Res. Des.* 90 (2012) 704-712.
- [41] Z. Zhang, L. Moghaddam, I.M. O'Hara, W.O. Doherty, Congo red adsorption by ball-milled sugarcane bagasse, *Chem. Eng. J.* 178 (2011) 122-128.
- [42] N. Sharma, B.K. Nandi, Utilization of sugarcane bagasse, an agricultural waste to remove malachite green dye from aqueous solutions, *J. Mater. Environ. Sci* 4 (2013) 1052-1065.
- [43] A.R. Harifi-Mood, F. Hadavand-Mirzaie, Adsorption of basic violet 16 from aqueous solutions by waste sugar beet pulp: kinetic, thermodynamic, and equilibrium isotherm studies, *Chem. Speciat. Bioavailab.* 27 (2015) 8-14.
- [44] Y. Xing, G. Wang, Poly (methacrylic acid)-modified sugarcane bagasse for enhanced adsorption of cationic dye, *Environ. Technol.* 30 (2009) 611-619.
- [45] H. Dezhampanah, A. Mousazadeh, I. Mousazadeh, Sugarcane bagasse and modified rice husk for the removal of malachite green from aqueous wastes, *Eur. Chem. Bull.* 3 (2014) 400-406.
- [46] N.A.N.N. Malek, N.M. Sihat, M.A. Khalifa, A.A. Kamaru, N.S. Sani, Adsorption of acid orange 7 by cetylpyridinium bromide modified sugarcane bagasse, *Jurnal Teknologi* 78 (2016) 97-103.
- [47] A.E.-A.A. Said, A.A. Aly, M.M.A. El-Wahab, S.A. Soliman, A.A.A. El-Hafez, V. Helmey, M.N. Goda, Potential application of propionic acid modified sugarcane bagasse for removing of basic and acid dyes from industrial wastewater, *Resour. Environ.* 2 (2012) 93-99.
- [48] S.T. Akar, D. Yilmazer, S. Celik, Y.Y. Balk, T. Akar, On the utilization of a lignocellulosic waste as an excellent dye remover: modification, characterization and mechanism analysis, *Chem. Eng. J.* 229 (2013) 257-266.
- [49] S.T. Akar, D. Yilmazer, S. Celik, Y.Y. Balk, T. Akar, Effective biodecolorization potential of surface modified lignocellulosic industrial waste biomass, *Chem. Eng. J.* 259 (2015) 286-292.
- [50] A.Y. Dursun, O. Tepe, G. Uslu, G. Dursun, Y. Saatci, Kinetics of remazol black B adsorption onto carbon prepared from sugar beet pulp, *Environ. Sci. Pollut. Res.* 20 (2013) 2472-2483.
- [51] A.Y. Dursun, O. Tepe, Removal of chemazol reactive red 195 from aqueous solution by dehydrated beet pulp carbon, *J. Hazard. Mater.* 194 (2011) 303-311.

- [52] X.-e. Yang, X. Wu, H.-J. Hao, Z.-1. He, Mechanisms and assessment of water eutrophication, *J. Zhejiang Univ. Sci. B* 9 (2008) 197-209.
- [53] S. Hena, S. Atikah, H. Ahmad, Removal of phosphate ion from water using chemically modified biomass of sugarcane bagasse, *Int. J. Eng. Sci.* 4 (2015) 51-62.
- [54] W.S. Carvalho, D.F. Martins, F.R. Gomes, I.R. Leite, L.G. da Silva, R. Ruggiero, E.M. Richter, Phosphate adsorption on chemically modified sugarcane bagasse fibres, *Biomass Bioenergy* 35 (2011) 3913-3919.
- [55] G. Dursun, H. Cicek, A.Y. Dursun, Adsorption of phenol from aqueous solution by using carbonised beet pulp, *J. Hazard. Mater.* 125 (2005) 175-182.
- [56] Şahin, M., & Yıldız, T. Removal of Phenols from Wastewater Using Modified Sugar Industry By-products. *Chemical Engineering Journal.* (2023).
- [57] Erdem, R., & Özdemir, S. Acetic Acid Removal with Natural Adsorbents from Sugar Production. *Journal of Cleaner Production.* (2021).
- [58] Arıkan, H., & Tunç, M. Bioactive Compound Removal Using Modified Sugar Beet Residues. *Bioresource Technology.* (2022).
- [59] Smith, J., & Others. "Utilization of Sugar Industry Waste in Wastewater Treatment." *Journal of Environmental Management.* (2020).
- [60] Johnson, M., & Lee, R. "Modification of Sugar Waste for Enhanced Adsorption of Organic Pollutants." *Water Research.* (2021).
- [61] Kılıç, A., & Yılmaz, S. "Alkaline Treatment of Sugar Industry Residues for Improved Adsorption." *Bioresource Technology.* (2022).
- [62] Demir, F., & Altıntaş, Y. "Natural Adsorbents from Sugar Industry Waste: A Review." *Environmental Science and Pollution Research.* (2023).
- [63] Erdem, T., & Çetin, M. "Composite Use of Sugar Industry Waste in Water Treatment." *Journal of Cleaner Production.* (2024).

**KARAMÜRVER MEYVE POSASI VE MÜRVER ÇİÇEĞİ TOZU İLE
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KEKLERİN BAZI FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL
ÖZELLİKLERİ**

**SOME PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF CUP CAKES
INCORPORATED IN DRIED ELDERBERRY POMACE AND ELDERFLOWER**

Müge HENDEK ERTOP

Doç.Dr., Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü, Kastamonu, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4300-7790>

Ashhan ÖZASLAN

Lisans Öğrencisi, Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü, Kastamonu, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-4088-027X>

ÖZET

Halk arasında Karamürver olarak bilinen Sambucus nigra, Adoxceae familyasına ait, bahar mevsimi sonlarında beyaz çiçek açan, yeşil yapraklı, sonbahar mevsimi başında üzüm gibi küçük koyu renkli meyveleri olan bir bitki cinsidir. Çiçeği ve meyveleri geleneksel tıpta kullanıldığı gibi son zamanlarda çokça tüketilen gıda takviyeleri arasında yer almaktadır. Meyve yapısında bulunan flavonoidler, polifenoller, fenolik asitler, antosiyaninler ve tanenler gibi biyoaktif bileşenlerin zenginliği, çiçeklerinin ise içerdiği flavonoid ve fenolik asitlerle anti-kanserojen, immün sistem uyarıcı, antibakteriyel, antiinflatuvar gibi birçok biyolojik etki gösterdikleri bilinmektedir. Diğer taraftan, mürver kök, kabuk ve yapraklarının bir siyanojenik glikozit olan, toksik ve siyanür zehirlenmesine neden olabilen sambunigrin içerdiği, bununla beraber ısıtma işlem uygulandığında dekompoze olarak toksik tesirini kaybettiği bilinmektedir. Bu nedenle, mürver meyvelerinin taze olarak tüketiminden daha çok reçel, marmelat, meyve suyu, çay, sirke, şarap ve likör gibi tüketim şekilleri tercih edilmektedir. Bu çalışmada, karamürver meyvesi soğuk sıkımından arta kalan posa ve mürver çiçeğinin düşük sıcaklık uzun süre ısıtma işlemle (37 °C'de 10 saat) kuru forma getirilmesi, yine ısıtma işlem görmüş bir gıda modeli olarak kek formülüne 4 farklı oranda (%1, %2, %3 ve %4) ilavesiyle hazırlanan ürünlerin biyoaktif, fizikokimyasal ve duyusal nitelikleri araştırılmıştır. Karamürver meyve posası ve çiçeğinin toz formda keklerle ilave oranına bağlı olarak, ürünlerin rutubetlerinde azalma olurken, toplam mineral madde, selüloz ve antioksidan aktivitelerinde önemli ($p<0.05$) artış tespit edilmiştir. %4 mürver meyve posası tozu ilavesi (83.86 %inhibisyon) çiçek tozu ilavesine (48.97 %inhibisyon) göre daha yüksek antioksidan aktivite göstermiştir. Meyve posası ve çiçek tozu ilavesinin artan oranlarda ilavesi ürünlerin iç doku a* renk değerlerinde artışa neden olmuştur. 5 adet kara mürver meyve posalı, 5 adet de mürver çiçek tozlu kek örneği şekil simetrisi, renk, pişme düzgünlüğü, görünüş, doku, çiğneme özellikleri, tatlılık, iç renk ve lezzet olmak üzere 9 duyusal kriter açısından panelistler tarafından 1-5 arası hedonik skala ile değerlendirilmiştir. Duyusal analiz skorlarına göre kümelenme eğilimi ve benzerliklerinin ifadesi için sonuçlar, Temel Bileşen Analizi ile yorumlanmıştır. Mürver çiçeği ilaveli keklerde pişme düzgünlüğü, doku, görünüş ve şekil simetrisi açısından K1 örneğinden (%1 kullanım oranı) itibaren ilave oranındaki artışa bağlı olarak K3 (%3 kullanım oranı) örneğine kadar skorlarda artış, bu seviyeden sonra düşüş görülmüş ve en az K4 örneği beğenilmiştir. Karamürver meyve tozu ilavesi için K1 örneği

(%1 kullanım oranı) kontrol kekine en yakın örnek olarak değerlendirilmiş. Pişme düzgünlüğü ve renk haricindeki diğer duyu kalite nitelikleri %1 ilave oranından sonra düşmüştür. Veri analizi sonuçlarına göre mürver çiçeği tozu için en yüksek %3, mürver meyve posası tozu için en fazla %1 kullanım oranı kabul edilebilir bulunmuştur. Bu çalışmayla, geleneksel halk tıbbında yer bulan ve günümüzde gıda takviyesi formlarıyla tüketime sunulan mürverin, suyunun alınmasından sonra atık olarak çıkan meyve posası ile ülkemizde ekonomik olarak değerlendirilmeyen çiçek tozu formlarının bir gıda modeline ilavesiyle günlük diyetdeki kullanımına alternatif alan oluşturulması hedeflenmiştir. Elde edilen sonuçlar her iki hammaddenin de fonksiyonel gıda üretiminde potansiyel kullanımına işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mürver, mürver çiçeği, kek, fırıncılık ürünleri, fonksiyonel gıda

ABSTRACT

Commonly known as Elderberry, *Sambucus nigra* is a species belonging to the Adoxaceae family. It is a deciduous plant with green leaves, which produces small dark berries resembling grapes in early autumn, following the blossoming of white flowers at the end of spring. Both its flowers and berries have been traditionally used in folk medicine and are now widely available in the form of dietary supplements due to their health benefits. Its fruits is rich in bioactive compounds such as flavonoids, polyphenols, phenolic acids, anthocyanins, and tannins, while the flowers contain flavonoids and phenolic acids. These components are known for their biological effects, including anti-carcinogenic, immune-stimulating, antibacterial, and anti-inflammatory properties. On the other hand, it is known that elderberry roots, bark and leaves contain sambunigrin, a cyanogenic glycoside that is toxic and can cause cyanide poisoning, but it decomposes and loses its toxic effect when heat treated. Therefore, elderberries are more commonly consumed in processed forms such as jams, marmalades, juices, teas, vinegars, wines, and liqueurs rather than fresh. In this study, elderberry pomace, a by-product of cold-pressed elderberry juice, and elderflower were dried into powder form through low-temperature, long-duration heat treatment (37°C for 10 hours). The bioactive, physicochemical, and sensory properties of the products prepared by incorporating four different concentrations (1%, 2%, 3%, and 4%) of these powders into a cake formulation, which was also subjected to heat treatment, were investigated. As the concentration of elderberry fruit pomace and flower powder in the cakes increased, moisture content decreased, while total mineral matter, cellulose, and antioxidant activity showed significant increases ($p < 0.05$). A 4% addition of elderberry fruit pomace powder exhibited a higher antioxidant activity (83.86% inhibition) compared to elderflower powder (48.97% inhibition). Increasing concentrations of both powders resulted in increased a^* color values in the internal structure of the cakes. Sensory evaluations of five elderberry fruit pomace cakes and five elderflower powder cakes were conducted by panelists, who rated the samples on nine sensory criteria, including shape symmetry, color, baking uniformity, appearance, texture, chewiness, sweetness, internal color, and flavor, using a 1-5 hedonic scale. Principal Component Analysis was used to interpret the clustering trends and similarities in the sensory scores. For elderflower cakes, sensory scores for baking uniformity, texture, appearance, and shape symmetry increased up to sample K3 (3% adding rate) before decreasing, with K4 being the least preferred. For elderberry fruit powder cakes, K1 (1% adding rate) was evaluated as the sample most similar to the control cake, while sensory quality scores for all criteria except baking uniformity and color decreased after a 1% addition rate. Based on the data analysis, the most acceptable inclusion rates were 3% for elderflower powder and 1% for elderberry fruit pomace powder. This study aims to explore alternative applications of

elderberry, a plant traditionally accepted in folk medicine and now commonly consumed in the form of dietary supplements. Specifically, the study focuses on utilizing elderberry pomace, a by-product left after juice extraction, and elderflower powder, which has little economic value in Turkey, as ingredients in cake formulations. By incorporating these forms into a food model like cake, the goal is to provide alternative uses for elderberry in daily diets. The results obtained indicate that both raw materials hold potential for use in the production of functional foods.

Keywords: Elderberry, elderflower, cake, bakery products, functional food

GİRİŞ

Bitki dünyası, insan organizmasının işlevselliğini ve durumunu etkileyen birçok maddenin kaynağıdır. Son yıllarda gıdalardaki biyoaktif bileşikler ve bu bileşiklerin kullanıldığı gıda modelleriyle ilgili araştırmalarda bir artış görülmektedir. Mürver, yüzyıllardır gıda katkı maddeleri ve nutrasötiklerin bir kaynağı olarak kullanılan bitkilerden biridir. Mürver (*Sambucus nigra*), Adoxaceae familyasına ait yeşil yapraklı, Avrupa, Kuzey Afrika, Asya ve ABD'de iyi bilinen bahar mevsimi sonlarında görülen beyaz çiçekli, sonbaharda üzüm gibi küçük koyu mor renkli meyveleri olan bir bitkidir. Avrupa mürverinin (*Sambucus nigra* subsp. *nigra*) reçel, marmelat, şarap, sirke gibi çeşitli ürünlerin hazırlanmasında kullanıldığı bilinmektedir (Terzić vd., 2023). Mürver meyveleri gıda endüstrisinde esas olarak meyve suyu ve meyve suyu konsantresi üretmek için kullanılır, ancak turtalar, jöleler, reçel, dondurma ve yoğurtlar gibi çok çeşitli diğer ürünlerde de kullanımı mevcuttur (Domínguez ve ark, 2020; Senica ve ark, 2016; Ferreira ve ark, 2022). Ayrıca, gıda ve ilaç endüstrileri antioksidan ve renklendirici bileşiklerin bir kaynağı olarak mürver özütlerine büyük ilgi göstermektedirler (Pangestu ve ark, 2020; Domínguez ve ark, 2021; Sidor ve Gramza-Michałowska, 2015). Mürverin meyvesi ve çiçekleri, kısmen flavonoidleri, fenolik asitleri, terpenoidleri, lipitleri ve alkaloidlerinden dolayı yüksek biyoaktivesi ile son zamanlarda insanların çokça tükettiği ve tercih ettiği takviye edici gıdaların arasında popüler durumdadır. Mürver meyvelerinin potansiyel insan sağlığı yararları arasında antiviral, anti-inflamatuar, antioksidan, antikarsinojenik, bağışıklık uyarıcı ve antibakteriyel özellikler yer almaktadır (Wieland ve ark, 2021; Młynarczyk ve ark, 2018; Barak ve ark., 2001) Mürver, antioksidan, anti-bakteriyel, antikarsinojenik, anti-alerjik, bağışıklık uyarıcı ve anti-viral özellikleri nedeniyle geleneksel tıpta çeşitli hastalıkları tedavi etmek için kullanılmıştır (Domínguez ve ark., 2020; Liu ve ark., 2022; Thomas ve ark., 2020). Kara mürverin çiçekleri de ihtiva ettiği flavonoid ve fenolik asitler sayesinde anti-kanserojen, immün sistem uyarıcı, antibakteriyel, antiinflamatuvar gibi farklı etkiler göstermektedir. Mürver, zengin bir polifenol kaynağı olarak kabul edilir, bu nedenle meyve, çiçek ve yapraklarını içeren bir diyet insan vücudunda büyümeye ve oksidatif stresin olumsuz etkilerine karşı potansiyel bir koruyucudur. Çiçek, yaprak ve meyvelerinin yüksek antioksidan aktivite gösterdiği farklı çalışmalarda da belirlenmiştir. Birçok çalışmanın sonuçları, mürver bileşenlerinin kan basıncı, oksidatif stresi azaltma, glutatyon (GSH) dahil olmak üzere kan plazmasındaki antioksidan enzimlerin aktivitesini artırma ve ürik asidi (UA) azaltma üzerinde yararlı etkileri olduğunu göstermiştir (Ciocoiu ve ark., 2012). Ancak mürver yaprakları, gövdeleri, kabuğu, kökleri, çiçekler ve olgunlaşmamış meyveleri başlıca sambunigrin, prunasin, holocain ve zierin olmak üzere siyanojenik glikozitler içerir ki bunlar sindirim sırasında hidrojen siyanüre dönüşür (Jensen ve Nielsen, 1973). Olgunlaşmamış bitkilerin veya yüksek miktarlarda meyvelerin tüketilmesi mide bulantısı, kusma ve ishale neden olabilir, ancak mürver en çok işlenmiş halde tüketilir. Hammaddenin ısıtma işlemi sambunigrinin degradasyonuna yol açar, bu nedenle ısıtma işlemine tabi tutulan meyvelerin tüketimi zehirlenme belirtilerine neden olmaz (Williamson ve ark., 2009).

Tarımsal gıda yan ürünleri de dahil olmak üzere bitki bazlı ürünler, sağlık ve refahı destekleyici olarak kabul edilen besin ve biyoaktif bileşiklerin doğal bir kaynağı olarak kabul edilmiştir (Iqbal, ve ark, 2021; Santos ve ark. 2022). Bu bağlamda, mürver (*Sambucus nigra* L.), lif, vitaminler, fenolik bileşikler, amino asitler, doymamış yağ asitleri ve mineraller gibi diyet fitokimyasallarının bir kaynağı olarak bildirildiği için potansiyel bir ürün olarak tanımlanmıştır (Sidor ve ark 2015; Silva ve ark, 2017). Yalnızca mürverin kendisi değil, mürverin işlenmesi sonucu ortaya çıkan posanın da diğer meyve işleme artanları gibi potansiyel yararlarının olduğu belirlenmiştir. Mürver suyu işlemenin yan ürünü (çekirdek ve kabuktan oluşan posa), fonksiyonel gıdalar ve nutrasötikleri formüle etmek için katma değerli bileşenler üretmek için kullanılabilen yağ asitleri, diyet lifleri ve polifenollerin iyi bir kaynağıdır (Costa ve ark., 2021). Gerçekten de meyve posalarının rasyonel kullanımı, gıda ürünlerinin besin değerini artırabilir ve gıda israfını azaltabilir; bu da FAO'nun 2030 gündemi için belirlediği sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir hedeftir (URL1, 2021). Yapılan çalışmalar mürver meyvesi kurutulmuş posasının fenolik bileşikler ve diyet lifi içeriği ile ilgili faydalarının yanısıra renk stabilitesi gösterdiğini de göstermiştir ki bu açıdan doğal renk verici potansiyele sahiptir. Özellikle, mürver posası, parçacık boyutu dağılımı, yığın yoğunluğu, sedimentasyon hızı ve şişme kapasitesi gibi olası gıda uygulamaları için umut verici tekno-işlevsel özellikler de sergilemiştir (Nemetz ve ark, 2021). Günümüz tüketicilerinin gıda endüstrisinde giderek daha az yapay katkı maddesi içeren yeni gıda ürünleri yönündeki tercihleri ve alerjik reaksiyonlar ve toksisite gibi yapay renklendiricilerle sıklıkla ilişkilendirilen yan etkiler nedeniyle, gıda endüstrisi giderek yapay olanların etkili ikameleri olarak doğal renklendiricilerin arayışına girmiş durumdadır (Da Silva ve ark, 2019). Mürver, meyveye karakteristik siyah-mor rengini veren flavonoller, fenolik asitler, proantosiyanidinler ve antosiyaninler gibi yüksek biyolojik aktiviteye sahip başlıca polifenollere sahiptir. Bu durum mürver posasının hem teknolojik, hem doğal bir pigment kaynağı hem de zengin bir biyoaktif kaynak olarak farklı gıda modellerinde kullanımını önemli kılmaktadır.

Yapılan araştırmalara dayanarak ekonomik değere dönüştürülmeyen ancak hem besinsel hem teknolojik açıdan kullanım potansiyeline sahip karamürver çiçeği ve meyvesinin yalnızca gıda takviyesi olarak değil değişik gıdalarla entegre edilerek fonksiyonel bir gıda olarak tüketiciye sunumunun sağlanabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, mürver meyvesi ve çiçeklerinin ısı işlem görmüş bir ürün modeli olan kekte kullanımını ile bazı fizikokimyasal, besinsel ve duyuşsal niteliklerinin incelenmesi, kullanım potansiyelinin değerlendirilmesidir.

YÖNTEM

Materyal

Çalışmada Kastamonu Daday ilçe fidanlığında kültüre alınan mürverlerden 2023 yılı Haziran ayı çiçekleri ile Eylül ayında hasat edilen meyveleri kullanılmıştır. Karamürver meyveleri ve çiçekleri sapsaplarından ve yapraklarından ayrılarak, yıkanmış, kurutulmuş ve işlenmiştir. Karamürver meyvesi soğuk sıkım yapılarak suyu uzaklaştırılmış, kalan posa ve mürver çiçekleri fırın raflarında pişirme kağıdı üzerine serilerek düşük sıcaklık uzun süre ısı işlemle (37 °C'de 10 saat) kurutulmuştur. Hasat edilen ve sapsaplarından ayrılan mürver çiçekleri Şekil 1'de, mürver meyvelerine ait görsel Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Hasat edilen ve saplarından ayrılan mürver çiçekleri

Fiziksel olarak kuruduğu belirlenen örnekler rutubet analizi yapılarak kuruma düzeyleri teyit edilmiş, önce desikatöre alınarak soğutulmuş, daha sonra örnekler öğütülerek toz forma getirilmiştir.



Şekil 2. Hasat edilen mürverler ve etüvde kurutulan mürver posaları

Temel Bileşen Analizleri

Rutubet

5 g örnek tartılarak önceden 130°C’de kurutularak darası alınmış kaplara konulmuş, kurutma dolabında 105°C’de 12 saat kurutulduktan sonra, kurumadan önceki ve sonraki değerler kullanılarak nem miktarı hesaplanmıştır. Rutubet kaybı, numunenin başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak ağırlık kaybıyla hesaplanmıştır (AACC, 2000).

Kül

AACC (2000) Metod No: 08-01.01’e göre belirlenmiştir. Yaklaşık 1 g numune sabit tartıma getirilmiş porselen krozelere tartılarak kül fırınında 550 °C’de beyaz kül oluşuncaya kadar yakılmıştır. Oda sıcaklığına kadar desikatörde soğutulmuş ve dara hariç tutularak, başlangıçtaki numune miktarına göre % kül oranı hesaplanmıştır.

Protein

Kjeldahl yöntemine göre yarı otomatik protein tayin cihazı kullanılarak yapılmıştır. Yaklaşık 1 g numune tartılarak protein yakma cihazında yakma yapılmış, daha sonra sırasıyla destilasyon, borik asit ile damıtma ve HCl ile titrasyon yapılarak sonuçların ifadesi için un çeşitlerine özgün çevirme faktörleri ile çarpılarak hesaplanmıştır. Bu amaçla Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarından hizmet alımı yapılmıştır (AACC, 2000).

Yağ

Yağ analizi, Soxhlet cihazında çözücü olarak hekzan ekstraksiyonuyla belirlenmiştir (AACC, 2000).

Ham Selüloz Tayini

Selüloz içeriği tespiti için TS 6932 standardı kullanılmıştır (Anonim, 1989). Krozelere yaklaşık 1 gram celize üzerlerine 1 g numune tartıldıktan sonra, üzerine orta çizgiye kadar % 1.25'lik sülfürik asit çözeltisi eklenip üzerine köpürmemesi için oktanol eklenmiştir. 30 dk kaynamaya bırakılıp, süre bitiminde vakumlama işlemi, daha sonra sıcak su ile 3 kez yıkama işlemi yapılmıştır. Yıkama işleminden sonra orta çizgiye kadar potasyum hidroksit doldurulmuş üzerine 0.5 mL oktanol eklenmiş ve tekrar 30 dk kaynamaya bırakılmıştır. Süre bitiminden sonra vakumlama yapılmış daha sonra sıcak su ile 3 kez daha sonra da soğuk su ile 1 kez yıkama yapılmıştır. Daha sonra 3 kez de aseton ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiş ve vakumlama işlemi tekrar yapılmıştır. Krozeler cihazdan çıkarılarak etüve 130° C 1 saat kurumaya bırakılmış, ardından 30 dk desikatörde bekletilmiştir. Desikatörden alındıktan sonra 1. tartım yapılmış daha sonra kül fırınında 550-600 °C de yakma işlemi yapılmıştır. İşlem sonunda krozeler desikatöre alınarak 2. tartım yapılmış ve sonuçlar hesaplanmıştır.

Antioksidant Aktivite

Karamürver çiçeği ve meyve posası 2 g tartıldıktan sonra 8 mL %80 metanol ile 3 saat çalkalamalı inkübatörde 37°C'de ekstrakte edildikten sonra 20 dak. 37°C'de ultrasonik su banyosunda bekletilmiştir. Elde edilen ekstrakt daha sonra filtre edilerek analizler için +4°C'de saklanmıştır. Antioksidan aktivite, serbest radikallerin süpürülmesine dayanan DPPH metodu kullanılarak ve elde edilen ekstrakt ile yapılmıştır (Değirmencioğlu ve ark, 2016). Stok çözeltisi, 24 mg DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 100 mL metanol ile karıştırılarak hazırlanmıştır. Ekstrakt içerisindeki serbest fenolik bileşiklerin DPPH radikali üzerindeki süpürücü etkisini tespit etmek amacıyla, 1000 µL numune ekstraktı, 1200 µL DPPH stok çözeltisi ve 1000 µL etanol karıştırılmış, 15 s vortekste karıştırılarak 60 dk oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmiştir. 5 dak, 8000 rpm'de santrüflendikten sonra UV-VIS spektrofotometrede 517 nm'de absorbansları okunmuş ve % inhibisyon değerleri aşağıdaki formül ile tespit edilmiştir;

$$\text{İnhibisyon değeri \%} = [1 - (AS/A0)] \times 100$$

AS : Örnek ekstraktına ait absorbans değeri

A0 : Şahit DPPH çözeltisinin absorbans değeri

Kek Örneklerini Hazırlanması

Kek yapımı için; 180 g şeker ve 170 g yumurta mikserle köpüklü homojen yapı oluşumuna kadar karıştırılmıştır. Üzerine 120 ml ayçiçek yağı ve 135 g süt eklenerek karıştırmaya devam edilmiştir. 300 g un ve 15 g kabartma tozu eklenerek karıştırmaya devam edilmiştir. Oluşan kek hamuru kek kalıplarına alınarak önceden ısıtılmış fırında 180°C'da 30 dakika süreyle pişirilmiştir.

Kurutulmuş karamürver meyve posası ve çiçek tozunun etkilerini çoklu bileşene sahip bir gıda modelinde belirlemek, aynı zamanda ısıl işlemin biyoaktivite üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla, öğütülmüş mürver meyve posası ve çiçek tozları 4 farklı oranda temel kek formülasyonuna ilave edilerek homojen karışımlar elde edilmiş ve ürünler aynı proses koşullarında hazırlanmış ve pişirilmiştir. Kontrol kekine mürver ilavesi yapılmazken diğer keklere % 1, 2, 3, 4 oranlarında öğütülmüş mürver meyvesi posası ve çiçek tozu eklenip karıştırılmıştır.

Renk Analizi

Mürver meyvesi ve çiçeği katkılı kek örneklerin renk yoğunluğu kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir. Kolorimetrik yöntem üç boyutlu renk ölçümünü esas almakta olup, X eksenindeki a*; yeşil (-a), kırmızı (+a), Y eksenindeki L*; 0=siyahtan, 100=beyaza kadar olan örneğin açıklık-koyuluk (parlaklık), Z eksenindeki b*; sarı (+b), mavi (-b) renk boyutunu

göstermektedir. Ölçümler 5 paralel olarak yapılmış ve değerlerin ortalaması alınarak ve renk parametreleri belirlenmiştir.

Ağırlık ve Hacim

Ağırlık ve hacim değerleri, kek örneklerinin fırından çıkmasını takiben 60 dakika sonra ölçülmüştür. Hacim ölçümü kolza tohumu ile yer değiştirme esasına göre, AACC (2000) Metod No: 10-05 metoduna uygun olarak yapılmıştır.

Duyusal Analiz

Duyusal analiz için Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesindeki öğretim üyeleri ve öğrencilerinden oluşan 15 kişilik panelist grubuna rastgele ve farklı kodlarla numaralandırılmış kek örnekleri dilimlenerek su eşliğinde sunulmuştur. Mürver çiçeği katkılı kekleri tadan panelistlerden kekleri iç (doku, çiğneme, tatlılık, iç renk, lezzet) ve dış (şekil, renk, pişme düzgünlüğü, görünüş) özelliklerine göre 1-5 aralığında (1-hiç beğenmedim, 2-az beğendim, 3-orta derecede beğendim, 4-beğendim, 5-çok beğendim) puan vermeleri istenmiştir. Alınan formlardaki puanların ortalaması standart sapması belirlenerek duyusal kabul edilebilirlikleri belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarının beğeni skorlarına göre ürün benzerlik ve kümelenme eğilimlerinin tespiti için Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis-PAST 4.03 Statistical Analysis App For Windows) uygulanmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Mürver meyvesinin ve çiçeğinin yaş ve kurutulmuş formlarına ait temel bileşen kompozisyonunu tespit etmek amacıyla yapılan analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Karamürver Meyvesi ve Çiçeği Temel Bileşen İçerikleri

İçerik (%)	Mürver meyvesi	Mürver çiçeği
Rutubet		
Yaş form	77.41±1.24	87.5±19
Kurutulmuş form	5.25±0.24	4.50 ±0.20
Protein	3.43±0.20	2.25±0.12
Yağ	0.45±0.02	-
Kül	1.90±0.20	5.7±0.10
Selüloz	21.67±1.13	54.17±1.70
% İnhibisyon	90.61±1.20	81.58±0.93

Mürver çiçeği rutubet, kül ve selüloz içerikleri mürver meyvesinden daha yüksek bulunurken, protein içeriği ve antioksidan aktivite (%inhibisyon) meyvede daha yüksek bulunmuştur. Mürver çiçeğinde yağ tespit edilememiştir.

Kurutulmuş karamürver meyve tozunun etkilerini çoklu bileşene sahip bir gıda modelinde belirlemek, aynı zamanda ısıl işlemin biyoaktivite üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla, öğütülmüş mürver meyve posası tozları 4 farklı oranda temel kek formülasyonuna ilave edilerek homojen karışımlar elde edilmiş ve ürünler aynı proses koşullarında pişirilerek hazırlanmıştır. Elde edilen ürünlerin nem, toplam kül, ham selüloz, renk ve duyusal analizleri gerçekleştirilmiştir. Kontrol kekine mürver tozları ilave edilmezken diğer keklerle % 1, 2, 3, 4 oranlarında eklenmiştir. Kekler dilimlenerek homojen renk dağılımları kontrol edilmiştir. Keklerin görseli Şekil 3a ve b’de verilmiştir.



a



b

Şekil 3. Mürver çiçeği (a) ve meyve posası tozu (b) katkılı kek örnekleri

Karamürver meyve posası ve çiçek tozunun 4 farklı oranda temel kek hamuruna ilavesi sonucu elde edilen örnekler ve ilave edilmeyen kontrol kekinin (KK) temel bileşen sonuçları Tablo 2 ve Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 2 Karamürver Çiçeği Tozu İlaveli Keklerin Bazı Fizikokimyasal ve Biyoaktif Nitelikleri

Kek örneği	KK	K1	K2	K3	K4
%Kül	2.36±0.06	2.42 ±0.02	2.55 ±0.05	2.96± 0.04	3.06 ±0.01
%Rutubet	18.10±0.46	15.82±0.71	13.16±0.69	12.74±0.78	12.48±0.17
%Selüloz	0.97±0.02	1.21±0.08	2.42±0.05	2.98±0.02	2.94±0.12
Ağırlık (g)	83.91±0.09	79.24±0.81	84.88±0.50	89.22±0.80	87.28±0.20
Hacim (cm ³)	285.00±0.00	275.00±1.25	270.00±1.25	280.00±0.90	265.00±0.07
% Verim	85.74±0.02	82.68±0.75	85.01±0.10	88.65±0.80	88.98±0.09
%inhibisyon	28.70±0.10	28.80±0.89	37.72±0.50	38.93±0.60	48.97±1.20

Elde edilen sonuçlara göre karamürver çiçeği tozu ilavesindeki artışa bağlı olarak keklerdeki selüloz miktarının da arttırdığı tespit edilmiştir. KK’de %0.97 olan selüloz miktarı, K4 örneğinde %2.94 olarak belirlenmiştir. Kek hamurları ve pişmiş ürünler üzerinden tespit edilen % Verim sonuçlarına göre karamürver çiçeği tozunun artan oranlarda keklere ilavesi % Verimi artırmıştır. Mürver çiçeği tozu ilavesi aynı zamanda keklerin toplam mineral madde artışında da etkili olmuştur. Kontrol kekinde %2.36 olarak belirlenen kül miktarı %4 çiçek tozu ilavesiyle %3.06’ya yükselmiştir. Hammaddelerde yapılan analizlerde mürver çiçeği tozunun %5.7 düzeyinde tespit edilmesinin keklerde bu artışa neden olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan kek örneklerinde mürver çiçeği tozu ilavesindeki artışa bağlı olarak nem içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Bu durum çiçek tozunun, kekin sabit formülasyon bileşenlerinden gelen suyu bağlaması şeklinde yorumlanmıştır. Hammaddelerde yapılan analizlerde buğday ununda %11.02 rutubet bulunurken, çiçek tozunda %4.50 rutubet tespit

edilmiştir. Bu çalışmada öngörülen diğer taraf mürver fraksiyonlarının ilave edildiklerinde üründe biyoaktif nitelikleri etkilemesiydi. Keklere mürver çiçeği tozu ilavesiyle antioksidan aktivitedeki durum DPPH radikali süpürme gücündeki değişim yöntemi ile belirlenmiş, bunun sonucunda elde edilen %inhibisyon sonuçlarına göre kontrol kekinde %28,70 olana aktivitenin çiçek tozunun ilave oranına bağlı olarak arttığı ve %4 çiçek tozu ilavesi ile en yüksek %48,97'ye kadar yükseldiği belirlenmiştir. Bu durum Mürver çiçeği tozunun ısıtma işlem görmüş bir gıda modelinde dahi biyoaktiviteyi artırdığını göstermektedir. Keklerin pişirme sıcaklığı fırında ortalama 180 °C olsa dahi yapılan çalışmalar kek iç sıcaklıklarının 95-98 °C düzeyinde kaldığını göstermektedir. Aslında bu durum kek gibi yüksek hacimli kabaran fırıncılık ürünlerinde iç dokuda biyoaktif bileşenlerin korunmasını da sağlamaktadır.

Karamürver meyve posası tozu ilaveli keklere ait fizikokimyasal ve biyoaktif nitelikler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3 Karamürver Meyve Posası Tozu İlaveli Keklerin Bazı Fizikokimyasal ve Biyoaktif Nitelikleri

Kek örneği	KK	K1	K2	K3	K4
%Kül	2.48 ± 0.11	2.33 ± 0.12	2.38 ± 0.05	2.40 ± 0.06	2.29 ± 0.05
%Rutubet	17.12±0.57	16.71±0.21	16.16±0.16	15.43±0.46	14.23±0.78
%Selüloz	0.99±0.02	1.71±0.05	2.05±0.02	2.80±0.10	3.04±0.14
Ağırlık (g)	84.97±1.15	84.87±1.90	87.74±1.60	86.75±1.65	88.82±1.20
Hacim (cm ³)	280±2.50	290±5.00	290±3.00	295±6.50	290±5.50
% Verim	85.74±0.50	84.68±0.65	85.01±0.40	88.65±0.90	89.98±0.50
%inhibisyon	28.70±0.10	49.47±1.50	66.85±1.20	78.61±0.60	83.86±0.80

Elde edilen sonuçlara göre karamürver meyve tozu ilavesindeki artışa bağlı olarak keklere selüloz miktarının da arttığı tespit edilmiştir. KK'de %0,99 olan selüloz miktarı, K4 örneğinde %3,04 olarak belirlenmiştir. Kek hamurları ve pişmiş ürünler üzerinden tespit edilen % Verim sonuçlarına göre karamürver meyve tozunun artan oranlarda keklere ilavesi % Verimi artırmıştır. Mürver meyvesi tozu ilavesi keklere toplam mineral madde miktarında önemli bir artışa neden olmamıştır. Hammaddelerde yapılan analizlerde mürver meyvesi tozunun %1,9 kül oranına sahip olduğu belirlendiğinden, keklere ilavesi önemli bir etki oluşturmamıştır. Diğer taraftan kek örneklerinde mürver meyvesi tozu ilavesindeki artışa bağlı olarak nem içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Bu durum meyve tozunun, kekin sabit formülasyon bileşenlerinden gelen suyu bağlaması şeklinde yorumlanmıştır. Hammaddelerde yapılan analizlerde buğday ununda %11,02 rutubet bulunurken, meyve tozunda %5,25 rutubet tespit edilmiştir. Bu çalışmada öngörülen diğer taraf mürver fraksiyonlarının ilave edildiklerinde üründe biyoaktif nitelikleri etkilemesiydi. Keklere mürver meyvesi tozu ilavesiyle antioksidan aktivitedeki durum DPPH radikali süpürme gücündeki değişim yöntemi ile belirlenmiş, bunun sonucunda elde edilen %inhibisyon sonuçlarına göre kontrol kekinde %28,70 olan aktivitenin meyve tozunun ilave oranına bağlı olarak arttığı ve %4 meyve tozu ilavesi ile en yüksek %83,86'ye kadar yükseldiği belirlenmiştir. Bu durum Mürver meyve tozunun ısıtma işlem görmüş bir gıda modelinde dahi biyoaktiviteyi artırdığını göstermektedir. Mürver çiçek ve meyve tozlarının biyoaktivite üzerindeki etkisi karşılaştırıldığında, meyve tozu ilavesinin çiçeğe göre yaklaşık iki kat daha etkili olduğu söylenebilir.

Renk analizi için kekin hem iç hem de dış yüzeyinde kolorimetre cihazı ile ölçüm yapılmıştır. Ölçüm sonuçları ortalamaları ve standart sapmaları alınarak Tablo 4 ve Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 4. Karamürver Meyve Posası İlaveli Keklerin Dış (a) Ve İç (b) Renk Analizi Sonuçları

Dış			
Kek örneği	L*	a*	b*
KK	50.18 ± 3.38	14.42 ± 0.33	34.71 ± 2.88
K1	44.48 ± 1.05	14.98 ± 0.74	25.85 ± 0.88
K2	43.16 ± 1.92	14.87 ± 0.78	23.14 ± 1.65
K3	40.77 ± 3.66	16.36 ± 0.76	21.94 ± 2.42
K4	37.53 ± 2.11	21.23 ± 1.01	18.87 ± 2.32

a

İç			
Kek örneği	L*	a*	b*
KK	63.50 ± 1.56	2.48 ± 0.38	22.07 ± 0.38
K1	48.85 ± 2.91	4.17 ± 0.41	12.50 ± 0.41
K2	39.42 ± 0.26	4.74 ± 0.35	9.35 ± 0.35
K3	34.23 ± 1.47	6.49 ± 0.72	7.74 ± 0.72
K4	31.60 ± 1.64	8.37 ± 0.39	7.63 ± 0.52

b

Karamürver meyve tozu ilaveli keklerinin tümünün dış yüzey L* parlaklık ve b* sarılık değerleri ilave oranındaki artışa bağlı olarak azalmıştır. Karamürver meyve posası ilavesi kekin dış yüzeyinde koyuluğun artmasına neden olmuştur. a* kırmızılık değerinin kontrol kekinde en az olduğu %4 oranında karamürver meyvesi ilavesinin ise en yüksek olduğu ve böylelikle kekin en koyu dış kabuk rengine sahip kek olmasında etkili olduğu görülmüştür.

Benzer durum keklerin iç yüzeylerinde de belirlenmiştir. Keklerin iç doku L* parlaklık ve b* sarılık değerlerinin ilave oranındaki artışa bağlı olarak azaldığı, a* kırmızılık değerlerinin yaklaşık dört katında kadar çıktığı belirlenmiştir. Bu durum Şekil 2'deki kek fotoğraflarında da açıkça görülmektedir.

Tablo 5. Karamürver Çiçeği Tozu İlaveli Keklerin Dış (a) ve İç (b) Renk Analizi Sonuçları

İç			
Kek örneği	L*	a*	b*
KK	64.31 ± 0.36	2.52 ± 0.35	21.94 ± 1.16
K1	60.87 ± 3.2	3.14 ± 0.47	21.22 ± 10.64
K2	57.30 ± 3.51	3.89 ± 0.15	28.00 ± 0.89
K3	58.11 ± 1.03	4.65 ± 0.41	29.93 ± 1.98
K4	56.18 ± 2.31	5.18 ± 0.46	30.02 ± 1.14

a

Dış			
Kek örneği	L*	a*	b*
KK	48.33 ± 1.99	20.47 ± 0.59	31.11 ± 1.70
K1	50.91 ± 1.58	19.96 ± 0.72	29.84 ± 9.03
K2	54.65 ± 2.83	17.14 ± 2.72	27.35 ± 16.01
K3	47.80 ± 4.65	18.51 ± 0.94	30.22 ± 3.41
K4	18.20 ± 0.71	19.53 ± 0.39	31.57 ± 0.68

b

Mürver çiçeği katkılı kek örneklerine dair görsel Şekil 4'de verilmiştir. Karamürver çiçek tozu katkılı keklerin dış yüzey L* parlaklık renk değerlerinde ilave oranındaki artışa bağlı olarak düşüş tespit edilmiştir. a* kırmızılık ve b* sarılık değerlerinde de değişim meydana

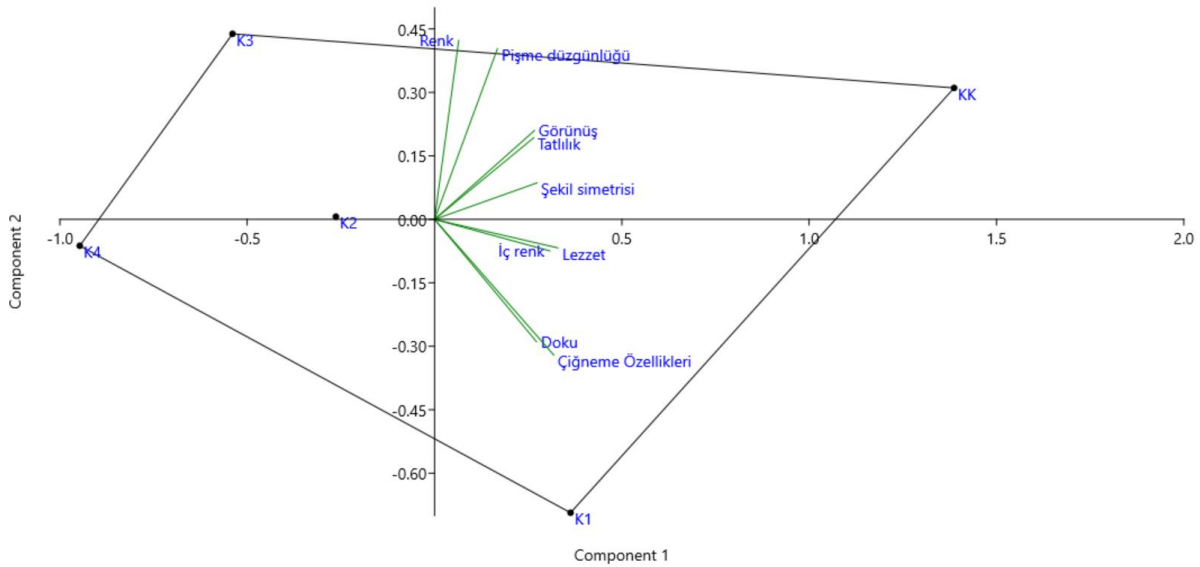
gelmekle birlikte bu değişim önemli görülmemiştir. Karamürver çiçek tozu katkılı keklerin iç doku L* parlaklık renk değerlerinde ilave oranındaki artışa bağlı olarak düşüş tespit edilmiştir. Keklerin iç doku a* kırmızılık ve b* sarılık değerlerinin ilave oranındaki artışa bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir.

Kek Örneklerinin Duyusal Analizi

Karamürver meyvesi ve çiçeği tozlarının %0 (KK) ve %1, 2, 3, 4 oranlarında ilavesiyle hazırlanan kekler dilimlenerek panelistlere sunulmuştur. 5 adet kara mürver meyveli, 5 adet de karamürver çiçek tozlu kek örneği şekil simetrisi, renk, pişme düzgünlüğü, görünüş, doku, çiğneme özellikleri, tatlılık, iç renk ve lezzet olmak üzere 9 kriter açısından panelistler tarafından değerlendirilerek 1- 5 arası hedonik skala ile değerlendirilmiştir. Doldurulan formlardaki değerlerin ortalaması ve standart sapması hesaplanmış olup Tablo 6 ve 7'de verilmiştir.

Tablo 6. Karamürver Meyve Posası İlaveli Kek Numunelerinin Duyusal Analiz Değerlendirme Sonuçları

Kek örneği	KK	K1	K2	K3	K4
Şekil simetrisi	5.0±0.30	4.7±0.40	4.3±1.03	4.6±0.51	4.1±0.54
Renk	4.8±0.40	4.1±0.40	4.3±0.51	4.6±0.51	4.5±0.40
Pişme düzgünlüğü	4.8±0.40	4.1±0.54	4.3±0.81	4.5±0.54	4.1±0.51
Görünüş	4.7±0.51	4.1±0.40	4.1±0.40	4.1±0.75	3.8±0.75
Doku	4.5±0.22	4.4±0.89	4.4±0.75	3.6±0.81	3.6±0.75
Çiğneme Özellikleri	4.4±0.81	4.4±0.54	3.5±0.75	3.6±0.75	3.7±0.98
Tatlılık	4.5±0.83	3.8±0.81	4.2±0.51	3.7±0.54	3.8±0.75
İç renk	4.4±0.81	4.2±0.75	3.7±0.51	3.8±0.75	3.5±1.26
Lezzet	4.4±1.03	4.0±0.89	3.7±0.89	3.5±0.63	3.5±0.63



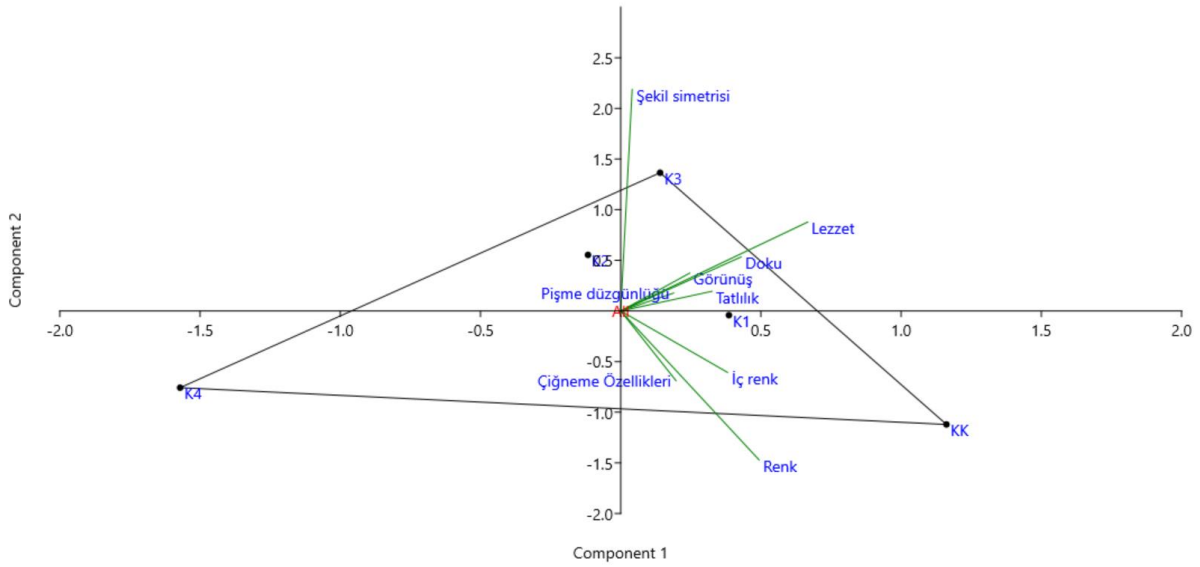
Şekil 4. Karamürver meyve posası ilaveli kek örneklerinin duyusal skor benzerlik grafiği
Karamürver meyve posası tozu ilaveli kek örnekleri için, duyusal analiz skorlarına göre kümelenme eğilimi ve benzerliklerinin ifadesi için sonuçlar, Temel Bileşen Analizi ile

yorumlanmış ve ilgili grafik Şekil 4’de verilmiştir. Kek örneklerine ait duyuşal skor benzerlikleri değerdendirildiğinde en yüksek skorlar KK örneğine aittir. Şekil simetrisi, doku, çığneme özellikleri, iç renk, lezzet özellikleri açısından mürver meyvesi tozu ilavesi K1 örneğinden yani %1 kullanımdan itibaren duyuşal skorlarda düşüşe neden olmuştur. Renk, pişme düzgünlüğü ve görünüm nitelikleri açısından da özellikle K3’den sonra düşüş belirlenmiştir. K4 örneği ise en düşük skorları almıştır. Bu nedenle temel bileşen analizi benzerlik grafiğinde 4 uç nokta görölmektedir.

Tablo 7. Karamürver Çiçeğı Tozu Katkılı Kek Numunelerinin Duyusal Analiz Değerdendirme Sonuçları

Kek örneğı	KK	K1	K2	K3	K4
Şekil simetrisi	4.0 ± 0.20	4.4 ± 1.34	4.6 ± 0.89	5.0 ± 0.44	4.0 ± 1.22
Renk	5.0 ± 0.25	4.0 ± 1.22	3.6 ± 0.54	3.6 ± 0.89	3.0 ± 0.70
Pişme düzgünlüğü	5.0 ± 0.25	4.4 ± 1.34	4.6 ± 0.89	4.8 ± 0.4	4.2 ± 1.30
Görünüş	4.8 ± 0.50	4.2 ± 1.30	4.4 ± 0.89	4.6 ± 0.89	3.8 ± 1.09
Doku	4.8 ± 0.20	4.2 ± 1.09	4.0 ± 0.83	4.6 ± 0.89	3.2 ± 1.09
Çığneme Özellikleri	4.6 ± 0.52	4.2 ± 0.83	4.0 ± 0.70	4.0 ± 0.70	3.8 ± 0.20
Tatlılık	4.8 ± 0.34	4.6 ± 0.54	4.4 ± 0.89	4.4 ± 0.83	3.6 ± 0.14
İç renk	4.6 ± 0.89	4.4 ± 0.30	3.8 ± 1.22	3.8 ± 1.09	3.2 ± 0.83
Lezzet	4.8 ± 0.44	4.6 ± 0.54	4.2 ± 1.09	4.2 ± 1.09	2.4 ± 0.89

Karamürver çiçeğı tozu katkılı kek numunelerinin duyuşal analiz değerdendirme sonuçları Tablo 7’de verilmiştir. Elde edilen kek duyuşal analiz sonuçları Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis) ile değerdendirilerek kara mürver çiçeğı katkılı keklerin benzer yönleri değerdendirilmiştir (Şekil 5). Kek örneklerine ait duyuşal skor benzerlikleri değerdendirildiğinde renk (Dış), lezzet, çığneme özellikleri ve iç renk nitelikleri açısından KK en beğenilen ürün, buna en yakın da K1 örneğı olarak değerdendirilmiştir. Diğer taraftan artan oranlarda kara mürver meyvesi ilavesi ile kek örneklerinin şekil simetrisinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca pişme düzgünlüğü, doku, görünüş gibi skorlar ise K1’den K3’e kadar artmış, K3’deki %3 kullanım oranından sonra önemli bir düşüş gözlenmiştir. Bu da grafikte K3 örneğinin ayrı bir alanda değerdendirilmesine neden olmuştur.



Şekil 5. Karamürver çiçeği tozu ilaveli kek örneklerinin duyusal skor benzerlik grafiği

Bu durum program tarafından oluşturulan dışbükey nokta grafiğinde KK'dan sonra belirleyici oranın K3 olduğu, ardından K4 olduğu şeklinde gösterilmiştir. Sonuç olarak numuneler kümelene eğilimi açısından değerlendirildiğinde, en yüksek skorlara sahip KK örneğine en yakın K1 örneği olduğu belirlenmiş, karamürver çiçeği kullanım oranının ise en fazla K3'deki %3 ilave oranının uygun olduğu, bu orandan sonra tüm skorların düştüğü belirlenmiştir.

SONUÇ

Literatürdeki bilgilere göre göre Kara mürver (*Sambucus nigra* L.) mineraller, lif fraksiyonları, serbest ve konjuge amino asit formları, protein, doymamış yağ asitleri, vitaminler, antioksidanlar bakımından zengindir. Zengin içeriği nedeniyle günümüzde fonksiyonel amaçlı gıdalarda ve gıda takviyesi olarak kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında yapılan analizler ve literatür taraması sonucunda karamürver çiçeği ve meyvesinin biyoaktivite açısından zenginliği, özellikle fenolik bileşikler barındırması ve katıldığı ürünlerin selüloz, mineral madde miktarı ve antioksidan aktivitesini artırmasıyla gıda sektöründe kullanılıp, ürünlere fonksiyonellik katmada potansiyele sahip olduğu saptanmıştır. Özellikle mürver meyvesinin soğuk sıkım suyunun alınmasından sonra arta kalan meyve posasının kurutulmasıyla hem atık değerlendirme sürecine katkıda bulunmuş hem de renk, biyoaktivite ve lif kaynağı olabilecek bir hammadde sektöre kazandırılmış olacaktır. Bu çalışmada Kastamonu Daday ilçe fidanlığında 2023 yılında kültüre alınan mürver çiçeği ve meyveleri kullanılmıştır. Bu bitki doğla florada da bulunmakta ve değerlendirilmemektedir. Kültüre alınarak yetiştirilen ürünlerin bölgesel düzeyde gıda takviyesi veya ilaç hammaddesi gibi katma değerli ürünlere dönüştürülmesi ile ilgili proje ve yatırım çalışmalarına başlanması gerektiği düşünülmektedir. Bu çalışma TÜBİTAK 2209 Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenen çalışmanın bir kısım verilerinden oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında yapılan analizler, araştırma olanakları proje bütçesi ile sınırlı kalmıştır. Üretilen ürünlerin fenolik madde ve mineral madde kompozisyonu, protein içeriği gibi farklı araştırmaların da yapılabileceği düşünülmektedir. Mürver fraksiyonlarının gıda modellerine ilavesi sonucu ortaya çıkabilecek fonksiyonel niteliklerin daha ileri teknikler ile araştırılması faydalı olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 2209 Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenen “Kastamonu’da Kültüre Alınan Karamürver Bitkisinin Bazı Fraksiyonlarının Farklı Tekniklerle İşlenmesi Ve Gıda Takviyesi Olarak Kullanım İmkanlarının Araştırılması” başlıklı projenin bir kısım verilerinden oluşturulmuştur. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK’a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- AACC. (2000). American Association of Cereal Chemists International, Approved Methods of the AACC, Method: 08-01, Method: 10-11, Method: 10-54, Method: 10-90, Method: 38-11, Method: 44-01, Method: 46-12, Method: 55-10, Method: 54-21, Method: 56-60, Method: 56-81B, The Association: St. Paul, MN, USA.
- Barak, V., Halperin, T., Kalickman, I. (2001). The effect of Sambucol, a black elderberry-based, natural product, on the production of human cytokines: I. Inflammatory cytokines. *Eur Cytokine Netw*, 12(2), 290-296.
- Costa, C. P., Patinha, S., Rudnitskaya, A., Santos, S. A., Silvestre, A. J., Rocha, S. M. (2021). Sustainable valorization of *Sambucus nigra* L. berries: from crop biodiversity to nutritional value of juice and pomace. *Foods*, 11(1), 104.
- Da Silva, R.F.R., Barreira, J.C.M.; Heleno, S.A., Barros, L., Calhelha, R.C., Ferreira, I.C.F.R. (2019). Anthocyanin Profile of Elderberry Juice: Potential Food Application. *Molecules*, 24, 2359.
- Değirmencioglu, N., Gürbüz, O., Herken, E.N., Yıldız, A.Y. (2016). The impact of drying techniques on phenolic compound, total phenolic content and antioxidant capacity of oat flour tarhana. *Food Chemistry*, 194, 587–594.
- Domínguez, R., Zhang, L., Rocchetti, G., Lucini, L., Pateiro, M., Munekata, P. E., Lorenzo, J. M. (2020). Elderberry (*Sambucus nigra* L.) as potential source of antioxidants. Characterization, optimization of extraction parameters and bioactive properties. *Food Chemistry*, 330, 127266.
- Domínguez, R., Pateiro, M., Munekata, P. E., Santos López, E. M., Rodríguez, J. A., Barros, L., Lorenzo, J. M. (2021). Potential use of elderberry (*Sambucus nigra* L.) as natural colorant and antioxidant in the food industry. A review. *Foods*, 10(11), 2713.
- Ferreira, S. S., Silva, A. M., Nunes, F. M. (2022). *Sambucus nigra* L. fruits and flowers: Chemical composition and related bioactivities. *Food Reviews International*, 38(6), 1237-1265.
- Iqbal, A., Schulz, P., Rizvi, S. S. (2021). Valorization of bioactive compounds in fruit pomace from agro-fruit industries: Present Insights and future challenges. *Food Bioscience*, 44, 101384.
- Jensen, S. R., Nielsen, B. J. (1973). Cyanogenic glucosides in *Sambucus nigra* L., *Acta Chemica Scandinavica*, 27 (7) 2661-2662 ref. 7.
- Liu, D., He, X. Q., Wu, D. T., Li, H. B., Feng, Y. B., Zou, L., & Gan, R. Y. (2022). Elderberry (*Sambucus nigra* L.): Bioactive compounds, health functions, and applications. *Journal of agricultural and food chemistry*, 70 (14), 4202-4220.
- Młynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D., Łysiak, G. P. (2018). Bioactive properties of *Sambucus nigra* L. as a functional ingredient for food and pharmaceutical industry. *Journal of Functional Foods*, 40, 377-390.
- Nemetz, N. J., Schieber, A., Weber, F. (2021). Application of crude pomace powder of chokeberry, bilberry, and elderberry as a coloring foodstuff. *Molecules*, 26(9), 2689.
- Pangestu, N. P., Miyagusuku-Cruzado, G., Giusti, M. M. (2020). Copigmentation with chlorogenic and ferulic acid affected color and anthocyanin stability in model beverages

- colored with *Sambucus peruviana*, *Sambucus nigra*, and *Daucus carota* during storage. *Foods*, 9(10), 1476.
- Santos, D., da Silva, J. A. L., Pintado, M. (2022). Fruit and vegetable by-products' flours as ingredients: A review on production process, health benefits and technological functionalities. *LWT*, 154, 112707.
- Senica, M., Stampar, F., Veberic, R., & Mikulic-Petkovsek, M. (2016). Processed elderberry (*Sambucus nigra* L.) products: A beneficial or harmful food alternative?. *LWT-Food Science and Technology*, 72, 182-188.
- Sidor, A., Gramza-Michałowska, A. (2015). Advanced research on the antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food—a review. *Journal of functional foods*, 18, 941-958.
- Silva, P., Ferreira, S., Nunes, F. M. (2017). Elderberry (*Sambucus nigra* L.) by-products a source of anthocyanins and antioxidant polyphenols. *Industrial Crops and Products*, 95, 227-234.
- Terzić, M., Majkić, T., Zengin, G., Beara, I., Cespedes-Acuña, C. L., Čavić, D., Radojković, M. (2023). Could elderberry fruits processed by modern and conventional drying and extraction technology be considered a valuable source of health-promoting compounds?. *Food Chemistry*, 405, 134766.
- Thomas, A. L., Byers, P. L., Vincent, P. L., Applequist, W. L. (2020). Medicinal attributes of American elderberry. *Medicinal and Aromatic Plants of North America*, 119-139.
- URL 1. 2021. FAO publications catalogue 2021. <https://openknowledge.fao.org/items/fddc7e97-a43b-40c3-9062-ec33568d8c68> (Erişim tarihi 19.10.2024)
- Wieland, L. S., Piechotta, V., Feinberg, T., Ludeman, E., Hutton, B., Kanji, S., ... Garritty, C. (2021). Elderberry for prevention and treatment of viral respiratory illnesses: A systematic review. *BMC complementary medicine and therapies*, 21, 1-15.
- Williamson, E., Driver, S., Baxter, K. (2009). *Herbal Medicines Interactions*. Stockleys Herbal Medicines Interactions Published by the Pharmaceutical Press, London, UK.

POSTBİYOTİKLERİN KULLANIM ALANLARI**USES OF POSTBIOTICS****Özlem Pelin CAN**

SCÜ, Veteriner Fakültesi, Gıda Hij. ve Tek. Bölümü, Sivas, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8769-4823>**ÖZET**

Postbiyotikler, hücre metabolitleri, biyojenikler, hücre dışı süpernatant, fonksiyonel proteinler/enzimler, hücre dışı polisakkaritler (EPS), teikoik asit, pili tipi yapılar, metabiyotikler (mikrobiyota metabolitleri) ve probiyotik aktivitenin metabolik atıkları olarak tanımlanmaktadır. Postbiyotikler canlı mikroflora tarafından salgılanan veya mikrobiyal hücre parçalanmasından sonra salınan düşük moleküler ağırlıklı çözünür bileşiklerdir. Farklı mikroorganizmaların kültürlerinden elde edilen postbiyotikler, farklı aktiviteler gösterebilmektedir. Laboratuvarda hazırlanan postbiyotikler, organik asitler, kısa zincirli yağ asitleri, karbonhidratlar, antimikrobiyal peptitler, enzimler, vitaminler, kofaktörler, immün sinyal bileşikleri ve kompleks ajanlar gibi çeşitli biyoaktif metabolitler içermektedir.

Postbiyotiklerin gıda kullanımlarında bakteriyosinler ve diğer biyoaktif peptitler, ekzopolisakkaritler (EPS), ve antioksidan moleküller öne çıkmaktadır. EPS, mikroorganizmalar tarafından üretilen ve hücre dışına salgılanan biyopolimerlerdir. Probiyotik organizmaları sert çevre koşullarına karşı korumakla birlikte hücre tanıma ve biyofilm oluşumunda da görev alırlar. Jelleştirici, stabilizatör, koyulaştırıcı ve emülgatör olarak kullanılabilen bu biyopolimerler aynı zamanda gıda ambalajlanmasında da kullanılabilirler. Süt ürünleri grubunda su tutma kapasitesini, viskoziteyi, reolojiyi geliştirmede kullanılırlar. Hububat ürünleri grubunda da benzer reolojik özelliklerin geliştirilmesinde kullanılmaktadır.

Postbiyotikler yenilebilir ambalaj üretiminde, antikanserojen etki oluşturma gibi farklı alanlarda da kullanılmaktadır. Probiyotiklere kullanım kolaylıklarının olması son zamanlarda talebin artmasına sebep olmuştur. Et ürünlerinde doğal katkı maddelerinin kullanımına yönelik çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır. Bu kapsamda postbiyotik kullanımının özellikle antioksidan ve antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır. Postbiyotik varlığının gıda matriksinin duyuşal ve tekstürel özellikleri üzerine etkileri de bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: gıda, postbiyotik**ABSTRACT**

Postbiotics are defined as cell metabolites, biogenics, cell-free supernatant, functional proteins/enzymes, extracellular polysaccharides (EPS), teichoic acid, pili-type structures, metabiotics (metabolites of microbiota) and metabolic wastes of probiotic activity. Postbiotics are low molecular weight soluble compounds secreted by living microflora or released after microbial cell lysis. Postbiotics obtained from cultures of different microorganisms can show different activities. Postbiotics prepared in the laboratory contain various bioactive metabolites such as organic acids, short-chain fatty acids, carbohydrates, antimicrobial peptides, enzymes, vitamins, cofactors, immune signaling compounds and complex agents.

Bacteriocins and other bioactive peptides, exopolysaccharides (EPS), and antioxidant molecules are prominent in food uses of postbiotics. EPS are biopolymers produced by microorganisms and secreted outside the cell. They protect probiotic organisms against harsh environmental conditions and are also involved in cell recognition and biofilm formation. These biopolymers can be used as gelling agents, stabilizers, thickeners and emulsifiers and can also be used in food packaging. They are used to improve water holding capacity, viscosity and

rheology in dairy products. They are also used to improve similar rheological properties in the cereal products group.

Postbiotics are also used in different areas such as edible packaging production and anticarcinogenic effects. The ease of use of probiotics has recently led to an increase in demand. Studies on the use of natural additives in meat products have gained momentum in recent years. In this context, especially antioxidant and antimicrobial effects of postbiotic use have been investigated. The presence of postbiotics also has effects on the sensory and textural properties of the food matrix.

Keywords: food, postbiotics, use

GİRİŞ

Probiyotikler, yeterli miktarda tüketildiğinde; konakçıya sağlık açısından fayda sağlayan canlı mikroorganizmaların mono veya karışık kültürleri olarak tanımlanmaktadır. Yaygın olarak kullanılan probiyotik mikroorganizmalar arasında; *Lactobacillus* türleri, *Bifidobacterium* türleri, *Saccharomyces* türleri, *Streptococcus* türleri ve *Enterococcus* gibi bakteriler yer almaktadır (1).

Fonksiyonel gıdalar kategorisinde de yer alan probiyotikler; antidiyabetik, antikanserojenik, hipotansif, hipokolesterolemik, antimikrobiyal, zihin sağlığını iyileştirici, antioksidan, laktoz intoleransı, antidepresan ve hipokolesterolemik etkilere sahiptir.

Probiyotikler, sadece kefir, yoğurt gibi yaygın olarak piyasada olan doğal gıda ürünlerinde değil, çeşitli fırıncılık ürünleri, farklı meyve suları (karpuz, çilek, frenk üzümü suyu vb.) ve bitkisel temelli sütlerde (hindistan cevizi sütü, soya sütü, badem sütü vb.) uygulama alanı bulmuştur. Normalde mikrobiyotada bulunan probiyotik mikroorganizmalar (bakteri ve maya hücresi), dışarıdan doğal olarak gıdalarla, gıda takviyeleri olarak çeşitli gıdalara ilave edilerek veya farmasotik şekillerde (tablet, kapsül, toz, şase, damla vb.) alınabilmektedir (2).

Prebiyotikler, FAO/WHO'ya göre ; sınırlı sayıda yerli bakterinin uygun büyümesini veya aktivitesini seçici olarak uyararak konakçı üzerinde faydalı bir fizyolojik etki sağlayan "sindirilemeyen maddeler" şeklinde tanımlanmıştır. Aynı zamanda konakçının mikroorganizmaları arafından seçici olarak kullanılan, gastrointestinal mikrobiyotada değişikliklere neden olan ve sağlığa fayda sağlayan sindirilemeyen gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır. Prebiyotikler, sindirim enzimlerine karşı direnç göstermekte ve bağırsak mikrobiyotası tarafından fermente edilerek kullanılmaktadır. Prebiyotikler, yerli ve yararlı bakterilerden olan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium*'un gelişimini desteklemekte; daha sonra ise konakçı için kısa zincirli yağ asitleri gibi metabolitler üreterek fonksiyonel olarak kabul edilmektedir. Sindirim sistemindeki faydalı mikroorganizmalar, bu sindirilemeyen besin bileşenlerini fermente ederek kendilerine enerji sağlayabilmektedir. Bu sindirilemeyen, canlı olmayan besin bileşenleri prebiyotikler olarak adlandırılmaktadır. Prebiyotikler, faydalı bakterilerde bulunan enzimlerden dolayı, seçici olarak kullanılabilme yetenekleri nedeniyle kolon mikrobiyotasını olumlu etkileyebilmektedirler (3).

İnülin, galaktooligosakkaritler, fruktooligosakkaritler gibi dirençli oligosakkaritler ve bazı diyet lifleri, yaygın olarak kullanılan prebiyotikler arasında yer almaktadır (2). Polisakkaritler (dirençli nişasta, pektin ve dekstrin) gibi sindirilemeyen karbonhidratlar ve oligosakkaritler, örneğin fruktooligosakkaritler, galaktooligosakkaritler, ksilo oligosakkaritler, izomaltooligosakkaritler, arabinoksilan oligosakkaritler ve laktuloz ile inülin prebiyotik özelliklere sahip gıda bileşenleri olarak kabul edilir (3).

Postbiyotikler, Yunancada, "post" kelimesi sonra anlamına, "bios" kelimesi yaşam anlamına gelmektedir. "Postbiyotik" kelimesi ise bu kelimelerden türetilmiştir. Canlı hücreler (probiyotik olan veya probiyotik olmayan) tarafından salgılanan veya hücrel liziden sonra açığa çıkan ve konağa olumlu etki sağlayabilen çözünür faktörlerdir (mikrobiyal ürünler veya metabolik yan ürünler). Postbiyotikler, metabiyotikler, biyojenikler veya metabolitler ve/veya hücresiz süpernetantlar/özler olarak adlandırılabilir (4).

Para-probiyotikler, yeterli miktarlarda uygulandıklarında tüketicilere fayda sağlayan, inaktive (cansız) mikrobiyal (probiyotik veya probiyotik olmayan) bozulmamış/sağlam hücrelerdir. Benzer şekilde, para-probiyotikler cansız probiyotikler, inaktive edilmiş probiyotikler veya hayalet probiyotikler olarak adlandırılır (5).

Postbiyotikler, prebiyotikler gibi organik besinlerin anaerobik fermantasyonu sırasında üretilen fonksiyonel biyoaktif bileşiklerdir. Postbiyotikler canlı mikroflora tarafından salgılanan veya mikrobiyal hücre parçalanmasından sonra salınan düşük moleküler ağırlıklı çözünür bileşiklerdir. Farklı mikroorganizmaların kültürlerinden elde edilen postbiyotikler, farklı aktiviteler gösterebilmektedir. Laboratuvarda hazırlanan postbiyotikler, organik asitler, kısa zincirli yağ asitleri, karbohidratlar, antimikrobiyal peptitler, enzimler, vitaminler, kofaktörler, immün sinyal bileşikleri ve kompleks ajanlar gibi çeşitli biyoaktif metabolitler içermektedir. Uluslararası Bilimsel Probiyotikler ve Prebiyotikler Birliği tarafından 2021'de postbiyotikler (3);

- (i) Canlı bakteriler tarafından salgılanan enzimler, peptidler, teikoik asitler, peptidoglikan türevli muropeptitler, polisakkaritler, hücre yüzeyi proteinleri ve organik asitler gibi bakteriyel parçalanmadan sonra salınan çözünebilir faktörler (ürünler veya metabolik yan ürünler);
- (ii) Konaklar üzerinde biyolojik etkiler gösteren mikroorganizmalar tarafından üretilen cansız metabolitler;
- (iii) Yeterli miktarlarda uygulandığında sağlığı ve refahı destekleyen cansız hücreler dahil olmak üzere besin bileşenlerinden veya mikrobiyal bileşenlerden salınan mikroorganizmalar tarafından üretilen bileşikler şeklinde gruplandırılmıştır.

Postbiyotikler Gıda Endüstrisinde;

- ▶ Beş yıla kadar uzun raf ömrü,
- ▶ Nontoksik etkileri,
- ▶ Kolay taşınması,
- ▶ Düşük maliyetle elde edilmesi,
- ▶ Bilinen kimyasal bileşimi,
- ▶ Güvenli kullanım ve muhafaza kolaylığı,
- ▶ Geniş pH ve sıcaklık aralığında stabilite,
- ▶ Geniş spektrumlu antimikrobiyal aktivite gibi eşsiz özellikleri nedeniyle probiyotiklerden üstün olarak kabul edilmektedir ve gıdanın bozulmasını önlemek için değerli bir antimikrobiyal bileşiktir.
- ▶ Antibiyotik direncine sebebiyet vermeme,
- ▶ Tanımlanmış kimyasal bileşim ve güvenliğe sahip olmaları, kolay kullanım ve depolama imkanı sağlar (6).

SONUÇ

Canlı mikroorganizmaları içermeyen ve genellikle fermantasyon sırasında üretilen biyoaktif çözünür maddeler olan postbiyotikler, endüstriyel işlemlerde ısı ve oksijene duyarlı olmadıkları için probiyotiklerden daha çok ilgi görmekte ve gıda güvenilirliğini sağlamaktadır. Yeterli miktarda tüketilince fayda sağlayan cansız mikrobiyal hücreler ve fraksiyonları olarak bilinen paraprobiyotikler de işleme ve depolama açısından probiyotiklere karşı üstün gelmektedir. Kanserden koruyucu, kabızlık gibi bağırsak problemlerini düzenleyici, bağışıklığı güçlendirici gibi birçok faydası bulunan simbiyotik, postbiyotik ve paraprobiyotiklerin, gıda alanındaki çalışmaları incelendiğinde yeni fonksiyonel gıdalar oluşturmada kullanılabileceği görülmüştür. Ancak, yapılan çalışmaların hem in vivo hem de in vitro sistemlerde test edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Gıda güvenliği açısından risk taşımayan, endüstriyel açıdan işlenmesi ve depolanması daha kolay olan simbiyotik, postbiyotik ve paraprobiyotiklerin farklı gıda ürünlerine de uygulanması ve yapılan çalışmaların genişletilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Croatti, V., Parolin, C., Giordani, B., Foschi, C., Fedi, S., Vitali, B., 2022. Lactobacilli extracellular vesicles: potential postbiotics to support the vaginal microbiota homeostasis. *Microb. Cell Factories* 21, 237. <https://doi.org/10.1186/s12934-022-01963-6>.
2. De Pinho, C.L.C., de Oliveira, C.E.S., Coimbra, J.C., Cotrim, W.S., 2019. Production of lactic acid in a medium based on food industry effluents using an immobilized mixed dairy culture. *Braz. J. Food Technol.* 22, 1–10. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.10018>.
3. Gibson, G.R., Hutkins, R., Sanders, M.E., Prescott, S.L., Reimer, R.A., Salminen, S.J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K.S., Cani, P.D., Verbeke, K., Reid, G., 2017. Expert consensus document: the International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 14, 491–502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>.
4. Martín, R., Langella, P., 2019. Emerging health concepts in the probiotics field: streamlining the definitions. *Front. Microbiol.* 10, 1047. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01047>.
5. Park, M., Joung, M., Park, J.-H., Ha, S.K., Park, H.-Y., 2022. Role of postbiotics in diet-induced metabolic disorders. *Nutrients* 14 (18), 3701. <https://doi.org/10.3390/nu14183701>.

GIDALARDA DERİN ÖĞRENME**DEEP LEARNING IN FOOD****Özlem Pelin CAN**

SCÜ, Veteriner Fakültesi, Gıda Hij. ve Tek. Bölümü, Sivas, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8769-4823>**ÖZET**

Yapay zeka, her alanda olduğu gibi gıda alanında da kullanılmaya başlamıştır. Bu alan da sorunlara çözüm üretmek, kullanımda pratiklik sağlamak, iş gücü ve maliyet açısından tasarruf yapmak, hastalıkları ve kusurlu ürünleri tespit etmek için kullanılmaktadır.

Derin öğrenme kelimesi; görüntü işleme, konuşmanın tanımlanması ve anlaşılması alanlarında kademeli olarak öğrenen yapay sinir ağlarının simülasyonu ve hatta kendi kararlarını vermesiyle ilgili öğrenme yöntemi ve veri miktarının artması, bilgisayar alanında işlem gücü ve grafik işlemcilerindeki gelişmelerle birlikte, özellikle büyük veride tahmine dayalı analitik çözümleri sağlayan öğrenme yöntemi olarak tanımlanmıştır. Dijital görüntüler kullanılarak nesne algılama, yarım asrı aşkın bir gelişme sürecinden geçerek günümüze ulaşmış ve oldukça başarıların elde edildiği bir teknolojidir. Derin öğrenme teknikleri, görüntüler üzerinden nesne algılama alanında kullanılan teknikler arasındadır.

Gıdalarda derin öğrenmede öncelikle veri seti oluşturulmaktadır. Daha sonra algılayıcı yöntemi seçilmektedir. Evrişimli sinir ağları çok katmanlı algılayıcıların bir türüdür ve en çok kullanılan derin öğrenme yöntemlerinden biridir (CNN). CNN genellikle görüntü işlemede kullanılan ve girdi olarak görselleri alan bir derin öğrenme algoritmasıdır. Farklı yapıdaki görsellerdeki özellikleri yakalayan ve onları sınıflandıran bu algoritma farklı katmanlardan oluşmaktadır. Yöntemde; ilk olarak girdi verileri alınır, ardından her katmandaki nitelik özelliklerini çıkararak öğrenme işlemini gerçekleştirir. Her katmanda yeni özellik çıkarımı ile devam eder. Gıdaların kalite parametrelerine göre sınıflandırılması, tat ve aroma bileşenlerinin tanımlanması, raf ömrünün belirlenmesi gibi bir çok alanda kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: derin öğrenme, gıda, yapay zeka

ABSTRACT

The word deep learning is used in the fields of image processing, speech recognition and understanding simulation of artificial neural networks that gradually learn and even make their own decisions learning method and the increasing amount of data, computer with advances in computing power and graphics processors, especially in big data is defined as a learning method that provides predictive analytical solutions. Object detection using digital images is a technology that has been developed over more than half a century and has achieved great success. Deep learning techniques are among the techniques used in the field of object detection over images.

In deep learning in food, the data set is first created. Then the perceptron method is selected. Convolutional neural networks are a type of multilayer perceptron and one of the most widely used deep learning methods (CNN). CNN is a deep learning algorithm that is generally used in image processing and takes images as input. This algorithm, which captures features in images with different structures and classifies them, consists of different layers. In the method; first, the input data is received, then it performs the learning process by extracting the attribute features in each layer. It continues with new feature extraction in each layer.

It is used in many areas such as classification of foods according to quality parameters, identification of taste and aroma components, determination of shelf life.

Keywords: deep learning, food, artificial intelligence.

GİRİŞ

Yapay zekâ, insan zekâsına özgü nitelikleri sergileyen sistemlerin geliştirilmesi sürecinde önemli bir evrim geçirmiştir. Bu kavram, yalnızca makinelerin bilişsel işlevler gerçekleştirmesiyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda tarih boyunca insan hayal gücünün bir yansıması olarak da şekillenmiştir. M. S. 1. asırda İskenderiyeli Heron'un gerçekleştirdiği otomatik makinelerden, 13. asırda Ebul İz El Cezeri'nin su ve mekanik parçalarla çalışan karmaşık sistemlerine kadar, insanlık tarihi boyunca çeşitli otomatik makineler üretilmiştir. Bu makineler, erken dönem mühendislik çalışmaları ve bilimsel anlayışın bir ürünü olarak kabul edilmektedir (1).

Yapay zekânın modern anlamda temellerinin atıldığı dönüm noktalarından biri, 1956 yılında ABD'de gerçekleştirilen Dartmouth Konferansı'dır. Bu konferans, yapay zekânın bir akademik disiplin olarak kabul edilmesine ve sistematik bir araştırma alanı haline gelmesine zemin hazırlamıştır. John McCarthy'nin bu alandaki katkıları ve liderliği, yapay zekâ alanında önemli bir başlangıç noktası oluşturmuştur (2).

Türkiye'de yapay zekâ çalışmalarının tarihi de dikkate değerdir. Hakan Altınay'ın 1990 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Türkiye'nin ilk beş eksenli robotunu yapması, bu alanda somut bir adım atılmasına yol açmıştır. Takiben 1994 yılında, Türkiye'nin ilk teknoloji geliştirme merkezinde imal edilen sınav robotu, ülkenin bu alandaki potansiyelini ve gelişimini göstermektedir. Bu süreç, Türkiye'nin yapay zekâ ve robot teknolojileri konusundaki çalışmalarının temelini oluşturmakta ve bu alandaki ilerlemelerin önünü açmaktadır (3).

Yapay zekâ, tarih boyunca insanın mekanik ve otomatik çözümler üretme arzusunun bir yansıması olmuştur. Modern yapay zekâ çalışmaları, bu tarihsel birikim üzerine inşa edilmekte ve sürekli olarak evrim geçirmektedir.

GIDA ENDÜSTRİSİNDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARININ KULLANIM ALANLARI

- Üretim Süreçlerinin Optimize Edilmesi:** Yapay zeka, üretim süreçlerini analiz ederek verimliliği artırmakta ve atıkları minimize etmekte kullanılabilir. Sensörler ve veri analitiği sayesinde, üretim hatalarındaki sorunlar hızlı bir şekilde tespit edilip düzeltilebilir.
- Talep Tahmini:** Yapay zeka, geçmiş verilere dayanarak talep tahmini yapabilir. Bu, gıda üreticilerinin ne kadar ürün üretmeleri gerektiğini daha doğru bir şekilde belirlemelerine yardımcı olur ve böylece fazla üretim ve israfın önüne geçilir.
- Kalite Kontrol:** Görüntü işleme teknikleri kullanılarak, ürünlerin kalitesi otomatik olarak kontrol edilebilir. Yapay zeka sistemleri, kusurlu ürünleri tespit ederek bunların üretim hattından çıkarılmasını sağlar.
- Müşteri Deneyimi:** Yapay zeka, restoran ve yiyecek hizmeti sektöründe müşteri deneyimini geliştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Özelleştirilmiş öneriler sunmak, sipariş süreçlerini hızlandırmak ve müşteri geri bildirimlerini analiz etmek için kullanılabilir.
- Stok Yönetimi:** Yapay zeka, envanter yönetiminde de önemli bir katkı sağlar. Stok seviyelerini izleyerek, gerekli malzemelerin zamanında temin edilmesini ve israfın azaltılmasını sağlamaktadır.
- Gıda Güvenliği:** Yapay zeka, gıda güvenliği süreçlerini de iyileştirebilir. Örneğin, gıda kaynaklı hastalıkların önlenmesine yönelik erken uyarı sistemleri geliştirilebilir.
- Product Development:** Yapay zeka, yeni ürün geliştirme süreçlerinde de kullanılabilir. Pazar trendlerini ve tüketici tercihlerini analiz ederek, daha popüler olan ürünlerin tasarlanmasına olanak tanır.

Bu uygulamalar, gıda üretimi ve yiyecek içecek sektöründeki işletmelere rekabet avantajı sağlamanın yanı sıra, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarına da yardımcı olur. Gelecekte, yapay zekanın bu sektördeki rolü daha da artarak, yenilikçi çözümler sunmaya devam edecektir.

GIDA ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN YAPAY ZEKA YÖNTEMLERİ

Yapay zekâ uygulamaları, farklı yöntemler ve teknikler kullanarak yiyecek ve içecek endüstrisinde önemli avantajlar sağlayabilir. Bu alandaki kullanılan yapay zeka programları; yapay sinir ağları, bulanık mantık ve genetik algoritmalarıdır.

1. Yapay Sinir Ağları (Neural Networks):

- Yiyecek ve içecek kalitesinin tahmin edilmesi: Yapay sinir ağları, geçmiş verileri analiz ederek belirli bir ürünün kalitesini tahmin edebilir. Örneğin, bir şarap veya zeytinyağı için lezzet profili analizi yapılabilir.
- Doluluk ve dolum süreci optimizasyonu: Üretim süreçlerini optimize etmek için kullanılan yapay sinir ağları, formülasyonların ve süreçlerin en uygun hale getirilmesine yardımcı olabilir.

2. Bulanık Mantık (Fuzzy Logic):

- Ürün standartlaştırma: Genellikle gıda ürünlerinde kalite kontrolü, bulanık mantık kullanılarak sağlanabilir. Farklı parametreler (tat, aroma, görünüm gibi) bulanık mantık ile değerlendirilerek ürünün genel kalitesi belirlenebilir.
- Tüketici tercihleri analizi: Tüketicilerin belirli bir yiyecek veya içeceği seçme kararlarını anlayarak, ürün geliştirme süreçlerinde kullanılmak üzere veri sağlanabilir.

3. Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithms):

- Ürün formülasyonu optimizasyonu: Genetik algoritmalar, gıda ürünlerinin formülasyonunu optimize etmek için kullanılabilir. En iyi tat, doku ve besin değerlerine ulaşmak için bileşenlerin kombinasyonları üzerinde çalışarak en uygun formülü bulabilir.
- Tedarik zinciri yönetimi: Gıda endüstrisinde maliyetlerin düşürülmesi ve verimliliğin artırılması amacıyla, genetik algoritmalar tedarik zinciri optimizasyonu için de uygulanabilir.

Bu yapay zekâ yaklaşımları, gıda sektöründe daha iyi ürünler geliştirilmesine, maliyetlerin azaltılmasına ve genel müşteri memnuniyetinin artırılmasına katkıda bulunabilir. Ayrıca, gıdaların güvenliği ve kalitesinin artırılması için de önemli bir araçtır. Gıda güvenliği standartlarına uyum sağlanması ve bu standartların sürekli olarak iyileştirilmesi yönünde de yapay zekâ uygulamalarının etkisi büyük olacaktır (5).

Yiyecek ve içecek sektöründe yapay zekâ (YZ) kullanımının birçok amacı ve faydası bulunmaktadır. Bu alandaki bazı önemli kullanımlar:

1. **Talep Tahmini:** Yapay zekâ, geçmiş satış verilerini analiz ederek gelecekteki ürün talebini tahmin edebilir. Bu, üretim planlaması ve envanter yönetimi için oldukça faydalıdır.
2. **Müşteri Analizi:** Yapay zeka, müşteri davranışlarını ve tercihlerini analiz ederek, hedef kitleye yönelik pazarlama stratejileri geliştirmeye yardımcı olur. Bu sayede kişiselleştirilmiş deneyimler sunmak mümkün hale gelir.
3. **Otomatik Sipariş Sistemleri:** Yapay zeka tabanlı sistemler, restoranlarda veya online sipariş platformlarında müşterilerin siparişlerini hızlı ve etkili bir şekilde yönetebilir.
4. **Yiyecek Güvenliği ve Kalite Kontrol:** Yapay zekâ, üretim süreçlerinde kalite kontrolünü artırmak için kullanılabilir. Sensörler ve görüntü işleme teknikleri ile ürünlerin kalitesi anlık olarak izlenebilir.
5. **Reçete ve Ürün Geliştirme:** Yapay zeka, yeni tarifler oluşturmak veya mevcut ürünleri geliştirmek için de kullanılabilir. Mutfak robotları, malzemeleri analiz ederek yeni ve ilginç kombinasyonlar önerebilir.
6. **Otonom Taşımacılık:** Yiyecek ve içecek dağıtımında yapay zekâ, otonom araçların kullanılmasını sağlayarak dağıtım süreçlerini daha verimli hale getirebilir.

7. **Pazarlama ve Reklam:** Yapay zeka, sosyal medya ve dijital platformlarda hangi tür içeriklerin daha çok ilgi gördüğünü analiz ederek, daha etkili pazarlama stratejileri geliştirilmesine yardımcı olabilir.
- 8.
9. **Stok Yönetimi:** İleri düzey Yapay zeka modelleri, stok seviyelerini optimize ederek israfı azaltabilir ve maliyetleri düşürebilir.
- 10.
11. **İş Gücü Yönetimi:** Çalışanların verimliliğini artırmak ve iş gücü ihtiyaçlarını tahmin etmek için yapay zeka kullanılarak ideal bir iş gücü planlaması yapılabilir.
- 12.
13. **Müşteri Hizmetleri:** Chatbot ve sanal asistanlar, müşteri hizmetlerini otomatikleştirerek müşteri sorularına hızlı ve etkili bir şekilde yanıt verebilir. Yapay zekâ, yiyecek ve içecek sektöründe yenilikçi çözümler sunarak, hem işletmelerin verimliliğini artırmakta hem de müşteri deneyimini geliştirmektedir (6).

KAYNAKLAR

1. Topdemir, H. G. (2011). Geç İskenderiye Döneminde Bilim: İskenderiyeli Heron. *Bilim ve Teknik Dergisi* (529), 90-92.
2. Tung, V. W., and Law, R. (2017). The Potential For Tourism and Hospitality Experience Research in Human-Robot Interactions. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 29(10), 2498-2513.
3. Kozak, M. (2018). *Bilimsel Araştırma: Tasarım, Yazım ve Yayım Teknikleri*. (4. Basım), Ankara: Detay Yayıncılık.
4. Sofu, A., Demir, N., ve Ekinçi, F. Y. (2007). Gıda Bilimi ve Teknoloji Alanında Yapay Zeka Uygulamaları. *Gıda*, 32(2), 93-99.
5. Li, D., Rau, P. P., and Li, Y. (2010). A Cross-cultural Study: Effect of Robot Appearance and Task. *International Journal of Social Robotics*, 2(2), 175–186.
6. Yin, R. K. (1999). Enhancing the quality of case studies in health services research. *Health Services Research*, 34(2), 1209-1224.

**PAMUK YAĞI VE KARNAUBA WAX İLE HAZIRLANAN MATERYALLERLE
KAPLANAN TAVUK YUMURTALARINDA BAZI PARAMETRELERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**EVALUATION OF SOME PARAMETERS IN EGGS COATED WITH MATERIALS
PREPARED FROM COTTONSEED OIL AND CARNAUBA WAX**

Fadime SEYREKOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi, Amasya Üniversitesi, Suluova Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme, Amasya,
Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9787-4115>

Gözde KILINÇ

Doç. Dr. Amasya Üniversitesi, Suluova Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme, Amasya, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8667-3390>

ÖZET

Bu çalışma, pamuk yağı ve karnauba wax (%1 ve %2) kullanılarak hazırlanan materyallerle kaplanan tavuk yumurtalarında ağırlık kaybı (%), albumen pH'sı ve yumurta sarısı TBARs değeri üzerine etkilerini belirlemek üzere yürütüldü. Bu amaçla, günlük (taze) Nick Brown hibrit tavuk yumurtaları her bir grupta 10'ar adet ve toplam 40 adet olmak üzere 4 gruba ayrıldı. Kontrol (K) grubundaki yumurtalar herhangi bir kaplama materyali ile kaplanmadı. Deneme grupları (PY, PYW-1 ve PYW-2) ise sırasıyla sadece pamuk yağı, pamuk yağı-karnauba wax (%1) kombinasyonu ve pamuk yağı-karnauba wax (%2) kombinasyonu ile kaplandı. Kaplanan yumurtalar ve K grubu yumurtaları oda sıcaklığında 4 hafta depolandı. 4 haftalık süre sonunda yumurtalarda ağırlık kaybı, yumurta sarısı TBARs değeri ve albumen pH'sı değerlendirildi. Haftalık yumurta ağırlık kaybı ($P<0.001$) ve genel yumurta ağırlık kaybı ($P<0.001$) bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edildi. Kaplama materyallerinin yumurta sarısı L, b değerleri ve yumurta sarısı TBARs düzeyi üzerine önemli bir etkilerinin olmadığı belirlendi. Albumen pH'sı ve yumurta sarısı a değerinin ise kaplama materyallerinden etkilendiği tespit edildi. Tüm kaplama materyallerinin kontrol grubuna göre yumurta ağırlık kaybını azalttığı ortaya konuldu. Ayrıca yumurta tazeliğinin önemli bir göstergesi olan pH'nın kaplama gruplarında daha düşük olması dikkat çekici bulundu. Sonuç olarak, yumurta ağırlık kaybının önlenmesi ve depolama süresince yumurta tazeliğinin korunabilmesi için karnauba wax ve pamuk yağı kombinasyonunun yumurta kaplama materyali olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yumurta kaplama, ağırlık kaybı, TBARs, pamuk Yağı, karnauba wax.

ABSTRACT

This study aims to determine the effects of chicken eggs coated with materials prepared using cottonseed oil and carnauba wax (1% and 2%) on weight loss (%), albumen pH, and egg yolk TBARs value. For this purpose, daily (fresh) Nick Brown hybrid chicken eggs were divided into 4 groups, 10 eggs in each group and 40 eggs in total. Eggs in the control (K) group were not coated with any coating material. Experimental groups (PY, PYW-1, and PYW-2) were coated with only cottonseed oil, cottonseed oil-carnauba wax (1%) combination, and cottonseed oil-carnauba wax (2%) combination, respectively. Coated eggs and those in the control group were stored at room temperature for four weeks. At the end of this period, the weight loss, egg yolk TBARs value, and albumen pH parameters were evaluated in eggs. A significant difference was found between the groups in terms of weekly loss in egg weight ($P<0.001$) and overall (general) loss in egg weight ($P<0.001$). It was determined that the

coating materials did not have a significant effect on egg yolk L, b values and egg yolk TBARs levels. The albumen pH and egg yolk a value were affected by the coating materials, and that all coating materials prevented egg weight loss in comparison to the control group. In addition, it was also found that pH, which is an important indicator of egg freshness, was lower in the coated groups. As a result, it is thought that the combination of carnauba wax and cottonseed oil can be used as an egg coating material to prevent egg weight loss and maintain freshness during storage.

Keywords: Egg coating, weight loss, TBARs, cottonseed oil, carnauba wax.

GİRİŞ

Yumurta, kloakadan atılmadan hemen önce kabuk üzerinde ince bir tabaka halinde ‘kütikül’ denilen bir tabaka oluşmaktadır (Liu ve ark., 2016). Kütikül tabakasının kabuk üzerinde yer alan porları kapatarak yumurtayı dış etkenlerden koruduğu (Wardy ve ark., 2010) bildirilmiştir. Ancak bu tabaka zamanla etkisini kaybetmekte (Cansız, 2006) ve bunun sonucu olarak yumurta ağırlık kayıpları artmaktadır (Pires ve ark., 2021). Bu ağırlık kayıplarının önlenmesi için farklı yöntemler araştırılmaktadır. Bu yöntemlerden biri de yumurtanın çeşitli kaplama materyalleri (Obanu ve Miperi, 1984; Nongtaodum ve ark., 2013; Perera ve Wickramasinghe, 2016; Seyrekoğlu ve Kılınç, 2022) kullanılarak kaplanmasıdır. Literatür incelemesine göre tavuk ve/veya bıldırcın yumurtalarında kaplama materyali olarak kitosan (Xu ve ark., 2018; Yang ve ark., 2019; Derelioğlu ve Turgay, 2022), melas (Seyrekoğlu ve Kılınç, 2022), peynir altı suyu (Alleoni ve Antunes, 2004), propolis (Sahinler ve ark., 2009), gam arabik (Sariyel ve ark., 2022), ve çeşitli yağların (Obanu ve Miperi, 1984; Nongtaodum ve ark., 2013; Perera ve Wickramasinghe, 2016; Homsaard ve ark., 2021) kullanıldığı çok sayıda çalışma yer almaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda (Obanu ve Miperi, 1984; Wardy ve ark., 2011; Nongtaodum ve ark., 2013; Perera ve Wickramasinghe 2016) çeşitli yağların yumurta ağırlık kaybını azalttığı bildirilmiştir.

Yapılan bu çalışma ile pamuk yağı ve karnauba wax (%1 ve %2)-pamuk yağının kombinasyonu ile hazırlanan kaplama materyallerinin yumurta ağırlık kaybı, albumen pH’sı, yumurta sarısı rengi (L, a ve b değerleri) ve yumurta sarısında TBARS değeri üzerine etkilerini değerlendirmek üzere yürütüldü.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, pamuk yağı ve pamuk yağı-karnauba wax (%1, %2) kombinasyonu materyalleriyle kaplanan tavuk yumurtalarında ağırlık kaybı (%), albumen pH’sı, yumurta sarısı TBARs düzeyi ile yumurta sarısı L parlaklık, a kırmızılık ve b sarılık değerleri değerlendirildi.

Kaplama Materyallerinin Hazırlanması

Çalışmada, pamuk yağı ve pamuk yağı ile %1 ve %2 konsantrasyonlarındaki karnauba wax kombinasyonu ile hazırlanan kaplama materyalleri kullanıldı.

Grupların Oluşturulması ve Yumurtaların Kaplanması

Çalışmada, her birinde 10’ar adet tavuk yumurtası olacak şekilde toplam 4 grup oluşturuldu. Yumurtalar, Amasya Üniversitesi, Suluova Meslek Yüksekokulu, Yumurtacı Tavuk Deneme Ünitesinden temin edildi. Yumurtlamanın 1. döneminde bulunan Nick Brown hibritlerden elde edilmiş tavuk yumurtası (günlük) kullanıldı. Kontrol grubu (K) yumurtaları kaplanmadan depolandı. Deneme grupları ise sadece pamuk yağı (PY), %1 karnauba wax+pamuk yağı (PYW-1), %2 karnauba wax+pamuk yağı (PYW-2) ile daldırma yöntemi kullanılarak kaplandı. Kaplama solüsyonlarına daldırılarak kaplanan yumurtaların üzerinde kalan fazla solüsyonların süzülmesi için birkaç defa çevrildi. Tam olarak kuruma sağlandıktan sonra, kaplanan yumurtalar hassas terazi (0,001 g hassas, KERN PFB) ile tartılarak ağırlıkları kaydedildi.

Yumurtalar, oda sıcaklığında toplam 4 hafta süre ile depolandı. Yumurtaların depolandığı laboratuvarın nem ve sıcaklık düzeyi düzenli olarak kontrol edilerek kayıt altına alındı.

Yumurta Ağırlık Kaybının Belirlenmesi

Bu çalışmada yumurta ağırlık kayıpları haftalık ve genel (4 haftalık) olarak belirlendi. Bu amaçla, kontrol grubu ve deneme grubu yumurtaları hassas terazi (0.001 g duyarlılıkta, KERN PFB) kullanılarak ağırlıkları kaydedildi. Aşağıda verilen formül yardımıyla yumurta ağırlık kayıpları (%) hesaplandı (Bhale ve ark., 2003).

Yumurta Ağırlık kaybı (%) =

$$[(\text{Başlangıç yumurta ağırlığı}) - (\text{Son yumurta ağırlığı})] / [\text{Başlangıç yumurta ağırlığı}] \times 100$$

Albumen pH'sının Belirlenmesi

4 haftalık çalışma sonunda yumurtada albumen pH'sı ölçüldü. Bu amaçla, yumurtalardan albumen ayrıldı ve ultra-turrax (CAT, 33,000 rpm) ile 15-20 sn homojenize edildi. Ardından kalibrasyonu yapılmış bir masaüstü pH metre (OHAUS) ile albumen pH'sı belirlendi.

Yumurta Sarı Renginin (L, a ve b değerleri) Belirlenmesi

Yumurta sarısı L parlaklık, a kırmızılık ve b sarılık değerlerinin belirlenebilmesi için kolorimetre (PCE-CSM 4) kullanıldı. Hata oranını en aza indirmek için her bir yumurtadan farklı 3 ölçüm yapılarak bunların ortalaması belirlendi.

Yumurta Sarısı TBARS Düzeyinin Belirlenmesi

Depolama süresi tamamlandığında yumurta sarısı TBARs (Tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri) değeri Tarladgis ve ark. (1962) tarafından geliştirilmiş metoda göre belirlendi. Spektrofotometre ile belirlenen absorbans değerler kullanılarak formülden TBARs ($\mu\text{mol MDA/kg}$ yumurta) değerleri hesaplandı.

$$\text{TBARS} = [(\text{absorbans/k} (0.06) \times 2/1000) \times 6.8] \times 1000 / \text{örnek ağırlığı}$$

(k= Standart eğriden elde edilen değer)

İstatistik Analiz

Çalışmadan elde edilen dataların varyans analizi tek yönlü varyans (one-way ANOVA) analizi; grupların karşılaştırılmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulandı. Bu amaçla SPSS (21.0) paket programı kullanıldı (IBM Corp., 2012).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yumurta Ağırlık Kaybı

Farklı materyaller ile kaplanan yumurtalarda 4 farklı depolama süresine göre 1. hafta, 2. hafta, 3. hafta, 4. hafta ve genel ağırlık kayıpları Tablo 1'de verildi.

Tablo 1. Kaplama materyallerinin yumurta ağırlık kaybı (%) üzerine etkisi

Gruplar	Depolama Süresi (Hafta)				
	1	2	3	4	1-4*
K	2.364 ^a	4.362 ^a	6.893 ^a	8.353 ^a	5.493 ^a
PY	0.168 ^c	0.308 ^c	0.446 ^b	0.526 ^b	0.362 ^c
PYW-1	0.493 ^c	0.741 ^{bc}	0.984 ^b	1.108 ^b	0.831 ^{ab}
PYW-2	1.052 ^b	1.270 ^b	1.451 ^b	1.555 ^b	1.332 ^b
SEM	0.164	0.283	0.455	0.555	0.203
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

a, b, c: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05).

*Genel (1-4. haftalar arası) ağırlık kaybı. PY: Pamuk yağı; PYW-1: Pamuk yağı+karnauba wax (%1); PYW-2: Pamuk yağı +karnauba wax (%2).

Haftalık yumurta ağırlık kaybı (P<0.001) ve genel yumurta ağırlık kaybı (P<0.001) bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu tespit edildi. Tüm kaplama materyallerinin kontrol grubuna göre yumurta ağırlık kaybını azalttığı ortaya konuldu. Yumurta, kloakadan atılmadan hemen önce kabuk üzerinde ince bir tabaka halinde oluşan kütikül tabakasının nem ve CO₂ kaybını önleyerek yumurta kalitesinin muhafaza edilmesine katkı sağladığı (Yüceer, 2013) ancak bu tabakasının zamanla etkisini kaybettiği bilinmektedir (Cansız, 2006). Yapılan bu çalışmada kullanılan kaplama materyallerinin yumurta kabuğundaki porları kapatarak nem ve CO₂ kaybını önlediği düşünülmektedir. Mevcut çalışma ile benzer olarak Obanu ve Miperi (1984), pamuk yağının yumurta ağırlık kaybını önlediğini ortaya koymuştur. Ayrıca yapılan diğer çalışmalarda da (Wardy ve ark., 2011; Nongtaodum ve ark., 2013; Perera ve Wickramasinghe 2016) farklı yağların yumurta ağırlık kaybını azalttığı bildirilmiştir.

Yumurta albumen pH'sı ve yumurta sarı rengi (L, a ve b) değerleri

Farklı materyaller ile kaplanan yumurtaların albumen pH'sı ve yumurta sarı renk değerlerine ait ortalama değerler Tablo 2'de verildi.

Tablo 2. Kaplama materyallerinin albumen pH'sı ve yumurta sarısı L, a, b değerlerine etkisi

PARAMETRELER				
Gruplar	pH	L	a	b
K	10.533 ^a	58.25	19.82 ^{ab}	58.28
PY	10.167 ^b	55.44	21.37 ^a	57.78
PYW-1	9.740 ^c	57.15	17.98 ^b	55.28
PYW-2	9.700 ^c	58.86	18.80 ^b	60.24
SEM	0.084	0.523	0.420	0.661
P	<0.001	0.095	0.017	0.054

a, b, c: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05).

K: Kontrol; PY: Pamuk yağı; PYW-1: Pamuk yağı+karnauba wax (%1); PYW-2: Pamuk yağı +karnauba wax (%2). L: Parlaklık, a: kırmızılık, b: sarılık.

Kaplama materyallerinin yumurta sarısı L parlaklık ve b sarılık değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlendi. Albumen pH'sı (P<0.001) ve yumurta sarısı a kırmızılık değerinin (P<0.05) ise kaplama materyallerinden etkilendiği tespit edildi. En düşük albumen pH'sı PYW-1 (9.740) ve PYW-2 (9.700) gruplarında oldu. En yüksek yumurta sarısı a kırmızılık değeri ise PY (21.37) grubunda oldu. Eke ve ark. (2013), yumurtanın depolama süresi arttıkça kabuktaki porlardan nem ve CO₂ gerçekleştiğini bildirmiştir. Kontrol grubundaki yumurtaların albumen pH'sının daha yüksek olmasının bununla ilgili olduğu düşünülmektedir. Kaplama yapılan gruplarda ise kontrol grubuna göre pH'nın önemli düzeyde daha düşük olması dikkat çekici olmuştur. Obanu ve Miperi (1984), yumurta kaplama materyali olarak kullandıkları pamuk yağı grubunda kontrol grubuna kıyasla pH'nın daha düşük olduğunu belirlemiştir. Obanu ve Miperi (1984)'ün çalışması ile mevcut çalışmanın sonuçları bu parametre açısından benzerlik göstermektedir. Farklı bir çalışmada (Perera ve Wickramasinghe, 2016) ise, kaplama materyali

olarak kullanılan ayçiçeği, hindistan cevizi ve palm yağlarının albumen pH'sını önemli düzeyde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada ise Kılınç ve ark. (2023), aloe vera ve kitosan ile hazırlanan kaplama materyalinin yumurta albumen pH ve yumurta sarı rengini (L, a ve b değerleri) önemli düzeyde etkilemediğini bildirmişlerdir.

Yumurta Lipid Peroksidasyonu (TBARs değeri)

Grupların yumurta sarısı TBARs parametresine ait ortalama değerleri Tablo 3'te verildi.

Tablo 3. Kaplama materyallerinin yumurta sarısı TBARs değerine etkisi

GRUPLAR	TBARs
K	4.069
PY	3.699
PYW-1	2.497
PYW-2	3.607
SEM	0.421
P	0.620

K: Kontrol; PY: Pamuk yağı; PYW-1: Pamuk yağı+karnauba wax (%1);

PYW-2: Pamuk yağı +karnauba wax (%2).

TBARs: Tiyobarbütirik asit reaktif maddeler ($\mu\text{mol MDA/kg}$ yumurta)

Gruplar arasında yumurta sarısı TBARs düzeyleri bakımından anlamlı bir fark olmadığı belirlendi. İstatistiksel olarak önemli olmasa da rakamsal olarak en düşük TBARs değeri ise PYW-1 (2.497 $\mu\text{mol MDA/kg}$ yumurta) grubunda oldu ($P>0.05$).

SONUÇ

Depolama süresine paralel olarak yumurta ağırlık kayıpları artmakta ve yumurta kalitesi düşmektedir. Mevcut çalışmada, kontrol grubuyla kıyaslandığında pamuk yağının hem tek başına kullanıldığı hem de karnauba wax ile kombinasyon olarak kullanıldığı tüm kaplama gruplarında yumurta ağırlık kaybının daha az olduğu tespit edildi. Ayrıca yumurta tazeliğinin önemli bir göstergesi olan pH'nın kaplama gruplarında daha düşük olması dikkat çekici bulundu. Sonuç olarak, karnauba wax ve pamuk yağının yumurta ağırlık kaybının önlenmesi ve depolama süresince yumurta tazeliğinin korunabilmesi için yumurta kaplama materyali olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alleoni, A. C. C., & Antunes, A. J. (2004). Albumen foam stability and s-ovalbumin contents in eggs coated with whey protein concentrate. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 6, 105-110.
- Bhale, S., No, H. K., Prinyawiwatkul, W., Farr, A. J., Nadarajah, K. & Meyers, S. P. (2003). Chitosan coating improves shelf life of eggs. *Journal of Food Science*, 68(7), 2378-2383.
- Cansız, Ö. 2006. Farklı organik asitlerle üretilen kitosan kaplama materyalinin yumurta raf ömrü ve kabuk mukavemetini geliştirmede etkinliğinin araştırılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 93 s.
- Derelioglu, E., & Turgay, Ö. (2022). Effect of chitosan coatings on quality and shelf-life of chicken and quail eggs. *African Journal of Food Science*, 16(3), 63-70.
- Eke, M. O., Olaitan, N. I., & Ochefu, J. H. (2013). Effect of storage conditions on the quality attributes of shell (table) eggs. *Nigerian Food Journal*, 31(2), 18-24.
- Homsaard, N., Kodsangma, A., Jantrawut, P., Rachtanapun, P., Leksawasdi, N., Phimolsiripol, Y., Seesuriyachan, P., Chaiyaso, T., Sommano, S. R., Rohindra, S. R., & Jantanasakulwong, K. (2021). Efficacy of cassava starch blending with gelling agents and palm oil coating in improving egg shelf life. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(8), 3655-3661.

- IBM Corp. (2012). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Kılınç, G., Köksal, M., & Seyrekoğlu, F. (2023). Evaluation of some parameters in eggs coated with materials prepared from aloe vera gel and chitosan. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(2), 387-394.
- Liu, Y. C., Chen, T. H., Wu, Y. C., Lee, Y. C., & Tan, F. J. (2016). Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs. *Food Chemistry*, 211, 687-693.
- Nongtaodum, S., Jangchud, A., Jangchud, K., Dhamvithee, P., No, H. K., & Prinyawiwatkul, W. (2013). Oil coating affects internal quality and sensory acceptance of selected attributes of raw eggs during storage. *Journal of Food Science*, 78(2), S329-S335.
- Obanu, Z. A., & Mpiერი, A. A. (1984). Efficiency of dietary vegetable oils in preserving the quality of shell eggs under ambient tropical conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 35(12), 1311-1317.
- Perera, T. M. C., & Wickramasinghe, H. K. J. P. (2016). Effect of edible oil coating on physico-functional properties and shelf life of chicken eggs stored at room temperature. Paper presented at the Proceedings of 15th Agricultural Research Symposium, Wayamba, Sri Lanka.
- Pires, P. G. S., Bavaresco, C., da Silva Pires, P. D., Cardinal, K. M., Leuven, A. F. R., & Andretta, I. (2021). Development of an innovative green coating to reduce egg losses. *Cleaner Engineering and Technology*, 2, 100065.
- Sahinler, N., Guel, A., & Copur, G. (2009). Chemical composition and preservative effect of Turkish propolis on egg quality during storage. *Asian J. Chem*, 21, 1877-1886.
- Sariyel, V., Aygun, A., Coklar, H., Narinc, D., & Akbulut, M. (2022). Effects of prestorage application of gum arabic coating on the quality of table eggs during storage. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 28(3).
- Seyrekoğlu, F., & Kılınç, G. (2022). Evaluation of weight loss and some sensory properties in quail eggs coated using different solutions (molasses, molasses+ agar, molasses+ glycerine, whey). *International Journal of Science Letters*, 4(2), 312-320.
- Tarladgis, B. G., Pearson, A. M., & Dugan Jr, L. R. (1962). The chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for the determination of oxidative rancidity in foods. I. Some important side reactions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 39(1), 34-39.
- Wardy, W., Torrico, D.D., No, H.K., Prinyawiwatkul, W., & Saalia, F.K. (2010). Edible coating affects physico-functional properties and shelf life of chicken eggs during refrigerated and room temperature storage. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(12), 2659-2668.
- Xu, D., Wang, J., Ren, D., & Wu, X. (2018). Effects of chitosan coating structure and changes during storage on their egg preservation performance. *Coatings*, 8(9), 317.
- Wardy, W., Torrico, D. D., Jirangrat, W., No, H. K., Saalia, F. K., & Prinyawiwatkul, W. (2011). Chitosan-soybean oil emulsion coating affects physico-functional and sensory quality of eggs during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 44(10), 2349-2355.
- Yang, K., Dang, H., Liu, L., Hu, X., Li, X., Ma, Z., Wang, X., & Ren, T. (2019). Effect of syringic acid incorporation on the physical, mechanical, structural and antibacterial properties of chitosan film for quail eggs preservation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141, 876-884.
- Yüceer, M. 2013. Yumurthanın aktif ambalajlama ve yeni muhafaza yöntemleri ile raf ömrünün artırılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 289 s.

TOBACCO GROWTH ENABLEMENT BY INDOLE ACETIC ACID (IAA) FOR THE CONTROL OF SOIL ORGANIC POLLUTION

Anyasi, R.O.

Department of Environmental Science, University of South Africa
<https://0000-0001-5300-2163>

Abstract

To improve the growth of tobacco (*Nicotiana tabacum*) seedlings by Indole Acetic Acid (IAA) hormone was the reason behind this study. Seedlings of *N. tabacum* treated with equal quantities of IAA hormone (0.7%) were grown in 1kgs of vermiculate, perlite, planting soil, sand, and equal mixture of all media. The set up were treated equally with water and organic manure. Control set up was made with a mixture of different rooting media without IAA. Data on shoot development were noted for 6 weeks and root length was measured on the day of harvest. The parameters measured were analysed statistically using ANOVA, and it was found out that root and shoot lengths were significant at $p > 0.05$ in the entire rooting media and the highest percentage development (49 and 51%) respectively for root and stem respectively, was observed in the rooting media that has equal measure of each constituent (i.e. the mixed constituents). Germination rate among the media were 100, 70, 60, 50 and 40% for mixed, sand, planting soil and vermiculate, perlite and control respectively. Different sections of mature stem tested with IAA hormone were not significant in their root and stem development, although basal cutting stems tend to mature faster than apical. This therefore means that propagating *N. tabacum* by seedlings can be optimally achieved through mixture of 0.7% of IAA in a collection of different rooting media.

Key words: *Nicotiana tabacum*, Indole Acetic acid, Root formation, Rooting media, Growth enhancement

Introduction

Tobacco is an important commercial and agricultural plants growth in several part of the globe because of its economic need. This is a plant with a common name of several plants in the genus *Nicotiana* of the family Solanaceae, and the general term for any product prepared from the cured leaves of these plants. More than 70 species of tobacco are known, but the chief commercial crop is *Nicotiana tabacum*. (Singh et al. 2009). Tobacco is a plant (*Nicotiana tabacum* and *Nicotiana rustica*) that contains nicotine, an addictive drug with both stimulant and depressant effects. Tobacco leaves are used to make products that can be consumed in different ways: smoked in cigarettes, cigars or pipes. smoked in loose form in hookahs. All forms of tobacco are harmful, and there is no safe level of exposure to tobacco. Cigarette smoking is the most common form of tobacco use and the reason is because it contains nicotine because of the highly addictive stimulant alkaloid nicotine as well as harmful alkaloids. Tobacco use is a cause or risk factor for many deadly diseases, hence is always advised that tobacco smoking is dangerous to health.

Indole acetic acid (IAA) is the main auxin in plants, regulating growth and developmental processes such as cell division and elongation, tissue differentiation, apical dominance, and responses to light, gravity, and pathogens. IAA stimulates overproduction of root hairs and lateral roots in plants and release of saccharides from plant cell walls during the elongation (Sosnowski et al. 2023). Saccharides are a source of nutrients for microorganisms and can increase the colonization ability of plant-associated bacteria, this is because IAA production is a major property of rhizosphere bacteria that stimulate and facilitate plant growth. Indoleacetic acid (IAA) is a molecule that is synthesized by plants and a few microbes (Ansari et al. 2023).

In plants, IAA plays a key role in both root and shoot development. The hormone moves from one part of the plant to another by a designated importer (AUX1) and efflux pumps (PIN1–7). IAA also regulates geotropism by accumulating on the underside of shoots and roots. In shoots, IAA causes cell elongation on the underside of the shoot, causing it to bend upwards, away from the force of gravity. In roots, IAA inhibits cell growth, causing roots to grow downwards, towards the force of gravity.

The medicinal properties of plants lie in their phytochemical components like alkaloids, flavonoids, tannins in addition to other phenolics that co-opt as to producing definite physiological functions to the body of man and animals (Taiwo et al. 2000; Che Man 2010). However, analysis of extracts of *N. tabacum* were found to be rich in flavonoid and flavonones, triterpene, terpenic compounds, chalcone, steroids as well as peroxidase isoenzymes (Anup et al. 2011; Anyasi et al. 2019; Raymond Anyasi and Anyasi, 2020). It is also rich in carbohydrates, high content of total proteins in addition to high percentage of nitrogen. All these contribute to the high phytochemical properties of the plant. *N. tabacum* is therefore grown as a medicinal plant for the treatment of skin wounds especially in Indonesia (Metwally and Ekejuba 1981; Phan et al. 1996). In South Africa for example, the leaf of *N. tabacum* is used for the production of tobacco by the tobacco companies. However, because everyone deserves a fair and just opportunity to be as healthy as possible, this is known as health equity. Therefore, achieving health equity means addressing system-wide problems, unfair practices, and unjust conditions that have a negative impact on the health of specific groups. To achieve health equity, it is important to eliminate health disparities which are differences in health outcomes that are closely linked with social, economic, and/or environmental factors, that affect the entire people of the globe (Taiwo et al, 2000). To improve health equity, we must consider the role of commercial tobacco (Phan et al. 1996; Akinmoladun et al., 2007; Anup et al., 2011). *N. tabacum* has also been implicated by its diuretic, hepatotropic and astringent properties (Weninger and Robenean 1988; Iwu 1993).

N. tabacum can be propagated mainly by seeds, this is one of the significant agronomic properties of the plant (Tanhan et al., 2007; Anyasi et al. 2019). However, it has been reported that germination of seeds from weeds are most likely affected by soil compositions especially in the field study, therefore such propagation is aided by agronomic factors that enhances the growth and multiplication of such plant (Adebayo et al., 2005; Agbo and Obi 2007). Moreover, as some other types of propagation such as stem cuttings propagation prolongs hybridization of genome as segregation through recombinant gene is avoided, this may not be possible in some plants for example in the tobacco plant we are studying.

The success of rooting has been attributed amongst other factors to the rooting medium as well as the presence of rooting hormone and its concentration (Al-Saqri and Alderson 1996; Hartmann et al. 1997). Influences of rooting media and hormone on rooting in different kinds of plant have been documented and its effects in structure propagations were elucidated (Akwatulira et al. 2011). These media combination used in the rooting of the seedlings provide physical support as well as oxygen and water to the plant seeds (Larsen and Guse 1997). However, IAA; an auxin containing product was reported to stimulate adventitious roots in of some plants (Araya et al. 2007). This was buttressed by the study by Rao et al. (2005) which reported that IAA was the leading plants hormone used to promote the formation of roots in Tomatoes. Hence with the quest for a systematic search for specific useful factors from plants like *N. tabacum*, even though most plants can root without hormone, there is need for an improved method of propagation and growth for such nutraceutical plants. This will therefore form a rational approach towards drug and nutritional research. The aim of this study was to evaluate the effect of IAA hormone and rooting media for optimal rooting of propagated *N. tabacum*.

Materials and methods

Seeds of *N. tobacco* plants was collected from the greenhouse at the University of South Africa in Pretoria (25°46'1"S, 28°12'2"E) and 1439m above sea level. The experiment took place in polyvinyl chloride (PVC) pots with dimensions 30x25x30 at a garden at the University of South Africa at Florida Campus. The pots contain 1kgs of different rooting medium that has been mixed with equal volume of organic manure collected at the animal farm of the University of Pretoria in Onderstepoort. Inside each pot was made holes designed to contain equal weight of IAA hormone (0.7%), for the plants. The set up was made in a complete randomized design containing a 3x4 factorial treatment model (Jeruto et al. 2008). The rooting media used here were planting soil and humus in the ration of 2:1 (w/w). About thirty-six plantlets were used in each set of rooting media and IAA hormone concentration by volume percentage. Then sets of water treated seedlings were sawn into holes containing the IAA hormone in the rooting media and were replicated by three. Random allocation of plant seedlings to the rooting media using random digit from a table was employed as to eliminate bias (Johnson and Bhattacharyya 2006).

2.1 Rooting media

The rooting media was homogenized by hand, mixed with equal volume of organic manure and air dried on an impervious polythene sheet for 24 hours, there were pasteurized and fumigated, measured into the PVC pots with the hole containing about 0.7% of IAA hormone. This concentration was chosen because of its optimum performance from other unpublished trials.

2.2 Propagation of the seedlings

The 10.0 cm Plantlets with lateral buds were about 360 collected at tale end of the afternoon when the weather was moist and were kept in a bow containing water (Agbo and Obi 2007). The bases were made squared using sharp sickle to spread the rooting. For each of the cuttings, about half of it was dipped into the IAA hormone that has been made into hole in each of the pots as to soak the powder. Excess of it was shaken off the base of the cuttings and the hormone was manually made to concentrate at the base. The plantlets were then inserted into the soil to about 6 cm, watered and maintained to about 70% humidity (Tanhan et al. 2007). Fungicides were sprayed onto the plants to control infections (Yeboah and Amoah 2009). The set up was allowed to grow for six weeks while monitoring in between days to remove any invading weeds. Data on shoot development was taken at interval of weeks and root length was measured on the day of harvest after weeks.

2.3 Data collection

Data collection which commenced on the first week after propagation continued till the sixth week and the parameters measured were survived seedlings, length of shootings/buds, and the root length, number, and weight of the plant on the day of harvest.

2.4 Data analysis

The data collected was analysed using Microsoft excel to obtain the mean number and percentage of plants that were able to form developed root and sprouted shoots from the series of transplanted seedlings. The data was then imported into SPSS version 13.0 and was analysed using analysis of variance (ANOVA) and standard deviation for the length of shoot and roots. The significance effects were determined at 5% level of significance.

3.0 Results

N. tabacum seedlings treated with concentration of 0.7% (w/w) IAA hormone propagated in different growth media recorded the highest mean number of the seedlings that developed roots and sprouted shoots in the set up with equal mixtures of the 4 growth media with organic manure. While the stem seedlings propagated in the perlite and control recorded the least mean rooted (2 each) and sprouted shoots (4 and 3) as recorded in Table 3.1. Amazingly, perlite and

vermiculate maintained almost equal numbers of shoot developed (4 and 3 respectively) like in the root (2 each). However, significant difference existed among the different media with reference to their mean rate of development and formation of root and shoot. The efficacy of IAA hormone to the development of root and shoots was noticed by the difference between the treated samples and the controls without the hormone. There was significance difference between the two samples.

Number and length of roots developed among different rooting medium and the concentration of hormone were not significant (Table 1.0) but shoot lengths and number per sprouted stem was significant. Increase in shoot length occurred in this order: mixture>vermiculate>perlite>planting soil>sand>control while increase in root length were in the order: mixture>vermiculate>perlite>planting soil>sand>control. But it made a turnaround in the number that rooted and shooted within the rooting media, i.e., sand and planting soil had the same mean number of roots (4) and a little difference in Shoots (6 and 12). The control media maintained equal numbers. In fresh weight of the plants (apical and basal), there were higher weight measurement in the basal sections than the apical ones, though not significant. Equally, set up containing the mixture of the rooting media still maintained the highest weight followed by sand, perlite, planting soil, vermiculate and the control. The same sequence was also followed in their dry weights. In sand however, there were greater number of root numbers while in other rooting media had the same number of roots. Shoot and root length of mixture of rooting media and vermiculate were synonymous with each other and were almost significant with the rest of the medium. Root lengths were 34 and 33mm for mixture and vermiculate respectively, 39 and 37mm in sand and planting soil. The shoot length was 41mm in both sand and vermiculate, while 43mm all in planting soil and mixture respectively. The set up containing equal mixtures of all media had 100% germination rate compared to 70, 60 50 and 40% for sand; planting soil/vermiculate; perlite and control respectively. However, the rest of the media demonstrated improved significant effects in all the parameters measures compared to the control.

Discussion

The rooting medium supplement that has mixtures of planting soil, perlite, sand and vermiculate at equal proportion enabled highest development of root and shoot in a cutting of *N. tabacum*. This improved effect could be attributed to the fact that the combined nutrient supplement of the entire rooting media acted optimally with the IAA hormone concentration added which created the enabling soil condition for example, optimum aeration and moisture level (Kalyoncu and Ozer 2000; Akwatulira et al. 2011). Meanwhile dose application of IAA hormone was shown to be an aid to improved moisture content in the soil for an optimal rooting and shooting development of cuttings (Milleton et al. 1980; Leakey et al., 1982; Aminah et al. 2006; Akwatulira et al. 2011; Raymond Anyasi and Anyasi 2020). However, most of these past studies maintained their IBA hormone concentration to about 0.7-0.8% of the rooting media used while this study based its IAA measurement on the weight of the cuttings. Moreover, the control sample of rooting medium supported low development of root and shoot than the auxin treated samples in the entire experiment. This could perhaps be because soil resistant to root penetration is dependent on amongst other factors on water content, structure and strength of soil as well as bulk densities though these were not measured in the rooting media (Amri et al. 2009). Soils do not possess the required aeration porosity for optimal gas exchange required for rooting of the cuttings resulting in poor rooting in the control. Poor rooting numbers in control could also be attributed to the feel of anoxia which is an effect of low oxygen in the soil (Hartmann et al. 2002). Low incidence of rooting was found in the control samples. Non-theless, there are instances where optimum concentration of IAA in the soil has resulted in the failure of the development of roots by stem cuttings as was reported by Griffin and Shroeder (2004). That was an indication of the sensitivity of root formations to hormone formulations (Akwatulira et al. 2011; Anyasi 2023). It has also been reported that

rooting hormone to a certain instance could be inhibitory to the development of roots in the cutting especially during the initiation stage (Akwatulira et al. 2011). This then means that different rooting media accommodates different concentration of auxin for optimal growth of plants.

Conclusions

Mixture of various rooting media in the right proportion with 0.7% of IAA hormone has been proven to be effective in the root and shoot development of cuttings of tobacco irrespective of the position of the cuttings. Although the individual medium did not have high incidences in most of the parameters measured, but there were able to support root and shoot development as well. Therefore, there is need for a study of IAA concentration effects on the media as to be able to determine if concentration was not the factor responsible for the low root and shoot development. This will promote mass production of *N. tabacum* especially in areas that the plants do not occur naturally.

Acknowledgements

Wish to express my appreciation to the University of South Africa and National Research Foundation for their assistance in this project.

Tables and Figures

Table 1.0 Number of rooted and shooted seedlings within rooting media. Values are mean of replicates (Numbers with same superscript within same row are not statistically significant at $p=0.05$)

Rooting media	Number of cuttings		IAA hormone concentration
	Rooted	Shooted	
Planting soil	4±0.75 ^a	12±2.55 ^b	0.7
Control	2±0.69 ^a	3±0.00 ^a	0.7

Table 2.0 Rate of germination of shoots among rooting media with 0.7% concentration of IAA hormone. Values are mean of replicates (Numbers with same superscript within same row are not statistically significant at $p=0.05$)

Rooting media	IAA hormone concentration (%)	Rate of germination (%)
Planting soil	0.7 ^a	60 ^b
Control	0.7 ^a	40 ^a

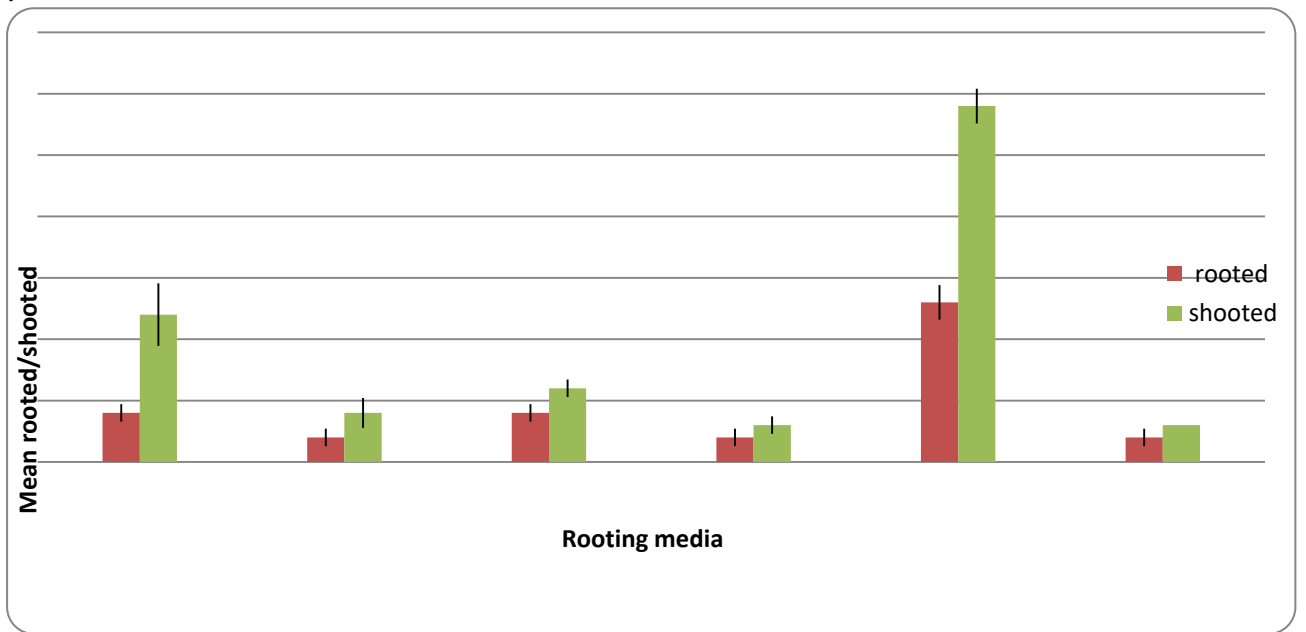


Figure 1.0 Bar chart representation of the means values of rooted and shooted seedlings within rooting media (The error bars represent the standard error from the mean).

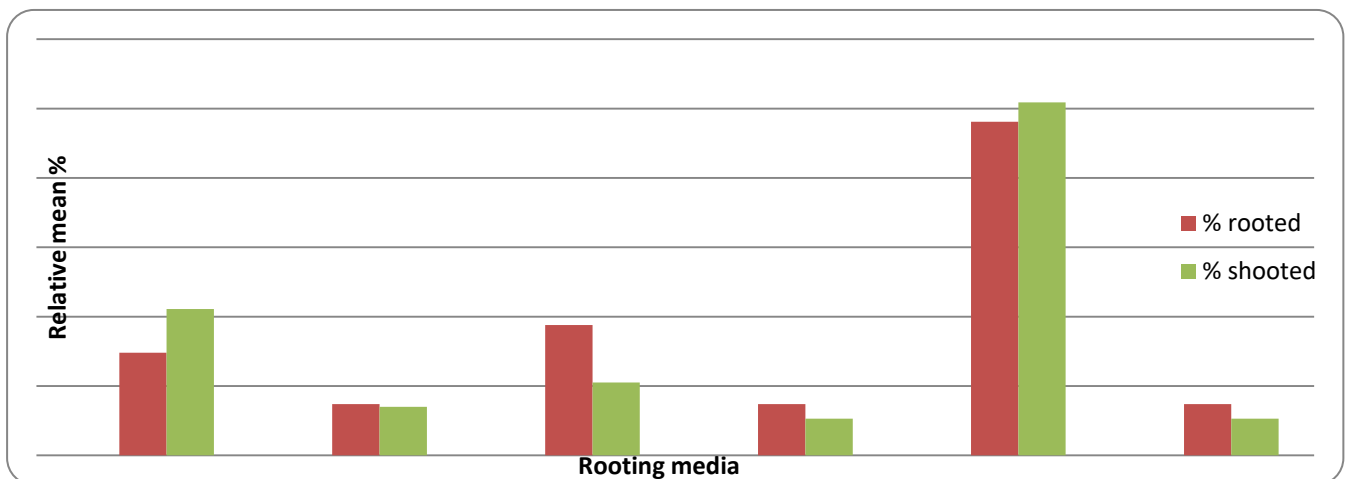


Figure 2.0 Relative mean percentage of the rooted and shooted seedlings among the rooting media.

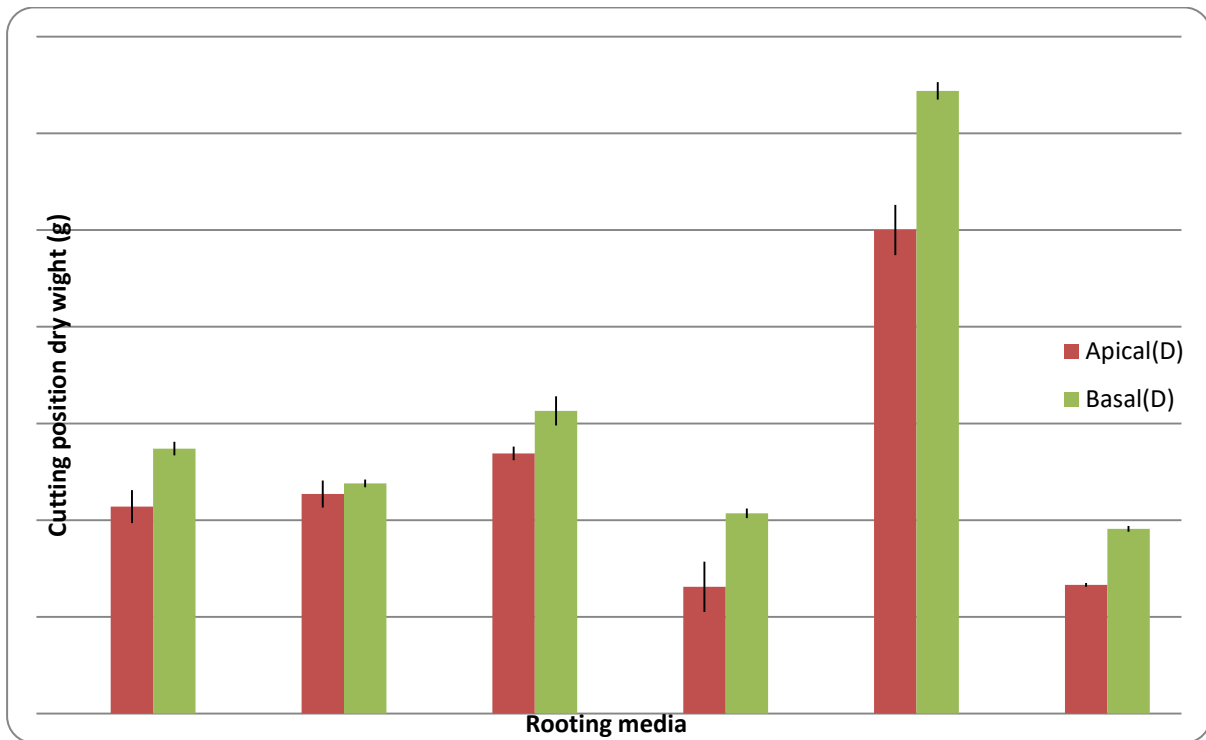


Figure 3.0 Dry weight of Cutting positions within different rooting media (The error bars represent the standard error from the mean)

References

- Adebayo, O.B., Lawal, O.I., Alabi, B.S., Owolade, O.F. 2005. Allelopathic effects of siam weed (*Chromolaena odorata*) on seed germination and seedling performance of selected crop and weed species. Fourth World Congress on Allelopathy 2005 “Establishing the scientific base”. Charles Sturt University, Wagga Wagga- New Australia, pp. 197-198.
- Agbo, C.U., Obi, I.U. 2007. Variability in propagation potentials of stem cuttings of different physiological ages of *Gongronema latifolia* Benth. *World Journal of Agricultural Science*, 3(5): 576-581.
- Akinmoladun, A.C., Ibukun, E.O., Dan-Ologe, I.A. 2007. Phytochemical constituents and antioxidants properties of extracts from the leaves of *Chromolaena odorata*, *Scientific Research and Essay*, 2(6): 191-194.
- Akwatulira, F., Gwali, S., Okullo, J.B.L., Ssegawa, P., Tumwebaza, F.B., Mbwabo, J.R. Muchugi, A. 2011. Influence of rooting media and indole-3-butyric acid (IBA) concentration on rooting and shooting formation on *Warburgia Ugandensis* stem cuttings, *African Journal of Plant Soil*, 5(8): 421-429.
- Al-Saqri, F., Alderson, P.G. 1996. Effects of IBA, cutting type and rooting media on rooting of *Rosa centifolia*. *Journal of Horticultural Science*, 71,729-737.
- Aminah, H., Nor Hasnita, R.M.N., Hamzah, M. 2006. Effects of Indolebutyric acid concentrations and media on rooting of leafy cuttings of *Shorea parvifolia* and *Shorea macroptera*. *Journal of Tropical Forest Science*, 18(1): 1-7.
- Amri, E., Lyarun, H.V.M, Nyomora, A.S., Kanyek, Z.L. 2009. Evaluation of provenances and rooting media for rooting ability of African Blackwood (*Dalbergia melanoxylon* Guill. and Perr.) stem cuttings. *Research Journal of Agriculture and Biological Science*, 5(4): 524-532.
- Ansari, M.B., Megala, D., Ankita S., Anirudha, C., Lovkush, S., Pooraniammal, B., Manoj, Choudhary., Muhammad, A.S., Jailani, A.A.K. 2023. Microbial Exudates as Biostimulants: Role in Plant Growth Promotion and Stress Mitigation. *Journal of Xenobiotics* 13(4): 572-603.
- Anup, K.C., Sujit, R., Umesh, K.P. 2011. *Chromolaena odorata* (L.): An overview. *Journal of Pharmacy Research*, 4(3): 573-576.

- Anyasi R.O. 2023. Studying the growth of *Chromolaena odorata* in two soil samples under greenhouse condition. Proceedings of the ISPEC 11th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development, Mus, Turkiye, March 03-05, 2023. Pg 591-608
- Anyasi, R.O., Atagana, H.I. and Sutherland, R. 2019. Comparative study of the colonization of *Chromolaena* and tobacco plants by *Bacteria safensis* CS4 using different methods of inoculation. *Pakistan Journal of Biological Science*, 22(7): 309-317.
- Anyasi, R.O., Atagana, H.I., Agbo, D.C. and Anyasi Raymond, J.O. 2024. Modelling of the growth of tobacco by Indole Acetic Acid (IAA) used to control soil organic pollution. Proceedings of the 6th International Conference on Global Practice on Multidisciplinary Scientific Studies, Lisbon, Portugal, April 09-16. Pg 2229-2240.
- Raymond Anyasi, J.O. and Anyasi, R.O. 2020. Use of Bacterial Endophyte as a Control for White Aphid's Infestation in Tobacco Plant *Sumerianz Journal of Agriculture and Veterinary*. 2(10): 88-95.
- Araya, H.T., Soundy, P., du Toit, E.S., Mudau, F.N. 2007. Influence of cutting position, medium, hormone and season on rooting of Bush tea (*Athrixia phylicoides* DC). *Stem cuttings. Medicinal and Aromatic Plants Science and Biotechnology*, 1: 243-252.
- Che Man, N.B. 2010. Phytochemical analysis of the leaves of *Chromolaena odorata* (Asteraceae). BSc Hons. Thesis, Faculty of Applied Sciences-University of Technology, Mara, pp 9-12.
- Griffin, J.J., Schroeder, K.R. 2004. Propagation of *Ulmus parvifolia* "Emerald Prairies" by stem cuttings. *Journal of (2 Environmental Horticulture*, 22): 55-57.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. Jr., Geneve, L.R. 1997. *Plant propagation: Principles and Practices* (6th Edn), Prentice Hall International Edition, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, pp 880.
- Iwu, M.M. 1993. *Handbook of African Medicinal Plants*, CRC Press Inc., Boca Raton. pp. 181-182.
- Jeruto, P., Lukhoba, C., Ouma, G., Mutai, C. 2008. Propagation of some endangered Indigenous trees from the South Nandi District of Kenya using cheap, non-mist Technology. *ARPN Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(3): 1-6.
- Johnson, R.A., Bhattacharyya, G.K. 2006. *Statistics: Principles and Methods*. 5th Edition. John Wiley and Sons, USA, p. 688
- Kalyoncu, H., Ozer, E. 2000. *Gilaburu'nun (Viburnum opulus L.), green side köklendirilmesi steels and to obtain seedlings. II. National Nursery Symposium (25-29 September 2000)*. Almond-Edema, Izmir, 1: 1-10
- Larsen, F.E., Guse, W.E. 1997. *Propagating deciduous and evergreen shrubs, trees and vines with stem cuttings*. A Pacific Northwest Cooperative Extension Publication, Washington, USA, p. 10.
- Leakey, R.R.B., Chapman, V.R., Longman, K.A. 1982. Physiological studies for tree improvement and conservation. Some factors affecting root initiation of *Triplochiton scleroxylon* K.. *Ecological Management*, 4: 53-66.
- Metwally, A.M., Ekejuba, E.C. 1981. Methoxylated flavonols and flavones from *Eupatorium odoratum*I. *Planta Medica*, 42: 403.
- Milleton, W., Jarvis, B.C., Booth, A. 1980. The role of auxins in leaves and boron dependant on rooting stem cuttings of *Phaseous aureus* Roxb. *New Phytology*, 84: 251-259.
- Montesano R, Orci L. 1988. Transforming growth factor β 3 stimulates coUegen-matrix contraction by fibroblasts: Implications for wound healing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 85:4894-4897.
- Phan, T. T., Wang, L., See, P., Grayer, R.J., Chan, S.Y., & Lee, S.T. 2001. "Phenolic compounds of *Chromolaena odorata* protect cultured skin cells from oxidative damage: implication for cutaneous wound healing." *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 24(12): 1373-1379.

- Phan, T.T., Hughes, M.A., Cherry, G.W., Le, T.T., Pharm, H.M. 1996. An aqueous extract of the leave of *Chromolaena odorata* (Formerly *Eupatorium odoratum*) (Eupolin) inhibits hydrated collagen lattice contraction by normal dermal fibroblasts. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 2(3): 335-343.
- Rao, V. K., Kasula, K., Umate, P., Sree, T., A. V. Rao, A.V., Abbagani, S. 2005. Introduction of multiple shoots from leaf segments, in vitro flowering and fruiting of dwarf tomato. *Journal of Plant Physiology*, 162(8): 959-962.
- Singh, S., Thorat, V., Kaushik, C.P., Raj, K., Eapen, S., D'Souza, S.F. 2009. Potential of *Chromolaena odorata* for phytoremediation of ^{137}Cs from solution and low level nuclear waste. *Journal of Hazardous Material*, 162: 743-745.
- Sosnowski, J., Milena, T., and Viliana, V. 2023. "The Impact of Auxin and Cytokinin on the Growth and Development of Selected Crops" *Agriculture* 13(3): 724.
- Taiwo, O.B., Olajide, O.A., Soyannwo, O.O., Makinde, J.M. 2000. Antiinflammatory, antipyretic and antispasmodic properties of *Chromolaena odorata*. *Pharmceutical Biology*, 38: 367-370.
- Tanhan, P., Kruatrachue, M., Pokethitiyook, P., Chaiyarat, R. 2007. Uptake and accumulayion of cadmium, lead and zinc by siam weed [*Chromlaena odorata* (L) King & Robinson]. *Chemosphere*, 68:323-329.
- Tanhan, P., Pokethitiyook, P., Kruatrachue, M., Chaiyarat, R., Upatham, S. 2011. Effects of soil ammendements and EDTA on lead uptake by *Chromolaena odorata*: Greenhouse and field trial experiments. *International Journal of Phytoremediation*, 13: 897-911.
- Wniger, B., Robinean, L. 1988. Elements for Carribbean Pharmacopoiea. *Proceedings of TRAMIL workshop, Cuba*. Pp 16-23.
- Yeboah, J.S.T.L., Amoah, F.M. 2009. The rooting performance of Shea tree (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn) cuttings leached in water and application of rooting hormone in different media. *Journal of Plant Science*, 4(1): 10-14.

SUSTAINABILITY RESTAURANTS AND GOOD PRACTICES IN NORTH-EASTERN HUNGARY.

Tamás Misik

Department of Environmental Sciences and Landscape Ecology, Eszterházy Károly Catholic University, Eger, Hungary

Zoltán Nagy

Department of Tourism, Eszterházy Károly Catholic University, Eger, Hungary

Rita Domjáné Nyizsalovszki

Department of Tourism, Eszterházy Károly Catholic University, Eger, Hungary

Abstract: International trends also show that sustainability goals have become an important part of the hospitality industry, with more and more competitions including sustainability in their evaluation criteria. In addition to consciously preparing the menu, there are many other ways to make a restaurant sustainable, from packaging, to food waste and waste management. Packaging is one of the biggest waste generators in a catering operation. A few small steps are enough to reduce the amount of waste. For example, replace the polystyrene packaging material, prefer to use your own boxes and do not offer PET bottled soft drinks. Food waste in catering is not only the leftovers left by guests, but also the waste that accumulates in the kitchen. Through Munch, it can sell high-quality scraps, generating revenue it thought it had lost and saving the salary of a full-time employee. In 2016, the National Food Chain Safety Office launched its No Leftovers programme with the support of the European Union's LIFE, which has since become Hungary's national food waste prevention programme. Green restaurants should aim to serve their customers in energy-efficient buildings. They should also serve food and beverages that are largely sourced from local producers. It has less of an impact on the planet than those that use imported raw materials, as they avoid the pollution associated with transport. The research goal was to present in detail the sustainability indicators of some restaurants in the area. First, two restaurants were chosen in Heves county: Sulyom on Lake Tisza and Iszkor in the Bükk Mountains. Second, it was evaluated a questionnaire and sent it out to restaurants. Both restaurants are located in important domestic tourist destinations, in the Bükk Mountains and Lake Tisza; both are members of the Dining Guide's top 100 restaurants list in Hungary. At Iszkor, 90.0% of the food and drink ingredients are sourced domestically; a 60 m² building has 250 m² of green space. Culinary herbs are sourced locally, and some vegetables, chicken, beef, guinea fowl and geese are sourced from closer than 10 km. 80.0% of the wine comes from organic or natural farming and 100.0% of the meat from free-range herds. At Sulyom, 98.0% of the food and drink ingredients are sourced domestically; a 400 m² building has 4000 m² of green space. Cheeses, vegetables and fruit come from sustainable farms. The green waste generated is given to the residents of the nearby zoo. Both restaurants plan to install a solar power plant to increase energy efficiency in the future. More and more green restaurants are expected to open in the future and operators will be pay more attention to energy efficiency.

Keywords: hospitality, green restaurants, waste management, munch, reduce of food waste

Introduction

Restaurants generate significant quantities of food waste, plastic waste, and emissions; they consume huge amounts of water and energy at the same time (Kasim & Ismail 2012). Restaurants are responsible for a variety of “non-green” practices like the generation of food waste (Hatjiathanassiadou et al. 2019; Chiang & Sheu 2020; Filimonau et al. 2020), usage of plastic, alufoil and polystyrene materials in packaging and service delivery (Fieschi & Pretato 2018; Tenenbaum, 2019), bad waste disposal strategies (Filimonau et al. 2020), and wasteful practices leading to the inefficient use of energy and water (Hatjiathanassiadou et al. 2019), among others. Studied restaurants have also recently started implementing green practices in many countries around the world and have started reaping a variety of benefits, including a green image (Namkung & Jang 2017; Hwang et al. 2020) which is increasingly reflected by the consumer and enhanced firm performance (Chiu & Hsieh 2016). Some of these green good practices include better forecasting of demand (Mu et al. 2019), finding an alternative use for kitchen waste (Ishak & Kamari 2019), decreasing leftover management (Filimonau et al. 2019), and reusable or biodegradable cutlery (Trafialek et al. 2019). Environmentally responsible consumption is increasing among restaurant consumers, with patronage increasing at restaurants that implement green practices according to the observations (Jang et al. 2015; Bacig & Young 2019; Moon 2021). All of these consequences and trends have generated more attention all over the world toward understanding how and why restaurants are environmentally unsustainable and how this issue can be remedied. Alternatively, how restaurants can be turned into green restaurants? Here, a green restaurant may be defined as a way of setting up and operating a restaurant in an environmentally friendly and highly energy-efficient way (Lorenzini 1994).

Sustainable catering involves restaurants that strive to minimise or decrease their ecological footprint. Such efforts include sourcing ingredients from local producers rather than multinationals, focusing on seasonal, including a high proportion of vegan and vegetarian dishes on the current and constantly changing menu, or using environmentally friendly packaging for delivery. International trends also show that sustainability has become an important part for the restaurants, with more and more competitions including sustainability in their evaluation criteria (Johnson 2013; Khatter 2023). For the management of the green restaurants the following, among others, are required: 1. buying ingredients from local producers - have a lower impact on the planet, avoiding the pollution associated with transport and also support the Hungarian producers; 2. change their menu according to the season and the month, they are probably environmentally conscious. After all, if you cook with seasonal ingredients, you're putting less strain on the planet with your lower ecological footprint; 3. reducing the proportion of meat and increasing the variety of plant-based foods on the menu; 4. providing environmentally friendly food containers, mainly made of paper; 5. using washable and reusable plates, cutlery and even napkins for serving have a much lower environmental effect and not at all 6. providing different portion sizes to suit different needs of consumers, thus reducing food waste (Talwar et al. 2021, 2023). An effective way to reduce food waste is the nose-to-tail; this movement was founded by Fergus Henderson, owner of the Michelin-starred St. John's restaurant, who believes that "if you're going to slaughter an animal, it's only right to eat every part of it" (Nitzko & Spiller 2019).

GreenTEA international project with Portuguese, Croatian, Finnish and Hungarian partners started in 2023 and will be end in 2026. Partners will each select and analyse 3 best national practices in your own country at destination or small and medium-sized enterprises (SME) level. The first goal is to improve the educational background of green tourism in higher education by developing alternative educational materials and learning opportunities. Our task is, among other things, to look for good examples of green restaurants at home. This requires first a general introduction and then a survey form which competitors can be compared (benchmarking). Benchmarking analysis is a specific type of market research that allows

organizations to compare their existing performance against others and adopt improvements that fit their overall approach to continuous improvement for example in the tourism sector.

Material and methods

Sulyom Landscape Restaurant opened in 2021 during the Covid pandemic; it is nothing but a sophisticated village bistro, with cuisine based on local products, in the small village of Sarud, on the shore of Lake Tisza. The restaurant sets ourselves the goal of creating a new food style of Lake Tisza. The name Sulyom is a special symbol for us. By rediscovering the typical protected plant of Lake Tisza, the common name is Water Caltrop. They would like to introduce a new (old) gastronomic ingredient into the Hungarian cuisine. We are working to ensure that after a lunch/dinner at our restaurant, our guests will not think of Sulyom as the 4 prickly thorns, but as the heart growing inside the seed and the new restaurant of Lake Tisza. A chance for a small village to rise up and prove that even a small village can have real value, and that a seemingly ordinary plant can be a special ingredient that attracts the interest of those who want something special (sulyom.hu 2024).

Iszkor opened its doors in the Bükk Mountains in the autumn of 2022, under the guidance of internationally renowned chef Ádám Pohner (12th place in the Bocuse d'Or 2019 World Final, Dining Guide Young Chef of the Year 2024) and his partner. Based on regional, seasonal ingredients the restaurant has developed a short but varied menu, which naturally reflects the knowledge gained in the best restaurants in the country. The credo of the restaurant are the followings: if we had to use one word to describe ourselves, we'd probably say: basic cuisine. The main role is played by our producers and the high quality ingredients they deliver fresh every week, which we want to pass on to you in the purest, most honest and most direct way (iszkor.com 2024). The exact location of the selected restaurants is shown in Figure 1.

In spring 2024, a questionnaire was prepared and sent online to pre-selected restaurants. The questionnaire starts with basic information and a brief history of the restaurant. There are issues relating to the distance of the colleagues' place of residence and the method they travel to work. Another part of the questions concerns the energy efficiency of the restaurant building and the existing modern equipment of the infrastructure. The largest part of the questionnaire concerns the day-to-day running of the restaurant. With the ingredients used, the specific practices, the amount of food waste, the food and drink offer, how environmentally friendly can the restaurant be considered. Figure 2. shows the questionnaire which collected the data on which the studies were based.

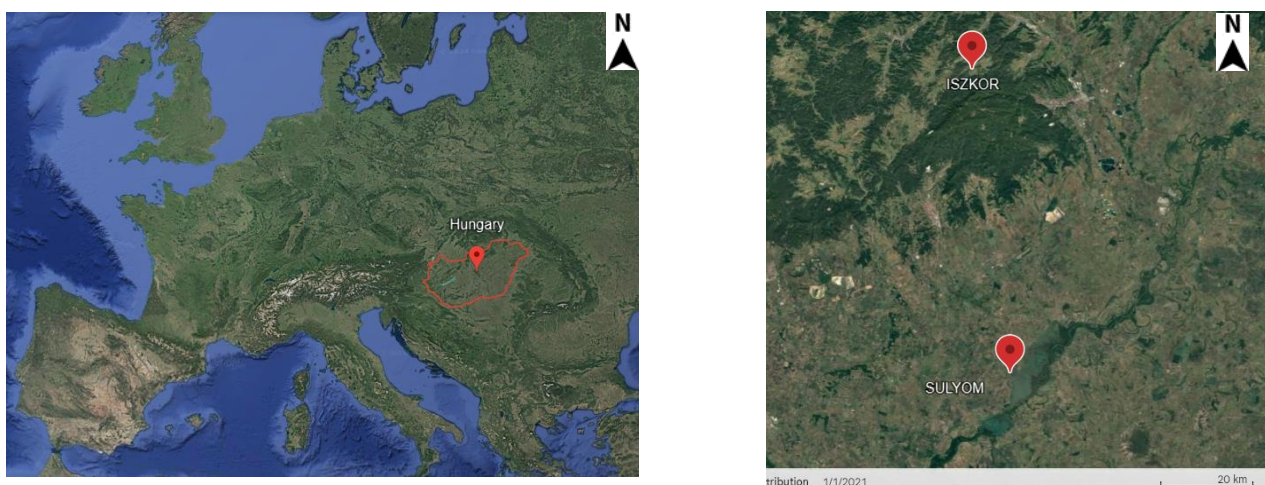


Figure 1. Location of Hungary in Europe and studied green restaurants in Hungary (GoogleEarth 2024 self-edited).

GREENTEA – GREEN GASTRO TOURISM
Best practises by country in restaurant and beverage – Hungary

1. Name of restaurant / beverage company:.....
2. Location of restaurant / beverage company
 1. name of village / city:.....
 2. GPS coordinates:.....
3. Short history of restaurant / beverage company:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(more information available on the website of the restaurant / beverage company)
4. Number of co-workers (capita):.....
5. Distribution of co-workers according to the distance of home (capita): 1. in place: 2. within 10 km:..... 3. among 11-30 km:..... 4. among 31-50 km:..... 5. > 50 km:.....
6. Distribution of co-workers according to the method of going to work (capita): 1. on foot:..... 2. with bicycle:..... 3. with car alone:..... 4. with car not alone:..... 5. with electric vehicle:.....
7. Ground floor area of the restaurant / beverage building in quadratmeters:.....
8. Green space area of the restaurant / beverage building in quadratmeters:.....
9. Level of the energy certificate for the restaurant / beverage building:.....
10. Energy-saving devices and equipment in the restaurant / beverage building (yes or no): 1. new doors and windows with low U values:..... 2. insulated boundary walls:..... 3. insulated roof / ceiling:..... 4. condensing furnace:..... 5. domestic hot water tank:.....
11. Distribution of the used food and drink ingredients in the kitchen (%):
FOOD: inland :.....outland:..... DRINK: inland :.....outland:.....
12. Average distance of the inland's used food and/or drink ingredients (please list some ingredients):
 1. in place:.....
 2. within 10 km:.....
 3. among 11-30 km:.....
 4. among 31-50 km:.....
 5. > 50 km:.....
13. Which food and / or drink ingredients are derived from sustainable farms? Please give a maximum 10 ingredients?

.....

.....
14. How many food waste generated in the restaurant (kg/year)?.....
15. Which company (name and location) does the food waste collection?.....
16. What are you doing to reduce restaurant waste?.....
17. Sustainability goals and plans of restaurant / beverage in the future:.....

Date:.....

Figure 2. The two pages template for the national best practices of green restaurants in Hungary.

Results

Based on data from Sulyom restaurant work with 12 colleague. Of the 12 colleague of the staff, two live locally, while 10 co-workers come from a distance of 11-30 km to work. Two of the workers use bicycles to get to work and ten use cars to get around, in teams. The ground floor area of the restaurant building is 400 square meters which includes 4000 square meters of green space. The restaurant's building has got thermally insulated walls, roof and windows and doors with good U values (thermal transmittance in W/m^2K). During the restaurant's yearly operation, 1700 kg of food waste are generated, which are transported and recycled by Biofilter Ltd. Biogas is produced from the treated waste using appropriate technology. High rates of food ingredients comes from home (no information on drinks). Cheese, vegetables and fruit comes from sustainable farming in our country.

Based on data from Iszkor restaurant work with 9 colleague. Three live locally, while a single co-worker come less than 10 km, 4 person travel from 11-30 km, and one person come from a distance of 11-30 km to work. Seven co-workers use car to get to work and two people use cars to get around, in teams. The ground floor area of the restaurant building is 60 m^2 which includes 250 m^2 of green space. The restaurant's building has got thermally insulated walls, but the windows and roof are not energy efficient. During the restaurant's yearly operation, 30 thousand litres of food waste are generated, which are transported and recycled also by Biofilter Ltd. None of the studied restaurant buildings has an energy certificate. High rates of food and drink ingredients comes from home. 80% of wine and vegetables and some meat comes from sustainable farming in Hungary. The detailed data shown in Table 1.

Table 1. Important data of Sulyom and Iszkor restaurants for measuring sustainability in Hungary

restaurant	elements of energy efficiency (yes/no)	food and drink ingredients distribution (%)	what comes from sustainable farming	methods to reduce food waste
Sulyom	New windows doors: yes Insulated walls: yes Insulated roof: yes Condensing boiler/HW storage: no/n	<u>FOOD</u> Home: 98 Abroad: 2 <u>DRINK</u> Home: n.d. Abroad: n. d.	Cheese Vegetables Fruit	Composting, and green waste go to the nearby little zoo
Iszkor	New windows doors: no Insulated walls: yes Insulated roof: no Condensing boiler/HW storage: no/n	<u>FOOD</u> Home: 90 Abroad: 10 <u>DRINK</u> Home: 90 Abroad: 10	Wine: 80% Meat Vegetables: 80%	Nose-to-tail method

Conclusion

The result of this study may suggest that the selected restaurants can take more effective steps towards greening by comparing on the same criteria. They will be able to see where they are lagging behind, where they need to make major improvements in sustainability, or where they need to change their practices in the future. The data show that there is still plenty of potential for improving the energy efficiency of buildings in particular. Both restaurants have indicated that they are planning to install a solar power plant in the near future, which will significantly reduce overhead costs. This study would help restaurateurs to develop an effective strategy to draw out customers' ecological behaviour intention to their properties.

References

- Bacig, M. & Young, C.A. (2019). The halo effect created for restaurants that source food locally. *Journal of Foodservice Business Research* 22(3): 209–238. <https://doi.org/10.1080/15378020.2019.1592654>
- Chiang, C.I. & Sheu, R.S. (2020). How the sustainability of your recipes? *International Journal of Gastronomy and Food Science* 22(48): 100244. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100244>
- Chiu, J.Z. & Hsieh, C.C. (2016). The impact of restaurants' green supply chain practices on firm performance. *Sustainability* 8(1): 1–14. <https://doi.org/10.3390/su8010042>
- Fieschi, M. & Pretato, U. (2018). Role of compostable tableware in food service and waste management. A life cycle assessment study. *Waste Management* 73: 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.036>
- Filimonau, V. & De Coteau, D.A. (2019). Food waste management in hospitality operations: A critical review. *Tourism Management* 71: 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.10.009>
- Filimonau, V., Todorova, E., Mzembe, A., Sauer, L., & Yankholmes, A. (2020). A comparative study of food waste management in full service restaurants of the United Kingdom and The Netherlands. *Journal of Cleaner Production* 258: 120775. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120775>

- Hatjiathanassiadou, M., de Souza, S.R.G., Nogueira, J.P., de Medeiros Oliveira, L., Strasburg, V.J., Rolim, P.M. & Seabra, L.M.A.J. (2019). Environmental impacts of university restaurant menus: A case study in Brazil. *Sustainability* 11(19): 1–15. <https://doi.org/10.3390/su1119515>
- Hwang, J., Kim, H. & Choe, J.Y. (2020). The role of eco-friendly edible insect restaurants in the field of sustainable tourism. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17(11): 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17114064>
- Ishak, S. & Kamari, A. (2019). Biodiesel from black soldier fly larvae grown on restaurant kitchen waste. *Environmental Chemistry Letters* 17(2): 1143–1150. <https://doi.org/10.1007/s10311-018-00844-y>
- Iszkor 2024. <https://www.iszkor.com/en> downloaded in 17.10.2024.
- Jang, S.Y., Chung, J.Y. & Kim, Y.G. (2015). Effects of environmentally friendly perceptions on customers' intentions to visit environmentally friendly restaurants: An extended theory of planned behavior. *Asia Pacific Journal of Tourism Research* 20(6): 599–618. <https://doi.org/10.1080/10941665.2014.923923>
- Johnson, B. (2013). *Zero Waste Home: The Ultimate Guide to Simplifying Your Life*. Penguin, UK.
- Kasim, A. & Ismail, A. (2012). Environmentally friendly practices among restaurants: Drivers and barriers to change. *Journal of Sustainable Tourism* 20(4): 551–570. <https://doi.org/10.1080/09669582.2011.621540>
- Khatter, A. (2023). Challenges and Solutions for Environmental Sustainability in the Hospitality Sector. *Sustainability* 15(15): 11491.
- Lorenzini, B. (1994). The green restaurant, part II: Systems and service. *Restaurant & Institutions*.
- Moon, S.J. (2021). Investigating beliefs, attitudes, and intentions regarding green restaurant patronage: An application of the extended theory of planned behavior with moderating effects of gender and age. *International Journal of Hospitality Management* 92: 102727. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2020.102727>
- Mu, W., Spaargaren, G. & Lansink, A.O. (2019). Mobile apps for green food practices and the role for consumers: A case study on dining out practices with Chinese and Dutch young consumers. *Sustainability* 11(5): 1–19. <https://doi.org/10.3390/su11051275>
- Namkung, Y. & Jang, S. (2017). Are consumers willing to pay more for green practices at restaurants? *Journal of Hospitality and Tourism Research* 41(3): 329–356. <https://doi.org/10.1177/1096348014525632>
- Nitzko, S. & Spiller, A. (2019). Comparing “Leaf-to-Root”, “Nose-to-Tail” and Other Efficient Food Utilization Options from a Consumer Perspective. *Sustainability* 11(17): 4779.
- Sulyom (2024). <https://sulyom.hu/en/about-sulyom> downloaded in 17.10.2024.
- Talwar, S., Kaur, P., Okumus, B., Ahmed, U. & Dhir, A. (2021). Food waste reduction and taking away leftovers: Interplay of food-ordering routine, planning routine, and motives. *International Journal of Hospitality Management* 98: 103033.
- Talwar, S., Kaur, P., Yadav, R., Sharma, R. & Dhir, A. (2023). Food waste and out-of-home-dining: antecedents and consequents of the decision to take away leftovers after dining at restaurants. *Journal of Sustainable Tourism* 31(1): 47–72.
- Tenenbaum, L. (2019). Plastic cutlery is terrible for the environment and we don't need to have it delivered. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/lauratenenbaum/2019/07/16/plastic-cutlery-is-terrible-for-the-environment-and-we-dont-need-to-have-it-delivered/#6234ec1d4019>
- Trafialek, J., Czarniecka-Skubina, E., Kulaitienė, J. & Vaitkevičienė, N. (2019). Restaurant's multidimensional evaluation concerning food quality, service, and sustainable practices: A cross-national case study of Poland and Lithuania. *Sustainability* 12(1): 234. <https://doi.org/10.3390/su1201023>

"RED WEAVER ANTS: A SUSTAINABLE AND NUTRITIOUS FOOD SOLUTION FOR THE FUTURE"

V.H. Badiye

N.S. Sharma

D.R. Sharma

Shri Mathuradas Mohota College of Science, Nagpur

Abstract:

Oecophylla smaragdina, better known as the red weaver ant, is being recognized as a promising and sustainable food option for the future. As the global population grows and food security becomes more urgent, we need alternative sources of nutrition, and these ants could play an important role. They are packed with protein, healthy fats, vitamins, and minerals, offering a nutrient-rich option that could help address food shortages while reducing the environmental impact of food production.

Red weaver ants have been eaten in many parts of Southeast Asia for generations. Locals value them for their tangy, citrus-like flavor and the health benefits they provide. This traditional knowledge could be a key to helping other parts of the world embrace insects as food. While the idea of eating ants might seem unfamiliar to some, they are already enjoyed by millions of people and could become a global food trend as we rethink how to feed the planet.

One of the biggest advantages of red ants is their low environmental footprint. Farming traditional livestock, like cattle or poultry, requires vast amounts of land, water, and feed, all of which strain our planet's resources. In contrast, red weaver ants can be farmed with minimal resources, producing fewer greenhouse gases and requiring much less land. As climate change and resource shortages become more pressing, these ants offer a sustainable alternative to meet growing food demands without harming the environment.

By incorporating red weaver ants into our diets, we can enjoy a nutritious, eco-friendly protein source while contributing to a more sustainable future. The shift toward insect-based food might seem small, but it could be a big step in solving some of the world's most urgent food and environmental challenges

Keywords: Red weaver ants, Alternative food sources, Nutritional insects, Eco-friendly Farming

Introduction

As global populations increase, traditional food systems are becoming increasingly strained, leading to the need for sustainable, nutritious, and ecologically responsible food sources. Red weaver ants (*Oecophylla smaragdina*) are an intriguing option for human consumption due to their nutritional content, ecological benefits, and cultural relevance in many regions of the world. The concept of entomophagy, the practice of eating insects, has roots in indigenous traditions across Africa, Asia, and Latin America.

Red weaver ants are known for their rich nutritional profile, including high-quality protein, essential fatty acids, vitamins, and minerals such as iron and zinc. They provide a protein content of approximately 40-50% by dry weight, which rivals that of conventional meat sources like chicken and beef. Their low-fat content and presence of omega-3 and omega-6 fatty acids make them heart-healthy alternatives to traditional animal products.

Cultivating red weaver ants is also significantly lower compared to conventional livestock farming, as insects are more efficient at converting feed into biomass, with lower greenhouse gas emissions, reduced water usage, and minimal land requirements. Weaver ants are primarily arboreal and naturally farmed in tropical and subtropical regions without large-scale deforestation or intensive land use, making them an eco-friendly protein source. Research suggests that integrating weaver ants into agroforestry systems can enhance biodiversity and crop productivity, contributing to sustainable agricultural practices.

In Southeast Asia, red weaver ants have long been consumed as a delicacy, celebrated for their tangy, citrusy flavor. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) has recognized edible insects as a viable solution to global food security issues. In the future, red weaver ants could play a key role in addressing protein shortages, reducing the environmental footprint of agriculture, and promoting healthier diets, particularly in regions where access to traditional protein sources is limited.

Red Weaver Ants: A Brief Overview

An arboreal ant species native to Australia and Asia, *Oecophylla smaragdina* goes by various names, including weaver ant, green ant, green tree ant, and orange gaster. They make nests in trees of leaves stitched together using the silk their larvae produce. Weaver ants may be red or green (Dlussky, Wappler, & Wedmann, 2008). *O. Smaragdina* is distributed in India and Sri Lanka in South Asia, through southeastern Asia to northern Australia and Melanesia (Crozier, Newey, Schlüns, & Robson, 2010).

Red Weaver Ants are aggressive and highly territorial, often used as biological control agents in agricultural systems to reduce pest populations. Traditionally, these ants have been consumed in various forms, including raw, roasted, or used as condiments in sauces. They are prized not only for their flavor but also for their high nutritional value.

- **Nutritional Composition**

Red Weaver Ants are a rich source of protein, fats, and micronutrients. Their protein content ranges from 42% to 65% of dry weight, depending on their developmental stage. They contain essential amino acids like animal meats and are rich in unsaturated fatty acids, particularly omega-3 and omega-6, known for their cardiovascular health benefits. The total lipid content ranges from 6.3% to 15.2%, with triacylglycerol being the major component. Ant eggs contain three lectins, all glycoproteins, and are rich in vitamins (B-complex and vitamin E) and minerals like iron, calcium, magnesium, and zinc. These micronutrients are essential for human health, especially in populations suffering from malnutrition.

Table 1: Nutritional Composition of Red Weaver Ants (per 100g of dry weight)

Nutrient	Quantity (approx.)
Protein	42-65%
Fat	15-20%
Omega-3 and Omega-6	4-8%
Carbohydrates	5-10%
Iron	9.5 mg
Calcium	230 mg
Zinc	4.7 mg

Chakravorty, J. et al. (2011), Abdalbasit Adam Mariod et. Al. (2017)



Figure: A



Figure: B

Figure A: Worker ants of *Oecophylla smaragdina* B: Nest of *Oecophylla smaragdina*

Environmental Benefits

The environmental footprint of Red Weaver Ant farming is far smaller than that of conventional livestock farming. Livestock, such as cattle and pigs, require vast amounts of land, water, and feed, and they contribute significantly to greenhouse gas emissions. In contrast, Red Weaver Ants can be harvested sustainably with minimal environmental impact.

- **Low Resource Requirements**

One of the most appealing aspects of farming Red Weaver Ants is their efficiency in converting feed into protein. They can feed on natural resources like tree sap, small insects, and other organic matter, reducing the need for artificial feed and lowering overall resource consumption. Additionally, ants can be farmed in small spaces, making them suitable for urban and rural settings alike.

- **Reduced Greenhouse Gas Emissions**

Insect farming, including Red Weaver Ant cultivation, produces significantly fewer greenhouse gases than livestock farming. Studies have shown that insects emit fewer methane and ammonia gases compared to ruminant animals. This reduction in emissions makes insect farming an attractive option for mitigating climate change.

- **Contribution to Biodiversity Conservation**

When farmed or harvested in the wild, Red Weaver Ants can play a role in supporting biodiversity. As biological pest control agents, these ants can reduce the need for chemical

pesticides, contributing to more sustainable agricultural practices. They thrive in diverse ecosystems and can coexist with other species without disrupting local biodiversity. (Oonincx, D.G.A.B. et al.2012)

Traditional and Modern Uses

- **Traditional Consumption**

Red Weaver Ants have long been part of the diets of indigenous communities in Southeast Asia, including Thailand, Cambodia, and parts of India. In these cultures, ants are consumed as a delicacy, either as a protein-rich snack or as a flavor-enhancing ingredient in local dishes. In India, for example, the ants and their eggs are eaten raw or mixed into chutneys for their tangy, citrus-like taste.

- **Modern Applications**

In recent years, there has been growing interest in using insects, including Red Weaver Ants, in various food products. Entrepreneurs are developing insect-based protein bars, powders, and snacks as alternatives to meat. The potential for ant-based products to be integrated into Western diets is increasing, driven by the need for sustainable, high-protein foods. Companies focusing on edible insects are exploring ways to farm and process Red Weaver Ants for mass consumption while maintaining quality and safety standards. (Nonaka, K.2010)

Economic Benefits

- **Income Generation for Local Communities**

Red Weaver Ant farming offers income-generating opportunities for rural and indigenous communities. Traditional ant harvesting methods, often passed down through generations, can be scaled to provide a sustainable source of income. Farmers can sell both live ants and their eggs, which are considered a delicacy in many markets.

- **Growing Global Market**

The global edible insect market is projected to grow significantly in the coming years, with a potential value of over USD 1.5 billion by 2027. Red Weaver Ants, given their high nutritional content and low environmental impact, could become a prominent product within this growing industry. As consumers become more aware of the benefits of insect-based foods, demand for products like ant-based snacks and protein powders is likely to rise. (Halloran, A. et al.2016)

Challenges to Adoption

Despite the many benefits, several barriers must be overcome before Red Weaver Ants can become a mainstream food source.

- **Cultural and Psychological Barriers**

In many Western countries, the idea of eating insects is met with resistance due to cultural norms and psychological aversion, often referred to as the "yuck factor." Public perception of insects as food needs to shift through education and awareness campaigns that highlight the nutritional and environmental benefits of insects.

- **Food Safety and Regulatory Issues**

The edible insect industry faces regulatory hurdles in many countries. Strict food safety standards must be established to ensure that farmed insects, including Red Weaver Ants, are free from contaminants and safe for human consumption. Governments and international

bodies, such as the Food and Agriculture Organization (FAO), are working to develop guidelines for the safe production and sale of edible insects. (Verbeke, W. 2015)

Conclusion

The pursuit of sustainable and nutritious food sources is one of the most pressing challenges facing humanity in the 21st century. As populations expand and environmental constraints intensify, it is critical to explore innovative solutions that can meet global food demands without exacerbating ecological degradation. Red weaver ants (*Oecophylla smaragdina*) present a compelling case as a sustainable and nutritious alternative to conventional protein sources. These ants offer a remarkable nutritional profile, a minimal environmental footprint, and cultural acceptance in various regions, positioning them as a viable food solution for the future.

Nutritionally, red weaver ants are a powerhouse of essential proteins, fats, vitamins, and minerals, addressing key dietary needs, especially in regions where malnutrition remains a concern. As noted in research by Chakravorty et al. (2014), red weaver ants contain up to 50% protein by dry weight, comparable to more traditional animal sources like chicken and beef, while also providing beneficial fats such as omega-3 and omega-6 fatty acids. Furthermore, their rich micronutrient content, including high levels of iron, zinc, and calcium, can contribute to reducing micronutrient deficiencies, which are prevalent in many developing nations. In addition to their nutritional benefits, the ease of digestibility and low allergenic potential of red weaver ants further enhance their suitability for human consumption.

From an environmental perspective, red weaver ants offer several advantages over conventional livestock farming. Insect farming, in general, has been shown to require significantly less land, water, and feed than traditional agriculture. Weaver ants, being arboreal, can be farmed in harmony with existing ecosystems without the need for deforestation or habitat destruction, making them an excellent example of sustainable food production. Furthermore, the energy efficiency of converting feed into edible biomass is far higher for insects than for large mammals or poultry. According to the FAO (2013), insects, including weaver ants, emit far fewer greenhouse gases per kilogram of protein produced compared to livestock, contributing less to climate change. Additionally, weaver ants' ability to control agricultural pests naturally further enhances their ecological value, as they can be integrated into agroforestry systems to improve both crop yields and biodiversity (Offenberg, 2015).

The cultural acceptance of red weaver ants in parts of Southeast Asia, such as Thailand, Vietnam, and Cambodia, where they are consumed as part of traditional diets, suggests that promoting their consumption on a larger scale may not face as much resistance as other unfamiliar food sources. The tangy, citrus-like flavor of red weaver ants has already made them a delicacy in these regions, indicating potential for wider culinary use. In the Western world, where entomophagy is still in its infancy, incorporating red weaver ants into processed food products such as protein powders, energy bars, or even gourmet cuisine could make their consumption more palatable for broader audiences. Increasing awareness of their health and environmental benefits could foster a positive attitude toward edible insects, facilitating the transition to more sustainable dietary practices.

The role of insects, particularly red weaver ants, in addressing global food security is gaining recognition. The Food and Agriculture Organization (FAO) has advocated for edible insects as a crucial component of sustainable food systems (FAO, 2013), and growing scientific evidence supports their potential. Red weaver ants, with their high nutritional value and low environmental impact, offer a solution that aligns with the need for ecological sustainability and human health. As climate change and resource scarcity challenge traditional food

production methods, embracing insect-based protein sources like red weaver ants could significantly contribute to meeting global food demands.

In conclusion, red weaver ants exemplify the type of innovative food solutions required to tackle the dual challenges of population growth and environmental sustainability. With their excellent nutritional profile, minimal ecological footprint, and potential for integration into global food markets, red weaver ants represent a sustainable and nutritious food solution for the future. By embracing such alternatives, we can work toward a more resilient, equitable, and environmentally friendly food system capable of nourishing future generations.

Future Prospects

Red Weaver Ants offer a viable solution to several global challenges, including food security, malnutrition, and environmental degradation. However, further research is needed to improve farming techniques, enhance the efficiency of ant-based food products, and address consumer acceptance issues.

Ongoing research on the nutritional benefits of Red Weaver Ants, as well as their farming methods, can help improve the scalability of production. Technological advancements in insect farming can lead to more efficient harvesting and processing techniques, lowering costs and increasing availability.

To fully realize the potential of Red Weaver Ants, governments, non-governmental organizations, and the private sector must collaborate to promote their integration into global food systems. Efforts should focus on supporting small-scale ant farmers, developing sustainable harvesting practices, and encouraging the commercialization of ant-based food products. (Dobermann, D. et al. 2017)

References

- Chakravorty, J., Ghosh, S., & Meyer-Rochow, V.B. (2011). "Nutritional Composition of Edible Insects from Northeast India." **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**.
- Dobermann, D., Swift, J.A., & Field, L.M. (2017). "Opportunities and Hurdles of Edible Insects for Food and Feed." **Nutrition Bulletin**, 42(4), 293-308. <https://doi.org/10.1111/nbu.12291>
- Durst, P.B., Johnson, D.V., Leslie, R.N., & Shono, K. (2010). **Forest Insects as Food: Humans Bite Back**. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. <http://www.fao.org/docrep/013/i1384e/i1384e00.pdf>
- .
- FAO. (2013). **Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [<http://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>]
- Gahukar, R.T. (2011). "Entomophagy and Human Food Security." **International Journal of Tropical Insect Science**, 31(3), 129-144. <https://doi.org/10.1017/S1742758411000257>
- Ghosh, S., Lee, S.M., Jung, C., & Meyer-Rochow, V.B. (2017). "Nutritional Value and Chemical Composition of Edible Insects." **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, 20(6), 460-468. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000419>
- Halloran, A., Roos, N., Hanboonsong, Y., & Bruun, S. (2016). "Life Cycle Assessment of Edible Insects for Food in Thailand." **Journal of Cleaner Production**, 137, 83-94. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.022>
- Hölldobler, B., & Wilson, E.O. (1990). **The Ants**. Harvard University Press. ISBN: 9780674040755.

- Mariod, A. A., Saeed Mirghani, M. E., & Hussein, I. (2016). *Oecophylla smaragdina* Fabricius Weaver Ant. Unconventional Oilseeds and Oil Sources, 299-304. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809435-8.00045-7>
- Nonaka, K. (2010). "Ants and Their Uses as Food: Traditional Knowledge and Modern Applications." In **Insect Biodiversity: Science and Society**, edited by R.G. Foottit and P.H. Adler, Wiley-Blackwell. ISBN: 9781405151429.
- Offenberg, J. (2015). Weaver Ants in Agroforestry Systems: The Potential for Pest Control and Increased Crop Yields. *Journal of Applied Ecology*, 52(5), 1195-1201.
- Oonincx, D.G.A.B., & de Boer, I.J. (2012). "Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans – A Life Cycle Assessment." **PLoS One**, 7(12), e51145. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051145>
- Pawan U Gajbe & Vaishali H. Badiye Arthropods-New-Record-of-Allamandacathartica, December 2022 ARTHROPODS 2023, 12(4)(2023, 12(4)):276-280
- Paul, A., Frederich, M., Ueberheide, B.M., & Kreshchenko, N.D. (2016). "Insects as Sources of Proteins and Bioactive Compounds in the Fight Against Malnutrition and Age-Related Diseases." **Current Pharmaceutical Design**, 22(36), 4606-4622. <https://doi.org/10.2174/1381612822666160921144708>
- Rumpold, B.A., & Schlüter, O.K. (2013). "Nutritional Composition and Safety Aspects of Edible Insects." **Molecular Nutrition & Food Research**, 57(5), 802-823. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735>
- van Huis, A. (2013). **Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN: 9789251075951.
- Verbeke, W. (2015). "Profiling Consumers Who Are Ready to Adopt Insects as a Meat Substitute in a Western Society." **Food Quality and Preference**, 39, 147-155. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.07.008>
- Yen, A.L. (2015). "Insects as Food and Feed in the Asia-Pacific Region: Current Perspectives and Future Prospects." **Journal of Insects as Food and Feed**, 1(1), 33-55. <https://doi.org/10.3920/JIFF2014.0017>

Acknowledgments

We are thankful to the Principal and Head Dept. of Zoology, S.M.M. College of Science Nagpur for the facilities. We are also grateful to Prof. Dr. P.U. Gajbe for his consistent encouragement.

HARNESSING CARBON DOTS FOR SMART AND SUSTAINABLE FOOD PACKAGING

AKILLI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR GIDA AMBALAJI İÇİN KARBON NOKTALARIN KULLANIMI

Doç. Dr. Saliha DİNÇ

Selçuk University, Çumra Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu,
Organik Tarım İşletmeciliği, Konya, Türkiye.

ABSTRACT

Food packaging plays a vital role in guaranteeing food safety. Petroleum-based plastic polymers such as polystyrene and polyethylene have been used to protect food from contamination and spoilage and facilitate transportation and storage. However, the extensive use of these non-biodegradable plastic materials has led to significant ecological issues with environmental pollution and severe health risks. Given these drawbacks, the development of new and advanced technologies is a crucial requirement for food packaging technologies. In this context, carbon dots (CDs), defined as zero-dimensional fluorescent nanoparticles, present a promising alternative to enhance the shelf life of food without reducing the nutritional quality of food. Their outstanding characteristics, including low toxicity, biocompatibility, water solubility, low cost, chemical and photostability, easy synthesizing via green methods, antimicrobial, antioxidant, and UV-shielding properties, and so on, have made CDs ideal for food packaging. Thus, novel, biodegradable, UV-protective, antibacterial, antioxidant, and biocompatible films have been developed to preserve food quality, maintain freshness, and extend the shelf life of food. In addition, smart packaging materials can be fabricated by the integration of carbon dots-based detection systems into the package to provide real-time monitoring of the quality change of packaged foods. CDs have been applied for the detection of heavy metal ions, antibiotics, pesticide residues, additives, and pathogens which are important for food technology so far. Despite their advantages, the development of carbon dot-based food packaging systems is at the infant stage, and further research is required. Therefore, in this study, the properties and synthesis of CDs will be summarized, and then the potential utilization of CDs in food packaging will be investigated.

Keywords: food packaging, carbon dots, smart food packaging, active food packaging.

ÖZET

Gıda ambalajı, gıda güvenliğini garanti altına almada hayati bir rol oynar. Polistiren, polietilen gibi petrol bazlı plastik polimerler, gıdayı kontaminasyondan ve bozulmadan korumak ve ayrıca nakliye ve depolamayı kolaylaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Ancak, bu biyolojik olarak parçalanmayan plastik malzemelerin yaygın kullanımı, yalnızca çevre kirliliğiyle ilgili önemli ekolojik sorunlara değil, aynı zamanda ciddi sağlık risklerine de yol açmaktadır. Bu dezavantajlar göz önüne alındığında, gıda ambalajlama teknolojileri için yeni ve ileri teknolojilerin geliştirilmesi hayati bir gerekliliktir. Bu bağlamda, sıfır boyutlu floresan nanopartiküller olarak tanımlanan karbon noktaları (CDs), gıdanın besin değerini azaltmadan gıdanın raf ömrünü artırmak için umut verici bir alternatif sunmaktadır. Düşük toksisite, biyoyumluluk, suda çözünürlük, düşük maliyet, kimyasal ve fotostabilite, yeşil yöntemlerle kolay sentezlenme, antimikrobiyal, antioksidan ve UV koruma özellikleri vb. gibi olağanüstü

özellikleri, CDs gıda ambalajı için ideal hale getirmiştir. Böylece gıda kalitesini korumak, tazeliğini sürdürmek ve gıdanın raf ömrünü uzatmak için yeni, biyolojik olarak parçalanabilir, UV-koruyucu, antibakteriyel, antioksidan özellikte ve biyouyumlu filmler geliştirilmektedir. Ayrıca, paketlenmiş gıdaların kalite değişiminin gerçek zamanlı izlenmesini sağlamak için karbon nokta tabanlı algılama sistemlerinin pakete entegre edilmesiyle akıllı ambalaj malzemeleri üretilebilir. Çünkü şimdiye kadar CDs gıda teknolojisi için önemli olan ağır metal iyonları, antibiyotikler, pestisit kalıntıları, katkı maddeleri, patojenlerin tespiti için uygulanmıştır. Avantajlarına rağmen, karbon nokta tabanlı gıda ambalaj sistemlerinin geliştirilmesi henüz emekleme aşamasındadır ve daha fazla araştırma gerekmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada CD'lerin özellikleri ve sentezi ile ilgili çalışmalar özetlenecek ve ardından CD'lerin gıda ambalajında potansiyel kullanımı araştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: gıda paketleme, karbon noktalar, akıllı gıda paketleme, aktif gıda paketlemesi

INTRODUCTION

Food packaging has been used to protect and preserve food from possible hazards including physical, chemical, microbiological, etc. throughout the supply chain (Alamri et al., 2021). Petroleum-based plastic polymers are popular in food packaging due to their ease of transport and storage. However, the extensive use of these non-biodegradable plastic materials has led to not only significant ecological issues with environmental pollution but also severe health risks (Zhao et al., 2022). Given these disadvantages, the development of new and sophisticated technologies is a critical demand for food packaging technologies.

In this context, the development of biopolymer-based packaging materials offering more sustainable and environmentally friendly alternatives to traditional packaging has emerged as a solution to meet the growing demand for greener solutions in the food business (Perera et al., 2023). Despite their several advantages including biodegradability, biocompatibility, renewability, and low cost, their low mechanical strength and barrier difficulties limit their utilization in food packaging (Perera et al., 2023).

Incorporating nanoparticles into biopolymers is a common strategy to address these limitations (Priyadarshi et al., 2024). Metal and metal oxide nanoparticles and carbon dots have been applied as nanofillers into biopolymers. However, some concerns have been raised about the usage of metal and metal oxide nanoparticles due to their toxicity, low biodegradability, and difficulties in synthesis (Nikolic et al., 2021; Priyadarshi et al., 2024; Raghuvanshi et al., 2023).

Carbon dots (CDs), zero-dimensional fluorescent nanoparticles (Dinç & Günhan, 2020), offer a promising potential for extending the shelf life of food without reducing the nutritional quality of food. Their outstanding characteristics, including low toxicity, biocompatibility, water solubility, low cost, chemical and photostability, easy synthesizing via green methods, as well as antimicrobial, antioxidant, and UV-shielding properties, and so on, have made CDs good candidates for food packaging. Thus, novel, biodegradable, UV-protective, antibacterial, antioxidant, and biocompatible films have been developed to preserve food quality, maintain freshness, and extend the shelf life of food (Manzoor et al., 2023; Priyadarshi et al., 2024). Furthermore, smart packaging materials can be produced by the integration of carbon dots-based detection systems into the packaging to provide real-time monitoring of the quality change of packaged foods. Despite their advantages, the development of carbon dot-based food packaging systems is at the infant stage, and further research is required. In this study, the potential utilization of CDs in food packaging will be investigated, as well as their properties and synthesis methods.

AN OVERVIEW OF CARBON DOTS

Since their accidental discovery, CDs continue to be a shining star of the carbon nanoparticles family owing to their remarkable features and wide application. CDs are minuscule fluorescent nanoparticles below 10 nm (Manzoor et al., 2023). CDs show similar electrical and optical properties as traditional quantum dots depending on their size and concentration. On the contrary, they are heavy metal-free, water-soluble, and can be synthesized in cost-efficient green protocols. Therefore CDs are considered an alternative to traditional quantum dots (Dinç & Günhan, 2020).

So far, CDs have been applied in a wide range of areas from medical applications to energy storage and conversion and their application fields continue to expand. For example, recently CDs have been used in the development of novel food packaging (Deepika et al., 2023).

SYNTHESIS OF CARBON DOTS

Till now, CDs with a variety of characteristics have been synthesized using diverse carbon sources including natural carbon sources/wastes, chemicals, coal, and carbon nanoparticles via different synthesis methods. The characteristics of CDs including size, optical /electrical properties, and toxicity, interaction with biological surfaces, etc. depend on the precursor and synthesis method. CDs derived from chemicals show higher cytotoxicity than green CDs synthesized from biomass by green methods (Dinç et al., 2022). Thus, green CDs synthesis strategies come to the fore to maintain environmental sustainability and health protection (Ezati et al., 2022).

CDs synthesis methods are divided into two classes: top-down and bottom-up. Top-down strategies such as arch-discharge, laser ablation and electrochemical oxidation, etc. include chemical/physical cutting of large carbon structures like graphite, carbon nanotube. However, bottom-up approaches comprise converting carbon sources into CDs through methods such as hydrothermal, microwave-assisted, combustion, pyrolysis, etc. methods. Since bottom-up strategies are both appropriate to large-scale synthesis and consistent with the concepts of green chemistry, they are more popular than top-down methods (Dinç et al., 2022; Ezati et al., 2022; Moradi et al., 2023).

Similar to bottom-up strategies, CDs can spontaneously form during the heating of food/food waste. In our laboratory, we extracted endogenous carbon dots from sugar beet molasses with the green extraction method (Dinç, 2016). Sugar beet molasses CDs have demonstrated promise for application in biosensors, agriculture, and medicine with their strong blue fluorescence, biocompatibility, and non-toxic characteristics (Akbiyık et al., 2023; Kara et al., 2024; Yavuz et al., 2019).

CARBON DOTS FOR FOOD PACKAGING

Recently, CDs have been utilized to enhance food safety and decrease food waste by developing new environmentally friendly and functional food packaging and a rapid on-site analysis method to detect food freshness and safety. However, the application of CDs for food packaging is still in its infancy and requires further studies (Zhao et al., 2022).

So far, CDs have been used in protective food packaging and active and intelligent packaging. The inclusion of CDs as an active material enhances the physical, chemical, and mechanical properties of food packaging protecting the other characteristics of the film and foods (Deepika et al., 2023). Because of their small size and unique surface chemistry, CDs can function as physical and chemical crosslinkers or nanofillers enhancing functional properties of packaging film including the gas and moisture barrier properties, UV protection, antibacterial activity, and oxidative free radical scavenging capabilities (Moradi et al., 2023; Priyadarshi et al., 2024). CDs have been shown to improve mechanical, water barrier, and

thermal stability in packaging materials such as SPI, PVA, chitosan, and CMC (Zhao et al., 2022). Thanks to their UV-absorbing properties, CDs show UV-protective effects in bacterial nanocellulose, PVA, zein, and regenerated cellulose (Moradi et al., 2023). Antioxidant properties of CDs derived from rosemary have been shown on bananas in a study by Eskalen et al. (Eskalen et al., 2021). CDs demonstrate antimicrobial activities by producing reactive oxygen species (ROS) and suppressing microbial development. Antimicrobial packaging film containing CDs has been developed against food pathogens such as *S. aureus*, *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Aspergillus flavus*, and *Colletotrichum orbiculare*. (Ezati et al., 2022). In addition, they have been applied as coating agents and food additives (Zhao et al., 2021). In a study by Zhao et al., CDs synthesized from bananas were mixed with chitosan and then added to soy milk. CDs successfully inhibited the growth of *E. coli*, *S. aureus*, and *B. subtilis*, therefore extending the shelf life of soy milk without affecting its taste (Zhao et al., 2020). Intelligent packaging gives real-time information on food freshness, thus improving active packaging even more. This is accomplished by utilizing intelligent labeling or sensing technologies that detect changes in environmental variables, such as volatile nitrogen molecules, amines, or pH. These color-changing labels assist in monitoring food freshness and avoid wastage (Zhao et al., 2022). In a study, a biodegradable starch film containing carbon dots (CDs) and anthocyanins was utilized to detect deterioration in pork by changing color from purple to green (Koshy et al., 2021).

CONCLUSIONS

CDs provide several advantages for innovative food packaging, including superior mechanical qualities, thermal stability, water resistance, UV barrier capabilities, and antibacterial and antioxidant activity. CDs can be integrated into sensors to check food freshness. CDs have the potential to be used as antioxidants/preservatives in foods. However, further research is needed to investigate their toxicity, migration, degradation, behaviors in food systems, and effects on gastrointestinal and organoleptic qualities.

REFERENCES

- Akbıyık, M. A., Bodur, O. C., Keskin, M., Kara, M., Dinç, S., Arslan, H., Özmen, M., & Arslan, F. (2023). A Sensitive Amperometric Biosensor Based on Carbon Dot 3-Chloropropyl-trimethoxysilane Modified Electrode for Detection of Neurotransmitter Dopamine. *Journal of The Electrochemical Society*, 170(3), 037517. <https://doi.org/10.1149/1945-7111/acc364>
- Alamri, M. S., Qasem, A. A. A., Mohamed, A. A., Hussain, S., Ibraheem, M. A., Shamlan, G., Alqah, H. A., & Qasha, A. S. (2021). Food packaging's materials: A food safety perspective. *Saudi J Biol Sci*, 28(8), 4490-4499. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.04.047>
- Deepika, Kumar, L., & Gaikwad, K. K. (2023). Carbon dots for food packaging applications. *Sustainable Food Technology*, 1(2), 185-199. <https://doi.org/10.1039/d2fb00020b>
- Dinç, S. (2016). A simple and green extraction of carbon dots from sugar beet molasses: Biosensor applications. *Sugar Ind*, 141(9), 560-564.
- Dinç, S., & Günhan, Ö., Rabia. (2020). Carbon Dots Applications in Electrochemical and Electrochemiluminescence Sensors: Some Examples of Pathogen Sensors. *Turkish Journal of Analytical Chemistry*, 2(1), 37-46.
- Dinç, S., Kara, M., & Yavuz, E. (2022). Chapter 4 - Synthesis of carbon dots from biomass resources. In R. Khan, S. Murali, & S. Gogoi (Eds.), *Carbon Dots in Agricultural Systems* (pp. 69-116). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90260-1.00001-2>
- Eskalen, H., Çeşme, M., Kerli, S., & Özğan, Ş. (2021). Green synthesis of water-soluble fluorescent carbon dots from rosemary leaves: Applications in food storage capacity,

- fingerprint detection, and antibacterial activity. *Journal of Chemical Research*, 45(5-6), 428-435. <https://doi.org/10.1177/1747519820953823>
- Ezati, P., Priyadarshi, R., & Rhim, J.-W. (2022). Prospects of sustainable and renewable source-based carbon quantum dots for food packaging applications. *Sustainable Materials and Technologies*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2022.e00494>
- Kara, M., Dinç, S., Altunbaş, O., Karaşahin, M., & Günhan, R. S. (2024). Biocompatible Sugar Beet Molasses Carbon Dots as Potential Elicitor to Improve Bioactive Compounds of Wheatgrass Juice. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24(3), 4935-4951. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01883-x>
- Koshy, R. R., Koshy, J. T., Mary, S. K., Sadanandan, S., Jisha, S., & Pothan, L. A. (2021). Preparation of pH sensitive film based on starch/carbon nano dots incorporating anthocyanin for monitoring spoilage of pork. *Food Control*, 126, 108039. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108039>
- Manzoor, S., Dar, A. H., Dash, K. K., Pandey, V. K., Srivastava, S., Bashir, I., & Khan, S. A. (2023). Carbon dots applications for development of sustainable technologies for food safety: A comprehensive review. *Applied Food Research*, 3(1). <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100263>
- Moradi, M., Molaei, R., Kousheh, S. A., J, T. G., & McClements, D. J. (2023). Carbon dots synthesized from microorganisms and food by-products: active and smart food packaging applications. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 63(14), 1943-1959. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.2015283>
- Nikolic, M. V., Vasiljevic, Z. Z., Auger, S., & Vidic, J. (2021). Metal oxide nanoparticles for safe active and intelligent food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 655-668. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.019>
- Perera, K. Y., Jaiswal, A. K., & Jaiswal, S. (2023). Biopolymer-Based Sustainable Food Packaging Materials: Challenges, Solutions, and Applications. *Foods*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/foods12122422>
- Priyadarshi, R., Uzun, S., & Rhim, J. W. (2024). Edible coating using carbon quantum dots for fresh produce preservation: A review of safety perspectives. *Adv Colloid Interface Sci*, 331, 103211. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2024.103211>
- Raghuvanshi, S., Khan, H., Saroha, V., Sharma, H., Gupta, H. S., Kadam, A., & Dutt, D. (2023). Recent advances in biomacromolecule-based nanocomposite films for intelligent food packaging- A review. *Int J Biol Macromol*, 253(Pt 7), 127420. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127420>
- Yavuz, E., Dinc, S., & Kara, M. (2019). Effects of endogenous molasses carbon dots on macrophages and their potential utilization as anti-inflammatory agents. *Applied Physics A*, 126(1), 22. <https://doi.org/10.1007/s00339-019-3189-1>
- Zhao, L., Zhang, M., Mujumdar, A. S., & Wang, H. (2022). Application of carbon dots in food preservation: a critical review for packaging enhancers and food preservatives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(24), 6738-6756. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2039896>
- Zhao, L., Zhang, M., Wang, H., & Devahastin, S. (2020). Effect of carbon dots in combination with aqueous chitosan solution on shelf life and stability of soy milk. *International Journal of Food Microbiology*, 326, 108650. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108650>
- Zhao, L., Zhang, M., Wang, H., & Devahastin, S. (2021). Effects of carbon dots in combination with rosemary-inspired carnosic acid on oxidative stability of deep frying oils. *Food Control*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.107968>

THE APPLICATION OF BIOSENSOR IN DETECTION OF FOOD CONTAMINANTS

SHAAPERA, AONDOAKURA

Department of microbiology, faculty of pure and applied sciences,
Federal university wukari.

ABSTRACT

The successful integration of nanotechnology as a platform for food sensors offers tremendous benefits in detecting contaminants, particularly in their applications for food quality and safety. The sensors based on biosensors (nanobiosensors), can be used online and integrated into existing manufacturing process and distribution line or off-line as rapid, simple, and portable, as well as disposable, sensors for food contaminants. Food contaminants could be residues of pesticides, veterinary and human drugs, microbial toxins, preservatives, contaminants from food processing and packaging, and other residues. This milieu of compounds can pose difficulties in the detection of food contaminants. Biosensors with their novel uses are the emerging method that could be used for the detection of many food contaminants, even mycotoxins and many food allergens. Whether it used as online or off-line, the biosensor can be integrated with wireless technology and used for real-time transmission of contaminant alarm or test results to remote servers, providing rapid screening and reporting. Thus biosensors are more cost-effective, rapid, and more sensitive than instrumental and conventional procedures. Recent developments in biosensors may provide more applications for their use in food contaminant detection. The future role of these biosensors will become even more important as the food laboratory is faced with the increasing pressure to reduce cost, time, and complexity. The objective of this chapter is to give a general overview of the possible application of biosensors in the food contaminant detection and analysis.

CHAPTER ONE

INTRODUCTION

Many people around the world become ill each year by consuming food pathogens. These foodborne illnesses are highly correlated to both physical and chemical contamination of foods in addition to the presence of pathogenic microorganisms (Randhawa et al., 2018). Several authors have reported that food contamination caused by microorganisms could be attributed to the natural contamination that occurs in raw materials (Forsythe, 2020), or the cross-contamination of foods due to different contaminated sources such as air, water, hair, dirt, animal feces, humans, infected wounds, etc. (Barbosa et al., 2019).

Microbial pathogens can contaminate foods and cause foodborne diseases (Gursoy, 2020). The Centers for Disease Control and Prevention (CDC) in the United States has stated that either foodborne or waterborne pathogens are considered to be the primary causative factors in 76 million cases each year for foodborne illnesses in the United States alone (Chatterjee et al., 2019). The percentage of pathogenic bacteria, parasites, and viruses was five million cases, two million cases, and thirty million cases, respectively (Barbosa et al., 2019). Multiple conventional tests were applied to detect microbial contaminants in foods, surfaces, utensils, and equipment. Despite the development of many analytical techniques using automated and complex instrumentation for monitoring and detecting the biological

contaminants in foods, there are still several drawbacks and limitations to using these traditional approaches (Sankarankutty, 2019). For example, these traditional approaches require large numbers of samples, high skill levels, and are time consuming and costly (Weng et al., 2018). In addition, most traditional methods require a long time to obtain accurate microbiological results (Nemati, 2018). Consequently, in the past few years, a lot of developed and rapid in situ methods were investigated as an alternative to the existing microbiological approaches. These methods were highly sensitive to count and evaluate food contamination as well as the degree of cleaning and sanitizing of food contact surfaces (Poghossian et al., 2019).

Biosensors represent one such innovative method that has been developed to overcome some major problems regarding food sample analysis. Moreover, the use of biosensors to monitor and provide rapid real-time information will be superior compared to traditional microbiological approaches (Mishra et al., 2020).

Adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence, a highly effective biosensor, can be used for food process manufacture monitoring such as HACCP (hazard analysis and critical control points) (Jayan, 2021).

Bioluminescence is the mechanism of light emission from organisms and thereby reflects the chemical conversion of energy into light. The ATP bioluminescence test is since ATP is a significant biological source of energy found in various microbes and thus represents the presence of a living microbe. Biosensor technology was developed to be a useful indicator of bacterial contamination on food and food contact surfaces (Jayan, 2021).

The control of food safety in the production process and end products is a crucial step. The safe production and marketing of harmless food ensures the health of the consumer (Alkasir et al., 2020). The detection and monitoring of contaminants, such as, chemical compounds, toxins, and pathogens in foods are important for human health. Traditional methods, such as, liquid and gas chromatography with different detectors are very sensitive and selective; but they are expensive and require several days and a lot of pretreatment steps for sample preparation. Due to these challenges, simpler and cheaper analysis methods are required and in this sense biosensors have received great attention (Apetrei et al., 2021).

Biosensors are ideal devices for monitoring contaminants. They are a subgroup of chemical sensors in which a biological recognition element is used for analyte detection. They are known as integrated receptor–transducer devices and the response depends on the interaction between biorecognition element and target analyte (Alarcon et al., 2020). The main advantages of biosensors are low cost, fast, and portable detection and they enable real-time and in situ monitoring of food contaminants. However, most of biosensors developed for food contaminant detection are not commercially available. Commercial biosensors will be useful for food quality and food safety. And they will provide unique solutions for food analysis in terms of specificity and rapidity (Apetrei et al., 2021).

Here, biosensor is defined as a compact analytical device/unit incorporating a biological or biologically derived sensitized element linked to a physicochemical transducer (Turner, 2020). Thus nanosensors can be classified into chemical nanosensors (often called nanosensors for short) and nanobiosensors.

Biosensor technology was developed to be a useful indicator of bacterial contamination on food and food contact surfaces. In this review, we present the effectiveness of various forms of sensing technologies for the detection of foodborne pathogens in food products, as well as the criteria for industrial use of this technology. This review will also focus in detail on the application of the most widely used biosensor types in food safety.

CHAPTER TWO

LITRATURE REVIEW

Biosensors

Leland Charles Clark Jr. in (1956) designed the first biosensor research instrument using an electrode to measure the oxygen concentration in blood. After that, scientists from different fields, such as physics, chemistry, and material science, have come together to build more sophisticated, reliable, and mature biosensing devices for applications in the field of medicine (Alarcón et al., 2020). Several approaches using innovative techniques for pathogen enumeration and identification in perishable and semi-perishable foods have been identified in the last few years. In most microbiological research, quantification of bacterial cells is necessary. Therefore, seeking cost-effective techniques with several properties is required, namely high sensitivity, specificity, and fast responses (Alarcón et al., 2020).

The word biosensor refers to an effective and creative analytical device that has a biological sensing function with a broad variety of applications such as food safety, environmental monitoring, biomedicine, and drug discovery (Alkasir et al., 2020). More specifically, biosensors are widely used in the identification and detection of bacteria and have attracted great interest as one of the most efficient and accurate methods of food analysis and food safety monitoring (Alibolandia, 2021). In addition, biosensors typically deliver fast, on-site tracking and thus provide real-time details throughout the production process (Ayenimo, 2021). Biosensors are thus another broad class of bacteria detection method. For example, conductometric measurements provide fast and simple bacterial detection. Because biosensors are analytical devices for the detection of microbial contamination, their function depends on the interaction between biologically active agents, the transducer, and a signal conversion unit (Bahadır, 2021).

Mayer and Baeumner (2020), clarified that biosensors typically contain two main components: a target recognition component such as receptors, nucleic acids, or antibodies and a signal transducer that transforms target recognition into physically detectable signals. The internal reflection, fluorescence resonance energy transfer (FRET), chemiluminescence, bioluminescence, and surface plasmon resonance (SPR) have been employed as manufacturing optical transducers in the fabrication of biosensors (Berezhetsky et al., 2020). In general, biosensors may be divided into three basic groups based on the type of transduction element: optical biosensors, mechanical biosensors, and electrochemical sensors. Many compounds, such as bacterial antigens, toxins, microbial contaminated by-products, or spoilage precursors, could be easily detected using biosensors for the rapid analysis of food quality (Mayer et al., 2020)

2.2 Types of Biosensors

Biosensors are categorized into various groups depending on their working principles. Examples of biosensors include electrochemical, mechanical, biological, acoustic sensors, surface plasmon resonance (SPR), and optical biosensors. Three of the most important biosensors are discussed below

2.2.1 Optical Biosensors

Optical biosensor methods characterized by high sensitivity, simple handling, and rapid detection have been used extensively to identify very large numbers of bacteria (Chen et al., 2020). Optical biosensors enable visualization of microbial activities in food with the naked eye. The alteration in the transduction surface due to cell connection by means of direct binding or ligand identification assists in active analyte detection. Ivnitski et al. (2021) demonstrated that optical biosensors may distinguish microbes in food through either in situ

detection in the refractive index or by means of the thickness that develops as bacterial cells attach to receptors on the transducer surface. The optical biological sensor contains a biodegradable polymer by analytical enzymes secreted by microorganisms during the deterioration of the natural product. As the number of bacteria increases, there is increased secretion of enzymes that cause food degradation, which will be visible with the degradation of the polymer (Dou et al., 2021). Colorimetric, fluorescence, chemiluminescence, and surface plasmon resonance (SPR) are the principal optical techniques employed (Dou et al., 2021).

Alamer et al. (2020) developed an immunoassay with sandwich to diagnose pathogenic bacteria in poultry such as *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, and *Campylobacter jejuni*. Immobilized lactoferrin on a cotton swab was employed to pick up the bacterial contamination on the surface of the chicken, accompanied by a sandwich immunoassay formulated with a different antibody coupled with colored nano-beads. The form and concentration of the present microorganism defined the color and strength of the cotton swab (Dou et al., 2021). Several plant pathogens including the cucumber mosaic virus, *Pantoea stewartii*, plum pox virus, *Prunus necrotic ringspot virus*, citrus tristeza virus, and potato virus (Duan et al., 2020) have already been detected using various optical biosensors. SPR biosensors have been used to successfully identify and detect cowpea mosaic virus, tobacco mosaic virus, lettuce mosaic virus, *Fusarium culmorum*, *Phytophthora infestans*, and *Puccinia striiformis* (Duan et al., 2020).

2.2.2. Electrochemical Biosensors

Electrochemical biosensing techniques are among the most employed platforms for detection of foodborne pathogens (Elliott, et al., 2019). Electrochemical biosensors have been reported to be successful techniques for bacterial detection due to their low cost, accuracy, miniaturization capacity and ability to detect changes directly based on the interaction between the sensor and sample. However, the time required to detect food contamination using electrochemical biosensors has significantly decreased with the advancement of new methods, some of which require as little as 10 min (Dou et al., 2021). Electrochemical biosensors are categorized according to the various electrical signals produced by the existence of targets into impedimetric, potentiometric, amperometric, electrochemiluminescent, voltammetric, and conductometric methods (Bansod et al., 2020).

During the last decade, exponential development in electrochemical biosensors has been observed for analysis of food and beverages and to identify genetically modified organisms (GMOs) in food. Chen and colleagues recently established and developed polyaniline- carbon nanotubes (CNTs) as a redox nanoprobe connected to a signal probe to enhance the electrochemical signal for *Mycobacterium tuberculosis* detection (Bansod et al., 2020).

A single-walled carbon nanotube (SWCNT) biosensor was successfully immobilized with a polyclonal antibody to detect *Yersinia enterocolitica* in Kimchi solutions with a low detection of 4 log CFU/mL. The disposable potentiometric paper-based biosensor was designed to detect of *Salmonella Typhimurium* (Elliott et al., 2019).

In the first step, the combination from ethylenedioxythiophene: polystyrene sulfonate was coated on filter paper. Next, antibodies to the target bacteria were covalently attached to filter paper.

2.2.3. Mechanical Biosensors

Mechanical biosensors can measure a mass sensitive sensor surface deflection because the target analytes will be bonded on the functionalized surface (Mirasoli, 2019). Mechanical biosensors are typically classified into four broad groups according to the sensor-analyte chemical interactions: affinity-based assays, fingerprint assays, separation-based assays, and

spectrometric assays (Najwa, 2020). Quartz crystal microbalance (QCM) is a mechanical biosensor that is widely used due to its capacity to track shifts in mass in sub-nanogram amounts. The change in mass using QCM biosensors is recognized by the resonant frequency of quartz crystal, and this technique is commonly used with extreme sensitivity for quantification of the whole cell of microorganisms (Pan et al., 2021).

Bayramoglu et al. (2021) designed A QCM-aptasensor to isolate and rapid detect *Brucella melitensis* in milk and milk products. The aptamer was immobilized on magnetic nanoparticles and the QCM chip for the quantitative detection of *B. melitensis* with high specificity. The QCM biosensor detection limit for determination of *B. melitensis* was 3 log CFU/mL. Lectins were employed and immobilized as a recognition element on the surface of the QCM chip to detect the foodborne pathogen *Campylobacter jejuni* (Bayramoglu et al. (2021). The limit of detection was 3 log CFU/mL. A modified strategy was utilized to improve the sensitivity of the assay by Masdor et al. (2020) who detected *Campylobacter jejuni* based on the inclusion of antibody conjugated gold nanoparticles.

The limit of detection was enhanced and found to be 2.17 log CFU/mL because the gold nanoparticles exhibited mass amplification effects. Several other studies were successfully employed to develop a novel sensor based on a quartz crystal microbalance with dissipation to detect the most widely spread mycotoxins in red wine called ochratoxin A. The method described here was fast, sensitive, and cost effective, and the analysis time was less than one hour. A limit of detection of 0.16 ng/ml was attained with an excellent linear range between 0.2 and 40 ng/ml (Bayramoglu et al. 2021).

CHAPTER THREE

APPLICATION OF BIOSENSORS FOR FOOD CONTAMINANTS DETECTION

Food safety and quality is closely linked to human health. Food contaminants can originate from a vast of different sources, such as, the inappropriate use of veterinary drugs and pesticides, the formation of mycotoxins and marine toxins, and bacterial contamination. Contaminants, such as, pathogens, toxins, pesticides, and antibiotics contribute to problems (Ricci et al., 2020). The detection and monitoring of these molecules in food can be done by using conventional analytical methods, such as, ultrahigh liquid chromatography/mass spectrometry/mass spectrometry (LC/ MS/MS) and gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS); but they are time consuming, expensive, and require specialized persons. However, biosensors are cheap, fast, and portable detectors, which provide in situ and real-time analysis, without difficult sample preparation (Van Dorst et al., 2010).

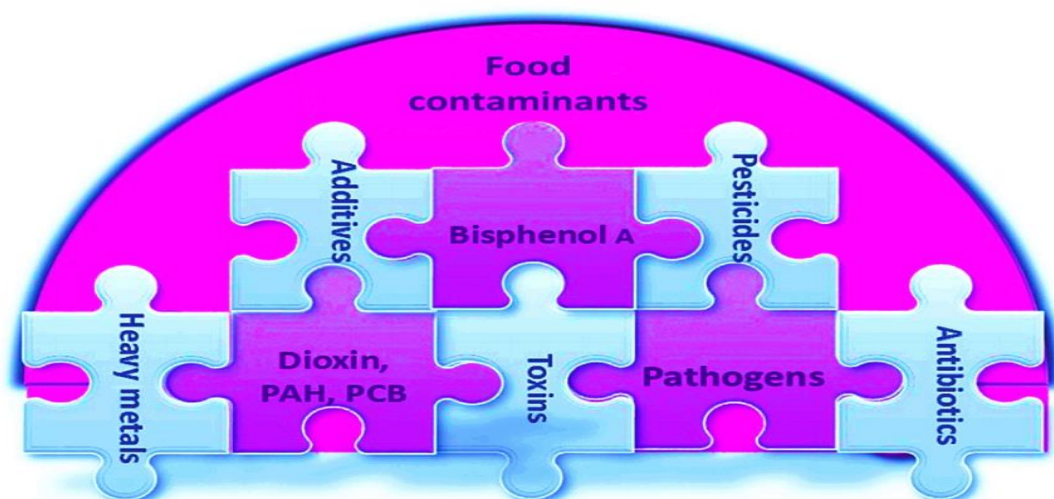


Figure 3.1: Food contaminants.

3.1 Biosensors for Xenobiotic Compounds in Food

3.1.1 Biosensors for Additives in Food

The food industry requires simple, cheap, and rapid analytical methods for the control of chemicals used as preservatives, dyes, and in foodstuffs.

Glutamate is one of the 22 amino acids and is known as monosodium glutamate (monosodium salt) or MSG, which is employed as a flavor or taste enhancer in food (Basu et al., 2020; Batra et al., 2021). They developed amperometric biosensors for MSG detection. Basu et al., 2016 used glutamate dehydrogenase and glutamate oxidase and Basu et al. (2020) used both enzymes for the construction of their biosensors. They found a linear relationship between the current and the glutamate level. They used oxygen electrode, carbonpaste wax electrode, and gold electrode as transducer elements. Due to the high conductivity of gold, it enhances electron transfer and because of this Batra et al. found the lowest detection limit. Basu et al. (2020) and Batra et al. (2021) used their biosensors in foodstuffs, such as, soy sauce, tomato sauce, chicken Thai soup, and tomato soup. They found a good correlation between these values and the values obtained by standard enzymic colorimetric method. Both of these biosensors have a half-life of over 60 days.

Isa and Ghani (2019) developed chemical MSG sensor. They used 2B graphite pencil as an electrode and coated with chitosan for glutamate analysis in foods by using flow-injection analysis. They compared their sensor with high-liquid chromatography (HPLC) method and their sensor was better than the standard method in terms of reliability, simplicity, and cost. Propyl gallate (PG) is a synthetic phenolic antioxidant in foodstuffs and can be found in dehydrated foodstuffs, edible fats, and oils. Morales et al. (2021) developed amperometric PG biosensors. In both biosensors they used tyrosinase as a biorecognition element.

The principle of their biosensors was based on electrochemical oxidation of PG at the graphite–Teflon-composite electrode. Benzoic acid is a preservative that is added to foods and beverages to prevent microbial growth or undesirable chemical changes. However, higher level of benzoic acid is harmful to human health (Shan et al., 2018; Li et al., 2020).

3.1.2 Biosensors for Antibiotics in Food

Most of antibiotics originate from natural sources, as well as, semisynthetic or synthetic molecules. They have been used for treatment of bacterial diseases in humans and animals. When antibiotics are used in excess, it promotes the development of bacterial resistance and leads to a decrease in their efficiency in treating human or animal diseases. Monitoring of

antibiotics is very important for safety of food products for human consumption (Fernández et al., 2020; Wang et al., 2021; Mishra et al., 2021).

The detection of antibiotics and drugs is important for food quality and safety. In new technologies, there is a lack of rapid and sensitive screening of drug residues in foods. Chloramphenicol (CAP) is a broad-spectrum antibiotic, which inhibits the activity of both Gram-positive and Gram-negative bacteria (Yadav et al., 2021). Fernández et al. (2020) developed an optic immunosensor for CAP detection. They used a novel portable six-channel SPR biosensor based on the plasmon of gold-diffraction grating surface. Their optic immunosensor could analyze simultaneously on-site antibiotic residues from three different families of fluoroquinolones, sulfonamides, and phenicols in whole milk samples. The chips are covalently biofunctionalized with haptenized proteins by means of a previously formed mixed self-assembled monolayer (SAM) (two types of mercaptoalkyl reagents containing polyethyleneglycol units). The samples or standards were mixed with specific polyclonal antibodies and applied to the sensor device. Milk samples were analyzed directly without pretreatment procedures.

The aptasensor was evaluated using the standard-addition method of calibration. The results proved that the aptasensor could be used to sense CAP in milk samples.

Xing et al. (2021) developed a multicomponent lateral-flow assay strip on an antibody–antigen interaction for the rapid and simultaneous detection of Pb (II), microcystin–leucine–arginine, CAP, testosterone, and chlorothalonil. These analytes were immobilized in the different test lines on a nitrocellulose (NC) membrane. The related antibodies of these analytes interacted with the interested analytes and no cross contamination was observed. Samples/standards were dropped in the conjugation pad, which included colloidal gold-labelled primary-antibody composites. Then the reaction solution was dropped to the strip. The solution moved up the NC membrane with the aid of the absorbent pad.

The color intensity of the test region was inversely proportional to the level of analyte in the sample. Penicillin antibiotics have been widely used for treating and preventing infectious diseases of animals.

3.1.3 Biosensors for Other Heavy Metals in Food

Heavy metal contamination is a critical threat to human health because these substances are nonbiodegradable. Chouteau et al. (2018) and Berezhetsky et al. (2020) developed conductometric biosensors by using alkaline-phosphatase enzyme as the recognition element. In both of the biosensors, heavy metals act as enzyme inhibitors. Therefore, in the presence of alkaline phosphatase and heavy metals, the reaction induces a change in pH and in conductivity. The change in conductivity was detected with a conductometric transducer (Berezhetsky et al., 2020).

Moyo et al. (2014) developed an enzyme biosensor for Pb_2^+ and Cu_2^+ detection. They immobilized HRP on maize tassel MWCNTs through electrostatic interactions. When heavy metals are introduced into the solution, the catalytic activity and the reduction current of HRP decreases. The decrease in the reduction current was proportional to the concentration of either Pb_2^+ or Cu_2^+ in aqueous solution.

Zaib et al., 2019 developed a novel biosensor based on carbon-paste electrode modified with *P. cruentum* biomass and used for As (III) detection in contaminated water. The ability of the biosensor in the presence of different interfering metal (Na^+ , K^+ , Ca_2^+ , and Mg_2^+) ions was examined. The usability of *P. cruentum*-modified biosensor was tried by using Fe_3^+ , Mn_2^+ , Cd_2^+ , Cu_2^+ , Ni_2^+ , Hg_2^+ , and Pb_2^+ metals as interferents. Tortolini et al. (2014) and Liu et al. (2015) developed a DNA biosensor for Hg (II) detection. The biosensor of Tortolini et al. (2014) was based on the formation of the complex thymine–Hg–thymine (T–Hg–T). Also, Hg_2^+ tended to bind two thymines, generating a T–Hg–T complex with a formation constant

higher than that one of the coupling adenine–thymine, which was used for a selective, fast, and cheap Hg²⁺ monitoring. In the presence of the Hg²⁺ in sample, it led to form of T–Hg–T complex causing an increase of the faradic current, which was detected by squarewave voltammetry.

Liu et al. (2019) used cuprous oxide (Cu₂O) and nanochitosan composites and a thymine-rich ssDNA for the construction of a biosensor and used electrochemical impedance spectroscopy as a detection method. The Cu₂O@NCs modified with DNA showed significant sensitivity in detecting Hg²⁺ compared with pristine Cu₂O and nanochitosan. This behavior led to a high difference in charge-transfer resistance during Hg₂⁺ detection. Li et al., 2018 and Ma et al., 2019 developed optic biosensors for Hg(II) detection. They used graphene quantum dots and CdTe@SiO₂ quantum dots for the construction of their biosensors respectively. Li et al. (2020) found lower detection limit because graphene has high conductivity.

Promphet et al. (2015) fabricated a graphene/polyaniline/polystyrene (G/PANI/PS) nanoporous fiber modified screen-printed carbon electrode (SPCE) for simultaneous determination of lead (Pb₂⁺) and cadmium (Cd₂⁺). Square-wave anodic-stripping voltammetry was employed for the simultaneous determination of Pb₂⁺ and Cd₂⁺ in the presence of bismuth (Bi₃⁺) on G/PANI/PS nanoporous fiber-modified SPCE. Under optimal conditions, the anodic current was directly proportional to metal ion concentration.

3.1.4 Biosensors for Pesticides in Food

Extensive use of pesticides causes a tremendous release of amounts of their residues in the environment, such as, soil, water, and it also affects food safety. Several techniques, such as, HPLC and LC/MS–GC/MS are used for pesticide detection. When compared to these techniques biosensor technologies are preferable because of their minimum cost, high sensitivity, fast response, and easy operation (Zhang et al., 2020).

Acetylcholine esterase (AChE) inhibitionbased electrochemical biosensors are important for the analysis of pesticides, due to their simplicity, rapidity, specificity, and simple sample preparation (Zhang et al., 2019). When AChE is immobilized on the electrode surface, it hydrolyzes acetylthiocholine to thiocholine; thus an irreversible oxidation peak is observed. The increment in the pesticide concentration decreases the oxidation current of thiocholine. Zhang developed an amperometric enzyme biosensor for carbofuran detection and electrodeposited chitosan–Prussian blue–MWCNTs–hollow-gold nanospheres film onto the gold electrode surface, AChE and NF were immobilized onto the film. he used SnO₂ nanoparticles, carboxylic graphene, NF, and chitosan to immobilize AChE on GCE.

Zhou et al. (2013) found lower limit of detection (LOD) than Zhai et al. (2013), because the conductivity of graphene is better than that of MWCNTs.

Zhang et al. (2019) developed an enzyme biosensor for paraoxon- and carbaryl detection and they used organophosphate hydrolase and AChE as biorecognition element. Organophosphate hydrolase (OPH) was recognized as an alternative recognition enzyme the for direct detection of organophosphate. They prepared their biosensor by using electrostatically layer-by-layer assembly technique and bienzyme biosensing system was incorporated electrostatically. Sinha et al. (2019), developed an amperometric enzyme biosensor by using AChE. Zinc oxide, graphite powder, and MWCNTs–poly(benzenamine) (graphite electrode) were used for the construction of the biosensors, respectively. Using graphite powder and graphite electrode decreased LOD as a result of their high conductivity.

Oliveira et al. (2020) developed an enzyme biosensor for carbamate-pesticide monitoring. For the construction their biosensor they immobilized *Trametes versicolor* laccase on graphene-doped carbon-paste electrode modified with Prussian blue films. Their biosensor's principle was based on the laccase-activity inhibition and 4-aminophenol was used as a redox mediator.

They tested their biosensor in tomatoes and potatoes. The accuracy of the biosensor was controlled by the standard-additions method and they found acceptable recoveries and used boron-doped diamond electrode for organophosphorous-pesticide detection. Liu and Wei (2014) prepared their electrode with Platinum-carbon aerogels (Pt-CAs) composite. Pt-CAs composite increased the reactive area of the electrode surface, thus the interfacial resistance decreased and the electron transfer rate enhanced and used honeycomb-like hierarchically ILs ([BSmim] HSO₄)-AuNPs-porous carbon-composite for the construction of their biosensor. Both of them found that the inhibition rate of organophosphorous pesticides were linearly proportional to their concentration. Lindane is a pesticide potentially harmful to environment and human health (Portaccio et al., 2020; Yin et al., 2020).

Rodriguez et al. (2020) used *Streptomyces* strain M7 (SM7), which was capable of growing in the presence of organochlorine pesticides (OCPs). SM7 used lindane as a carbon source. Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) was used as the transduction method. Bacterial activity was measured by the impedance changes produced in the cells due to lindane removal from the culture medium. This proposed label-free impedimetric biosensor detected lindane without sample pretreatment. Fenvalerate is a pyrethroid insecticide for several insect pests including Diptera larvae, Hemitera, and Lepidoptera. It is commonly used to prevent and control of pests in cotton, vegetables, corn, tea, fruit trees, and other crops and developed an impedimetric immunosensor for fenvalerate detection. To construct their biosensor, the electrode was modified with chitosan and then fenvalerate antibodies crosslinked on the GCE with glutaraldehyde. When interaction between antifenvalerate antibodies and fenvalerate occurred, the electron transfer resistance increased.

The change of resistance was proportional to the logarithm of the fenvalerate concentration. For real sample analysis they used tea and their results were consistent with GC-MS results.

3.1.5 Biosensors for Other Xenobiotic Compounds in Food

Dioxins, dioxin-like polychlorinated biphenyls (DL-PCBs), polychlorinated biphenyls (PCBs), and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are other xenobiotic compounds in food. Dioxins and DL-PCBs are hazardous, toxic, prevalent, and persistent chemical compounds. These compounds originate from the environment and enter into the food chain (Chobtang et al., 2019). Tsutsumi et al. (2018) developed an optic biosensor immunoassay (BIA) for DL-PCBs and they used a surface plasmon resonance (SPR) sensor (Biacore 3000) as the transducer. Their immunosensor measured 2,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl (PCB 118) specifically. For real-sample analysis they used fish because DLPCB isomer is found mostly in fish. PCBs are highly persistent organic compounds and they are slightly soluble in water. They enter into the food chain and affect adversely the health of human and animals and developed an immunosensor for aroclor detection. Anti-PCB antibodies were directly attached onto disposable SPCE. A competition between the PCBs presents in the sample and a fixed concentration of an alkaline phosphatase-labelled PCB occurred aroclor was determined by electrochemical detection.

Gavlasova et al. (2018) developed whole-cell optic biosensor for semiquantitative detection of PCBs. Their biosensor was based on the formation of yellow meta-ring fission products by silica entrapped cells. For the construction of the whole cell biosensor, *Pseudomonas* spp. P2 immobilized in a silica matrix which contained biphenyl. They compared the results of their biosensor with GC-ECD (Gas Chromatography – Electron Capture Detector) results and they found no differences between the results.

Ni et al. (2020) used hemin, graphene, and NF for the construction of their biosensor. They found that the hemin/NF-graphene/GCE was a viable platform for the immobilization of DNA. This DNA biosensor was treated separately in BaP, H₂O₂, and in their mixture. In amperometric measurements there was an apparent oxidation peak after the electrode was immersed in H₂O₂. In the presence of this, hemin mimicked cytochrome P450 to metabolize

BaP, and as a result its metabolites were determined. The DNA damage was induced by this metabolite. Also in this study they demonstrated that this model system could successfully metabolize the BaP PAH molecule into its ultimate carcinogenic form, which facilitated the explanation of the mechanism of the DNA damage induced by BaP. Subsequently, in their indirect-amperometric method for the analysis of BaP, an aqueous solution was developed based on the linear changes of anodic current of guanine as a function of the BaP concentration (Ni et al., 2020).

3.1.6 Biosensor for Toxins in Food

Mycotoxins are toxic secondary metabolites produced by several species of fungi, such as, *Aspergillus*, *Fusarium*, and *Penicillium*. They occur during the growth of the plant or after harvesting. The temperature and humidity of storage is important for the growth of mycotoxins. The consumption of plants that include mycotoxins introduces these mycotoxins into the human food chain (Panini et al., 2021). Methods, such as, HPLC, LC–tandem MS, immune chromatographic strips, molecularly imprinted polymer solid-phase extraction, and ELISA have been proposed. However, these laboratory techniques require either sophisticated instrumentation or highly qualified personnel to be employed. Therefore, the development of a convenient, rapid, and low cost analytical method for mycotoxin detection is important (Liu et al., 2019).

Zearalenone (ZEN) is a nonsteroidal estrogenic mycotoxin biosynthesized by a variety of *Fusarium* fungi. ZEN is found mostly feed and food causing severe risk to animals and humans (Liu et al., 2014). They developed a label-free amperometric immunosensor for the detection of ZEN. Their immunosensor was based on mesoporous carbon (MC) and trimetallic nanorattles [Au-core and AgPt-shell structure (Au@AgPt)]. The Au@AgPt nanorattles were loaded onto the MC by physical adsorption. Panini et al. (2011) fabricated a microfluidic immunoassay for ZEN detection. Their immunoassay was based on a competitive direct immunoassay and anti-ZEN primary antibodies were immobilized on magnetic microspheres 3-aminopropyl-modified gold electrode. Their detection limits were between 1.7 ng/L to 0.41 µg/L. Due to the high electron transfer rate of Au@AgPt nanorattles and its large surface area, suitable pore arrangement and high conductivity of MC, and found a lower detection limit. The International Agency for Research on Cancer has categorized aflatoxin B1 as a group 1 human carcinogen and aflatoxins G1, G2, and B2 as group two possible human carcinogens. These toxins are carcinogenic, mutagenic, and teratogenic. Aflatoxin B1 (AFB1) enters the food chain with consumption of foods including aflatoxins (Li et al., 2020).

Bacher et al. (2020) developed an impedimetric immunosensor for AFM1 detection. Bacher et al. (2012) used silver-wire electrode and 11-mercaptoundecanoic acid for SAM for the construction of their biosensor used colloidal gold- and silver electrodeposition on screen-printed electrode for the construction of their biosensor. Both of the researchers used monoclonal antibody for AFM1 detection. The antigen–antibody interaction was calculated by monitoring impedance. Sterigmatocystin (ST) is a precursor of AFB1 (Yao et al., 2006). Yao et al. (2006) and Chen et al. (2010) developed an amperometric enzyme biosensor for ST detection. Aflatoxin–detoxifzyme and AFO were used as biorecognition biomolecules in the fabrication of their biosensors, respectively. He used MWCNTs and chitosan–SWCNTs for the immobilization of enzymes. Ochratoxin A (OTA) is a mycotoxin produced by several *Aspergillus* and *Penicillium* species, which occurs in growth period or during storage. Using CNTs in biosensor construction resulted in increased electroactive surface area and enhanced electron transport. Perotta et al. (2012) used protein G-functionalized magnetic beads (MBs) for the construction of their biosensor. Magnetic beads provided a solid matrix for immobilization of anti-OTA antibodies and OTA and for their interaction.

Zhu et al. (2019) used streptavidin protein as a crosslinker, immobilized onto the surface of a sensor chip, and the biotin aptamer was captured through streptavidin–biotin interaction. Patulin is a mycotoxin produced by the *Penicillium expansum*, *Aspergillus*, *Penicillium*, and *Paecilomyces* fungal species. They developed a competitive immunoassay for patulin detection. The detection method is based on SPR and laser beam–induced interactions between probe and target molecules in the vicinity of gold surface of the biochip leading to the shift in resonance conditions and consequently to slight but easily detectable change of reflectivity. He developed a piezoelectric biosensor for patulin detection. Oriented antibodies were tethered onto the gold surface of a quartz crystal microbalance through the photonics immobilization technique. Fumonisin (FB), are produced by *Fusarium* species mostly affect corn and other agricultural products (Mirasoli et al., 2019).

3.1.7 Biosensors for Pathogens in Food

There are five primary bacterial pathogens found in food, which include *Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli* O157, *Listeria monocytogenes*, and *Clostridium perfringens*. The detection of pathogenic microorganism contamination in food and water has an important role for ensuring food safety, security and public health.

Several different procedures such as polymerase chain reaction (PCR), ELISA, and flow cytometry have been used so far in literature (Wang et al., 2020). *E. coli* O157:H7 is one of the most dangerous foodborne pathogenic bacteria and it can cause severe, sometimes life-threatening illness. *Enterobacter sakazakii* is a pathogen, and it can cause life threatening disease. Duo et al. (2013) developed an electrochemical immunosensor for *E. coli* O157:H7 and *E. sakazakii* detection using carbon screen-printed low-density arrays. MWCNTs/sodium alginate/carboxymethyl chitosan-composite films were immobilized on the screen-printed electrodes to increase the sensitivity of the working electrode. HRP-labelled antibodies of two bacteria were immobilized on different parts of screen-printed electrode. In order to detect the specificity of the immunosensor for *E. sakazakii* and *E. coli* O157:H7, they used five kinds of foodborne pathogenic bacteria (*E. coli*, *Salmonella pullorum*, *Shigella flexneri*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, and *S. aureus*). They reported that the crossreactivity at the electrode did not occur and this immunosensor was able to detect two pathogenic bacteria together without crosscontamination.

The reproducibility of the immunosensor was tested by using 10-replicate determinations. The RSD of *E. sakazakii* and *E. coli* O157:H7 was 6.50% and 6.68%, respectively. These results represented that the immunosensor had acceptable precision and fabrication reproducibility.

Duan et al. (2019) developed a fluorescent aptasensor based on the AccuBlue dye for the detection of pathogenic bacteria. The sensor consisted of AccuBlue, an aptamer strand, and its complementary strand (cDNA). They fabricated two models for *Vibrio parahaemolyticus* and *Salmonella typhimurium* detection. One is the “signal on” model. In this model the aptamer was first bound to the target and cDNA and AccuBlue were added, the cDNA was hybridized with the free unreacted aptamer, and as a result a double-stranded DNA (dsDNA) duplex was formed. Thus this hybridization enabled AccuBlue to get into the dsDNA and exhibit significantly increased fluorescence intensity. The other is “signal off” model. In this model the aptamer was hybridized with cDNA. Addition of AccuBlue increased the fluorescence intensity. When the target was added, the aptamer was bound to the target and the cDNA detached from the dsDNA duplex and fluorescence intensity decreased. *L. monocytogenes* (LM) is a Gram-positive pathogen that causes serious disease. It contaminates many food products, such as, meats, milk, cheese, ice cream, and raw vegetables.

Cheng et al. (2014) developed a novel electrochemical immunosensor by SAM-modified gold electrodes for the detection of LM. Mouse monoclonal antibody of LM was immobilized on the SAM through a stable acyl-amino ester intermediate. Then, a direct sandwich format was developed, in which a polyclonal antibody for LM was conjugated to HRP as the enzyme label. In the presence of H₂O₂, HRP catalyzed the oxidation of thionine, whose back electrochemical reduction was detected on a gold electrode and the response current was proportional with LM concentration. *S. aureus*, *E. coli* O157:H7, *Shigella*, *Salmonella*, and *L. monocytogenes* were used to evaluate the specificity of the immunosensor system. There were 0.7%, 10.6%, 0.8%, and 27.5% cross reactions for *S. aureus*, *Salmonella*, *Shigella*, *E. coli* O157:H7, respectively. For real sample analysis they used milk. First, cultured *L. monocytogenes* cells were inoculated into milk at different concentrations.

Then, the immunosensor was applied to detect the contaminated milk. They found that the concentration of *L. monocytogenes* in milk was consistent with the results obtained from the plate count method.

3.2 Roles and Importance of Using Biosensors in The Food Industry

The food industry looks for cheap, easy analytical methods for checking the safety and quality control of foods. In a word, the determination of chemical and biological contaminants is essential for food safety and public health. There are many scientific publications on biosensors for food industries; however, only a few biosensors are commercially available and most of them determine glucose and lactic acid. Commercial biosensors provide important solutions for food analysis in terms of specificity and time saving (Bahadır and Sezgintürk, 2021).

Following are generic benefits or advantages of Biosensors. The benefits may vary based on specific biosensor technology, biosensor types, their applications and implementation methodologies.

- Biosensors offer high sensitivity which enables detection and quantification of low concentrations of analytes or subtle changes in biomolecular interactions.
- Biosensors offer high selectivity so that it can detect and measure desired target analytes while minimizing interference from other components in the test and measurement of complex samples.
- Biosensors offer rapid response times which allows quick and real time measurements of biological processes or analytes.
- They are designed to be portable and compact in size. This makes them suitable for wearable devices, on-site testing and on spot diagnostics.
- Some biosensors allow simultaneous detection of multiple analytes which enables parallel analysis in single measurement.
- Biosensors require small amount of volume for testing compare to traditional lab techniques. This reduces the need for large amount of sample collection and minimizes waste.
- Biosensor platforms can be adapted to detect wide range of analytes which include small molecules, nucleic acids, proteins, cells etc. This makes them versatile for various applications.

3.3 Limitation of Biosensors

Following are limitations or drawbacks or disadvantages of Biosensors. The researchers and companies are continuously working to address these limitations to improve biosensor performance, reliability and its usability for various applications.

- Biosensors measurement are susceptible to interference or matrix effects caused by components present in the complex samples under testing. This affects their accuracy and specificity.

- Biosensor performance can be affected due to environmental factors such as temperature, pH, humidity or Electro Magnetic (EM) fields which requires careful compensation.
- Some biosensors have limited life span due to device degradation, sensor drift and requirement of component replacements.
- Biosensors require regular calibration and monitoring to maintain accuracy and stability over time.
- Some biosensors are expensive as they require specialized equipments, materials or expertise for their development and maintenance.

CHAPTER FOUR

4.0 Conclusions and Future Perspectives

This chapter has highlighted the applications of biosensors for microbiological and chemical contaminants in food. Examples of electrochemical, optic, and piezoelectric techniques have been described and the three types of biosensors that appear in the literature have been taken into consideration. A range of molecules with biorecognition properties has been used as sensing elements in biosensors. There are many different ways to combine a new biosensor for food contaminant detection. The global market of food analysis requires a reliable, cheap method for evaluating food quality and safety. Biosensors are suitable for improving food diagnostics in terms of quality control. They play a vital role as powerful analytical devices in food industry, providing fast, cost-effective, high sensitivity, and specificity in measurements. Among these developed biosensors for food contaminant analysis, only a few of them are commercially available and they are primarily used to determine glucose and lactic acid. Commercial biosensors will be useful for analysis of food quality control parameters, such as, additives, toxins, and pathogens detection. In the coming years the use of commercial biosensors is expected to spread in the food industry.

REFERENCES

- Alarcón, S.H., Palleschi, G., Compagnone, D., Pascale, M., Visconti, A. and Barna-Vetr, I. (2020). Monoclonal antibody-based electrochemical immunosensor for the determination of ochratoxin A in wheat. *Talanta* 69, 1031–1037.
- Alarcón, S.H., Palleschi, G., Compagnone, D., Pascale, M., Visconti, A. and Barna-Vetr, I. (2020). Monoclonal antibody-based electrochemical immunosensor for the determination of Pathogens. *Talanta* 69, 1031–1037.
- Alibolandia, M., Hadizadeh, F., Vajhedin, F., Abnous, K. and Ramezani, M. (2021). Design and fabrication of an aptasensor for chloramphenicol based on energy transfer of CdTe quantum dots to graphene oxide sheet. *Material of Science and England*. 48, 611–619.
- Alkasir, R.S.J., Ganesana, M., Won, Y., Stanciu, L. and Andreescu, S., (2020). Enzyme functionalized nanoparticles for electrochemical biosensors: a comparative study with applications for the detection of bisphenol A. *Biosensor and Bioelectronics*. 26, 43–49. 328.
- Alamer, I.M. and Apetrei, C. (2019). Amperometric biosensor based on polypyrrole and tyrosinase for the detection of tyramine in food samples. *Sensitive Actuator*. B 178, 40–46.
- Apetrei, I.M. and Apetrei, C. (2019). Amperometric biosensor based on polypyrrole and tyrosinase for the detection of tyramine in food samples. *Sensitive Actuator*. B 178, 40–46.
- Ayenimo, J.G. and Adeloju, S.B. (2021). Inhibitive potentiometric detection of trace metals with ultrathin polypyrrole glucose oxidase biosensor. *Journal of Talanta* 137, 62–70.
- Bacher, G., Pal, S., Kanungo, L. and Bhand, S. (2022). A label-free silver wire based impedimetric immunosensor for detection of aflatoxin M1 in milk. *Sensitive Actuator of Biosensor* 168, 223–230.

- Bahadır, E.B. and Sezgintürk, M.K. (2021). Electrochemical biosensors for hormone analyses. *Biosensor and Bioelectronics*. 68, 62–67.
- Bahmani, B., Moztarzadeh, F., Rabiee, M. and Tahriri, M. (2019). Development of an electrochemical sulfite biosensor by immobilization of sulfite oxidase on conducting polyaniline film. *Syntax and Materials* 160, 2653–2657.
- Barbosa, J.; Bansod, U.; Albano, H.; Silva, C.P. and Teixeira, P. (2019). Microbiological contamination of reusable plastic bags for food transportation. *Food Control*, 99, 158–163.
- Basu, A.K., Chattopadhyay, P., Roychudhuri, U. and Chakraborty, R. (2019). Biosensor of *Bioelectronics*. 21, 1968–1972.
- Bayramoglu, B., Kumari, S. and Pundir, S.S. (2021). Construction of glutamate biosensor based on covalent immobilization of glutamate oxidase on polypyrrole nanoparticles/polyaniline modified gold electrode. *Enzyme Microbes and Technology*. 57, 69–77.
- Berezhetsky, A.L., Sosovska, O.F., Durrieu, C., Chovelon, J.M., Dzyadevych, S.V. and Tran-Minh, C. (2018). Alkaline phosphatase conductometric biosensor for heavy-metal ions determination. *ITBM-RBM* 29, 136–140.
- Boujday, S., Nasri, S., Salmain, M., and Pradier, C., (2018). Surface IR immunosensors for label-free detection of benzo[a]pyrene. *Biosensor of Bioelectronics*. 26, 1750–1754.
- Chatterjee, A. and Abraham, J. (2018). Microbial contamination, prevention, and early detection in food industry. In *Microbial Contamination and Food Degradation*; Academic Press: Cambridge, 21–47.
- Chauhan, R., Solanki, P.R., Singh, J., Mukherjee, I., Basu, T. and Malhotra, B.D. (2021). A novel electrochemical piezoelectric label free immunosensor for aflatoxin B1 detection in groundnut. *Food Control* 52, 60–70.
- Chen, H., Mousty, C., Chen, L. and Cosnier, S. (2018). A new approach for nitrite determination based on a HRP/catalase biosensor. *Material of Science and Engineering*. 28, 726–730.
- Chen, J., Liu, D., Li, S. and Yao, D. (2022). Development of an amperometric enzyme electrode biosensor for sterigmatocystin detection. *Enzyme Microbiology and Technology*. 47, 119–126.
- Deng, P., Xu, Z. and Kuang, Y. (2016). Electrochemical determination of bisphenol A in plastic bottled drinking water and canned beverages using a molecularly imprinted chitosan-graphene composite film modified electrode. *Food Chemistry*. 157, 490–497.
- Dinçkaya, E., Sezgintürk, M.K., Akyılmaz, E. and Ertas, F.N. (2017). Sulfite determination using sulfite oxidase biosensor based glassy carbon electrode coated with thin mercury film. *Food Chemistry*, 101, 1540–1544.
- Dorst, R., Shih, H. and Lee, S. (2019). Sol-gel-derived array DNA biosensor for the detection of polycyclic aromatic hydrocarbons in water and biological samples. *Sensors and Actuator of Biosensors*. 111, 323–330.
- Dou, W., Tang, W. and Zhao, G. (2021). A disposable electrochemical immunosensor arrays using 4-channel screen-printed carbon electrode for simultaneous detection of *Escherichia coli* O157:H7 and *Enterobacter sakazakii*. *Electrochimistry and Acted* 97, 79–85.
- Du, Y., Gao, X., Ye, X., Zheng, Z., Feng, Q., Wang, C. and Wu, K. (2021). Composition and architecture-engineered Au-SnO₂/GNs-SWCNTs nanocomposites as ultrasensitive and robust electrochemical sensor for antioxidant additives in foods. *Actuator of Biosensors*. 203, 926–934.
- Duan, N., Wu, S., Ma, X., Xia, Y. and Wang, Z. (2020). A universal fluorescent aptasensor based on AccuBlue dye for the detection of pathogenic bacteria. *Journal Analytical Biochemistry*. 454, 1–6.

- Elliott, C.T., Redshaw, C.H., George, S.E. and Campbell, K. (2019). First development and characterisation of polyclonal and monoclonal antibodies to the emerging fresh water toxin cylindrospermopsin. *Harmful Algae* 24, 10–19.
- Ensafi, A.A., Rezaei, B., Amini, M. and Heydari-Bafrooei, E. (2018). A novel sensitive DNA–biosensor for detection of a carcinogen, Sudan II, using electrochemically treated pencil graphite electrode by voltammetric methods. *Talanta* 88, 244–251.
- Fernández, F., Hegnerová, K., Piliarik, M., Sanchez-Baeza, F., Homola, J., and Marco, M., (2021). A label-free and portable multichannel surface plasmon resonance immunosensor for on-site analysis of antibiotics in milk samples. *Biosensor and Bioelectronics*. 26, 1231–1238.
- Forsythe, S.J. (2020). *The Microbiology of Safe Food*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2020. *Biosensors*, 10, 58:14
- Funari, R., Ventura, B.D., Carrieri, R., Morra, L., Lahoz, E., Gesuele, F., Altucci, C. and Velotta, R. (2018). Detection of parathion and patulin by quartz-crystal microbalance functionalized by the photonics immobilization technique. *Biosensor and Bioelectronics*. 67, 224–229.
- Gavlasova, P., Kuncova, G., Kochankova, L. and Mackova, M. (2018). Whole cell biosensor for polychlorinated biphenyl analysis based on optical detection. *International Journal of Biodeterioration*. 62, 304–312.
- Gavrilova, M.A., Slepchenko, G.B., Mikheeva, E.V. and Derybina, V.I. (2014). Voltammetric determination of aflatoxin B1. *Procedia Chemistry*. 10, 114–119.
- Ghana, M.E., Carvalho, R.C., Amine, A. and Brett, C.M.A. (2013). Glucose oxidase enzyme inhibition sensors for heavy metals at carbon film electrodes modified with cobalt or copper hexacyanoferrate. *Sens. Actuat. B* 178, 270–278.
- Gursoy, D. (2019). Foodborne illnesses: An overview of hospitality operations liability. *Journal of Hospitality.*, 1, 41–49.
- Karaseva, N.A. and Ermolaeva, T.N. (2014). Piezoelectric immunosensors for the detection of individual antibiotics and the total content of penicillin antibiotics in foodstuffs. *Talanta* 120, 312–317.
- Kaushik, A., Solanki, P.R., Pandey, M.K., Kaneto, K., Ahmad, S. and Malhotra, B.D. (2019). Carbon nanotubes–chitosan nanobiocomposite for immunosensor. *Thin Solid Films* 519, 1160–1166.
- Kesik, M., Kanik, F.E., Turan, J., Kolb, M., Timur, S., Bahadir, M. and Toppare, L. (2014). An acetylcholinesterase biosensor based on a conducting polymer using multiwalled carbon nanotubes for amperometric detection of organophosphorous pesticides. *Sens. Actuat. B* 205, 39–49.
- Khaled, E., Kamel, M.S., Hassan, H.N.A., Abdel-Gawad, H. and Aboul-Enein, H.Y. (2014). Performance of a portable biosensor for the analysis of ethion residues. *Talanta* 119, 467–472.
- Kim, C., Lee, L., Min, J., Lim, M. and Jeong, S. (2014). An indirect competitive assay-based aptasensor for detection of oxytetracycline in milk. *Biosensor and Bioelectronics*. 51, 426–430.
- Kim, G., Moon, J., Moh, C. and Lim, J. (2017). A microfluidic nano-biosensor for the detection of pathogenic Salmonella. *Biosens. Bioelectron.* 67, 243–247.
- Lanzone, V., Scarano, S., Del Carlo, M., Corrado, F., Esposito, M., Minunni, M. and Compagnone, D. (2018). Sensing benzo[a]pyrene-DNA adducts formation via decrease of hybridization reaction. *Sens. Actuat. B* 179, 187–193.
- Laschi, S., Mascini, M., Scortichini, G., Fraňek, M. and Mascini, M. (2020). Polychlorinated biphenyls (PCBs) detection in food samples using an electrochemical immunosensor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 26, 1816–1822.

- Li, S., Chen, J., Cao, H., Yao, D. and Liu, D. (2019). Amperometric biosensor for aflatoxin B1 based on aflatoxin-oxidase immobilized on multiwalled carbon nanotubes. *Food Control* 22, 43–49.
- Li, S., Tan, Y., Wang, P., and Ka, J., (2019). Inhibition of benzoic acid on the polyaniline–polyphenol oxidase biosensor. *Sensors and Actuate. B144*, 18–22.
- Li, Y., Zhou, Y., Lu, S., Guo, D., Ren, H., Meng, X., Zhi, B., Lin, C., Wang, Z., Li, X. and Liu, Z. (2018). Development of a one-step test strip for rapid screening of fumonisins B1, B2, and B3 in maize. *Food Control* 24, 72–77.
- Li, Z., Wang, Y., Ni, Y., and Kokot, S., (2015). A rapid and label-free dual detection of Hg (II) and cysteine with the use of fluorescence switching of graphene quantum dots. *Sensors and Actuate. B 207*, 490–497.
- Mishra, P.S.; Slutsker, L.; Dietz, V.; McCaig, L.F.; Bresee, J.S.; Shapiro, C. Tauxe, R.V. (2019) Food-related illness and death in the United States. *Emerged Infectious Diseases*, 5, 607.
- Mei, Z., Qu, W., Deng, Y., Chu, H., Cao, J., Xue, F., Zheng, L., El-Nezamic, H.S., Wu, Y. and Chen, W. (2013). One-step signal amplified lateralflow strip biosensor for ultrasensitive and on-site detection of bisphenol A (BPA) in aqueous samples. *Biosensor and Bioelectronics*. 49, 457–461.
- Meneely, J.P., Campbell, K., Greef, C., Lochhead, M.J. and Elliott, C.T. (2013). Development and validation of an ultrasensitive fluorescence planar waveguide biosensor for the detection of paralytic shellfish toxins in marine algae. *Biosensor and Bioelectronics*. 41, 691–697.
- Meng, X., Wei, J., Ren, X., Ren, J. and Tang, F. (2017). A simple and sensitive fluorescence biosensor for detection of organophosphorus pesticides using H₂ O₂ -sensitive quantum dots/bi-enzyme. *Biosensor Bioelectronics*. 47, 402–407.
- Micheli, L., Grecco, R., Badaea, M., Moscone, D. and Palleschi, G. (2019). An electrochemical immunosensor for aflatoxin M1 determination in milk using screen-printed electrodes. *Biosensor and Bioelectronics*. 21, 588–596.
- Morales, M., Buragina, A., Dolci, L.S., Simoni, P., Anfossi, L., Giraudi, G. and Roda, A. (2017). Chemiluminescence-based biosensor for fumonisins quantitative detection in maize samples. *Biosensor and Bioelectronics*. 32, 283–287.
- Najwa, B.O., Idriss, B., Georges, I., Ihya, A., Elhabib, A., Régis, R. and Thierry, N. (2014). Enzymatic biosensor associated with molecularly imprinted polymers for sensitive and selective detection of organophosphorus insecticides in olive oil. *Sci. Innov.* 2 (6–1), 1–6.
- Nakao, J.H.; Talkington, D.; Bopp, C.A.; Besser, J.; Sanchez, M.L. and Guarisco, J. (2018). Xavier, K. Unusually high illness severity and short incubation periods in two foodborne outbreaks of Salmonella Heidelberg infections with potential coincident Staphylococcus aureus intoxication. *Epidemiological Infection*, 146, 19–27.
- Nedelkov, D., Rasooly, A. and Nelson, R.W. (2020). Multitoxin biosensor–mass spectrometry analysis: a new approach for rapid, real-time, sensitive analysis of staphylococcal toxins in food. *International Journal of Food Microbiology*. 60, 1–13.
- Pan, D., Gu, Y., Lan, H., Sun, Y. and Gao, H. (2019). Functional graphene-gold nanocomposite fabricated electrochemical biosensor for direct and rapid detection of bisphenol A. *Analytical Chemistry and Acta* 853, 297–302.
- Paniel, N., Radoi, A. and Marty, J. (2021). Development of an electrochemical biosensor for the detection of aflatoxin M1 in milk. *Sensors* 10, 9439–9448.
- Rajapaksha, P.; Elbourne, A.; Gangadoo, S.; Brown, R.; Cozzolino, D. and Chapman, J. (2019). A review of methods for the detection of pathogenic microorganisms. *Analyst*, 144, 396–411.

- Randhawa, M.A.; Asghar, A.; Nadeem, M. and Ahmad. (2018) N. Food Safety: Benefits of Contamination Control on Consumers' Health. In Food Safety and Preservation; Academic Press: Cambridge, MA, USA; pp. 13–38.
- Ricci, Y.; Elbourne, A.; Gangadoo, S.; Brown, R.; Cozzolino, D. and Chapman, J. (2019). A review of methods for the detection of pathogenic microorganisms. *Analyst*, 144, 396–411.
- Sankarankutty, K.M. (2020). Biosensors and their applications for ensuring food safety. *Global Journal of Pathogenic Microbiology*, 2, 15–21.
- Shan, A. and Marty, J. (2021). Development of an electrochemical biosensor for the detection of aflatoxin M1 in milk. *Sensors* 10, 49–58.
- Tsutsumi, T., Miyoshi, N., Sasaki, K. and Maitani, T. (2018). Biosensor immunoassay for the screening of dioxin-like polychlorinated biphenyls in retail fish. *Analytical Chemistry and Acta*. 617, 177–183.
- Tuoro, D.D., Portaccio, M., Lepore, M., Arduini, F., Moscone, D., Bencivenga, U. and Mita, D.G. (2018). An acetylcholinesterase biosensor for determination of low concentrations of Paraoxon and Dichlorvos. *N. Biotechnol.* 29, 132–138.
- Unnikrishnan, B., Ru, P., Chen, S. and Mani, V. (2019). Nitrite determination at electrochemically synthesized polydiphenylamine-Pt composite modified glassy carbon electrode. *Sens. Actuat. B* 177, 887–892.
- Yao, H.M. and Shang, K.M. (2020). Biosensors and their applications for ensuring food safety. *Global Journal of Pathogenic Microbiology*, 2, 15.
- Yadav, E.S.; Kal, M.M. (2021). Biosensors and their applications for ensuring food safety. *Global Journal of Pathogenic Microbiology*, 9, 17
- Wang, W.; Wang, Y.; Lin, L.; Song, Y. and Yang, C.J. (2019). A tridecaptin-based fluorescent probe for differential staining of Gram-negative bacteria. *Bioanalyses and Chemistry*, 411, 4017–4023.

SÜT SIĞIRI İŞLETMELERİNDE SAĞIM HİJYENİN SÜTTE KALINTI SORUNU ÜZERİNE ETKİLERİ

THE EFFECTS OF MILKING HYGIENE ON RESIDUE ISSUES IN DAIRY CATTLE ENTERPRISES

Gül Banu ÇİÇEK BİDECI

Dr.Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Kastamonu İl Tarım ve Orman Müdürlüğü,
Kastamonu, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6180-3788>

ÖZET

Süt ve süt ürünleri, insan beslenmesinde hayati bir öneme sahip olup, tüm insanlar için yaşamlarının ilk yılından itibaren gereklidir. Ancak, bu temel gıda, birçok kalıntı maddesini içerebilir. Bu kalıntı maddeleri arasında, çeşitli kimyasal kalıntılar, özellikle antibiyotikler, hormonlar, pestisitler, mikotoksinler ve dioksinler gibi veteriner ilaçları yer alır. Tüm bu kalıntıların, insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri vardır. Halk sağlığı açısından, bu kimyasal kalıntıların varlığı, potansiyel bir tehlike oluşturmaktadır. Süt işletmelerinde, etkin temizlik ve dezenfeksiyon sistemlerinin uygulanması, hem ürün kalitesini artırmakta hem de halk sağlığı için potansiyel riskleri azaltmaktadır. Bu derlemede, süt ve süt ürünlerinde kimyasal kalıntıların kaynağı ve bu kalıntıların kontrol altına alınması, yasal düzenlemeler, sağım hijyenin önemi ve sağım hijyeni ile kalıntıların önlenmesi, ele alınmıştır. Süt işletmelerinde uygulanan sağım işlemleri ve yöntemleri, çiğ sütün kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Ön sağımın gerçekleştirilmesi, sağım öncesi ve sonrası meme başlarında dezenfektan kullanımı ile işletmelerin merkezi sağım sistemine geçişi, daha kaliteli çiğ süt elde etmek açısından faydalı olacaktır. Bir sürünün meme sağlığını ve süt kalitesini belirleyen en önemli faktörler, mastitis, tank sütündeki somatik hücre sayısı ve toplam bakteri sayısıdır. Özellikle mastitis tedavisinde kullanılan ilaçlar ve hayvan sağlığına yönelik ilaçlar, halk sağlığını tehdit ederek, sütte antibiyotik kalıntısı riskini oluşturur. Süt sığırcılığı işletmelerinde süt hijyenine yeterince dikkat edildiğinde, sütteki kalıntı sorunları da büyük ölçüde çözülmüş olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sağım Hijyeni, Kalıntı, Halk Sağlığı.

ABSTRACT

Milk and dairy products play a vital role in human nutrition and are essential for everyone from the first year of life. However, this basic food can contain various residues. These residues include various chemical contaminants, particularly veterinary drugs such as antibiotics, hormones, pesticides, mycotoxins, and dioxins. All these residues have negative effects on human health. The presence of these chemical contaminants poses a potential risk to public health. Implementing effective cleaning and disinfection systems in dairy enterprises enhances product quality and reduces potential health risks. This review addresses the sources of chemical residues in milk and dairy products, their control through legal regulations, the importance of milking hygiene, and the prevention of residues. The milking practices and methods applied in dairy farms significantly affect the quality of raw milk. Performing pre-milking procedures, using disinfectants on the teats before and after milking, and transitioning to a central milking system will contribute to obtaining higher quality raw milk. The most important factors determining a herd's udder health and milk quality are mastitis, the somatic

cell count in tank milk, and the total bacterial count. Particularly, medications used for mastitis treatment and those aimed at animal health pose risks to public health by increasing the risk of antibiotic residues in milk. When sufficient attention is paid to milk hygiene in dairy farming, the problems related to residues in milk can be largely resolved.

Keywords: Milking Hygiene, Residues, Public Health.

GİRİŞ

Süt, dişi memelilerin süt bezlerinden salgılanan bir sıvıdır ve hayatı sürdürüebilmek için gereken hemen hemen tüm besin maddelerini içerir. İnsanlar tarih boyunca, keçi, koyun ve inek sütünü gıda olarak kullanmıştır. Günümüzde "süt" terimi genellikle inek sütü ile eşanlamlı hale gelmiştir; diğer hayvanların sütleri ise ticari olarak sağlandığında, örneğin koyun sütü veya keçi sütü olarak belirtilmektedir. Süt, insan beslenmesinde önemli mikro ve makro besin kaynakları sağlayarak, dünya genelinde yaygın olarak tüketilen bu gıda ürününe sağlığa faydalı özellikler kazandırmaktadır [1,2]. Küresel süt üretiminin büyük kısmını (%81) inek sütü oluşturmakta olup, önümüzdeki on yıl içinde, başlıca tarımsal ürünlerden daha hızlı bir büyüme göstermesi beklenmektedir [3]. Almanya'da, seçici yetiştirme ve yem iyileştirmeleri sayesinde inek başına yıllık süt verimi sürekli artış göstermiştir. 1812 yılında süt verimi 1260 kg iken, 1926'da bu rakam 2163 kg'a, 1970 yılında ise 3800 kg'a ulaşmıştır. 1977'de 4181 kg ve 2003 yılında 6537 kg olarak kaydedilmiştir. 2003 yılında Avrupa Birliği'nde, İsveç inekleri 8073 kg ile en yüksek verimi elde ederken, Danimarka ve Hollanda inekleri sırasıyla 7889 kg ve 7494 kg ile onu takip etmiştir [2].

Üretimdeki artışa paralel olarak, özellikle hassas yaş grupları arasında süt tüketiminde de bir artış öngörülmektedir [3,4]. Bunun yanı sıra, son yıllarda çiğ süt tüketimi de artış göstermiştir. Sağlığına dikkat eden kişiler, endüstriyel işleme ile kaybolabilecek besin değerlerinin çiğ süt ile daha fazla korunduğuna inanmaktadır. Ancak, bu tüketim alışkanlıkları, süt yolu ile alınabilecek, kalıntı maddelerine maruz kalma riskini artırabilir. Hayvanlar, doğal olarak kirlenmiş yemleri tükettiğinde, bu toksinler hayvan metabolizmasıyla süte taşınabilir, biyotransformasyona uğrayabilir ve salgılanabilir [5]. Sütte kalıntı problemi sadece, hayvanların kirlenmiş yemleri tüketmeleri sonucu şekillenmez. Halk sağlığı açısından önemli bir problem olan, sütte kalıntı problemi, sağım sırasında ve sonrasında uygulanan hijyen eksiklikleri ile başlar. Hijyen eksiklikleri sütte antibiyotik kalıntıları, deterjan artıkları ve mikrobiyal bulaşmalara yol açabilir.

Kalıntı problemi sonucunda süt, insanların temel gıda maddelerinden biri olsa da, veteriner ilaçları, pestisitler, mikotoksinler, ağır metaller ve diğer kimyasal kalıntıları içerebileceği için riskli ürünler arasında sayılmaktadır [6]. Bu kimyasallar, genellikle endüstriyel veya tarımsal kaynaklardan gelir ve yağda çözünebilenleri yağ dokuda birikerek insan sütüne geçebilmektedir [7, 8].

Dünya Sağlık Örgütü [WHO] gibi birçok kurum, sütteki kalıntı sorununa dikkat çekmekte ve bu konuyla ilgili önlemler alınması gerektiğini vurgulamaktadır [9]. Gıdalardaki kalıntı sorununa dikkat çeken başlıca kuruluşlardan biri Dünya Sağlık Örgütü [WHO] olarak öne çıkmaktadır. Gıda ile ilgili çeşitli organizasyonlar, bu konuda gerekli önlemlerin alınması için Veteriner Hekimleri, ilaç üreticileri, hayvan yetiştiricileri ve kamuoyunu bilgilendirme yoluna gitmektedirler [10]. Türkiye'de ise Avrupa Birliği'nin [AB] kabul ettiği önlemler doğrultusunda, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından Ulusal Kalıntı İzleme Planı [UKİP] oluşturulmuştur. Hayvan türlerine göre belirlenen madde ve ürün gruplarına yönelik olarak bu maddelerdeki kalıntıların tespitine yönelik alınacak önlemler, ilgili bakanlık tarafından uygulanmaktadır. Uygulanan bu programlar, Avrupa Birliği mevzuatı [96/23/EC ve 96/22/EC sayılı Konsey Direktifleri ile 98/179/EC sayılı Konsey Kararı] ile uyumlu hale

getirilmiş Türk Mevzuatı tarafından bağlayıcı bir niteliğe sahiptir [11]. Sütte antibiyotik kalıntılarının tolerans limitlerini aşmaması ve mümkünse tamamen ortadan kaldırılması, insan sağlığını olumsuz etkilememesi ve ekonomik kayıplara yol açmaması öncelikli hedefler arasında yer almaktadır. Üretimden tüketime kadar gıda güvenliğinin sağlanması amacıyla yürütülen çalışmalar, sağım hijyeni ve sanitasyon konularına gereken özeni gösterilmesi ve etkili denetimler sayesinde, sütte kalıntı riskinin azaltılması mümkün olacaktır [9].

Toplum sağlığı açısından, oldukça önemli olan konulardan biri olan sütte kalıntı problemi, halk sağlığını olumsuz etkiler. Bu etkilerin başında, kirleticiye maddeye bağlı olarak değişmekte birlikte genel olarak, uygun olmayan doz ve sürelerde maruz kalınması ile akut ve kronik zehirlilik, karsinojenik, teratojenik ve mutajenik etki risklerinin yanında, hedef zararlarının direnç kazanması gibi zararlı etkilere sebep olurlar [12,13].

Sütte potansiyel kalıntı bırakabilecek maddeler arasında veteriner ilaçları, pestisitler, mikotoksinler, ağır metaller, genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO), deterjan ve dezenfektan kalıntıları, dioksin ve benzeri kimyasal maddeler bulunmaktadır.

SÜT SIĞIRI İŞLETMELERİNDE SAĞIM HİJYENİNİN ÖNEMİ

Sağım işlemi, sütün dış ortamla ilk kez temas ettiği ve en kritik hijyen kurallarının uygulanması gereken aşamadır. Süt üretiminin her aşamasında hijyenin sağlanması, süt kalitesini doğrudan etkiler. Sağım makinelerinin düzenli temizliği, sağım personelinin hijyen kurallarına uyması ve sağım alanlarının hijyenik koşullarda tutulması, sütte oluşabilecek kalıntı ve kontaminasyon sorunlarının önlenmesinde temel unsurlardır [14].

Sağım hijyeninin yetersiz olduğu durumlarda, süt sığırlarından elde edilen sütlerde farklı kalıntıların birikmesi mümkündür. Bu kirleticiler, süt ürünlerinin güvenilirliğini azaltmakla birlikte, tüketici sağlığını da olumsuz etkiler [9, 14].

Kaliteli ürün elde etmek için süt endüstrisinde, iyi tasarlanmış ve düzenli olarak yürütülen hijyen programlarına ihtiyaç vardır. Gelişigüzel sistemler, eğitim eksikliği ve bilinçsizlik, yanlış uygulamalara sebep olarak kaliteyi olumsuz etkileyebilir. Bu tür hatalar tehlikeli sonuçlar doğurabilir. Üretim sırasında ve sonrasında patojen ile saprofit mikroorganizmaların bulaşma riskini azaltmak amacıyla, sürekli ve dikkatli bir temizlik ve dezenfeksiyon süreci, süt sığırları işletmelerinin olmazsa olmazdır [8,9].

Bulaşıcı etkenlere bağlı mastitislerin kontrolü ve çevresel kaynaklı mastitislerin insidansının azaltılması açısından sağım hijyeni büyük bir önem taşımaktadır. Sağım hijyenini sağlamak için, sağım öncesinde meme başlarının düzgün bir şekilde hazırlanması ve meme loblarının temiz ve kuru olması gerekmektedir. Memedeki enfeksiyonların %90' ının meme başından giriş yaptığı düşünüldüğünde, meme başlarının temiz tutulması hayati bir öneme sahiptir [16]. Yaylak ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, 92 süt işletmesinde yetiştiricilerin %98.9'unun sağım öncesi meme temizliği yaptığı, %85.9'unun su, %13.0'ünün kuru silme yöntemiyle, %1.1'inin ise meme temizliği yapmadığı belirtilmiştir. Ayrıca, sağım öncesi ve sonrası meme başına daldırma işlemi yapan işletmelerin oranları sırasıyla %14.1 ve %25 olarak tespit edilmiş; sağım sonrası daldırmanın daha fazla tercih edildiği gözlemlenmiştir. Sağım öncesi meme başı dezenfeksiyonu, meme içi enfeksiyonlarını %50 civarında azaltırken, sağım sonrası dezenfeksiyonun bu oranı %50-95 arasında düşürebileceği belirtilmiştir [16, 17].

SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNDE KALINTI OLUŞTURAN MADDELER

DETERJAN VE DEZENFEKTAN KALINTILARI

Süt ve süt ürünlerine deterjanlar ve dezenfektanlar, genellikle yetersiz durulama sonucunda bulaşabilir. Bulaşma miktarı, ekipman yüzeyinde kalan deterjan ve dezenfektanların konsantrasyonu, durulama suyunun miktarı ve ekipman yüzeyinin yapısı gibi faktörlere bağlı olarak değişir. İyi kullanım koşullarında bu kimyasalların süt ve süt ürünlerine bulaşma riski oldukça düşüktür ve sağlık açısından büyük bir tehdit oluşturmaz. Ancak, yetersiz durulama ve drenaj koşulları, kalıntıların sütle temasına neden olabilir [18, 19].

Örneğin, iyodofor çözeltilerindeki iyot, lastik conta gibi yüzeylere absorbe olup sıcak sütle temas ettiğinde iyot bileşiklerinin süte geçmesine neden olabilir. Ayrıca, meme başı dezenfektanları, sağım sırasında yeterince durulanmadığında sütte kalıntı bırakabilir. Avrupa Birliği'nde bu nedenle meme başı dezenfektanlarının ön daldırma işlemi yasaklanmıştır [18].

Deterjan ve dezenfektan kalıntıları genellikle 2 ppm'den azdır, bu da insan sağlığı için doğrudan bir zehirlenme riski oluşturmaz. Ancak uzun vadeli tüketimin etkileri tam olarak bilinmemektedir. Bazı araştırmalar iyodürün tirotoksikosis gelişiminde rol oynayabileceğini ve hidrojen peroksitin bazı hayvanlarda kansere yol açabileceğini göstermektedir [18, 19].

Sütteki bu kalıntıların tolere edilebilir seviyeleri belirlenmelidir. Örneğin, yetişkinler için nonoksinel 9'un tolere edilebilir miktarı 1-2 mg/kg süt iken, çocuklar için bu miktarın çok daha düşük olması gerektiği belirtilmiştir [9].

Hollanda Gıda Kontrol ve Halk Sağlığı Merkezi tarafından 1978-1998 yılları arasında gerçekleştirilen denetimlerde dondurma ve et ürünlerinde dezenfektan kalıntıları incelenmiştir. Örneğin, 1996 yılında 215 dondurma örneğinden 8'inde 0.1 mg/kg'dan az, 7'sinde ise 0.1–1 mg/kg kloramin T tespit edilmiştir. 1997 yılına gelindiğinde, 339 örnekten 60'ında 0.1 mg/kg'dan az, 13'ünde 0.1–1 mg/kg ve 4'ünde 1 mg/kg'dan yüksek kloramin T seviyelerine rastlanmıştır. Bu 10 yılı aşkın araştırma süreci boyunca, Hollanda'da kloramin T için belirlenen maksimum kalıntı değeri (ML = Maximum Levels) 1970'lerde 1 mg/kg iken, 1990'ların ortasında 0.1 mg/kg'a düşürülmüştür. Aynı çalışmada, 135 dondurma örneğinden 4'ünde 0.1–0.2 mg/kg aralığında isosyanurik asit bulunmuştur [20].

VETERİNER İLAÇLARI

Veteriner ilaçları, eti ve sütü tüketilen hayvanlara öncelikle hastalık tedavisi amacıyla kullanılan ilaçlar, gelişmenin ve büyümenin desteklenmesi, et ve süt veriminin artırılması için verilen hormonlar ile yem katkısı olarak kullanılan vitamin, mineral gibi maddeleri kapsamaktadır [21,22]. Veteriner ilaçlarının uygulanmasında üzerinde durulması gereken başlıca konu, kalıntı arınma süreleridir. Kalıntı arınma süresi, hayvanlara uygulanan ilaç ve kimyasal maddelerin kalıntılarının tüketiciye zarar vermeyecek güvenli bir düzeye gelinceye kadar hayvan vücudundan atılması için geçen süredir [23]. İlaç uygulandıktan sonra bu sürenin beklenmemesi ve hayvansal gıdaların tüketilmesi ciddi risklere yol açabilmektedir. Özellikle uygun olmayan dozda ve zamanlamada kullanılan veteriner ilaçlarının kalıntılarının süt ve süt ürünleri gibi hayvansal gıdalarla insanlara ulaşması, akut zehirlilik, ilaç alerjileri, karsinojenik, mutajenik, teratojenik ve nörotoksik etkiler, cinsiyet özelliklerinde değişiklikler ve üreme fonksiyonlarındaki bozukluklar gibi pek çok olumsuz sonuç doğurabilmektedir [24]. Hayvan sağlığı hizmetlerinde kullanılan ilaçların büyük bir çoğunluğu antibakteriyel ilaçlar niteliğindedir. Veteriner ilaçlarının kullanım miktarlarına ilişkin bazı veriler mevcuttur. Örneğin, 2011 yılı itibarıyla Avusturya'da beşeri hekimlikte 45 ton, hayvan sağlığı hizmetlerinde ise 60 ton; 2005 yılı itibarıyla Almanya'da beşeri hekimlikte 360 ton, hayvan sağlığı hizmetlerinde 784 ton; aynı yıl Fransa'da beşeri hekimlikte 760 ton, hayvan sağlığı

hizmetlerinde ise 1320 ton antibakteriyel ilaç kullanıldığı rapor edilmiştir. Hayvan sağlığı hizmetlerinde kullanılan ilaçların akılcı kullanımı, hem ulusal hem de uluslararası düzeyde son derece önemlidir. Veteriner hekimlikte kullanılan ilaçların aşırı kullanımı ve suistimali, sadece hayvan sağlığı açısından değil, toplum sağlığı açısından da en öncelikli konular arasında kabul edilmektedir [25, 26, 28,29].

Navratilova ve ark. [25] tarafından yapılan bir çalışmada, toplam 170 çiğ inek sütü örneği antibiyotik kalıntısı belirlemek üzere iki farklı metotla analiz edilmiştir. Spesifik hızlı test kiti ile yapılan analizlerde tetrasiklin grubu antibiyotik tespit edilememiştir, ancak aynı örneklerin Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile yapılan analizlerinde tüm örneklerde düşük konsantrasyonlarda antibiyotik kalıntısı bulunmuştur.

Türkiye’de veteriner hekim ilaçlarının kullanımına ilişkin yasal düzenlemeler, 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanununun 23. maddesine dayanılarak 4 Mayıs 2012 tarih ve 28282 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Türk Gıda Kodeksi Hayvansal Gıdalarda Bulunabilecek Farmakolojik Aktif Maddelerin Sınıflandırılması ve Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği” ile düzenlenerek, takip edilmektedir [26]. Yine bu kapsamda, hayvansal üretimi artırmak amacıyla hormonların yasadışı kullanımı, uluslararası önem arz eden bir konudur. Bu bağlamda, Türkiye’de hormonların hayvansal üretimde kullanımına ilişkin yasal düzenlemeler, 19 Haziran 2003 tarih ve 25143 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Gıda Değeri Olan Hayvanlara Uygulanması Yasaklanan ve Belli Şartlara Bağlı Hormon ve Benzeri Maddeler Hakkında Tebliğ” ile yürütülmektedir [27]. Bugün itibarıyla, Türkiye’de gıda değeri olan hayvanlara uygulanması yasaklanan ve belli şartlara bağlanan anabolizan etkili hormon ve benzeri maddeleri içeren herhangi bir ruhsatlı veteriner ilacı bulunmamaktadır.

Süt Hijyen Protokollerine tam uyum ve üreticilerin bu konuda eğitimleri ile **kalıntı arınma süresi, ilaç kayıtlarının tutulması, ilaçların akılcı kullanımına dikkat çekerek, veteriner ilaçlarının doğru ve bilinçli bir şekilde kullanılmasının sağlanması gerekmektedir. Süt Kalitesi izlenerek, süt, sağım sonrasında kalite kontrollerine tabi tutulmalıdır. Sütte bulunan kalıntılar veya mikroorganizma yükü, hijyen protokollerine uyulmadığını gösterir.**

Tablo 1: Süt sığırlarına uygulanan yaygın antimikrobiyal ajan örnekleri

Aminoglikozidler	Gentamisin
Sefalosporin	Sefaprin
İyonoforlar	Monensin
Makrolidler	Eritromisin, Tilosin
Penisilin	Ampisilin, Penisilin, Kloksasilin
Tetrasiklin	Oksitetrasiklin

Kaynak: Moore ve ark. [28]

Tablo 2: Süt ineklerinde bazı antibiyotikler için sütün satış öncesi bekleme süresi

Ampisilin	48 saat
Eritromisin	72 saat
Prokain benzil penisilin	72 saat
Sülfadimetoksin	60 saat

Kaynak: Prescott ve Baggot [29]

PESTİSİTLER

Pestisitler, tarımsal ürünlerde yaygın şekilde kullanılan ve gıdalarda kalıntı bırakabilen önemli kimyasal maddelerdir [30]. Tarımsal üretimi artırmak ve kaliteli ürün elde etmek amacıyla pestisitlerin kontrolsüz ve dikkatsiz bir şekilde kullanılması, çevreye ve doğaya verdiği zararların yanı sıra insan sağlığını tehdit eden kalıntı sorunlarını da beraberinde getirmektedir [31, 32]. Yüksek düzeyde pestisit kalıntısı içeren gıdaları tüketen bireylerde akut veya kronik zehirlenme vakaları meydana gelebilir [33].

Sütte kalıntı oluşturabilen pestisitler, klorlu pestisitler ve bunlarla ilişkili DDT (diklorodifeniltriokloroetan), poliklorinat bifeniller (PCBs) ve dioksinleri içeren bileşiklerdir. Bu bileşiklerin çevrede çok fazla kalıntı oluşturduğu ve doğada uzun süre kaldığı, lipofilik özellik göstermeleri sebebiyle yağ dokularında birikerek anne sütüne bile geçtiği bilinmektedir [34, 35]. Klorinat hidrokarbonlar, lipofilik karakterli olmaları nedeniyle vücutta birikerek özellikle endokrin sistemi üzerinde yıkıcı etkileri görülen maddelerdir. Hayvanlar tarafından alınan klorinat hidrokarbonların yaklaşık %20'sinin süte geçtiği ve süt yağı ile tereyağında süttten daha yüksek miktarlarda bulunabileceği bildirilmektedir [7]. Bitki çevrelerinde bulunan böceklerin yok edilmesi için kullanılan insektisitler ve süt hayvanlarındaki iç ve dış parazitlerin kontrolü amacıyla kullanılan pestisitlerin de bazı durumlarda sütte kalıntı oluşturabildiği bildirilmektedir [34, 35].

1976 yılından bu yana Global Ortam İzleme Programı ile süt, tereyağı, hayvansal ve bitkisel yağlar, hububat ve insan sütünde aldrin, dieldrin, DDT, endrin, poliklorlu bifeniller olarak adlandırılan pestisitler, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından, izleme kapsamına almıştır [34].

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) Pestisit Veri Programı (PDP) 1998 ve 2004 (veya 2005) yılları için yapılan anketlerin karşılaştırılması, görünüşte çelişkili bir tablo ortaya koymaktadır. 2004 anketinde, 1,1-dikloro-2,2-bis(4-klorofenil)etilen (DDE p,p') izomerinin test edilen süt örneklerinin %96'sında tespit edildiği, 1998'de ise bu oranın %14 civarında olduğu bildirilmiştir (Tablo 3). Benzer şekilde, difenilamin %98 ve OC insektisiti dieldrin ise %41 oranında örneklerde bulunmuştur. Daha yeni anketlerde tespit edilen pestisitlerin sayısı ve sıklığındaki bu büyük artış, kullanılan çok daha hassas analitik yöntemlerle açıklanabilir. 2004 ve sonrasında test edilen süt örnekleri için tespit sınırlarının neredeyse tamamı önemli ölçüde daha düşük olmuştur. USDA tarafından 2011 yılında gerçekleştirilen daha yeni bir pestisit kalıntı anketinde ise, analiz edilen 743 tam süt örneğinden sadece 5'inin pestisit kalıntısı içerdiği, ancak bunların tümünün ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından belirlenen tolerans seviyelerinin çok altında olduğu görülmüştür. Sütte tespit edilen kalıntılar iprodione, trans- ve cis-permetrin, dikofol p,p' ve piperonil butoksit olarak belirlenmiştir [36].

Tablo 3: Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı 1998 ve 2004 survey çalışmalarında sütte bulunan pestisit kalıntılarında dair kesit

Pestisit	Belirleme Sayısı	Pozitif Örnekler (%)	Pozitiflerin Ortalaması (ppb)
1998 surveyi^a			
Klorpropham	1	0.2	2
DDE p,p'	82	13.8	3
Difenilamin	1	0.2	17
Lindane	1	0.2	2
O-Fenilfenol	5	2.3	10
2004 surveyi^b			
3-Hidroksikarbofuran	65	8.8	0.34
Bifenthrin	3	0.4	0.1
Cyfluthrin	11	1.5	1
Cyhalothrin, toplam	128	17.3	0.48
Sipermetrin	1	0.1	1
DDE p,p'	710	96.1	0.51
Dieldrin	307	41.5	0.2
Dimetoat	6	0.8	0.12
Difenilamin	728	98.5	0.19
Endosulfan sülfat	134	18.1	0.22
Fluvalinat	3	0.4	1.82
Permetrin, toplam	33	4.5	1.07

Not: a Tek bir pestisit için test edilen maksimum örnek sayısına (n = 595) dayanmaktadır.

b Tüm pestisitler için test edilen 739 örneğe dayanmaktadır.

Kaynak: [36]

MİKOTOKSİNLER

Mikotoksinler, ipliksi mantarlar tarafından üretilen ve insanlarla hayvanlarda toksik reaksiyonlara neden olabilen ikincil metabolitlerdir. Fusarium, Aspergillus ve Penicillium gibi küfler, mikotoksin üretiminde en yaygın olanlardır ve bu mantarlar hasattan önce, hasat sırasında ya da yanlış depolama koşullarında büyüyerek insan gıdalarını ve hayvan yemlerini kirletebilirler [37].

İnsanların mikotoksinlere maruz kalması, doğrudan bu toksinlerle bulaşmış tarımsal ürünlerin (tahıllar, mısır, meyveler vb.) tüketilmesi ya da kontamine yemlerle beslenmiş hayvanlardan elde edilen hayvansal ürünlerin (süt, yumurta vb.) tüketilmesi yoluyla dolaylı olarak gerçekleşir [37, 38].

Süt ve süt ürünleri, aflatoksin kalıntıları açısından riskli ürünler arasında yer alır. Aflatoksin M1, süt toksini olarak bilinir ve aflatoksin B1 ile kontamine yemlerin tüketilmesi sonucu süt hayvanlarının karaciğerinde metabolize edilerek süte geçer [39, 40]. Aflatoksin B1 ile kontamine yemlerin tüketilmesinden sonra, yaklaşık 2 gün içinde sütte aflatoksin M1 tespit edilebilir ve kontamine yem tüketimi durduktan yaklaşık 3 gün sonra toksine rastlanmadığı bildirilmiştir [41]. Ayrıca, mevsimsel değişikliklerin de aflatoksin M1 düzeyleri üzerinde etkili olduğu, özellikle kış aylarında karışık yem kullanımının artmasıyla daha yüksek toksin seviyelerine ulaşıldığı rapor edilmiştir [42, 43].

Aflatoksin M1'in süt ve süt ürünlerinde bulunması, halk sağlığını tehdit eden potansiyel bir tehlike olarak görülmektedir. 1993 yılında IARC, aflatoksin B1'i birinci dereceden, aflatoksin M1'i ise ikinci dereceden kanserojen madde olarak sınıflandırmıştır [37, 42]. Aflatoksin M1'in, süt ürünlerine işlenmesi sırasında uygulanan pastörizasyon ve sterilizasyon işlemleri ile yok edilemediği, dolayısıyla işlenen ürünlerde belirli oranlarda taşındığı tespit edilmiştir [41, 42]. Aflatoksin M1'in, suya çözünme ve kazeine bağlanma eğiliminde olduğu için, krema ve tereyağında daha düşük seviyelerde bulunacağı ancak peynirde, süte göre daha yüksek oranda bulunacağı ve bunun toksinin peynirde konsantre olmasından kaynaklandığı belirtilmektedir [43, 44]. Peynirde aflatoksin M1 seviyesinin, peynirin tipi, yapım teknolojisi ve peynir altı suyu miktarıyla ilişkili olduğu da bildirilmiştir [45].

Bu nedenle, süt, peynir ve diğer süt ürünlerinde bulunabilecek aflatoksin miktarına ilişkin maksimum limitler belirlenmiştir. Bu yasal sınırlar, ülkelerin gelişmişlik düzeyi ve ekonomik koşullarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Örneğin, Hindistan gibi bazı ülkelerde belirlenmiş bir yasal limit bulunmamaktadır [40]. Avrupa Birliği ve Codex Alimentarius, içme sütü, süt tozu ve işlem görmüş süt ürünlerinde aflatoksin M1 (AFM1) için maksimum limiti 50 ng/kg olarak belirlemiştir [7, 42, 46]. Avrupa ülkeleri ve Amerika'da süt ve süt ürünlerinde kabul edilen maksimum AFM1 limitleri Tablo 4'de gösterilmiştir [45].

Günümüzde gıda araştırmaları, beslenmenin insan sağlığı üzerindeki etkilerine odaklanmaktadır. Süt ve süt ürünleri, diyetimizde uzun bir geçmişe sahip olup, bu alandaki çalışmalar insanlık için büyük bir öneme sahiptir. Özellikle Aflatoksin M1 (AFM1) üzerine yapılan araştırmalar dikkate değerdir. Aflatoksin, insan sağlığına zarar veren istenmeyen bir metabolittir ve gıdalarda bulunması arzu edilmez. AFM1 ile kontamine olan süt ve süt ürünlerinin tüketimini önlemek için, öncelikle hayvanların yediği yemlerin AFM1 ile kontaminasyonunun engellenmesi önemlidir. Ayrıca, bu konuda halkın bilinçlendirilmesi de büyük bir önem taşımaktadır.

Tablo 4. Çeşitli Avrupa Ülkeleri ve Amerika'da Süt ve Süt Ürünlerindeki Maksimum Kabul Edilebilir AFM1 Limitleri (ng/kg)

Ülke	Süt	Peynir	Tereyağı
İsviçre	50	250	20
Avustralya	50	250	20
Belçika	100	-	-
Almanya	50	-	-
Hollanda	50	200	20
İsveç	50	-	-
Fransa	30	-	-
	50	-	-
Çek Cumhuriyeti	100	-	-
	500	-	-
Bulgaristan	500	-	-
ABD	500	-	

Kaynak: [45]

AĞIR METALLER

Günümüzde endüstrinin hızlı gelişimi sonucunda ortaya çıkan çevre kirliliği, insan ve hayvanların solunum ve beslenme yoluyla ağır metallere maruz kalmasına yol açan olumsuz etkilerden biridir. Her çevre sorununda, hava, su veya toprağın doğal bileşiminin bozulması ve kirlenmesi önemli bir rol oynamaktadır. Özgül ağırlıkları 5 g ve üzerinde olan metaller, ağır metal olarak sınıflandırılmakta (Ag, As, Cd, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn gibi) ve bunların çeşitli zararlı etkileri olduğu bilinmektedir [7, 49].

Canlı organizmalar için gıdalar aracılığıyla alınan demir (Fe), çinko (Zn) ve bakır (Cu) gibi elementler çeşitli biyokimyasal işlevlere sahiptir ve insan vücudu için gereklidir. Ancak, bu elementlerin tavsiye edilen miktarları aşılması durumunda toksik etkiler gösterebilir. Kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) gibi ağır metallerin organizmada bilinen bir biyolojik rolü yoktur ve çok düşük konsantrasyonlarda bile toksik etkilere neden olabilir. Bu nedenle, gıdalar yoluyla ağır metallere maruziyet insan sağlığı için bir tehdit oluşturur. Ağır metallerin dekompozisyon için uygun olmaması, parçalanmamaları, yaşam boyu maruziyet ve gıda zinciri aracılığıyla yüksek seviyelerde birikmeleri, onları diğer kirleticilerden ayıran özelliklerdir [7, 50].

Sütün temel gıdalardan biri olduğu dikkate alındığında, sütte yüksek miktarlarda kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko kalıntısı bulunma olasılığı ciddi riskler oluşturmaktadır [7]. Özellikle sanayi tesislerine yakın bölgelerde üretilen süt ve süt ürünlerinde bu riskin daha yüksek olduğu söylenebilir. Bu nedenle, bazı ağır metallerin hangi bölgelerde daha fazla bulunduğu ve nasıl ortaya çıktığının bilinmesi büyük önem taşımaktadır [49, 51]. Pek çok ülkede gerçekleştirilen araştırmalarda, sanayi kuruluşlarına yakın alanlardan alınan örneklerde, sütte tespit edilen kadmiyum düzeyinin belirlenen sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir [50].

Hindistan'daki granit ve granit gnayslerinden oluşan bir alandan toplanan çiğ inek sütünde en yüksek nikel (Ni) (833 mg/L), kurşun (Pb) (60 mg/L) ve bakır (Cu) (36 mg/L) seviyelerinin tespit edildiğini göstermektedir. Ayrıca, Hindistan'daki barit madenciliği bölgesinde en yüksek kadmiyum (Cd) seviyesi (12 mg/L) bildirilmiştir. Çiğ inek sütü örneklerindeki demir (Fe) değerleri, Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) maksimum limitinin (0.37 mg/L) üzerinde olup, en yüksek değer (37.02 mg/L) Hindistan'da kaydedilmiştir. Türkiye'de gıda üreten tesislere yakın bir bölgeden toplanan çiğ inek sütü için en yüksek alüminyum (Al) seviyesi (22.50 mg/L) bildirilmiştir. Civa (Hg) için Hedef Tehlike Oranı (THQ) değerleri 1'in altında olup, bu durum süt tüketicilerinin kanserojen olmayan bir risk altında olmadığını göstermektedir; ancak Pakistan'ın Faisalabad bölgesinde THQ değeri 7.7 olarak tespit edilmiştir. Diğer ağır metaller için THQ değerleri, kurşun (Pb) için 70 bölgeden 10'unda, kadmiyum (Cd) için 59 bölgeden 6'sında, nikel (Ni) için 29 bölgeden 3'ünde ve bakır (Cu) için 54 bölgeden 3'ünde 1'in üzerinde bulunmuştur. Ağır metallere maruz kalma, hastalık gelişimi ile pozitif bir ilişki göstermektedir. Ayrıca, gelecekteki çalışmalarda ağır metallerin etkilerini değerlendirmek için veri güncellemesi ve sürekli izleme gereklidir ve önerilmektedir [52].

SONUÇ

Süt ve süt ürünleri, tarih çağlarından beri, insanoğlunun vazgeçilmez gıdalarından birisi olmuştur. Özellikle bebekler ve çocuklar gibi hassas grupların, sağlıklı bir birey olmasını belirleyen bir besindir. Bu besin üreticiler tarafından, sağım hijyeni ve prosedürlerine tam manasıyla, uyularak, üretildiği zaman, sütte kalıntı probleminin bir kısmı, çözüm bulmuş olacaktır. Veteriner ilaç kalıntıları, dezenfektan ve deterjan kalıntıları, sütte hijyen kurallarına uyularak azaltılabilir. Sütte hijyen uygulamaları kapsamında, kirleticilerden ve bulaşanlardan uzak süt üretilebilir. Kaliteli süt elde etme ve tüketme üreticilerin ve halkın bilinçlendirilmesi

ile olacaktır. Bu konuda daha fazla çalışma, bulgu, izlenebilirlik sistemleri, eğitim çalışmalarına ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

1. Oecd; Fao. Dairy and Dairy Products. In OECD-FAO Agricultural Outlook 2019–2028; Oecd Publishing: Paris, France, 2019; pp. 180–189. ISBN 78-92-64-31246-3
2. Ebringer, L., Ferencik, M., & Krajčovič, J. (2008). Beneficial health effects of milk and fermented dairy products. *Folia microbiologica*, 53, 378-394.
3. Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Milk and dairy products. *Food chemistry*, 498-545.
4. Leite, M., Freitas, A., Silva, A. S., Barbosa, J., & Ramos, F. (2021). Maize food chain and mycotoxins: A review on occurrence studies. *Trends in Food Science & Technology*, 115, 307-331.
5. Tolosa, J., Rodríguez-Carrasco, Y., Ruiz, M. J., & Vila-Donat, P. (2021). Multi-mycotoxin occurrence in feed, metabolism and carry-over to animal-derived food products: A review. *Food and Chemical Toxicology*, 158, 112661.
6. Khaniki, G. J. (2007). Chemical contaminants in milk and public health concerns: a review.
7. Girma, K., Tilahun, Z., & Haimanot, D. (2014). Review on milk safety with emphasis on its public health.
8. Sonawane, B. R. (1995). Chemical contaminants in human milk: an overview. *Environmental Health Perspectives*, 103(suppl 6), 197-205.
9. WHO, F. (2005). Dietary exposure assessment of chemicals in food. Report of Joint FAO/WHO Consultation. WHO Library.
10. World Health Organization. (2008). Dietary exposure assessment of chemicals in food: Report of a joint FAO/WHO consultation, Annapolis, Maryland, USA, 2–6 May 2005. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
11. Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü. Ulusal Kalıntı İzleme Planı. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara: 2015
12. Khaniki, G. J. (2007). Chemical contaminants in milk and public health concerns: a review.
13. Girma, K., Tilahun, Z., & Haimanot, D. (2014). Review on milk safety with emphasis on its public health.
14. Eser, A. G., & Bilgücü, E. Sütçü İneklerde Meme Sağlığı Ve Sağım Hijyeninin Önemi.
15. Yaylak, E., Konca, Y., & Koyubenbe, N. (2016). İzmir İli Ödemiş İlçesindeki damızlık sığır yetiştiricileri birliği üyesi işletmelerde sağlık koruma uygulamaları ve sağlık sorunları üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim*, 57(1), 28-40.
16. BAŞTAN, A., Salar, S., Cengiz, M., Darbaz, I., DEMİREL, M. A., & ÖZEN, D. (2015). The prediction of the prevalence and risk factors for subclinical heifer mastitis in Turkish dairy farms. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 39(6), 682-687.
17. Langsrud, S., Sidhu, M. S., Heir, E., & Holck, A. L. (2003). Bacterial disinfectant resistance—a challenge for the food industry. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 51(4), 283-290.
18. Sheldrake, R. F., Hoare, R. J., Chen, S. C., & McPhillips, J. (1980). Post-milking iodine teat skin disinfectants: 3. Residues. *Journal of Dairy Research*, 47(1), 33-38.
19. Karagözlü, C., & Karagözlü, N. Süt Endüstrisinde Deterjan Ve Dezenfektan Kalıntılarının Önemi.
20. Dornseiffen, J. W. (1998). Residue aspects of disinfectants used in the food industry. *International biodeterioration & biodegradation*, 41(3-4), 309-312.

21. DeClementi, C., Jordan, D., Koch, S., Lee, J., & Torres, S. (2011). *Veterinary Drug Handbook*.
22. Kaya S (2007): *Veteriner Uygulamalı Farmakoloji*, Cilt 2, Baskı 4. Medisan Yayın Serisi: 65. Ankara.
23. Yarsan E (2017): *Veteriner Hekimlikte İlaç Kullanımı*. Sf: 1-3. (Ed: Prof.Dr.Ender Yarsan. *Veteriner Hekimlikte Antibiyotikler (Pratik Bilgiler Rehberi)*. Editör: Prof.Dr.Ender Yarsan. Güneş Kitabevi, Ankara. 2.Baskı.
24. Yarsan E (2018): *Veteriner İlaç Rehberi*. 2.Baskı. Güneş Kitabevi, Ankara.
25. Navratilova, P., Borkovcova, I., Dračková, M., Janštová, B., & Vorlova, L. (2009). Occurrence of tetracycline, chlortetracycline, and oxytetracycline residues in raw cow's milk. *Czech Journal of Food Sciences*, 27(5), 379.
26. Anonim, 2012. *Türk Gıda Kodeksi Hayvansal Gıdalarda Bulunabilecek Farmakolojik Aktif Maddelerin Sınıflandırılması ve Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği*. T.C. Resmi Gazete, Sayı: 28282. Başbakanlık Yayınevi, Ankara, Türkiye.
27. Anonim, 2003. *Gıda Değeri Olan Hayvanlara Uygulanması Yasaklanan ve Belli Şartlara Bağlı Hormon ve Benzeri Maddeler Hakkındaki Tebliğ (2003/18)*. T.C. Resmi Gazete, Sayı: 25143. Başbakanlık Yayınevi, Ankara, Türkiye.
28. Moore, D. A., Kirk, J. H., Klingborg, D. J., Garry, F., Wailes, W., Dalton, J., ... & Wright, T. (2004). DairyBeef: Maximizing Quality and Profits—A Consistent Food Safety Message. *Journal of dairy science*, 87(1), 183-190.
29. Prescott, J.F. ve Baggot, J.D. (1993). *Antimicrobial Therapy*. *Inventory Medicine*, 2. baskı. Iowa Üniversitesi, s. 564-565.
30. Fischer, W. J., Schilter, B., Tritscher, A. M., & Stadler, R. H. (2011). Contaminants of milk and dairy products: contamination resulting from farm and dairy practices. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2, 887-897. Tablo
31. Maroni, M., Colosio, C., Ferioli, A., & Fait, A. (2000). Biological monitoring of pesticide exposure: a review. *Introduction. Toxicology*, 143(1), 1-118.
32. Karakaya, Y. D. D. M., & Boyraz, A. G. N. (1992). *Gıda kirlenmesinde pestisitler ve korunma yolları*.
33. Girma, K., Tilahun, Z., & Haimanot, D. (2014). Review on milk safety with emphasis on its public health. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 9(2), 166-183.
34. Sonawane, B. R. (1995). Chemical contaminants in human milk: An overview. *Environmental Health Perspectives*, 103(6), 197-205.
35. Kınık, Ö., & Kavas, G. (2002). Süt ve ürünlerinde pestisitler. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 12, 31-32.
36. Fischer, W. J., Schilter, B., Tritscher, A. M., & Stadler, R. H. (2011). Contaminants of milk and dairy products: contamination resulting from farm and dairy practices. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2, 887-897. Ciscato, C. H. P., Gebara, A. B., & Spinosa, H. S. (2002). Pesticide residues in cow milk consumed in Sao Paulo city (Brazil). *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 37(4), 323-330.
37. Flores-Flores, M. E., Lizarraga, E., de Cerain, A. L., & González-Peñas, E. (2015). Presence of mycotoxins in animal milk: A review. *Food Control*, 53, 163-176.
38. Capriotti, A. L., Caruso, G., Cavaliere, C., Foglia, P., Samperi, R., & Laganà, A. (2012). Multiclass mycotoxin analysis in food, environmental and biological matrices with chromatography/mass spectrometry. *Mass spectrometry reviews*, 31(4), 466-503.
39. Aspelin, A. L. (1997). *Pesticides industry sales and usage: 1994 and 1995 market estimates*. Biological and Economic Analysis Division, Office of Pesticide Programs, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, US Environmental Protection Agency.

40. Kim, E. K., Shon, D. H., Ryu, D., Park, J. W., Hwang, H. J., & Kim, Y. B. (2000). Occurrence of aflatoxin M1 in Korean dairy products determined by ELISA and HPLC. *Food Additives & Contaminants*, 17(1), 59-64.
41. Galvano, F., Galofaro, V., & Galvano, G. (1996). Occurrence and stability of aflatoxin M1 in milk and milk products: a worldwide review. *Journal of Food protection*, 59(10), 1079-1090.
42. Çoşkun, T., & Şanlı, T. (2016). Süt ve süt ürünlerinde kalıntılar. *Akademik Gıda*, 14(1), 67-74.
43. Yaroğlu, T., Oruç, H.H., Tayar, M., 2005. Aflatoxin M1 levels in cheese samples from some provinces of Turkey. *Food Control*, 16: 883-885.
44. Codex Alimentarius Commission, 2001. Comments submitted on the draft maximum level for Aflatoxin M1 in milk. Codex Committee on Food Additives and Contaminants, 33rd session, The Netherlands: Hague.
45. European Commission Regulation, 2001. No. 466/2001/EC of 8 March 2001, setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Commission*, L077; 1-13.
46. Gıda Mevzuatı, Mikrobiyal Toksinler, 2003. (Ek.1)., sevk: 2003/2, seri XXI, cilt XXI/2, tebliğ no. 2002/63, s. 2168. Çakır, E. O., & Yarsan, E. (2021).
47. Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan süt örneklerinde bazı metal düzeyleri. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 32(1), 50-62.
48. Manetta, A.C., Giuseppe, L.D., Giammarco, M., Fusaro, I., Simonella, A., Gramenzi, A., Formigoni, A., 2005. High-performance liquid chromatography with post-column derivatisation and fluorescence detection for sensitive determination of aflatoxin M1 in milk and cheese. *Journal of Chromatography A*, 1083: 219-222.
49. Boudebouz, A., Boudalia, S., Bousbia, A., Habila, S., Boussadia, M. I., & Gueroui, Y. (2021). Heavy metals levels in raw cow milk and health risk assessment across the globe: A systematic review. *Science of the total Environment*, 751, 141830.
50. Tekinşen, k. k., & Biçer, Y. (2017). Süt ve Süt Ürünlerinde Mikotoksinler. *Türkiye Klinikleri Food Sciences-Special Topics*, 3(1), 13-18.
51. İstanbulluoğlu, H., Oğur, R., Tekbaş, Ö.F., & Bakır, B. (2013). Süt ve süt ürünlerinde ağır metal kirliliği. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 33(2), 410-409.
52. Abdulkhalik, A., Swaileh, K., Hussein, R. M., & Matani, M. (2012). Levels of metals (Cd, Pb, Cu and Fe) in cow's milk, dairy products and hen's eggs from the West Bank, Palestine.

FONKSİYONEL BİR BESİN OLAN KİNOA VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ**QUINOA, A FUNCTIONAL FOOD AND ITS EFFECTS ON HEALTH****Dr. Öğr. Üyesi Duygu MATARACI DEĞİRMENCI**

Ordu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Altınordu, Ordu.

ÖZET

Kökünü Güney Amerika'ya dayanan kinoanın geçmişi 7000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Geniş yapraklı ve çift çenekli bir bitki olan kinoa, tam tahıllar grubunda yer alan ancak tahıllardan farklı besin ögesi kompozisyonuna sahip fonksiyonel bir besindir. Kinoa, tahılların temel özelliklerini taşısa da arpa, buğday, pirinç gibi geleneksel buğdaygiller ailesinde yer almaz. Kazein proteiniyle benzer kalitede protein içermesinin yanı sıra, doymamış yağ asitleri, çeşitli vitaminler, yüksek biyoyararlılığa sahip mineraller ve posa da bünyesinde barındırmaktadır. Yüksek protein kalitesine sahip olması sebebiyle alternatif protein kaynağı olarak tüketilebilmektedir. Kinoanın aminoasit örüntüsünün yetişkin bireylerin günlük gereksinimlerini karşılayabilecek yeterlilikte olduğu bildirilmektedir. Tahıllarda sınırlı miktarda olan lizin ve triptofan ile kurubaklagillerde sınırlı miktarda bulunan kükürlü aminoasitlerin düzeyi kinoada oldukça yüksektir. Yaprak ve tohumları yenilebilen kinoa, önemli bir fitokimyasal kaynağı olması sebebiyle antikarsinogenik, antiobezite, antidiyabetik, antikarsinogenik, antiinflamatuar, antioksidan, hipokolesterolemik, antiaterosklerotik, etki göstererek kanser, obezite, kardiyovasküler hastalıklar ve diyabet gibi çeşitli hastalıkların oluşumunu önleyici etkilere sahiptir. Kinoanın sağlık üzerindeki bu etkileri biyoaktif içeriği sebebiyledir. Kinoanın çoğunlukla tohumlarının tüketildiği bilinmektedir. Haşlanan kinoa tohumları çorbalarda; kinoa tohumlarının öğütülmesiyle elde edilen un ise ekmek, makarna, kek, kurabiye, bisküvi gibi yiyeceklerin yapımında kullanılabilir. Bu derlemede, kinoanın özellikleri, besin ögesi içeriği, içerdiği biyoaktif bileşenler ve sağlık üzerindeki etkilerinden bahsedilmiştir. Bilimsel çalışmalardan elde edilen kanıtların uygulamaya dönüştürülebilmesi için daha fazla bilimsel araştırmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Kinoa, fonksiyonel besin, tahıl, besin, besin ögesi**ABSTRACT**

Originating in South America, quinoa has a history dating back 7,000 years. Quinoa, a broad-leaved and dicotyledonous plant, is a functional food that is included in the whole grain group but has a different nutritional composition than grains. Although quinoa has the basic characteristics of grains, it is not included in the traditional wheat family such as barley, wheat, and rice. In addition to containing protein of similar quality to casein protein, it also contains unsaturated fatty acids, various vitamins, minerals with high bioavailability, and fiber. Due to its high protein quality, it can be consumed as an alternative protein source. It is reported that the amino acid pattern of quinoa is sufficient to meet the daily requirements of adults. The levels of lysine and tryptophan, which are limited in grains, and sulfur amino acids, which are limited in legumes, are quite high in quinoa. Quinoa, whose leaves and seeds can be eaten, has anticarcinogenic, antiobesity, antidiabetic, anticarcinogenic, anti-inflammatory, antioxidant, hypocholesterolemic, antiatherosclerotic effects, and prevents the formation of various diseases such as cancer, obesity, cardiovascular diseases and diabetes, as

it is an important source of phytochemicals. These effects of quinoa on health are due to its bioactive content. It is known that quinoa is mostly consumed as its seeds. Boiled quinoa seeds can be used in soups; flour obtained by grinding quinoa seeds can be used in making foods such as bread, pasta, cake, cookies, and biscuits. In this review, the properties of quinoa, its nutritional content, its bioactive components and its effects on health are discussed. More well-designed scientific research is needed to translate the evidence obtained from scientific studies into practice.

Keywords: Quinoa, functional food, grain, food, nutrient

GİRİŞ

Beslenme; sağlıklı bir yaşamın en temel parçalarından biridir. Bu sebeple, bireylerin daha sağlıklı bir yaşam sürmek için önem verdiği beslenme günümüzün en önemli konularından biri haline gelmiştir. Yeterli ve dengeli beslenme çerçevesinde sağlıklı besinlerin tercihi, ihtiyaç duyulan besin öğelerinin en iyi kaynaklardan sağlanması son derece önemli olmakla birlikte bilimsel çalışmaların öncelikli konularından biri olmuştur. Sağlıklı ve besin değeri yüksek besinlerin çokça araştırıldığı günümüzde fonksiyonel besin olarak adlandırılan kinoa; beklentiyi karşılama sebebiyle dikkatleri üzerine çekmiştir.

Halk arasında kinoa olarak adlandırılan *Chenopodium quinoa* Willd.'in geçmişi 7000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır. And Dağları bölgesinde yaşamış uygarlıkların tarımlarında yer verdiği bir bitki olan kinoa, eski uygarlıklar tarafından “anne tahıl” ya da tanrıların armağanı” olarak da anılmaktadır. Daha sonra düşük sosyal statüye sahip toplumların tükettiği bir besin olması sebebiyle küçümsenmiş ve bu durum kinoanın geleneksel tahıllara göre daha geç tanınmasına neden olmuştur. Kinoa; beslenme açısından üstün olan özellikleri ve tarımsal çok yönlülüğü sebebiyle Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün dikkatini çekmiş ve yeterli protein tüketemeyen toplumlar için alternatif bir bitkisel protein kaynağı olduğunu rapor etmiştir (1).

Tam tahıl olarak kabul edilen kinoaya (2), 21. yüzyılda Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü tarafından sürdürülebilir beslenmede yer alan bir besin olabileceği konusuna vurgu yapılmıştır (3). Bu yazıda, kinoanın özellikleri, besin ögesi içeriği ve sağlık üzerine etkilerinden değerlendirilmiştir.

Tek çenekli olan geleneksel tahıl (arpa, buğday, pirinç) ailesine ait olmayan kinoa; çift çenekli ve geniş yapraklıdır. Literatürde bazen psödo-tahıl, bazen de psödo-yagli tohum olarak adlandırılmakta olup *Amaranthaceae* familyasına aittir. Sistematik ve morfolojik açıdan değerlendirildiğinde tahıl tanelerinden farklı özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir (4). Bunun sebebi kinoanın tohum ve meyvelerinin anatomik yapısının geleneksel tahıllardan farklı olmasıdır (5).

Bilimsel çalışmalarda daha çok yaprak ve tohumları değerlendirilen kinoanın pek çok kullanım alanı mevcuttur. Kinoa tohumları haşlanarak çorba yapımında, tohumları öğütülüp un haline getirilerek unlu mamüllerin yapımında (kek, pasta, börek, erişte), kahvaltılık tahıl olarak, fermente edilerek bira yapımında, yaprakları pişirilerek yemek yapımında, filizler salata yapımında kullanılabilir. Buna ek olarak bebek mamalarında ve besin desteklerinde de kinoanın kullanıldığı bildirilmektedir (4).

BESİN ÖGESİ KOMPOZİSYONU

Kinoanın ana bileşeni olan karbonhidratlar kuru ağırlığın yaklaşık %52-69'unu oluşturmaktadır. Kinoa tohumlarının perispermde bulunan nişasta, kinoanın karbonhidrat içeriğinin %52-60'ı kadardır. Kinoanın amiloz içeriği geleneksel tahıllar olan buğday, pirinç ve arpadan daha düşüktür (6). Arpa ve buğdaya göre daha çok su tutma özelliği olan kinoa nişastasının retrogradasyon ve dondurma işlemlerinde stabilize yeteneği oldukça yüksektir (7).

Piştirme süresine bağlı olarak değişen glisemik indeks skoru 35-53 arasında olup düşük glisemik indeksli bir besin olarak tanımlanmaktadır (8,9).

Uygun amino asit dengesine sahip olan kinoa, insan yaşamı için gerekli olan tüm amino asitleri bünyesinde barındıran nadir besinlerden biridir (10). Pek çok tahıla göre iyi bir amino asit dizisine sahiptir. Özellikle elzem amino asit içeriği sebebiyle iyi kalite protein sağlayan az sayıdaki bitkisel besinden biridir. Bu nedenle alternatif bir protein kaynağı olarak bildirilmektedir (7, 11). Kinoa %15 oranında protein içermektedir. Pirinç, çavdar, arpa, sorgun gibi tahıllardan daha fazla protein içeriğine sahip olan kinoa buğdayla benzer oranda protein içermektedir (7). Kinoa'nın aminoasit örüntüsünün yetişkin bireylerin günlük gereksinimlerini karşılayabildiği bildirilmektedir (9). Tahıllarda sınırlı miktarda bulunan lizin, triptofan ve kurubaklagillerde sınırlı miktarda bulunan kükürtlü aminoasitler açısından oldukça zengindir (7, 11). Ayrıca sistein, arjinin ve histidin içeriğinin yüksek olması sebebiyle bebek ve çocuk beslenmesinde de önemli bir besin olarak kullanılmaktadır (7, 9). Gluteni düşük konsantrasyonlarda (<20mg/gün) içermesi sebebiyle çölyak hastaları gibi glutensiz beslenmesi gereken bireylerin diyetinde yer alabileceği önerilen alternatif bir besindir (8).

Psödo-yağlı tohum olarak da adlandırılan kinoa, güçlü bir lipit fraksiyonuna sahiptir. Lipit içeriği %7.0 olan kinoa soyadan daha düşük lipit içeriğine sahipken, mısır ve diğer tahıllardan daha fazla lipit içermektedir. Bununla birlikte soya fasülyesi ile benzer doymamış yağ asidi (linoleik asit, oleik asit, α -linolenik asit) örüntüsüne sahiptir. Kinoa'nın toplam yağ asidi içeriğinin yaklaşık %88'i doymamış yağ asitleridir. Kinoa'nın n-6/n-3 oranının 5.3/10.6 olduğu bildirilmektedir (12).

Kinoa, zengin vitamin ve mineral içeriği sebebiyle kıymetli bir besindir (13). Özellikle B6 vitamini, folik asit, C ve E vitamini içeriği oldukça yüksektir. Yetişkinlerin günlük piridoksin ve folik asit ihtiyacının karşılanmasında 100 gr kinoa tüketiminin yeterli olabileceği rapor edilmektedir. Riboflavin açısından değerlendirildiğinde ise 100 gr kinoa'nın çocukların gereksinimini %80, yetişkinlerin gereksinimini ise %40 oranında karşıladığı bildirilmektedir (14). Buna ek olarak E vitamini içeriği de oldukça zengindir. Alfa-tokoferol açısından zengin olması, yüksek oranda doymamış yağ asidine sahip kinoayı lipit oksidasyonuna karşı korur (7, 11). Ancak kinoa'nın niasin ve tiamin içeriği diğer tahıllardan daha düşük seviyelerdedir (14, 15). Kinoa'nın demir, bakır, çinko, kalsiyum ve magnezyum içeriği de geleneksel tahıllardan daha yüksektir (11). Buna ek olarak kinoa'daki kalsiyum, potasyum ve magnezyumun biyoyararlılığı da daha yüksektir (8).

Kinoa'nın yapısında fitosteroller, fitoekdisterooidler, peptitler, saponinler, izoflavonlar ve karotenoidler önemli biyoaktif bileşiklerdendir. Kinoa'nın biyoaktif içeriği çevresel koşullara göre değişebilmektedir (4).

SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Kinoa'nın diğer tahıllara göre avantajlı içeriği bilimsel çalışmalara konu olmasının en önemli sebeplerindendir. Özellikle bünyesindeki farklı ve yüksek miktarlarda biyoaktif madde bulunması sebebiyle sağlık üzerinde pozitif etkilerinin olması kinoaya fonksiyonel bir besin olma özelliği kazandırmaktadır. Biyoaktif içeriği sebebiyle fonksiyonel besin olarak tanımlanan kinoa'nın; antiaterosklerotik, antiinflamatuvar, antioksidan, antidiyabetik, antikarsinojenik, antiobezite, antialerjik, antimikrobiyal, nöroprotektif, gastroprotektif ve immünomodülatör etkileri olduğu bildirilmektedir. Konu ile ilgili daha çok in vitro çalışmalar olmakla birlikte sınırlı sayıda in vivo çalışmada da kinoa'nın sağlık üzerine olan etkileri araştırılmıştır (4).

Kinoa'nın da dahil olduğu bir kategori olan psödo-tahılların ve başka bazı tahılların antioksidan kapasitelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada; psödo-tahılların antioksidan kapasitesinin diğer tahıllardan çok daha yüksek olduğu bildirilmiştir (16). Pasko ve arkadaşlarının deney hayvanları üzerinde yürütmüş olduğu bir çalışmada, kinoa içeren

diyetin oksidatif stres oluşturulan ratlarda, bazı organlardaki ve plazmadaki oksidatif sürece etkileri incelenmiştir. Diyetin 5 hafta boyunca kinoayla desteklenmesi (310 g/kg yem); plazma malondialdehit düzeyinde, lipit peroksidasyonunda ve antioksidan enzim aktivitesinde azalma sağlamış; kinoanın kalp, plazma, akciğer, böbrekler, pankreas ve testislerin antioksidan kapasitesini arttırabileceği sonucuna varılmıştır (17). Kinoa tohumlarından elde edilen saponinlerin lipopolisakkarit uyarılı RAW 264.7 makrofaj hücrelerinde anti-inflamatuar aktivitesinin incelendiği bir çalışmada bazı saponin fraksiyonlarının, inflamasyonun pek çok basamağında etkili olan nitrik oksit üretimini azalttığı; inflamatuvar sitokinlerden interlökin- 6 ve TNF- α salınımını ise baskıladığı saptanmıştır (18). Yao Tang ve arkadaşlarının yürütmüş olduğu in vitro bir çalışmada; kinoanın içerdiği bazı fenolik bileşiklerin α -glükosidaz ve α -amilaz enzimlerinin aktivasyonunu baskılayabileceği bulunmuş, bu bileşiklerin bağırsaklardan glikoz emilimi baskılayarak postprandiyal glisemiye regüle edebileceği bildirilmiştir (19). Kısa süreli besin alımını ve ratlarda tokluğu kontrol etmede iki güncel protein ikamesi olan kinoa ve amarantın etkinliğini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada 24 erkek wistar rat randomize olarak 3 gruba ayrılarak gruplara 15 gün boyunca sırasıyla kazein proteini, kinoa ve amarant verilmiş, çalışma sonunda kinoa ve amarant tüketen grupların kazein proteini tüketen gruba göre total kolesterol seviyesinde anlamlı bir azalma olduğu gözlenmiştir (20). Giuliana ve arkadaşlarının besin, lif ve fitokimyasalların iyi bir kaynağı olan kinoa'nın, obez-diyabetik (db/db) farelerde risk hastalığı biyobelirteçlerini düzenleyip düzenleyemeyeceğini araştırdığı bir çalışmada, diyetine kırmızı kinoa eklenen erkek obez diyabetik farelerin 8 hafta sonra karaciğer yağlanması, kan lipit profili ve inflamatuvar oksidatif stres durumunun daha iyi olduğu tespit edilmiştir (21).

Postmenopozal 35 hafif şişman kadında, 4 hafta süresince mısır ve kinoa (25g/gün) tüketiminin etkilerinin incelendiği çift kör prospektif bir çalışmada hem mısır hem de kinoa tüketen grupta serum E vitamini, tiyobarbitirik asit reaktif türleri, trigliserit düzeylerinin anlamlı şekilde azaldığı gözlenmiştir. Ancak indirgenmiş glutatyon seviyesinde artış ile serum total kolesterol ve LDL kolesterol düzeylerindeki azalma yalnızca kinoa tüketen grupta gözlenmiştir (22). Kinoanın insanlarda biyokimyasal ve antropometrik profil ile kan basıncı ve kardiyovasküler hastalık riskini ölçmeye yönelik parametreler üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yürütülen bir çalışmada, yaşları 18 ile 45 arasında değişen 22 öğrenciye 30 gün boyunca her gün tahıl gevreği formundaki kinoa tedavisi uygulanmış ve çalışma sonunda katılımcıların toplam kolesterol, trigliserit ve LDL kolesterol seviyelerinde azalma saptanmıştır. Günümüzün küreselleşen dünyasında ölüm nedenleri arasında yer alan kalp ve damar hastalıklarına ilişkin risk faktörlerinin önlenmesinde ve tedavisinde kinoanın diyetle kullanımının faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır (23). Düşük sosyoekonomik düzeye sahip ailelerde yaşayan, kreşe giden 50 ila 65 ay arası malnütrisyonlu 40 erkek çocukla yürütülen bir araştırmada, çocukların diyetine 15 gün boyunca kinoa ununda yapılmış besinler eklenmiştir. Bu besinlerin çocukların günlük enerji ihtiyacının %40'ını, protein ihtiyacının ise %30'unu karşılayacak düzeyde ve iki öğün şeklinde tüketilmesi sağlanmıştır. Çalışma sonunda insülin benzeri büyüme faktörü-1 düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu gözlenmiştir (24). Sağlıklı 50-75 yaş arası 40 katılımcının yer aldığı çift kör randomize bir çalışmada, 28 gün boyunca katılımcıların standart diyete ek olarak günde 2 kere 15 g kinoalı bisküvi (kinoa içeriği %60) tüketmesi sağlanmış ve çalışma sonunda lipit profilindeki iyileşme ve vücut ağırlığı kaybının istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır (25). Yetişkin çölyak hastalarının (n=19) glutensiz diyet programını uygulayarak 6 hafta boyunca 50 g/gün kinoa tükettikleri bir araştırmada, gastrointestinal ve serolojik semptomlar incelenmiştir. Glutensiz diyete eklenen kinoanın çölyak hastalarında iyi tolere edildiği, çölyak hastalarının gastrointestinal semptomlarında iyileşme sağladığı, villus yüksekliğini artırdığı bildirilmiştir (26).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kültürel olarak Güney Amerika'da yüzyıllardır tüketilen ve günümüzde fonksiyonel bir besin olarak atfedilen kinoa, sağlıklı bir hayatın sürdürülebilmesi için günlük diyetle, unlu mamüllerin (ekmek, makarna, kurabiye vb.) üretiminde ve salatalar içerisine katılarak pek çok şekilde tüketilebilmektedir. Çölyak hastalarının tüketebildiği ve kolayca sindirebildiği glutensiz bir besindir. Geleneksel tahıllarda sınırlı olan lizin ve triptofan aminoasitini içermesi ve uygun aminoasit dizilimine sahip olması sebebiyle iyi kalite bir alternatif protein kaynağı olma özelliğini taşımaktadır. İçerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde pek çok hastalığın önlenmesinde ve tedavi edilmesinde pozitif etkileri olan bir besindir.

Sonuç olarak çok kıymetli bir psödo-tahıl olan kinoa, günümüzde sağlıklı, yeterli ve dengeli beslenme kapsamında yer verilmesi gereken bir besindir. Kinoa'nın sağlık üzerine pozitif etkilerinin daha iyi anlaşılması, kanıt düzeylerinin artması için in vitro çalışmaların yanı sıra klinik çalışmaların sayısının artırılmasına da ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Orhan, D. D., Bayram, M., & Pekacar, S. (2018). Kinoa ve sağlık üzerine etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(2), 47-57.
2. Van Der Kamp, J. W., Poutanen, K., Seal, C. J., & Richardson, D. P. (2014). The HEALTHGRAIN definition of 'whole grain'. *Food & nutrition research*, 58(1), 22100.
3. Bazile D, Bertero D, Nieto C. State of the Art Report of Quinoa in the World in 2013. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2015
4. İlkay, H. Ö., & Mutlu, A. A. (2020). Fonksiyonel bir besin: kinoa. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 48(3), 92-101.
5. Graf, B. L., Poulev, A., Kuhn, P., Grace, M. H., Lila, M. A., & Raskin, I. (2014). Quinoa seeds leach phytoecdysteroids and other compounds with anti-diabetic properties. *Food chemistry*, 163, 178-185.
6. Gorinstein, S., Lojek, A., Číž, M., Pawelzik, E., Delgado-Licon, E., Medina, O. J., ... & Goshev, I. (2008). Comparison of composition and antioxidant capacity of some cereals and pseudocereals. *International journal of food science & technology*, 43(4), 629-637.
7. Filho, A. M. M., Pirozi, M. R., Borges, J. T. D. S., Pinheiro Sant'Ana, H. M., Chaves, J. B. P., & Coimbra, J. S. D. R. (2017). Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(8), 1618-1630.
8. Waisundara, V., & Shiomi, N. (Eds.). (2017). *Superfood and Functional Food: An Overview of Their Processing and Utilization*.
9. Bastidas, E. G., Roura, R., Rizzolo, D. A. D., Massanés, T., & Gomis, R. (2016). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), from nutritional value to potential health benefits: an integrative review. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 2016, vol. 6, num. 3.
10. Navruz-Varli, S., & Sanlier, N. (2016). Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of cereal science*, 69, 371-376.
11. Vilcacundo, R., & Hernández-Ledesma, B. (2017). Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Current Opinion in Food Science*, 14, 1-6.
12. Tang, Y., & Tsao, R. (2017). Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: a review. *Molecular nutrition & food research*, 61(7), 1600767.
13. Dağ, Ş. R. O., & Özkan, A. M. G. (2019). Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) üzerine bir derleme. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 43(3), 309-333.
14. James, L. E. A. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Advances in food and nutrition research*, 58, 1-31.

15. Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food chemistry*, 119(2), 770-778.
16. Gorinstein, S., Lojek, A., Číž, M., Pawelzik, E., Delgado-Licon, E., Medina, O. J., ... & Goshev, I. (2008). Comparison of composition and antioxidant capacity of some cereals and pseudocereals. *International journal of food science & technology*, 43(4), 629-637.
17. Pasko, P., Barton, H., Zagrodzki, P., Izewska, A., Krosniak, M., Gawlik, M., ... & Gorinstein, S. (2010). Effect of diet supplemented with quinoa seeds on oxidative status in plasma and selected tissues of high fructose-fed rats. *Plant foods for human nutrition*, 65, 146-151.
18. Yao, Y., Yang, X., Shi, Z., & Ren, G. (2014). Anti-inflammatory activity of saponins from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages cells. *Journal of Food Science*, 79(5), H1018-H1023.
19. Tang, Y., Zhang, B., Li, X., Chen, P. X., Zhang, H., Liu, R., & Tsao, R. (2016). Bound phenolics of quinoa seeds released by acid, alkaline, and enzymatic treatments and their antioxidant and α -glucosidase and pancreatic lipase inhibitory effects. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(8), 1712-1719.
20. Mithila, M. V., & Khanum, F. (2015). Effectual comparison of quinoa and amaranth supplemented diets in controlling appetite; a biochemical study in rats. *Journal of food science and technology*, 52(10), 6735-6741.
21. Noratto, G. D., Murphy, K., & Chew, B. P. (2019). Quinoa intake reduces plasma and liver cholesterol, lessens obesity-associated inflammation, and helps to prevent hepatic steatosis in obese db/db mouse. *Food chemistry*, 287, 107-114.
22. De Carvalho, F. G., Ovídio, P. P., Padovan, G. J., Jordao Junior, A. A., Marchini, J. S., & Navarro, A. M. (2014). Metabolic parameters of postmenopausal women after quinoa or corn flakes intake—a prospective and double-blind study. *International Journal of Food sciences and nutrition*, 65(3), 380-385.
23. Farinazzi-Machado, F. M. V., Barbalho, S. M., Oshiiwa, M., Goulart, R., & Pessan Junior, O. (2012). Use of cereal bars with quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) to reduce risk factors related to cardiovascular diseases. *Food Science and Technology*, 32, 239-244.
24. Ruales, J., Grijalva, Y. D., Lopez-Jaramillo, P., & Nair, B. M. (2002). The nutritional quality of an infant food from quinoa and its effect on the plasma level of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in undernourished children. *International journal of food sciences and nutrition*, 53(2), 143-154.
25. Pourshahidi, L. K., Caballero, E., Osses, A., Hyland, B. W., Ternan, N. G., & Gill, C. I. (2020). Modest improvement in CVD risk markers in older adults following quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) consumption: A randomized-controlled crossover study with a novel food product. *European Journal of Nutrition*, 59, 3313-3323.
26. Zevallos, V. F., Herencia, I. L., Chang, F., Donnelly, S., Ellis, J. H., & Ciclitira, P. J. (2014). Gastrointestinal effects of eating quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in celiac patients. *Official journal of the American College of Gastroenterology| ACG*, 109(2), 270-278.

PROBİYOTİKLERİN SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ROLÜ

THE ROLE OF PROBIOTICS ON HEALTH

Dr. Öğr. Üyesi Çağlar AKÇALI

Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü,
Artuklu, Mardin.

ÖZET

Probiyotikler, konakçıya sağlık yararı sağlayan ve yeterli miktarda alındığında hastalıkların önlenmesini ve iyileşmesini sağlayan, patojenik olmayan mikroorganizmalardır. En yeni ve kapsamlı tanımı konakçıya sağlık yararı vermesinin yanında, yeterli miktarlarda alındığında bazı hastalıkların önlenmesini veya iyileşmesini sağlayan, çoğunlukla patojenik olmayan mikroorganizmalar oldukları yönünde genişletilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA)'nın önerilerine göre, probiyotik seçim sürecinde, probiyotik suşların hem güvenilirlik ve işlevsellik kriterlerini hem de teknolojik kullanılabilirlik kriterlerini karşılaması gerekir. Günümüzde en yaygın kullanılan probiyotikler arasında; laktobasiller, bifidobakteriler ve bazı patojenik olmayan suşlar bulunmaktadır. Probiyotik kullanımının sağlık üzerindeki etkisi bakımından en çok çalışılan probiyotikler: *Lactobacillus rhamnosus*, *Saccharomyces boulardii*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium animalis*'dir. Probiyotikler, çeşitli mekanizmalarla değişmiş bağırsak mikrobiyotasının olumlu yönde modülasyonunu destekleyebilmektedir. Bu mekanizmalar; antimikrobiyal maddelerin üretimi, bağırsak mukozal adezyona müdahale ederek patojenlerin sayısının azaltılması, safra tuzlarının metabolizmasının modüle edilmesi, düşük dereceli inflamasyonun azaltılması ve bağırsak motilitesinin yanı sıra immün aktivasyonun düzenlenmesidir. Ayrıca probiyotikler, kısa zincirli yağ asitlerinin ve biyosümfaktanların üretimiyle patojenlerin bağırsak epiteline yapışmasının engellenmesini, mukozal bağışıklık aktivasyonunun regülasyonunu, mukus tabakasının artırılması ve tight-junction proteinlerinin üretimi ile bağırsak mukozasının bağırsak bariyeri işlevinde gelişmesini, proinflamatuvar sitokinlerin baskılanması yoluyla anti-inflamatuvar etkiyi, IgA üretimini uyararak ve bağırsak-beyin etkileşimini artırarak bağışıklığın artırılmasını sağlamaktadır. Probiyotikler, temel beslenme ve klinik takviye ile alımları gereksinimlerimizin çoğunu karşılayabilecek önemli fonksiyonel özelliklere sahiptir. Probiyotikler, ülseratif kolit, Crohn hastalığı ve irritabl bağırsak sendromu dahil olmak üzere inflamatuvar hastalıkların tedavisinde yardımcı olabilir. Ayrıca, probiyotiklerin diyabet, obezite, kanser ve patojenik mikroorganizmalar ile ilgili hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde kullanılmaktadır. Çeşitli katabolik ve anabolik süreçlerde enerjinin düzenlenmesi, asit ve safra toleransı, bağırsak epitel hücrelerine bağlı kalma, patojenlerle mücadele etme ve insan sağlığı için yararlı olması gibi bazı özelliklere sahiptir. Bu derleme probiyotiklerin sağlık üzerindeki rolü ve potansiyel avantajlarına ilişkin çalışmaları özetlemektedir.

Anahtar Kelimeler: Probiyotikler, bağırsak mikrobiyotası, bağışıklık modülasyonu, sağlık

ABSTRACT

Probiotics are non-pathogenic microorganisms that provide health benefits to the host and prevent and cure diseases when taken in sufficient quantities. The most recent and comprehensive definition has been expanded to include mostly non-pathogenic microorganisms that, in addition to providing health benefits to the host, prevent or cure

certain diseases when taken in sufficient quantities. According to the recommendations of the World Health Organisation (WHO), the Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO) and the European Food Safety Authority (EFSA), in the probiotic selection process, probiotic strains must meet both safety and functionality criteria and technological usefulness criteria. The most widely used probiotics today include lactobacilli, bifidobacteria and some non-pathogenic strains. The most studied probiotics in terms of the effect of probiotic use on health: *Lactobacillus rhamnosus*, *Saccharomyces boulardii*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium animalis*. Probiotics can support the favourable modulation of altered gut microbiota by various mechanisms. These mechanisms include production of antimicrobial substances, reduction of the number of pathogens by interfering with intestinal mucosal adhesion, modulation of bile salt metabolism, reduction of low-grade inflammation and regulation of intestinal motility as well as immune activation. In addition, probiotics prevent the adhesion of pathogens to the intestinal epithelium by the production of short-chain fatty acids and biosurfactants, regulate mucosal immune activation, improve the intestinal mucosa in the intestinal barrier function by increasing the mucus layer and the production of tight-junction proteins, provide anti-inflammatory effect by suppressing pro-inflammatory cytokines, increase immunity by stimulating IgA production and increasing gut-brain interaction. Probiotics have important functional properties that may fulfil many of our basic nutritional and clinical supplementation requirements. Probiotics may help in the treatment of inflammatory diseases, including ulcerative colitis, Crohn's disease and irritable bowel syndrome. In addition, probiotics are used in the prevention and treatment of diabetes, obesity, cancer and diseases related to pathogenic microorganisms. Probiotics have some properties such as regulating energy in various catabolic and anabolic processes, acid and bile tolerance, adherence to intestinal epithelial cells, fighting pathogens and being beneficial for human health. This review summarises studies on the role and potential advantages of probiotics on health.

Keywords: Probiotics, gut microbiota, immune modulation, health

GİRİŞ

Probiyotik terimi, Yunanca kökenli olup, ‘pro’ (önce) ve ‘biota’ (yaşam) kelimelerinden türemiştir ve patojen olmayan canlı organizmaların konakçı üzerindeki faydalı etkilerini tanımlamak için kullanılır. İlk kez Vergin tarafından, antibiyotiklerin ve mikroorganizmaların bağırsak mikrobiyotası üzerindeki olumsuz etkilerini araştırırken ortaya atılmıştır. Probiyotiklerin, bağırsak florasının sağlığına olumlu katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Daha sonra Lilly ve Stillwell, probiyotikleri, bir mikroorganizma tarafından üretilen ve başka bir mikroorganizmanın büyümesini teşvik eden bir ürün olarak tanımlamışlardır. Fuller ise probiyotikleri, "konakçının sağlığına veya fizyolojik fonksiyonlarına fayda sağlayan, patojen olmayan mikroorganizmalar" olarak tanımlamıştır. FDA ve WHO'nun yaptığı en güncel tanımlamaya göre, probiyotikler, yeterli miktarlarda tüketildiğinde sağlık açısından fayda sağlayan canlı mikroorganizmalardır (Pandey, Naik ve Wakil, 2015). Başlangıçta, mikrobiyal dengeyi iyileştirerek konakçının sağlığına fayda sağladığı düşünülürken, günümüzde bu tanım, yeterli miktarda alındığında hem sağlık yararı sağlama hem de bazı hastalıkların önlenmesi veya iyileşmesine yardımcı olma potansiyeli bulunan mikroorganizmalar olarak genişletilmiştir (Figuroa-González, Quijano, Ramirez ve Cruz-Guerrero, 2011).

Probiyotik Türleri ve Sağlık Üzerine Etkileri

Günümüzde en yaygın kullanılan probiyotikler arasında; laktobasiller, bifidobakteriler ve bazı patojenik olmayan suşlar bulunmaktadır. Probiyotik kullanımının sağlık üzerindeki etkisi bakımından en çok çalışılan probiyotikler: *Lactobacillus rhamnosus*, *Saccharomyces*

boulardii, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium animalis*'dir (Fric, 2007; Heller, 2001, Vasiljevic ve Shah 2008). Literatürde bulunan bazı probiyotiklerin sağlık üzerine etkileri şu şekildedir:

Lactobacillus rhamnosus GG: İnek sütü veya rotavirüs enfeksiyonuna neden olan bağırsak geçirgenliğini azaltmaktadır. Diyareye neden olan rotavirüs enfeksiyonunun süresini kısaltır (Kaur, Chopra ve Saini, 2002).

Lactobacillus casei: Diyarenin şiddetini ve süresini azaltmaktadır. Bağırsak immün sistemini uyararak crohn hastalığının semptomlarını hafifletmektedir ve güçlü antimikrobiyal özelliklere sahiptir (Itsaranuwat, Al-Haddad ve Robinson, 2003; Kaur, Chopra ve Saini, 2002; Shah, 2007).

Lactobacillus acidophilus: Bağırsak içeriğinin pH'nı düşüren laktik asit salgırlar ve patojenlerin gelişimini engellemeye yardımcı olmaktadır (Itsaranuwat, Al-Haddad ve Robinson, 2003; Shah, 2007).

Lactobacillus plantarum: Enzim aktivitelerini azaltarak kanserojen ürünlerin oluşumunu engelleyen kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini artırmaktadır (Shah, 2007).

Lactobacillus johnsonii: *Helicobacter pylori* yoğunluğunu ve inflamasyonunu azaltabilir (Shah, 2007).

Bifidobacterium breve: Anti-rotavirüs veya anti-influenza virüsünü artırarak humoral bağışıklık sistemini aktive etmektedir (Kaur, Chopra ve Saini, 2002).

Bifidobacterium bifidum: Besin için patojenik bakterilere karşı rekabet edebilir. Diyare insidansını azaltır. Antikor yanıtlarını ve serokonversiyon oranlarını artırmaktadır (Gill ve Prasad, 2008; Itsaranuwat, Al-Haddad ve Robinson, 2003).

Bifidobacterium infantis: Diyare ve konstipasyonu önlemektedir (Fric, 2007).

Bifidobacterium animalis: Çocuklarda ve yetişkinlerde diyare riskini azaltmaktadır (De Vrese ve Schrezenmeir, 2008).

Saccharomyces cerevisiae Boulardii: Turist diyaresi ve patojenik kökenli kolit ve enterokolit gelişimini önlemektedir. Antibiyotikle ilişkili diyare riskini ve süresini azaltmaktadır (Fric, 2007).

Saccharomyces cerevisiae boulardiinin önemli bir yanı, probiyotiklerin çoğu *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinslerine aitken, *Saccharomyces cerevisiae boulardii* kanıtlanmış probiyotik özelliklere sahip olan tek maya türüdür. Probiyotikler suşa özgü olup türe veya cinse özgü değildir. Bu nedenle hiçbir probiyotik, aynı türün suşları bile olsa aynı etkileri göstermeyecektir. Yine benzer şekilde, aynı türün tüm suşları tanımlanmış sağlık koşullarına karşı etkili olamayabilir (Figuroa-González, Quijano, Ramirez ve Cruz-Guerrero, 2011).

Probiyotiklerin insan sağlığı üzerine etkisi ile ilgili yapılmış çalışmalar

Probiyotiklerin, ülseratif kolit, Crohn hastalığı ve non-spesifik ileit gibi inflamatuvar hastalıkların tedavisinde destekleyici rol oynayabileceği bilinmektedir. Bu hastalıkların nedeni tam olarak anlaşılmamış olsa da, bağırsaklarda meydana gelen kronik ve tekrarlayan enfeksiyonlar veya inflamasyonlarla bağlantılı oldukları öne sürülmektedir. Klinik çalışmalar, probiyotiklerin ülseratif kolitin remisyonunu sağladığını, Crohn hastalığı üzerinde ise olumlu bir etkisinin olmadığını gözlemlemiştir (Bengmark, 2007, Geier, Butler ve Howarth, 2007). Yapılan çalışmalarda, probiyotiklerin laktoz intoleransı (Montalto, Curigliano, Santoro, Vastola, Cammarota, Manna, Gasbarrini ve Gasbarrini, 2006, Levri, Ketvertis, Deramo, Merenstein ve D'Amico, 2005), irritable bağırsak sendromu ve kolorektal kanser ve peptik ülser gibi hastalıkların önlenmesinde kullanımı incelenmiştir (Geier, Butler ve Howarth, 2006, Lesbros-Pantoflickova, Corthesy-Theulaz ve Blum, 2007). Bazı bakteriyel enzimlerin inhibisyonundaki rolleri göz önüne alındığında, probiyotiklerin hayvanlarda kolorektal

karsinom riskini azaltabileceği, ancak insanlarda aynı etkinin gözlenmediği belirtilmiştir (Guarner, Khan, Garisch, Eliakim, Gangl, Thomson, Krabshuis ve Lemair, 2011). Ayrıca ürogenital sistem üzerindeki olumlu etkisi (İdrar Yolu Enfeksiyonları (İYE) ve bakteriyel vajinitin önlenmesi ve tedavisi), probiyotik kullanımıyla ilişkili yararları göstermektedir (Anukam, Osazuwa, Osemene, Ehigiagbe, Bruce ve Reid, 2006; Falagas, Betsi, Tokas, Athanasiou, 2006; Reid ve Bruce, 2006). Probiyotik içeren süt ürünlerinin tüketimi kan kolesterol düzeyinin azaltmaktadır ve böylece obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve serebral inmenin önlenmesine yardımcı olabilmektedir. Probiyotiklere bağlı olarak kolesterol düzeyindeki azalma, farmasötik ajanların etkisine göre daha az belirgindir. Ancak yan etkilerin önemli ölçüde minimum düzeye indirilmesini sağlamaktadır (Simons, Amansec ve Conway, 2006). VSL#3 probiyotik formülünün ve *Oxalobacter formigenes* bakteri suşunun, oksalatların idrarla atımı üzerinde etkisi olduğu ve böylece ürolitiazis riskini potansiyel olarak azaltabileceği belirtilmektedir (Lieske, Goldfarb, De Simone ve Regnier, 2005).

Probiyotiklerin diyare tedavisinde kullanımına ilişkin çok sayıda çalışma yapılmıştır. Akut, sulu diyaresi olan hastalara *Saccharomyces boulardii* mayasının uygulanması, iki ay içinde semptomların iyileşmesine ve sıklığının azalmasına neden olmuştur (Biloo, Memon, Khaskheli, Murtaza, Iqbal, Shekhani ve Siddiqi, 2006). Probiyotik suşların nozokomiyal, nozokomiyal olmayan ve viral diyarelerin tedavisindeki etkinliği de gösterilmiştir. Probiyotiklerin, viral bir enfeksiyonun engellenmesini sağlayan IgA antikorlarının miktarını artırabileceği belirtilmektedir (Parvez, Malik, Ah Kang ve Kim, 2006). Antibiyotikle ilişkili diyare (AAD) ve çoğu antibiyotiğin neden olduğu *Clostridium difficile* hastalığının (CDD) yaygın bir komplikasyonudur ve nozokomiyal diyare ve kolit salgınlarının önde gelen nedenlerinden biridir. Bu iki hastalık için probiyotik kullanımı belirsizdir. Çeşitli farklı probiyotik türleri, bu iki hastalık için etkili tedaviler sunabilir. Yapılan meta-analizler incelendiğinde, üç tip probiyotik (*Saccharomyces boulardii*, *Lactobacillus rhamnosus* GG ve probiyotik karışımlar), antibiyotikle ilişkili diyare gelişimini önemli ölçüde azaltmıştır. CDD için sadece *Saccharomyces boulardii* etkili olmuştur (McFarland, 2006).

Finlandiya'nın Helsinki kentinde gerçekleştirilen bir çalışmada, *Lactobacillus rhamnosus* GG'nin probiyotik formunda düzenli kullanımının, solunum yolu enfeksiyonlarının sıklığını azalttığı rapor edilmiştir (Hatakka, Savilahti, Pönkä, Meurman, Poussa, Näse, Saxelin ve Korpela, 2001). Fermente gıdalardan arındırılmış bir diyetin, doğuştan gelen bağışıklık yanıtını baskıladığı, dışkıda bulunan *Lactobacillus* miktarında ve kısa zincirli yağ asitlerinin (KZYA) seviyesinde önemli bir azalmaya yol açtığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, diyetin ikinci haftasında lökositlerin fagositik aktivitesinde bir düşüş yaşandığı ve bu durumun organizmanın enfeksiyonlara karşı savunma yeteneğini olumsuz etkileyebileceği belirtilmiştir (Olivares, Díaz-Ropero, Gómez, Sierra, Lara-Villoslada, Martín, Rodríguez ve Xaus, 2006a).

Lactobacillus gasseri CECT5714 ve *Lactobacillus coryniformis* CECT5711 suşlarını içeren fermente bir ürünün kan ve dışkı parametreleri üzerindeki etkisi, 30 sağlıklı gönüllü üzerinde yapılan randomize, çift kör bir çalışmada incelenmiştir. Deney grubunda bu probiyotik suşları tüketiminin olumsuz bir etkisi gözlemlenmemiştir. Kısa zincirli yağ asidi üretiminde artış, dışkı nemi, sıklığı ve hacminde iyileşme ve bağırsak fonksiyonlarında subjektif iyileşmeler gibi olumlu etkiler kaydedilmiştir (Olivares, Díaz-Ropero, Gómez, Lara-Villoslada, Sierra, Maldonado, Martín, López-Huertas, Rodríguez ve Xaus, 2006b). Alvaro ve arkadaşları (2007), düzenli yoğurt tüketiminin sindirim sisteminde Enterobacteriaceae sayısını azalttığını ve galaktosidaz aktivitesini artırdığını göstermiştir.

Kadooka ve arkadaşları (2010)'nın obeziteye eğilimi olan yetişkinlerde probiyotik *Lactobacillus gasseri* SBT2055'in (LG2055) abdominal adipozite, vücut ağırlığı ve diğer antropometrik ölçümleri üzerine etkilerini incelediği çift kör, randomize, plasebo kontrollü bir müdahale çalışmasında, bireylerin 12 hafta boyunca *Lactobacillus gasseri* SBT2055 içeren (n=43) ya da içermeyen (n=44) 200 g/gün fermente süt tüketmeleri istenmiştir. Çalışma

sonucunda probiyotik alan grubun BKİ, abdominal visseral ve subkutan yağ miktarı, bel ve kalça çevresinde azalma meydana geldiği gözlenmiştir.

Agerholm-Larsen ve arkadaşları (2000)'nin fazla kilolu ve obez bireylerde (erkek=20, kadın=50) *Enterococcus faecium* ve 2 *Streptococcus thermophilus* suşlarını 8 hafta boyunca incelediği çalışmada, vücut ağırlığı, sistolik kan basıncı, LDL kolesterolde azalma ve fibrinojen düzeylerinde artış meydana geldiği bildirilmiştir.

Rajkumar ve arkadaşları (2014)'nin probiyotik (VSL#3) ve omega-3 yağ asidinin insülin duyarlılığı, kan lipitleri ve inflamasyon üzerine olan etkisini değerlendirmek için 40-60 yaş arası 60 fazla kilolu, sağlıklı yetişkinde yapılan çalışmada, bireyler 15'er kişilik dört gruba ayrılmıştır. Dört grup, 6 hafta boyunca sırasıyla plasebo, omega-3 yağ asidi, probiyotik VSL#3 ve hem omega-3 hem de probiyotik almıştır. Probiyotik (VSL#3) ile desteklenen grupta, toplam kolesterol, trigliserit, LDL ve VLDL'de önemli azalma ve HDL değerinde artış görülmüştür. VSL#3 alan grubun, insülin duyarlılığını iyileştirdiği, CRP'yi azalttığı ve bağırsak mikrobiyotasının bileşimini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. Omega-3 yağ asidi ve VSL#3 alan grubun, HDL, insülin duyarlılığı ve CRP üzerinde daha belirgin bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Tonucci ve çalışma arkadaşlarının (2017) tip 2 diyabet hastalarında probiyotiklerin glisemik kontrol, lipit profili, inflamasyon, oksidatif stres ve kısa zincirli yağ asitleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çift kör, randomize ve plasebo kontrollü çalışmada, 45 gönüllü 6 hafta boyunca günlük 120 gram fermente süt tüketmiştir. Çalışma katılımcıları, *Lactobacillus acidophilus* La-5 ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 içeren fermente süt tüketen probiyotik grubu ile geleneksel fermente süt tüketen kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Çalışma sonucunda HbA1c, fruktozamin, toplam kolesterol ve LDL-kolesterol'deki ortalama değişiklikler açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur. Probiyotik tüketiminin, tip 2 diyabetli bireylerde glisemik kontrolü iyileştirdiği belirtilmiştir. Probiyotik ve kontrol gruplarında, inflamatuvar sitokinler (TNF- α ve resistin) önemli ölçüde azalırken ve fekal asetik asit miktarında artış meydana gelmektedir.

Mohamadshahi ve arkadaşları (2014)'nin tip 2 diyabetli hastalarda probiyotik ve geleneksel yoğurdun lipit profili üzerindeki etkisini inceleyen randomize, çift-kör kontrollü araştırmasında, LDL-kolesterol ≥ 100 mg/dl olan, 30-60 yaş arası toplam 44 tip 2 diyabet hastası dahil edilmiştir ve müdahale ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Müdahale grubundaki bireylere 8 hafta boyunca *Lactobacillus acidophilus* La-5 ve *Bifidobacterium lactis* Bb-12 içeren 300 g/gün probiyotik yoğurt, kontrol grubundakilere ise 300 g/gün geleneksel yoğurt verilmiştir. Çalışma sonucunda, probiyotik içeren yoğurt tüketenlerin LDL/HDL oranında anlamlı olarak azalma görülmüş olup, HDL-kolesterol düzeyinin önemli ölçüde arttığı belirtilmiştir. Gruplar arasında trigliserit ve toplam kolesterol düzeylerinde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Tip 2 diyabetli hastalarda dislipidemiği iyileştirmek için alternatif bir önleme yaklaşımı ve tedavi yöntemi olarak probiyotik yoğurt tüketiminin kullanılabileceği önerilmektedir.

Nabavi ve arkadaşları (2014)'nin non-alkolik karaciğer hastalarında (NAYKH) probiyotik yoğurt tüketiminin bazı metabolik faktörler üzerine etkilerini incelediği çift-kör, randomize, kontrollü klinik çalışma, 23-63 yaş arası, NAYKH'li 72 hasta (erkek=33, kadın=39) üzerinde yürütülmüştür. Müdahale grubundaki bireyler (n = 36) *Lactobacillus acidophilus* La5 ve *Bifidobacterium lactis* Bb12 içeren 300 g/gün probiyotik içeren yoğurt ve kontrol grubundakiler (n = 36) ise 8 hafta boyunca 300 g/gün geleneksel yoğurt tüketmiştir. Probiyotik içeren yoğurt tüketenlerin, serum alanin aminotransferaz, aspartat aminotransferaz, toplam kolesterol ve LDL-kolesterol düzeylerinde azalma görülmüştür. Her iki grubun serum glukoz, trigliserit ve HDL-kolesterol düzeylerinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Probiyotik içeren yoğurt tüketiminin hepatik enzimleri, serum toplam kolesterolü ve LDL-

kolesterol düzeylerini iyileştirdiği ve NAYKH risk faktörlerinin yönetiminde faydalı olabileceği belirtilmektedir.

Wang ve arkadaşları (2004)'nın *Helicobacter pylori*'li bireylerde *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* içeren yoğurdun tüketiminin etkilerini inceleyen çalışmada, 59 yetişkin gönüllü bireye 6 hafta boyunca yemekten sonra günde iki kez probiyotik içeren yoğurt verilmiştir. *Lactobacillus acidophilus* La5 ve *Bifidobacterium lactis* Bb12 içeren yoğurdun 6 hafta boyunca düzenli olarak tüketilmesi ile *Helicobacter pylori*'nin üreaz aktivitesinin azaldığı ve bireylerde enfeksiyonunun etkili bir şekilde baskılandığı belirtilmiştir.

Probiyotik Seçim Sürecinde Suşlarda Dikkat Edilmesi Gereken Kriterler

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından yapılan önerilere göre, probiyotiklerin seçim sürecinde, suşların hem güvenilirlik ve işlevsellik kriterlerini hem de teknolojik kullanılabilirlik şartlarını karşılaması gerekmektedir (Tablo 1) (EFSA, 2005; FAO, 2002). Probiyotik özelliklerin, mikroorganizmanın cinsi veya türüyle doğrudan bağlantılı olmadığı, ancak belirli bir türün sınırlı sayıda özenle seçilmiş suşları ile ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (Hill, Guarner, Reid, Gibson, Merenstein, Pot, Morelli, Canani, Flint, Salminen, Calder ve Sanders, 2014). Bir suşun güvenilirliği, patojenik kültürlerle ilişkisinin olmaması ve antibiyotik direnci profili ile tanımlanmaktadır. İşlevsel yönleri, gastrointestinal sistemde canlı kalabilmeleri ve immünomodülatör etkileri ile tanımlanmaktadır. Probiyotik suşlar, üretim teknolojileriyle ilgili gereklilikleri karşılamalıdır. Bu durum onların canlı kalabilmeleri ve depolama ve dağıtım süreçleri boyunca özelliklerini koruyabilmeleri anlamına gelmektedir (Lee, 2009). Ayrıca probiyotikler, pazarlanan bir üründe bulunan suşun özellikleriyle tutarlı olarak belgelenmiş sağlık etkilerine sahip olmalıdır. Bir suşla ilgili derleme makaleleri ve bilimsel çalışmalar, diğer suşların probiyotik olarak tanıtımı için kullanılamaz. Belirli bir suşun probiyotik özelliklerini inceleyen ve belirli bir dozda yapılan çalışmalar, aynı suşun farklı bir dozunun benzer özelliklere sahip olduğunu göstermemektedir. Ayrıca, belirli bir suşun canlılığını azaltabileceği ve bir ürünün özelliklerini değiştirebileceği için türü de önemlidir (Sanders, Gibson, Gill ve Guarner, 2007; Sanders, Lenoir-Wijnkoop, Salminen, Merenstein, Gibson, Petschow, Nieuwdorp, Tancredi, Cifelli, Jacques ve Pot, 2014).

Tablo 1. Probiyotik suşların seçim kriterleri

Kriter	Gerekli Özellikler
• Güvenilirlik	<ul style="list-style-type: none"> • İnsan veya hayvansal kaynaklı olması • Sağlıklı bireylerin gastrointestinal sisteminden izole edilmesi • Güvenli kullanıma sahip olması • Kesin olarak tanımlanmış (fenotip ve genotip özellikleri). • Enfeksiyon hastalıklarına ilişkin bir veriye sahip olmaması • Safra asidi tuzlarını parçalama yeteneğinin olmaması • Yan etkisinin olmaması • Antibiyotik direncinden sorumlu genlerin olmaması
• İşlevsellik	<ul style="list-style-type: none"> • Patojenlere karşı antagonistik aktivite gösterebilmesi (örn. <i>Helicobacter pylori</i>, <i>Salmonella</i> sp., <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>Clostridium difficile</i>) • Bağırsak ekosisteminde yaşayan mikrobiyota açısından rekabet edebilirliği • Midede düşük pH'a direnç gösterebilmesi • Safra tuzlarına ve enzimlere karşı direnç gösterebilmesi • Canlılığı ve metabolik aktiviteyi sürdürmesi ve belirli bölgede büyüme yeteneğinin olması • Endojenik bağırsak mikrobiyotası tarafından üretilen

	<p>bakteriyosinlere ve asitlere karşı direnç gösterebilmesi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konakçı organizma içindeki bazı belirli bölgelerde kolonize olabilmesi ve gastrointestinal sistemde yeterli hayatta kalma oranına sahip olabilmesi • Bağırsak ekosisteminde yaşayan mikrobiyal türler açısından rekabet edebilirliği (yakından ilişkili türler dahil)
<ul style="list-style-type: none"> • Teknolojik kullanılabilirlik 	<ul style="list-style-type: none"> • Yüksek biyokütle miktarlarının kolay üretilmesi ve kültürlerin yüksek üretkenliğe sahip olması • Probiyotik ürünlerin işlenmesi (dondurma, liyofilize kurutma), hazırlanması ve dağıtım sırasında probiyotik bakterilerin istenilen özelliklerde canlılığını ve stabilitesini koruyabilmesi • Uzun süreli depolama koşullarına sahip olabilmesi ve canlılığını koruyabilmesi (aerobik ve mikro-aerofilik koşullarda) • Son ürünlerin istenen duyu özelliklere sahip olabilmesi (gıda endüstrisi bakımından) • Genetik stabilite • Bakteriyofajlara karşı direnç gösterebilmesi

Sonuç

Probiyotikler, temel beslenme ve klinik takviye ile alımları gereksinimlerimizin çoğunu karşılayabilecek önemli fonksiyonel özelliklere sahiptir. Probiyotikler, ülseratif kolit, Crohn hastalığı ve irritabl bağırsak sendromu dahil olmak üzere inflamatuvar hastalıkların tedavisinde yardımcı olabilir. Ayrıca, probiyotiklerin diyabet, obezite, kanser ve patojenik mikroorganizmalar ile ilgili hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde kullanılmaktadır. Probiyotiklerin etkilerinin tür ve suşlara göre farklılık gösterebileceği unutulmamalıdır. Her probiyotik türü her sağlık sorunu için aynı etkiyi göstermediğinden, doğru suş seçimi büyük önem taşımaktadır. İleriye yönelik araştırmalarda, probiyotiklerin uzun vadeli etkilerini ve farklı kombinasyonlarının sağladığı faydaları daha detaylı incelemek, bu alandaki bilgi birikimini derinleştirecektir.

KAYNAKLAR

- Agerholm-Larsen L, Raben A, Haulrik N, Hansen AS, Manders M, Astrup A (2000). Effect of 8 week intake of probiotic milk products on risk factors for cardiovascular diseases. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54(4): 288-297.
- Alvaro E, Andrieux C, Rochet V, Rigottier-Gois L, Lepercq P, Sutren M, Galan P, Duval Y, Juste C, Doré J (2007). Composition and metabolism of the intestinal microbiota in consumers and non-consumers of yogurt. *British Journal of Nutrition*, 97(1): 126-133.
- Anukam, K. C., Osazuwa, E., Osemene, G. I., Ehigiagbe, F., Bruce, A. W., Reid, G. (2006). Clinical study comparing probiotic *Lactobacillus* GR-1 and RC-14 with metronidazole vaginal gel to treat symptomatic bacterial vaginosis. *Microbes and Infection*, 8(12-13): 2772-2776.
- Bengmark S (2007). Bioecological control of inflammatory bowel disease. *Clinical Nutrition*, 26(2): 169-181.
- Biloo, A. G., Memon, M. A., Khaskheli, S. A., Murtaza, G., Iqbal, K., Shekhani, M. S., Siddiqi, A. Q. (2006). Role of a probiotic (*Saccharomyces boulardii*) in management and prevention of diarrhoea. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 12(28): 4557.
- De Vrese M, Schrezenmeir AJ (2008). Probiotics, prebiotics, and synbiotics. *Food biotechnology*, 111: 1-66.
- European Food Safety Authority (EFSA) (2005). Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to a generic approach to the safety assessment by EFSA of

- microorganisms used in food/feed and the production of food/feed additives. *EFSA Journal*, 3(6): 226.
- Falagas ME, Betsi GI, Tokas T, Athanasiou S (2006). Probiotics for prevention of recurrent urinary tract infections in women: a review of the evidence from microbiological and clinical studies. *Drugs*, 66: 1253-1261.
- Figuroa-González I, Quijano G, Ramirez G, Cruz-Guerrero A (2011). Probiotics and prebiotics—perspectives and challenges. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(8): 1341-1348.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2002). Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food; Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food; FAO: London, Ontario, Canada.
- Fric P (2007). Probiotics and prebiotics—renaissance of a therapeutic principle. *Open Medicine*, 2(3): 237-270.
- Geier MS, Butler RN, Howarth GS (2007). Inflammatory bowel disease: current insights into pathogenesis and new therapeutic options; probiotics, prebiotics and synbiotics. *International Journal of Food Microbiology*, 115(1): 1-11.
- Geier, M. S., Butler, R. N., & Howarth, G. S. (2006). Probiotics, prebiotics and synbiotics: a role in chemoprevention for colorectal cancer?. *Cancer Biology & Therapy*, 5(10): 1265-1269.
- Gill H, Prasad J (2008). Probiotics, immunomodulation, and health benefits. *Bioactive components of milk*, 423-454.
- Guarner F, Khan AG, Garisch J, Eliakim R, Gangl A, Thomson A, Krabshuis J, Lemair T (2011). Probiotics and Prebiotics, *World Gastroenterology Organisation Global Guidelines*, World Gastroenterology Organisation, Milwaukee, 46: 468–481.
- Hatakka K, Savilahti E, Pönkä A, Meurman JH, Poussa T, Näse L, Saxelin M, Korpela R (2001). Effect of long term consumption of probiotic milk on infections in children attending day care centres: double blind, randomised trial. *Bmj*, 322(7298): 1327.
- Heller KJ (2001). Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73(2): 374S-379S.
- Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B, Morelli L, Canani RB, Flint HJ, Salminen S, Calder PC, Sanders ME (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11: 506-514.
- Itsaranuwat P, Al-Haddad KS, Robinson RK (2003). The potential therapeutic benefits of consuming ‘health-promoting’ fermented dairy products: a brief update. *International journal of dairy technology*, 56(4): 203-210.
- Kadooka Y, Sato M, Imaizumi K, Ogawa A, Ikuyama K, Akai Y, Okano M, Kagoshima M, Tsuchida T (2010). Regulation of abdominal adiposity by probiotics (*Lactobacillus gasseri* SBT2055) in adults with obese tendencies in a randomized controlled trial. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(6): 636-643.
- Kaur IP, Chopra K, Saini A (2002). Probiotics: potential pharmaceutical applications. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 15(1): 1-9.
- Lee YK (2009). Selection and maintenance of probiotic microorganisms. *Handbook of Probiotics and Prebiotics*; Lee YK, Salminen S, Eds, pp: 177-187.
- Lesbros-Pantoflickova, D., Corthesy-Theulaz, I., Blum, A. L. (2007). *Helicobacter pylori* and probiotics. *The Journal of Nutrition*, 137(3): 812S-818S.
- Levri, K. M., Ketvertis, K., Deramo, M., Merenstein, J. H., & D'Amico, F. (2005). Do probiotics reduce adult lactose intolerance? A systematic review. (APPLIED EVIDENCE:

- New research findings that are changing clinical practice. *Journal of Family Practice*, 54(7): 613-621.
- Lieske, J. C., Goldfarb, D. S., De Simone, C., Regnier, C. (2005). Use of a probiotic to decrease enteric hyperoxaluria. *Kidney International*, 68(3): 1244-1249.
- McFarland LV (2006). Meta-analysis of probiotics for the prevention of antibiotic associated diarrhea and the treatment of *Clostridium difficile* disease. *Official Journal of the American College of Gastroenterology| ACG*, 101(4): 812-822.
- Mohamadshahi, M., Veissi, M., Haidari, F., Javid, A. Z., Mohammadi, F., & Shirbeigi, E. (2014). Effects of probiotic yogurt consumption on lipid profile in type 2 diabetic patients: A randomized controlled clinical trial. *Journal of Research in Medical Sciences: the Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 19(6): 531.
- Montalto, M., Curigliano, V., Santoro, L., Vastola, M., Cammarota, G., Manna, R., Gasbarrini A, Gasbarrini G (2006). Management and treatment of lactose malabsorption. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 12(2): 187.
- Nabavi, S., Rafrat, M., Somi, M. H., Homayouni-Rad, A., & Asghari-Jafarabadi, M. (2014). Effects of probiotic yogurt consumption on metabolic factors in individuals with nonalcoholic fatty liver disease. *Journal of Dairy Science*, 97(12): 7386-7393.
- Olivares M, Díaz-Ropero MP, Gómez N, Sierra S, Lara-Villoslada F, Martín R, Rodríguez JM, Xaus J (2006a). Dietary deprivation of fermented foods causes a fall in innate immune response. Lactic acid bacteria can counteract the immunological effect of this deprivation. *Journal of Dairy Research*, 73(4): 492-498.
- Olivares M, Díaz-Ropero MP, Gómez N, Lara-Villoslada F, Sierra S, Maldonado JA, Martín R, López-Huertas E, Rodríguez JM, Xaus J (2006b). Oral administration of two probiotic strains, *Lactobacillus gasseri* CECT5714 and *Lactobacillus coryniformis* CECT5711, enhances the intestinal function of healthy adults. *International Journal of Food Microbiology*, 107(2): 104-111.
- Pandey KR, Naik SR, Vakil BV (2015). Probiotics, prebiotics and synbiotics-a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52: 7577-7587.
- Parvez, S., Malik, K. A., Ah Kang, S., Kim, H. Y. (2006). Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *Journal of Applied Microbiology*, 100(6): 1171-1185.
- Rajkumar H, Mahmood N, Kumar M, Varikuti SR, Challa HR, Myakala SP (2014). Effect of probiotic (VSL# 3) and omega-3 on lipid profile, insulin sensitivity, inflammatory markers, and gut colonization in overweight adults: a randomized, controlled trial. *Mediators of Inflammation*, 2014.
- Reid G, Bruce AW (2006). Probiotics to prevent urinary tract infections: the rationale and evidence. *World Journal of Urology*, 24: 28-32.
- Sanders ME, Gibson GR, Gill HS, Guarner F (2007). Probiotics: their potential to impact human health. *Council for Agricultural Science and Technology Issue Paper*, 36: 1-20.
- Sanders ME, Lenoir-Wijnkoop I, Salminen S, Merenstein DJ, Gibson GR, Petschow BW, Nieuwdorp M, Tancredi DJ, Cifelli CJ, Jacques P, Pot B (2014). Probiotics and prebiotics: prospects for public health and nutritional recommendations. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1309(1): 19-29.
- Shah NP (2007). Functional cultures and health benefits. *International dairy journal*, 17(11): 1262-1277.
- Simons, L. A., Amansec, S. G., Conway, P. (2006). Effect of *Lactobacillus fermentum* on serum lipids in subjects with elevated serum cholesterol. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 16(8): 531-535.
- Tonucci LB, Dos Santos KMO, de Oliveira LL, Ribeiro SMR, Martino HSD (2017). Clinical application of probiotics in type 2 diabetes mellitus: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Clinical Nutrition*, 36(1): 85-92.

Wang KY, Li SN, Liu CS, Perng DS, Su YC, Wu DC, Jan CM, Lai CH, Wang TN, Wang WM (2004). Effects of ingesting Lactobacillus-and Bifidobacterium-containing yogurt in subjects with colonized Helicobacter pylori. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80(3): 737-741.

Vasiljevic, T., & Shah, N. P. (2008). Probiotics—from Metchnikoff to bioactives. *International Dairy Journal*, 18(7), 714-728.

FONKSİYONEL BİR BESİN OLAN NARIN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

EFFECTS OF POMEGRANATE, A FUNCTIONAL FOOD, ON HEALTH

Dr. Öğr. Üyesi Duygu MATARACI DEĞİRMENCI

Ordu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Altınordu,
Ordu.

ÖZET

Çok eski çağlardan (yaklaşık 7000 yıl öncesinden) günümüze kadar ulaşmış, bazı dönemlerde tıbbi amaçlı kullanılmış bir besin olan nar (*Punica Granatum*) Lythraceae familyasının *Punica* cinsine aittir. Anavatanı Pakistan, Hindistan ve İran olan bu meyvenin Türkiye’de de yetiştiriciliği yapılmaktadır. Taze meyve olarak tüketilebildiği gibi meyve suyu, reçel, nar ekşisi, şurup, şarap, likör gibi ürünlere dönüştürülerek de tüketilebilmektedir. Ayrıca tatlandırıcı ve renk verici olarak da kullanılmaktadır.

Nar; antioksidan, antiobezite, antidiyabetik, antikarsinojenik, antiaterosklerotik, antiinflamatuvar etkilere sahip yenilebilir bir meyvedir. Narın bu özellikleri yapısındaki fenolik bileşiklerden (polifenoller, flavonoidler, ellajitaninler) kaynaklanmaktadır. Yapısındaki bu bileşenler aracılığıyla kan glikoz seviyesi azalır, kandaki LDL ve total kolesterol düzeyinde düşüş sağlanır, kan hücrelerinde apoptozis artar, oksidatif stres azalarak antioksidan etki artar, vücuttaki inflamasyon azalır, vücut ağırlığında azalma sağlanır. Ayrıca nar tüketimi anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) aktivasyonunu engelleyerek kan basıncını regüle eder, damarlarda oluşan hasarı iyileştirir. Güçlü bir antioksidan olarak kabul edilen bu meyve pek çok hastalığın tedavisinde iyileştirici etkiye sahiptir. Bu etki; narın suyu, kabuğu, kurusu ve çekirdeklerindeki yüksek miktarda bulunan fenolik bileşenler aracılığıyla gerçekleşir. Yapılan bilimsel çalışmalar narın antitümör ve antioksidan özellik gösteren fenolik maddeleri fazlaca içermesi sebebiyle insan sağlığına etkisine vurgu yapmaktadır. Bu nedenle, günlük beslenmede nara yer verilmesi, toplumun bu konuda bilinçlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu derlemede fonksiyonel bir besin olarak nitelendirilen narın özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nar, fonksiyonel besin, antioksidan, fenolik bileşikler

ABSTRACT

Pomegranate (*Punica Granatum*), a food that has survived from ancient times (approximately 7000 years ago) to the present day and has been used for medicinal purposes in some periods, belongs to the *Punica* genus of the Lythraceae family. This fruit, whose homeland is Pakistan, India and Iran, is also cultivated in Turkey. It can be consumed as fresh fruit or converted into products such as fruit juice, jam, pomegranate syrup, wine, liqueur. It is also used as a sweetener and colorant. Pomegranate is an edible fruit with antioxidant, antiobesity, antidiabetic, anticarcinogenic, antiatherosclerotic, anti-inflammatory effects. These properties of pomegranate are due to the phenolic compounds (polyphenols, flavonoids, ellagitannins) in its structure. With these components in its structure, blood glucose levels decrease, LDL and total cholesterol levels in the blood decrease, apoptosis increases in blood cells, oxidative stress decreases and antioxidant effect increases, inflammation in the body decreases, and body weight decreases. In addition, pomegranate consumption regulates blood pressure by preventing angiotensin converting enzyme (ACE) activation and improves damage in the vessels. This fruit, which is considered a strong antioxidant, has a healing effect in the

treatment of many diseases. This effect occurs through the phenolic components found in high amounts in the juice, peel, dried fruit and seeds of the pomegranate. Scientific studies emphasize the effect of pomegranate on human health due to its high content of phenolic substances that have antitumor and antioxidant properties. Therefore, it is important to include pomegranate in daily nutrition and raise awareness in society on this issue. In this review, the properties of pomegranate, which is considered a functional food, and its effects on health are evaluated.

Keywords: Pomegranate, functional food, antioxidant, phenolic compounds

GİRİŞ

İlk çağlardan beri bitkilerin tedavi amacıyla kullanıldığı bilinmektedir. Milattan önce 460-377 yıllarında yaşayan ve tıbbın babası olarak bilinen Hipokrat'ın hastalıkların tedavisinde 400'ü aşkın bitkiyi kullandığına dair kayıtlar mevcuttur (1). Nar (*Punica granatum L.*) ilk çağlardan günümüze kadar ulaşan yenilebilir bir meyvedir (2). Hindistan, Türkiye, İran ve Akdeniz kıyıları gibi tropikal ya da subtropikal bölgelerde yetişmektedir. Kadı narı, hicaz narı, deve dişi, sulu nar, ekşi nar, tatlı nar, çekirdeksiz nar, kuytucak, Silifke aş, fellahyemez gibi pek çok çeşidi bulunmaktadır. Ülkemizde ise 43 çeşit olduğu tescillenmiştir (3). Türkiye'de yetiştirilen narın 1/3'ü ihraç edilirken; en çok nar yetiştiriciliği olan bölgeler Ege ve Akdeniz bölgeleridir (4). Sıklıkla taze olarak tüketilen narın daha pek çok kullanım alanı da mevcuttur. Nar ekşisi, nar pekmezi, nar sirkesi, nar suyu ve nar konservesi bunlardan bazılarıdır (5). Hastalıklardan korunma ve tedavide narın hemen her kısmı (çiçeği, kökleri, kabuğu, meyvesi ve çekirdeği) kullanılabilir (6). Nar meyvesi; anti-oksidan, anti-bakteriyel, anti-obezite, anti-kanser, anti-aterosklerotik, anti-nörodejeneratif, yara iyileşmesi gibi sağlık üzerinde pek çok pozitif etkiye sahiptir (7).

BİLEŞENLERİ

Alkoloidler, taninler, flavonoidler ve organik asitler narın en temel bileşenlerindedir. Bu bileşenler narın çiçek, meyve, kabuk, çekirdek ve kök gibi farklı kısımlarında farklı miktarlarda bulunmaktadır (8,9). Nardaki punikalagin miktarı bulunduğu kısma, meyvenin olgunlaşma seviyesine, meyvenin yetişmiş olduğu coğrafik bölgeye ve saklama koşullarına bağlı olarak değişebilmektedir (10).

Nar meyvesinde pek çok biyoaktif bileşen bulunmaktadır. Polifenoller, flavonoidler, ellajitaninler, mineraller ve polisakkaritler narın içerisinde bulunan biyoaktif bileşenlerdendir. Ellajik asit, gallik asit, punikalagin, punikalın, kuarsetin, luteolin, glikosid ve kamferol narda bulunan önemli ellajitaninlerken; sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor ve nitrojen ise narda bulunan önemli minerallerdendir. Narın en yüksek antioksidan özellik gösteren kısmı ise kabuğudur (11).

Protein ve doymamış yağ asitleri içeriği yüksek olan nar çekirdeği pek çok hastalığın tedavisinde etkin bir rol üstlenmektedir (12). Nar çekirdeğinden elde edilen yağ; oleik asit, linoleik asit, linolenik asit, palmitik asit, punisik asit ve stearik asit gibi yağ asitlerinden zengindir (13). Ayrıca, nar çekirdeği protein, ham lif, pektin, vitaminler, mineraller, polifenol ve isoflavon da içermektedir (14).

Nar meyvesinin suyu, şeker, pektin, organik asit ve diğer fenolik bileşikleri bünyesinde barındırır. Özellikle fenolik bileşikler, glikoz, antosiyanin, organik asit, kafeik asit, ellajitaninler, ellajik asit, askorbik asit, gallik asit, kateşin, kuarsetin, linoleik asit, linolenik asit ve mineraller gibi flavonoid bileşiklerinin öncü kaynaklarıdır. Nar suyu güçlü bir anti-inflamatuar ve anti-oksidan özelliğe sahiptir (11). Bu özelliği, içerdiği polifenollerin inflamatuvar biyobelirteçleri önleme yeteneğinden ileri gelmektedir (15).

SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Hastalıklardan korunma ve tedavide narın anti-oksidan, anti-inflamatuvar, anti-aterosklerotik, anti-diyabetik, anti-obezite, anti-nörodejeneratif, anti-fungal, yara iyileşmesi gibi özelliklerinden faydalanılmaktadır (11).

Anti-oksidan özellik gösteren narın tüketimiyle vücuda alınan biyoaktif bileşenler oksidatif stresi önleyerek inflamatuvar, kardiyovasküler ve diğer hastalıkların oluşumunu engellemektedir (16). Narın anti-inflamatuvar ve anti-oksidan özelliği sayesinde nitrik oksit sentaz (NOS) ve nitrik oksit üretimi azalır, oksidasyonu indükleyen aktivasyonlar inhibe olur (17). Ayrıca farklı yollar aracılığıyla da inflamasyon baskılanabilmektedir. Nar; siklooksijenaz ve lipooksijenazı inhibe ederek araşidonik asidin inflamatuvar araçlara dönüşümünü engelleyerek de anti-inflamatuvar etki gösterir (18).

40 Wistar rat ile yürütülen 3 hafta süren bir çalışmada ratlar randomize olarak 4 gruba ayrılarak, gruplara sırasıyla salin, akrilamid (20mg/kg/gün), nar kabuğu özütü (150mg/kg/gün), nar kabuğu özütünden bir hafta sonra akrilamid verilerek inflamatuvar ve oksidan-antioksidan markerlar incelenmiştir. Çalışma sonunda akrilamid verilen grupta AST, ALT, kreatinin ve inflamatuvar markerlar ciddi derecede artmıştır. Buna ek olarak; MDA artmış, SOD, GSH, katalaz IL-10 ise azalmıştır. Nar kabuğu özütü alan grupta IL-1 β ve IL-6 gibi inflamatuvar markerların azaldığı gözlenmiştir. Nar kabuğu özütünün katalaz, glutatyon peroksidaz, süperoksit dismutaz, IL-10 gibi antioksidan markerların seviyesini artırdığı, lipit markerlarından biri olan malondialdehitin seviyesini ise azalttığı belirlenmiştir (19).

Dislipidemi, koroner kalp hastalığı için önemli bir risk faktörüdür. Yapılan çalışmalar narın içinde bulunan biyoaktif bileşenlerin anti-aterojenik etki gösterdiğini bildirmektedir. Punisik asit, hidrolize tanin ve ellajik asidin anti-aterojenik etki gösteren biyoaktif bileşenler kan basıncını da düşürme yeteneğine sahiptir (20, 21). Diyabetik 40 ila 65 yaş arası katılımcılarla yürütülen 6 haftalık bir çalışmada 200 ml/gün nar suyu tüketiminin etkileri incelenmiştir. Çalışmanın sonunda diyabetli katılımcıların total serum antioksidan kapasitenin arttığı, okside LDL seviyesinin ise azaldığı belirlenmiştir (22). Yapılan başka bir çalışmada da obez ve dislipidemisi olan kadın katılımcılara 8 hafta boyunca 500 mg nar kabuğu özütü günde 2 kez verilmiş ve sistolik kan basıncının azaldığı, serum lipit profilinin ise iyileştiği saptanmıştır (23).

Nar, pek çok kanser türüne karşı koruyucu bir etki göstermektedir (11). Narın anti-kanser özelliği; içerdiği biyoaktif bileşenler aracılığıyla tümör büyümesini inhibe etmesi, hücre proliferasyonunu sağlaması ve apoptozis aracılığıyla kanserli hücrenin ölümünü sağlamasından ileri geldiği bildirilmektedir (24).

Nar meyvesinin tip 2 diyabetli bireylerde hipoglisemik etki kan şekeri regülasyonunun sağlar (11). Yapılan çalışmalar nar çiçeği özütünün insülin reseptör duyarlılığını artırarak ve intestinal glikoz emilimini azaltarak; nar püresinin ise serum insülin seviyelerini azaltarak, α -amilaz aktivitesini ise artırarak anti-diyabetik etki gösterdiği sonucuna varmıştır (21, 25).

Farmakolojik ajanlarla indüklenen diyabetik ratlarla yürütülen bir çalışmada ratlara 600 mg/kg/gün nar çekirdeği yağı verilerek bazı markerlara etkisi incelenmiştir. Çalışmanın sonunda kan glikozunda azalma, insülin duyarlılığında artış gözlenmiştir (26).

Günümüzde en önemli halk sağlığı sorunlarından biri olan obezitenin önlenmesi ve tedavisinde pek çok yöntem kullanılıyor olsa da, yeterli ve dengeli beslenme obezite sorunun ortadan kaldırılmasında en önemli hususlardan biridir. Bu bağlamda fonksiyonel bir besin olan narın anti-obezite özelliğinden de yararlanmak gerekir (11). Bununla ilgili yapılmış bir çalışmada, yüksek yağlı diyetle indüklenen obez farelere 5 hafta boyunca günlük vücut ağırlığı başına 400 veya 800 mg kadar nar yaprağı özütü verilmiştir. Çalışmanın sonunda obezite ve hiperlipidemisinin önlenmesi ve tedavi edilmesinde nar yaprağı özütünün pozitif bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Nar yaprağı özütünün bu etkisinin pankreatik lipaz aktivitesini inhibe ederek ve enerji alımını baskılayarak gerçekleştirdiği gözlenmiştir (27).

Nörodejeneratif hastalıkların güncel tedavi yaklaşımında fitokimyasallar yer almaktadır. Narın içerdiği biyoaktif bileşenlerin anti-oksidan ve anti-inflamatuvar özellik göstermesi nörodejeneratif hastalıklardan korunma ve tedavisinde kullanılabilirliğini artırmaktadır (28). Narın yapısında bulunan punisik asit nörodejeneratif hastalıkların önlenmesinde ve tedavi edilmesinde etkili bir biyoaktif bileşendir (29).

Narın yapısında yüksek miktarda flavonoid ve tanin (punikalın, punikalagin, lignin, gallik ve ellajik asit) bulunması sebebiyle antibiyotiğe dirençli ve yüksek patojenite özelliği gösteren organizmalara karşı anti-bakteriyel etki göstermektedir (30). Narda bulunan anti-mikrobiyal bileşikler patojen mikroorganizmalardaki büyüme faktörünü baskılar. Narın bu özelliği gıda sanayinde besinlerin daha uzun süre korunması amacıyla da kullanılmaktadır (31).

Yara iyileşmesi, deri bütünlüğünün sağlanması ve cilt sağlığı için fibroblast ve kolajen üretimine ve epitelizasyona gereksinim vardır. Oksidatif stres, immün sistemin baskılanması, radyasyon ve yaşlanma gibi pek çok unsur cilt sağlığını olumsuz yönde etkiler (32). Nardaki fenolik bileşiklerin aktivasyonu ile deride bulunan fibroblastların hücre apoptozuna karşı koruma sağlaması, hücre içi reaktif oksijen türlerinin azalması ve anti-oksidan kapasitenin artması ilişkilendirilmektedir. Narın yapısındaki biyoaktif bileşiklerin ultraviyole ışınları inhibe ettiği, IL-6 ve IL-1 β gibi proinflamatuvar sitokinleri azalttığı bildirilmektedir (11).

Yukarıda bahsi geçen özellikler dışında narın karaciğeri koruyucu, infertiliteye karşı koruyucu veya tedavi edici, ağız sağlığını koruyucu etkileri de mevcuttur (33, 34, 35). Buna ek olarak narın anti-diyare etkisinden de söz edilebilir (36). Mikrobiyotanın iyileştirilmesinde narın potansiyel pozitif etkileri vardır (37).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Nar meyvesi pek çok hastalığın önlenmesi, tedavisi ve sağlığın sürdürülmesinde etkili fonksiyonel bir besindir. Farklı kısımlarının içerdiği pek çok biyoaktif bileşen narın sağlık üzerinde pozitif etkilere sahip olmasını sağlamaktadır. Bu biyoaktif bileşenlerin nara kazandırmış olduğu antioksidan, yara iyileşmesi, anti-kanser, anti-aterosklerotik, anti-nörodejeneratif, anti-diyabetik, anti-obezite, anti-mikrobiyal gibi pek çok pozitif etki sağlığın korunması ve sürdürülmesinde etkin bir rol oynamaktadır. Yeterli ve dengeli beslenme çerçevesinde tüketilmesi gereken meyveler arasında nara da yer verilmeli, toplum bu konuda bilinçlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Karimi, M., Sadeghi, R., & Kokini, J. (2017). Pomegranate as a promising opportunity in medicine and nanotechnology. *Trends in food science & technology*, 69, 59-73.
2. Babu, K. D., Sharma, J., Maity, A., Singh, N. V., Patil, P. G., Shilpa, P., & Marathe, R. A. (2021). Pomegranate: An ancient fruit for health and nutrition. *Progressive Horticulture*, 53(1), 3-13.
3. Adana Tarım Orman Müdürlüğü. Erişim adresi: https://adana.tarimorman.gov.tr/Belgeler/SUBELER/bitkisel_uretim_ve_bitki_sagligi_sube_mudurlugu/meyve_yetistiriciligi_ve_mucadelesi/Nar.pdf Erişim tarihi: 23.08.2022
4. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Nar Raporu. Erişim adresi: https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=32164&tipi=38&sube=0. Erişim tarihi: 15.08.2022
5. Şimşek, M. ve İkinci, A. (2017). "Narın (*punica granatum* l.) insan sağlığına etkileri", *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(4), 494-506.
6. Bhandari, P. R. (2012). Pomegranate (*Punica granatum* L). Ancient seeds for modern cure? Review of potential therapeutic applications. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 2(3), 171-184.

7. Yin, Y., Martínez, R., Zhang, W., & Estévez, M. (2023). Crosstalk between dietary pomegranate and gut microbiota: Evidence of health benefits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-27.
8. Prakash, C. V. S., & Prakash, I. (2011). Bioactive chemical constituents from pomegranate (*Punica granatum*) juice, seed and peel-a review. *International Journal of Research in Chemistry and Environment*, 1(1), 1-18.
9. Coronado-Reyes, J. A., Cortes-penagos, C. D. J., & González-Hernández, J. C. (2021). Chemical composition and great applications to the fruit of the pomegranate (*Punica granatum*): a review. *Food Science and Technology*, 42, e29420.
10. Fischer, U. A., Dettmann, J. S., Carle, R., & Kammerer, D. R. (2011). Impact of processing and storage on the phenolic profiles and contents of pomegranate (*Punica granatum* L.) juices. *European Food Research and Technology*, 233, 797-816.
11. Develioğlu, İ. A., Keser, M. G., & Unusan, N. (2022). Fonksiyonel Bir Besin Olarak Nar. *Selçuk Sağlık Dergisi*, 3(3), 300-323.
12. Alfekaik, D. F., & AL-Hilfi, S. A. (2016). Fatty acids composition by (GC-MS) and most important physical chemicals parameters of seed oil pomegranate and grape seeds. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6(8), 25-32.
13. Soetjipto, H., Pradipta, M., & Timotius, K. H. (2010). Fatty acids composition of red and purple pomegranate (*Punica granatum* L) seed oil. *Indonesian Journal of Cancer Chemoprevention*, 1(2), 74-77.
14. Jalal, H., Pal, M. A., Ahmad, S. R., Rather, M., Andrabi, M., & Hamdani, S. (2018). Physico-chemical and functional properties of pomegranate peel and seed powder. *J. Pharm. Innov*, 7(4), 1127-1131.
15. Ghavipour, M., Sotoudeh, G., Tavakoli, E., Mowla, K., Hasanzadeh, J., & Mazloom, Z. (2017). Pomegranate extract alleviates disease activity and some blood biomarkers of inflammation and oxidative stress in Rheumatoid Arthritis patients. *European journal of clinical nutrition*, 71(1), 92-96.
16. de Oliveira, F. L., Arruda, T. Y. P., da Silva Lima, R., Casarotti, S. N., & Morzelle, M. C. (2020). Pomegranate as a natural source of phenolic antioxidants: a review. *Journal of Food Bioactives*, 9.
17. Ambriz-Pérez, D. L., Leyva-López, N., Gutierrez-Grijalva, E. P., & Heredia, J. B. (2016). Phenolic compounds: Natural alternative in inflammation treatment. *A Review. Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1131412.
18. Ifora, I., Hasyim, N., & Kardela, W. (2020). Cyclooxygenase-2 inhibitory effect and anti-inflammatory activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) rind extract. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Medicine*, 5(8), 17-22.
19. Sayed, S., Alotaibi, S. S., El-Shehawi, A. M., Hassan, M. M., Shukry, M., Alkafafy, M., Soliman, M. M. (2022). "The anti-inflammatory, anti-apoptotic, and antioxidant effects of pomegranate-peel extract against acrylamide induced hepatotoxicity in rats", *Life*, 12, 224.
20. Rosenblat, M., Volkova, N., Borochoy-Neori, H., Judeinstein, S., & Aviram, M. (2015). Anti-atherogenic properties of date vs. pomegranate polyphenols: the benefits of the combination. *Food & Function*, 6(5), 1496-1509.
21. Yang, X., Niu, Z., Wang, X., Lu, X., Sun, J., Carpena, M., ... & Li, N. (2023). The nutritional and bioactive components, potential health function and comprehensive utilization of pomegranate: a review. *Food Reviews International*, 39(9), 6420-6446.
22. Esmailzadeh, A., Tahbaz, F., Gaieni I., Alavi-Majd, H., Azadbakht, L. (2006). "Cholesterol-lowering effect of concentrated pomegranate juice consumption in type 11 diabetic patients with hyperlipidemia", *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 76 (3), 147-151

23. Haghghian, H.K., Rafrat, M., Hemmati, S., Haghavan, S., Asghari-Jafarabadi, M. (2021). "Effects of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extract supplementation on serum lipid profile and oxidative stress in obese women with knee osteoarthritis: A double blind, randomized, placebo controlled study", *Advances in Integrative Medicine*, 8(2), 107-113.
24. Hajleh, M. A., & Al-Dujaili, A. J. E. N. (2016). Anti-cancer activity of pomegranate and its biophenols; general review. *EC Nutr*, 6, 28-52.
25. Olvera-Sandoval, C., Fabela-Illescas, H. E., Fernández-Martínez, E., Ortiz-Rodríguez, M. A., Cariño-Cortés, R., Ariza-Ortega, J. A., ... & Betanzos-Cabrera, G. (2022). Potential mechanisms of the improvement of glucose homeostasis in type 2 diabetes by pomegranate juice. *Antioxidants*, 11(3), 553.
26. Nekooian, A., Eftekhari, M. H., Adibi, S., Rajaeefard, A. (2014). "Effects of pomegranate seed oil on insulin release in rats with type 2 diabetes", *Iranian journal of medical sciences*, 39, 130-135.
27. Lei, F., Zhang, X. N., Wang, W., Xing, D. M., Xie, W. D., Su, H., Du, L. J. (2007). "Evidence of anti-obesity effects of the pomegranate leaf extract in high-fat diet induced obese mice", *International Journal of Obesity*, 31, 1023–1029.
28. Mehdi, A., Lamiae, B., Samira, B., Ramchoun, M., Abdelouahed, K., Tamas, F., & Hicham, B. (2022). Pomegranate (*Punica granatum* L.) attenuates neuroinflammation involved in neurodegenerative diseases. *Foods*, 11(17), 2570.
29. Mizrahi, M., Friedman-Levi, Y., Larush, L., Frid, K., Binyamin, O., Dori, D., ... & Gabizon, R. (2014). Pomegranate seed oil nanoemulsions for the prevention and treatment of neurodegenerative diseases: the case of genetic CJD. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 10(6), 1353-1363.
30. Nisha, M. H., Tamileaswari, R., & Jesurani, S. (2015). Analysis of anti-bacterial activity of silver nanoparticles from pomegranate (*Punica granatum*) seed and peel extracts. *Int J Eng Res Technol*, 4(4), 1044-1048.
31. Nisha, M. H., Tamileswari, R., Jesurani, S. S., Kanagesan, S., Hashim, M., & Alexander, S. C. P. (2015). Green synthesis of silver nanoparticles from pomegranate (*Punicagranatum*) leaves and analysis of anti-bacterial activity. *International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science*, 4, 1-8.
32. AlMatar, M., Islam, M. R., Albarri, O., Var, I., & Koksai, F. (2018). Pomegranate as a possible treatment in reducing risk of developing wound healing, obesity, neurodegenerative disorders, and diabetes mellitus. *Mini reviews in medicinal chemistry*, 18(6), 507-526.
33. Faria, A., Monteiro, R., Mateus, N., Azevedo, I., & Calhau, C. (2007). Effect of pomegranate (*Punica granatum*) juice intake on hepatic oxid
34. El Tawill, G. A., Elfatih, N. M., Montaser, S. A., & Mahmoud, M. M. (2020). Antioxidant and anti infertility potency of pomegranate (*punica granatum* L.) in γ irradiated rats. *Egyptian Journal of Radiation Sciences and Applications*, 33(2), 133-142.
35. NAIR, V., Das, K. P., Banerjee, S. O. H. I. N. I., & Bagchi, S. A. N. J. U. K. T. A. (2017). Achieving oral health the natural way: Pomegranate. *Journal of Medicine and Health Research*, 2(4), 110-118.
36. Zhao, S. S., Ma, D. X., Zhu, Y., Zhao, J. H., Zhang, Y., Chen, J. Q., & Sheng, Z. L. (2018). Antidiarrheal effect of bioactivity-guided fractions and bioactive components of pomegranate (*Punica granatum* L.) peels. *Neurogastroenterology & Motility*, 30(7), e13364.
37. Li, Z., Henning, S. M., Lee, R. P., Lu, Q. Y., Summanen, P. H., Thames, G., ... & Heber, D. (2015). Pomegranate extract induces ellagitannin metabolite formation and changes stool microbiota in healthy volunteers. *Food & function*, 6(8), 2487-2495.

SAVUNMASIZ GRUPLARDA GIDA GUVENSIZLIGI VE SAGLIK ÇIKTILARI: LİTERATÜR DERLEMESİ

FOOD INSECURITY AND HEALTH OUTCOMES IN VULNERABLE GROUPS: A LITERATURE REVIEW

Arş. Gör. Mehmet ÖZYURT

Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Mardin,
TÜRKİYE.

<https://orcid.org/0000-0001-8115-3460>

ÖZET

Giriş: Gıda güvensizliği, sınırlı maddi kaynaklar nedeniyle yeterli gıdaya sürekli erişimin olmaması durumu olarak tanımlanmaktadır ve dünya genelinde milyonlarca insanı etkileyen önemli bir halk sağlığı sorunudur. Yetersiz beslenme, kronik hastalıklar ve ruh sağlığı bozuklukları gibi çeşitli olumsuz sağlık sonuçlarıyla ilişkilidir. Düşük gelirli aileler, çocuklar ve yaşlılar gibi savunmasız gruplar bu durumdan daha fazla etkilenmektedir. Gıda güvensizliği ile sağlık çıktıları arasındaki ilişkinin anlaşılması, etkilerini azaltmaya yönelik müdahalelerin geliştirilmesi için önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı, savunmasız gruplarda gıda güvensizliği ile sağlık çıktıları arasındaki ilişkiyi literatür aracılığı ile ortaya koymak, gıda güvensizliğine yol açan anahtar faktörleri belirlemek ve olası çözüm yollarını sunmaktır.

Bulgular: Literatürdeki çalışmalar gıda güvensizliği ile olumsuz sağlık çıktıları arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Gıda güvensizliği yaşayan bireylerde ve özellikle savunmasız gruplarda yetersiz beslenme, demir eksikliği, anemi, astım, anksiyete ve depresyon, obezite ve diyabet, hipertansiyon, ağız ve diş sağlığı hastalıkları gibi hastalıkların gıda güvensizliği olmayanlara göre daha yüksek oranlarda olduğu belirtilebilir. Özellikle tek ebeveynli aileler, çocuklar ve yaşlıların savunmasız gruplar içinde gıda güvensizliğinden en fazla etkilenen gruplar olduğu görülmektedir. Gıda güvensizliğinin nedenleri arasında ekonomik krizler, hane halkı gelirlerinin düşüklüğü, artan gıda fiyatları, eğitim düzeyinin düşüklüğü, işsizlik ve bu konudaki politikaların yetersizliği gösterilmektedir.

Sonuç: Gıda güvensizliği, hem fiziksel hem de ruhsal sağlık üzerinde olumsuz sonuçları olan önemli bir halk sağlığı sorunu olarak varlığını sürdürmektedir. Gıda güvensizliğiyle mücadelenin ekonomik, sosyal ve sağlıkla ilgili müdahaleleri içeren çok yönlü bir yaklaşım gerektirdiği belirtilebilir. Düşük gelirli haneler için gıda destek programlarının kapsamının genişletilmesi, gıda fiyatlarının kontrol altında tutulması, beslenme eğitimlerinin verilmesi, gıda güvensizliği taramalarının yapılması, gıda erişimini iyileştirmeyi amaçlayan politikaların geliştirilmesi, uluslararası işbirliklerinin yapılması ve ülkelerin tarımsal kalkınma projelerine yatırım yapması, gıda güvensizliğini azaltmaya katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvensizliği, sağlık çıktıları, hastalıklar, yetersiz beslenme, savunmasız gruplar

ABSTRACT

Introduction: Food insecurity is defined as the lack of sustained access to adequate food due to limited material resources and is a major public health problem affecting millions of people worldwide. Malnutrition is associated with a variety of adverse health outcomes such as chronic diseases and mental health disorders. Vulnerable groups such as low-income families, children and the elderly are more affected. Understanding the relationship between food insecurity and health outcomes is important for the development of interventions to reduce its effects. The aim of this study is to explore the relationship between food insecurity and health outcomes in vulnerable groups through the literature, to identify key factors leading to food insecurity and to suggest possible solutions.

Results: Studies in the literature show that there is a strong relationship between food insecurity and negative health outcomes. It can be stated that malnutrition, iron deficiency, anaemia, asthma, anxiety and depression, obesity and diabetes, hypertension, oral and dental diseases are at higher rates in individuals experiencing food insecurity and especially in vulnerable groups than in those who are not food insecure. In particular, single-parent families, children and the elderly are among the vulnerable groups most affected by food insecurity. Among the causes of food insecurity, economic crises, low household incomes, rising food prices, low education level, unemployment and inadequate policies on this issue are shown.

Conclusion: Food insecurity continues to be an important public health problem with negative consequences on both physical and mental health. It can be stated that combating food insecurity requires a multifaceted approach including economic, social and health interventions. Expanding the scope of food support programmes for low-income households, keeping food prices under control, providing nutrition education, conducting food insecurity screenings, developing policies aimed at improving food access, international cooperation and investing in agricultural development projects will contribute to reducing food insecurity.

Keywords: Food insecurity, health outcomes, diseases, malnutrition, vulnerable groups

GİRİŞ

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün raporuna göre, 2020'de 2,3 milyardan fazla insan günlük hayatını sürdürebilecek asgari besin miktarını karşılayamamaktadır, 928 milyon kişi şiddetli gıda güvensizliği ve 768 milyon kişi ise açlıkla mücadele etmektedir. Öte yandan, üretilen gıdanın %17'si israf edilirken, 700 milyon insan obez ve 2 milyar kişinin fazla kilolu olduğunu bilinmektedir (Ezeroğlu, 2021).

Gıda güvensizliği, bireylerin yeterli, besleyici ve güvenli gıdaya sürdürülebilir erişimini kaybettiği durumları tanımlar. Bu sorun, düşük gelirli bireyler, göçmenler, mülteciler, kadınlar, çocuklar ve yaşlılar gibi savunmasız gruplarda daha yaygın olarak görülmektedir (Grimaccia ve Naccarato, 2019). Savunmasız gruplar, sosyo-ekonomik ve çevresel koşullar nedeniyle temel gıdaya erişimde güçlük çeken ve sağlık açısından risk altında olan bireylerden oluşur. Özellikle düşük gelirli topluluklar, mülteciler, yaşlılar ve çocuklar gibi gruplar daha yüksek risk altındadır (Alarcão et al., 2020).

COVID-19 pandemisi, gıda güvensizliğini artırarak sosyal ve ekonomik eşitsizlikleri daha belirgin hale getirmiştir (Polsky ve Garriguet, 2022). Pandemi sürecinde işsizlik, gelir kaybı ve tedarik zincirindeki kesintiler nedeniyle birçok birey ve aile gıdaya erişim konusunda zorluk yaşamıştır. Kanada, Malezya ve Avustralya gibi ülkelerde yapılan araştırmalar, özellikle çocuklu haneler, göçmenler ve kadınlar arasında gıda güvensizliğinin yaygın olduğunu ortaya koymuştur (Polsky ve Garriguet, 2022; Goni et al., 2024; Butcher et al., 2018). Benzer şekilde, Güney Afrika'daki çalışmalar pandemi sırasında gıda güvensizliği ile depresif belirtiler arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir (Shepherd, 2022).

Ayrıca iklim değişikliği, tarımsal üretimi olumsuz etkileyerek gıda güvensizliğini artıran kalıcı bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Artan gıda fiyatları ve yetersiz tarımsal üretim, özellikle düşük gelirli ve kırsal kesimde yaşayan haneler üzerinde baskı yaratmaktadır (Hadley et al., 2009). Bu durum, gıda bankalarının kullanımının artmasına ve gıda yardımlarının sosyal güvenlik sistemlerinin bir parçası haline gelmesine neden olmuştur (Loopstra, 2018).

Gıda güvensizliği ve sağlık çıktıları arasındaki ilişkiyi anlamak, bu sorunlarla mücadelede etkili politika ve stratejilerin geliştirilmesini gerektirir. Sosyal hizmet uzmanları ve sağlık çalışanları, savunmasız gruplara yönelik destek programları geliştirerek hem gıda hem de sağlık hizmetlerine erişimi artırmayı hedeflemektedir (Burgess ve Shier, 2016). Aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda, gıda güvenliğinin sağlanması ve iklim değişikliği ile mücadelenin bir arada ele alınması büyük önem taşımaktadır (Güre ve Tulgan, 2020).

Bu çalışmada amaçlanan savunmasız gruplarda gıda güvensizliği ele alınarak, gıda güvensizliğine neden olan faktörler ve bu durumun sağlık üzerindeki etkilerinin incelenerek, çözüm önerilerinin literatür yoluyla ortaya konulmasıdır.

Gıda Hakkı

Gıda hakkı, herkesin yaşamını sürdürebilmesi için yeterli, besleyici ve güvenli gıdaya sürekli ve kolay erişimini garanti altına alan temel bir insan hakkıdır. Bu hak, İnsan Hakları Evrensel Beyannameyi ile birlikte, birçok uluslararası hukuki düzenlemede yer almıştır. 1959 yılındaki Çocuk Hakları Bildirgesi, 1979 yılında kabul edilen Kadınlara Karşı Her Türlü Ayrımcılığın Önlenmesi Sözleşmesi (CEDAW) ve 1989 tarihli Çocuk Haklarına Dair Sözleşme (UNCRC), gıda hakkını güvence altına alan en önemli belgeler arasında bulunmaktadır. Temel insan hakları sözleşmelerinden biri olan Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Haklar Sözleşmesi (ESKHS)'nin 11. maddesi, "herkesin açlıktan korunma hakkını" onaylamakta ve dünya gıda kaynaklarının adil bir şekilde dağıtılması için devletlere iş birliği yapma çağrısında bulunmaktadır (United Nations, 2019).

Gıda hakkı, 2000 yılında kabul edilen Binyıl Kalkınma Hedefleri ve onun yerine geçen Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) arasında da yer almaktadır. 2. hedef olan "Açlığa Son" 2030 yılına kadar açlığı bitirmeyi, özellikle dezavantajlı gruplar için gıda güvenliğini sağlamayı ve yetersiz beslenmeyi ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır. Ancak, FAO'nun (Food and Agriculture Organization of the United Nations/Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün) raporlarına göre, Covid-19 pandemisi nedeniyle ve iklim değişikliğinin yarattığı olumsuz etkiler sebebiyle bu hedefe zamanında ulaşmanın zorlaştığı belirtilmektedir (FAO, 2015; 2019). Özellikle kuraklık, seller ve sıcak hava dalgaları gibi aşırı hava olayları, tarımsal üretimde ciddi azalmalar yaşanmasına yol açmaktadır. 1980-2019 arasında küresel mahsul verimliliğinde %5,6 oranında mısır, %4,8 oranında buğday ve %1,8 oranında pirinç veriminde düşüş yaşandığı kaydedilmiştir (GCA, 2019).

Özellikle iklim krizine uyum sağlama kapasitesinin düşük olduğu bölgelerde, aşırı hava olaylarının etkileri daha yıkıcı olmuştur. Örneğin, Avustralya'da 1990-2015 yılları arasında sıcaklık artışları ve yağışlardaki azalmalar nedeniyle mahsul verimi %27 oranında düşmüştür. 2006-2007 yıllarında yaşanan kuraklık, buğday hasadında %50'ye varan düşüşlere neden olmuş ve tarımsal üretimdeki bu gerileme, küresel gıda krizine katkıda bulunmuştur. Bu kriz sırasında Kamerun, Mısır, Endonezya ve Meksika gibi birçok ülkede halk ayaklanmaları ve protestolar yaşanmıştır (Hochman ve Gobbett, 2017).

Gıda hakkı bağlamında devletler, bireylerin temel gıdaya erişimini güvence altına alarak insan onuruna yakışır bir yaşam standardı sunmakla yükümlüdür (United Nations, 2019). Ancak mevcut eşitsizliklerle birlikte artan iklim krizi, kırılgan grupların insan haklarına erişimini engellemektedir. Kuraklık gibi aşırı hava olayları, özellikle tarımsal üretim yapan kırsal

kesimlerde büyük zararlar yaratmaktadır (Godfrey ve Tunhuma, 2020). Avrupa'da 2018 yılında yaşanan sıcak hava dalgaları, Orta ve Kuzey Avrupa'da %50'ye varan mahsul kayıplarına yol açmış ve tarımsal verimliliği ciddi şekilde etkilemiştir (Moore ve Lobell, 2015).

Savunmasız Gruplar

Savunmasız gruplar, sosyo-ekonomik eşitsizlikler ve çevresel faktörler nedeniyle daha fazla risk altındadır. Mülteciler, çocuklar, yaşlılar, kadınlar ve düşük gelirli haneler, gıda güvensizliği ile daha sık karşı karşıya kalmaktadır (Hadley et al., 2009). Göçmen ailelerin özellikle pandemiler sırasında gıda güvensizliği yaşama oranlarının daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Alarcão et al., 2020). Genç bireyler de giderek artan yaşam maliyetleri ve ekonomik krizler nedeniyle gıdaya erişimde sorun yaşamaktadır (Shepherd, 2022).

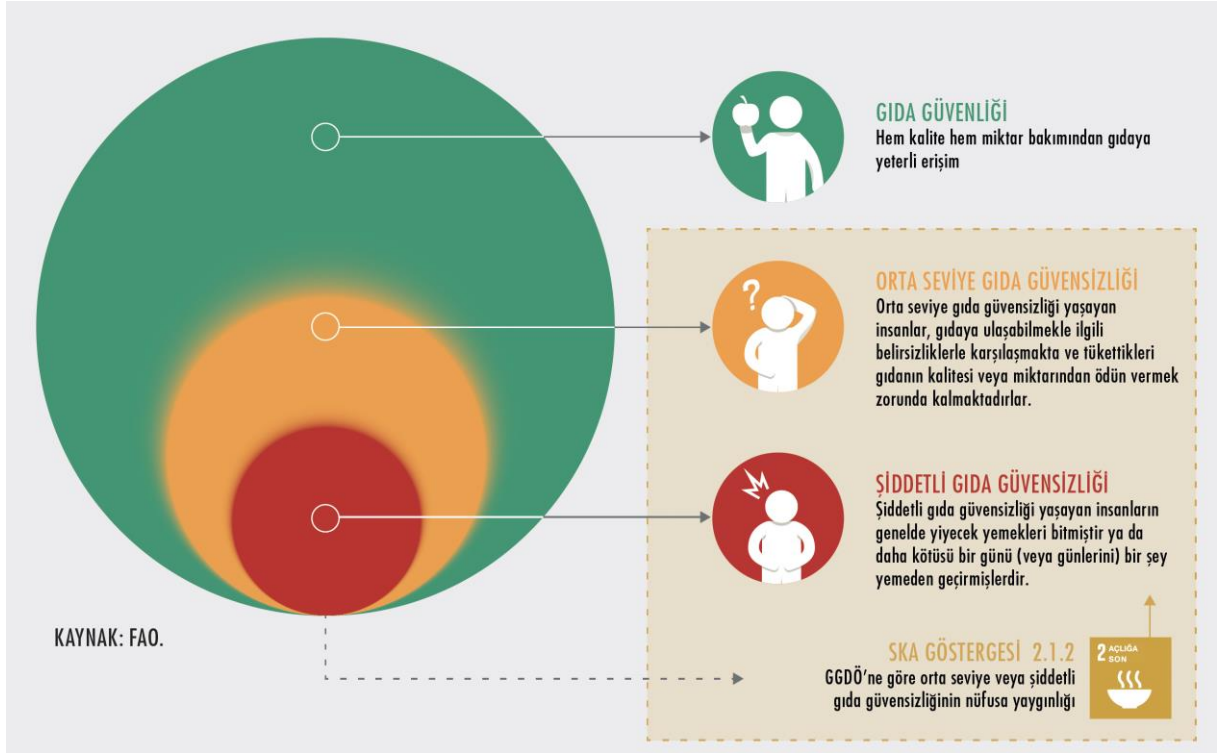
Örneğin, Kanada ve Portekiz'de yapılan araştırmalar, göçmen hanelerin yerel halktan daha yüksek oranda gıda güvensizliği yaşadığını göstermiştir (Polsky ve Garriguet, 2022; Alarcão et al., 2020). Benzer şekilde, Güney Afrika'da gıda güvensizliği ile cinsiyet rolleri arasındaki ilişkiler de incelenmiş ve özellikle kadınların pandemide daha kırılgan oldukları tespit edilmiştir (Shepherd, 2022).

Gıda Güvensizliği

Gıda güvensizliği, bireylerin sağlıklı ve dengeli bir diyetle erişim sağlayamaması anlamına gelir ve bu durum ciddi sağlık sorunlarına yol açar (Grimaccia ve Naccarato, 2019). Gıda güvensizliği dört ana boyutta ele alınır: gıdanın bulunabilirliği, erişilebilirliği, uygun şekilde kullanılabilirliği ve sürdürülebilirliği (Butcher et al., 2018). Bu dört boyutun bir arada sağlanamaması, özellikle savunmasız gruplar üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır.

COVID-19 pandemisi sırasında, tedarik zincirlerindeki kesintiler ve işsizlik oranlarındaki artış nedeniyle birçok hane gıda güvensizliğiyle karşılaşmıştır (Singh et al., 2021). Kanada'daki gıda bankalarının kullanımı pandemi sırasında belirgin şekilde artmış, özellikle çocuklu hanelerde gıda güvensizliği oranlarının yükseldiği gözlemlenmiştir (Polsky ve Garriguet, 2022). Malezya ve Avustralya'da yapılan çalışmalar da benzer sonuçlar ortaya koymuştur (Goni et al., 2024; Butcher et al., 2018).

Gıda güvensizliği şiddetine göre kategoriler ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarından 2.1.2: Gıda Güvensizliği Deneyimi Ölçeği'ne Göre orta veya şiddetli gıda güvensizliğinin nüfusa yaygınlığı Şekil 1'de sunulmuştur. Buna göre şiddetli gıda güvensizliği yaşayan insanların genelde yemekleri bitmiştir ya da daha kötüsü bir günü (veya günlerini) bir şey yemeden geçirmektedirler. Orta seviye gıda güvensizliği yaşayan insanlar, gıdaya ulaşabilmekle ilgili belirsizliklerle karşılaşmakta ve tükettikleri gıdanın kalitesi veya miktarından ödün vermek zorunda kalmaktadırlar. Hem kalite hem miktar bakımından gıdaya yeterli erişime sahip olanlar ise gıda güvenliği kategorisinde ele alınmaktadır (FAO, 2019).



Şekil 2. FAO'ya Göre Gıda Güvensizliği Şiddet Kategorileri ve Gıda Güvensizliği Deneyimi Ölçeği'ne Göre Orta veya Şiddetli Gıda Güvensizliğinin Nüfusa Yaygınlığı

FAO 2023 raporuna göre Dünya ve alt bölgelere göre gıda güvensizliği prevalansı Tablo 1'de gösterilmiştir. Buna göre 2022 yılında, dünya nüfusunun %11,32'ü şiddetli gıda güvensizliği ile karşı karşıya kalmıştır. ECA (Avrupa ve Orta Asya) bölgesindeki şiddetli gıda güvensizliği, nüfusun %2,8'ini etkilemektedir ve bu oran, dünya ortalamasının (%11,3) yaklaşık dörtte biri seviyesindedir. 2021'deki %2,9 oranına kıyasla hafif bir düşüş gösterse de, COVID-19 pandemisi öncesi 2019'daki %1,5 seviyesinin hala oldukça üzerindedir. Alt bölgelere göre 2022'de şiddetli gıda güvensizliği oranları: Orta Asya'da %4,6, Batı Balkanlar'da %3,7, AB-27 ve Birleşik Krallık'ta %2,0, Kafkasya'da %1,8, Bağımsız Devletler Topluluğu (BDT) Avrupa'sı ve Ukrayna'da %1,4, EFTA ülkelerinde %1,2. Neredeyse tüm bölgelerde 2022'de şiddetli gıda güvensizliği oranları 2015'e göre artmıştır. 2019-2021 arasında tüm alt bölgelerde gıda güvensizliği artmış, Türkiye diğer grubu içerisinde yer almaktadır, bu grupta şiddetli gıda güvensizliğinde keskin bir artış görülmüştür (FAO, 2023).

Tablo 1. Alt bölgelere göre gıda güvensizliği prevalansı, (yüzde)

Bölge	Şiddetli Gıda Güvensizliği					Orta veya Şiddetli Gıda Güvensizliği				
	2015	2019	2020	2021	2022	2015	2019	2020	2021	2022
Dünya	7,6	9,3	10,8	11,7	11,3	21,7	25,3	29,4	29,6	29,6
Avrupa ve Orta Asya	1,9	1,5	2,3	2,9	2,8	10,7	9,8	11,3	12,4	11,9
Kafkasya	2,5	1,8	3,1	2	3	14,6	15,7	15,9	15,9	14,7
Orta Asya	1,4	2,3	4,8	5	4,6	9,1	13,5	17,8	20,1	17,4
BDT Avrupa ve Ukrayna	1,1	0,7	1,2	1,2	1,4	11,9	8,9	10,2	10,1	10,9
EFTA Ülkeleri	1,7	0,7	0,5	0,9	1,2	5,4	3,1	2,2	4	3,9
AB-27 ve Birleşik Krallık	1,7	1,1	1,4	2,1	2	7,5	6	6,3	6,6	7
Diğer	5,2	5,4	7,4	9,4	9,1	27	28,9	35,6	42,2	35,8
Batı Balkanlar	3,7	2,7	5,4	5,3	3,7	16,5	14,6	17,6	19,7	16,9

Türkiye’de içerisinde besin güvencesizliği ile ilgili verilerin de toplandığı en geniş ve güncel çalışmanın 2017 yılına ait olduğu görülmektedir. Çalışma 15 yaş ve üzeri yaklaşık 13bin kişi ile yapılmış. Aynı raporda bundan bir önceki kapsamlı çalışmanın 2010’da iki öncekinin de 1984 tarihinde yapılmış olduğu belirtilmektedir. Besin güvencesi ile ilgili bulgulara göre, son bir yıl içinde bireylerin %23,4’ü yeterli gıda bulamayacağı endişesi taşımış, %22,7’si sağlıklı ve besleyici gıda tüketmemiş, %22,8’i gıda çeşitliliğinde azalma yaşamıştır. %13,1’i öğün atlamak, %16,5’i gerektiğinden az besin tüketmek zorunda kalırken, %8,4’ü karnı aç olmasına rağmen yemek yiyememiştir. Hanelerde gıdanın tükenmesi durumunu yaşayanların oranı ise %16,2’dir. Ekonomik nedenlerle yemek yiyememe sıklığına bakıldığında %42,6’sı bazı aylarda ekonomik nedenlerle yemek yiyemediğini belirtirken, %2,6’sı bir gün boyunca hiç yemek yememiştir. Bunların %38,4’ü para ya da diğer nedenlerden dolayı yılda 1 ya da 2 kere, %38,1’i yılda bazı aylarda tam gün boyunca yemek yiyememekte olduklarını belirtmişlerdir (Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması-TBSA, 2019).

Gıda Güvencesizliğine Neden Olan Faktörler

Gıda güvencesizliğinin nedenleri arasında ekonomik faktörler, iklim değişikliği ve sosyal eşitsizlikler ön plandadır. Artan gıda fiyatları ve düşük gelir, bireylerin sağlıklı ve yeterli gıdaya erişimini sınırlandırmaktadır (Hadley et al., 2009). Göçmen haneler ve kırsal kesimde yaşayan bireyler, gıda fiyatlarındaki dalgalanmalardan en çok etkilenen gruplardır (Loopstra, 2018).

Pandemi, gıda güvencesizliğini artıran önemli bir faktör olmuştur. Örneğin, Kanada’da gıda güvencesizliği oranları pandemi öncesine göre belirgin bir şekilde artmıştır (Polsky ve Garriguet, 2022). İklim değişikliğinin de tarımsal üretim üzerinde olumsuz etkileri bulunmakta ve bu durum özellikle kırsal bölgelerde gıda güvencesizliğini artırmaktadır (Salinas-Roca et al., 2022).

Gıda Güvencesizliği ile Savunmasız Grupların Sağlıkları Arasındaki İlişki

Gıda güvencesizliği, hem fiziksel hem de mental sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Depresyon, anksiyete ve stres gibi mental sağlık sorunları, gıda güvencesizliği yaşayan bireylerde daha yaygındır (Smith et al., 2022). Ayrıca, yetersiz beslenme kronik hastalıklara ve bağışıklık sisteminin zayıflamasına yol açabilir (Dondi et al., 2020). Güney Afrika’da yapılan bir çalışmada, gıda güvencesizliği yaşayan kadınların depresyon ve anksiyete belirtileri gösterme olasılığının daha yüksek olduğu bulunmuştur (Shepherd, 2022).

Göçmen çocuklar arasında gıda güvencesizliği, eğitim başarısını olumsuz etkileyerek sosyo-ekonomik eşitsizlikleri daha da derinleştirmektedir (Lane et al., 2019). Bu durum, sosyal politikaların ve sağlık hizmetlerinin gıda güvencesizliği yaşayan gruplara odaklanmasının önemini ortaya koymaktadır (Burgess ve Shier, 2016).

Literatürdeki konu ilgili bazı çalışmalar, bulguları ve çözüm önerileri Tablo-2’de sunulmuştur. Buna göre gıda güvencesizliği çalışmalarının, farklı ülkelerdeki kırılgan gruplar üzerinde yoğunlaştığı belirtilebilir. Çalışmalar, göçmenler, düşük gelirli haneler, tek ebeveynli aileler, çocuklar, yaşlılar ve kadınlar gibi savunmasız grupların gıdaya erişim konusunda büyük zorluklar yaşadığını göstermektedir. Özellikle COVID-19 pandemisi sürecinde işsizlik, tedarik zinciri aksamaları ve okulların kapanması, gıda güvenliğini olumsuz etkilemiştir. Kanada, Malezya, Avustralya ve Güney Afrika gibi farklı bölgelerde yapılan araştırmalar, pandemi koşullarının bu kırılgan gruplardaki gıda güvencesizliğini daha da artırdığını ortaya koymuştur.

Gıda güvencesizliği yaşayan bireylerde, özellikle savunmasız gruplarda, yetersiz beslenme, demir eksikliği, anemi, astım, anksiyete, depresyon, obezite, diyabet, hipertansiyon ve ağız-diş sağlığı sorunları, gıda güvencesi olanlara göre daha sık görülmektedir. Savunmasız gruplar arasında özellikle tek ebeveynli aileler, çocuklar ve yaşlılar en fazla etkilenen kesimlerdir.

Gıda güvensizliğinin başlıca sebepleri arasında ekonomik krizler, düşük hane geliri, artan gıda fiyatları, düşük eğitim seviyesi, işsizlik ve yetersiz politika uygulamaları yer almaktadır. Çalışmalarda, gıda güvensizliğinin sadece fiziksel açlık değil, aynı zamanda sağlık ve refah üzerinde olumsuz etkiler yarattığı vurgulanmaktadır. Çözüm önerileri arasında sosyal güvenlik ağlarının güçlendirilmesi, beslenme programlarının yaygınlaştırılması ve tedarik zincirlerinin daha dayanıklı hale getirilmesi öne çıkmaktadır. Ayrıca, özellikle kadınlar ve çocuklara yönelik özel müdahaleler, gıda güvensizliğini azaltmada önemli bir rol oynamaktadır. Pandemi sonrası dönemde sürdürülebilir tarım politikaları geliştirilmesi ve krizlere karşı daha dirençli bir gıda sistemi inşa edilmesi gerektiği belirtilmektedir.

Tablo 2. Literatürdeki Konu İlgili Bazı Çalışmalar, Bulguları ve Çözüm Önerileri

Yazarlar ve Yıl	Ülke	Konu	Evren / Örneklem	Bulgular	Öneriler
Alarcão et al., 2020	Portekiz	Gıda güvensizliği ve sosyal belirleyiciler	Göçmenler ve yerel vatandaşlar	Gıda güvensizliği sağlık eşitsizlikleri ve yoksullukla ilişkilidir	Sosyal yardımların güçlendirilmesi, göçmen hizmetlerinin artırılması
Burgess ve Shier, 2016	Küresel	Sosyal hizmet perspektifinden gıda güvensizliği	Çeşitli kırılğan gruplar	Sosyal hizmetler gıda güvensizliğini ele alarak refahı artırmalıdır	Gıda erişimi programlarının sosyal hizmetlerle entegre edilmesi
Butcher et al., 2018	Avustralya	Kırılğan gruplarda gıda güvensizliği sebepleri	Düşük gelirli gruplar	Gelir düşüklüğü ve işsizlik temel nedenlerdir	İşsizliğin azaltılması için önlemler alınmalı
Goni et al., 2024	Malezya	COVID-19 kısıtlamalarının gıda güvenliğine etkisi	Kısıtlamalar altındaki genel nüfus	Pandemi, özellikle yoksulların gıda erişimini zorlaştırmıştır	Pandemi sonrası sürdürülebilir çözümler geliştirilmesi gerekiyor
Grimaccia ve Naccarato, 2019	İtalya	Bireysel gıda güvensizliği deneyimleri	Düşük gelirli İtalyan haneleri	İstihdamı olan bireylerde bile gıda güvensizliği yaygındır	Gelir desteği politikalarının güçlendirilmesi
Polsky ve Garriguet, 2022	Kanada	Pandemi döneminde hane halkı gıda güvensizliği	Kanada'daki haneler	Pandemi, kırılğan gruplardaki gıda güvensizliğini artırmıştır	Sosyal güvenlik ağlarının güçlendirilmesi
Shepherd, 2022	Güney Afrika	COVID-19 ve toplumsal cinsiyet normlarının etkisi	Kadınlar ve çocuklar	Toplumsal cinsiyet normları, gıda güvensizliği deneyimlerini etkilemektedir	Kadın ve çocuklara yönelik müdahaleler artırılmalı

SONUÇ VE ÖNERİLER

Gıda güvensizliği, özellikle savunmasız gruplar için ciddi bir sorun olmaya ve bu grupların sağlık durumlarını (kronik hastalıklar, kanserler, obezite, diyabet vb.) etkilemeye devam etmektedir. Pandemi ve iklim değişikliği gibi küresel krizler, gıdaya erişimi daha da zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda, sosyal güvenlik ağlarının güçlendirilmesi, gıda bankalarının etkinliğinin artırılması ve sürdürülebilir tarım politikalarının hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Gıda güvensizliğini azaltmak için ulusal ve uluslararası düzeyde, ekonomik sosyal ve sağlıkla ilgili müdahaleleri içeren çok yönlü ve koordineli politikalar geliştirilmelidir. Sosyal hizmet uzmanlarının ve sağlık çalışanlarının rolü, bu süreçte kritik öneme sahiptir. Eğitim ve farkındalık çalışmaları, bireylerin beslenme alışkanlıklarını iyileştirmeye katkıda bulunabilir. Ayrıca, gıda yardımlarının kalitesinin artırılması ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine uygun politikaların benimsenmesi gerekmektedir.

Gıda güvensizliği taramalarının artırılması, gıdaya erişimi iyileştirmeyi amaçlayan politikaların geliştirilmesi gıda güvensizliğini azaltmaya katkı sağlayacaktır. Ülkemizdeki gıda güvensizliği çalışmalarının savunmasız (dezavantajlı) gruplara odaklanarak yapılması önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Alarcão, V., Guiomar, S., Oliveira, A., Severo, M., Correia, D., Torres, D., & Lopes, C. (2020). Food insecurity and social determinants of health among immigrants and natives in Portugal. *Food Security*, 12(4), 579-589. <https://doi.org/10.1007/s12571-019-01001-1>
- Burgess, D., & Shier, M. (2016). Food insecurity and social work: A comprehensive literature review. *International Social Work*, 59(6), 731-743. <https://doi.org/10.1177/0020872816672519>
- Butcher, L. M., Ryan, M. M., O'Sullivan, T. A., Lo, J., & Devine, A. (2018). What drives food insecurity in Western Australia? How the perceptions of people at risk differ to those of stakeholders. *Nutrients*, 10(8), 1059. <https://doi.org/10.3390/nu10081059>
- Dean, C. A., Liu, E., Enard, K. R., Qian, Z., & Elder, K. T. (2023). Factors associated with food insecurity among the chronically ill population during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Public Health*, 11, 1142603. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1142603>
- Dondi, A., Piccinno, V., Morigi, F., Sureshkumar, S., Gori, D., & Lanari, M. (2020). Food insecurity and major diet-related morbidities in migrating children: A systematic review. *Nutrients*, 12(2), 379. <https://doi.org/10.3390/nu12020379>
- Ezeroğlu, E. B. (2021). Sürdürülebilirlik ve Gıda Güvenliği: Türkiye ve İTT Üye Ülkelerinin Karşılaştırmalı Analizi. *İKAM Çevre Raporu*, (20).
- FAO. (2015). *The State of Food Insecurity in the World 2015*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Çevrim-içi: <https://www.fao.org/agrifood-economics/publications/detail/en/c/288368/>] Erişim Tarihi: 08.09.2024
- FAO. (2019). *The State of Food Insecurity in the World 2019*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Çevrim-içi: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/16480532-17e9-4b61-b388-1d6d86414470/content>] Erişim Tarihi: 08.09.2024
- FAO. (2023). *The State of Food Insecurity in the World 2023*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Çevrim-içi: <https://openknowledge.fao.org/items/445c9d27-b396-4126-96c9-50b335364d01>] Erişim Tarihi: 08.09.2024
- GCA. (2019). *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience*. Global Commission on Adaptation. [Çevrim-içi: <https://gca.org/reports/adapt-now-a-global-call-for-leadership-on-climate-resilience/>] Erişim Tarihi 08.09.2024

- Godfrey, S., & Tunhuma, F. (2020). Climate change and food security in Africa. *Food Policy*, 91, 101835. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2019.101835>
- Goni, M. D., Aroyehun, A. B., Razak, S. A., Drammeh, W., & Abbas, M. A. (2024). Food insecurity in Malaysia: Assessing the impact of movement control order during the COVID-19 pandemic. *Nutrition & Food Science*, 54(7), 1202-1218. <https://doi.org/10.1108/NFS-08-2023-0172>
- Grimaccia, E., & Naccarato, A. (2019). Food insecurity individual experience: A comparison of economic and social characteristics. *Social Indicators Research*, 143(2), 391-410. <https://doi.org/10.1007/s11205-018-1975-3>
- Hadley, C., Belachew, T., Lindstrom, D., & Tessema, F. (2009). The forgotten population? Youth, food insecurity, and rising prices: Implications for the global food crisis. *NAPA Bulletin*, 32(1), 77-91. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4797.2009.01029.x>
- Hochman, Z., & Gobbett, D. (2017). Yield gap analysis of rainfed wheat production systems in Australia. *Field Crops Research*, 204, 119-129. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.01.011>
- Lamontagne, E., Folayan, M. O., Arije, O., Enemo, A., & Sunday, A. (2022). The effects of COVID-19 on food insecurity and financial vulnerability among women and girls in Nigeria. *African Journal of AIDS Research*, 21(4), 297-305. <https://doi.org/10.2989/16085906.2022.2113107>
- Lane, G., Nisbet, C., & Vatanparast, H. (2019). Food insecurity and nutritional risk among Canadian newcomer children in Saskatchewan. *Nutrients*, 11(8), 1744. <https://doi.org/10.3390/nu11081744>
- Loopstra, R. (2018). Rising food bank use in the UK: Sign of a new public health emergency? *Nutrition Bulletin*, 43(1), 53-60. <https://doi.org/10.1111/nbu.12306>
- Moore, F. C., & Lobell, D. B. (2015). The fingerprint of climate trends on European crop yields. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(9), 2670-2675. <https://doi.org/10.1073/pnas.1409606112>
- Polsky, J. Y., & Garriguet, D. (2022). Household food insecurity in Canada early in the COVID-19 pandemic. *Health Reports*, 33(2), 15-25. <https://doi.org/10.25318/82-003-x202200200002-eng>
- Quiggin, J., & Meyer, E. (2021). *The economics of drought and climate resilience*. Cambridge University Press.
- Salinas-Roca, B., Rubió-Piqué, L., & Carrillo-Álvarez, E. (2022). Impact of health and social factors on cardiometabolic risk in people with food insecurity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 14447. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114447>
- Shepherd, D. L. (2022). Food insecurity, depressive symptoms, and the salience of gendered family roles during the COVID-19 pandemic in South Africa. *Social Science & Medicine*, 301, 114830. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2022.114830>
- Singh, D. R., Sunuwar, D. R., & Shah, S. K. (2021). Food insecurity during COVID-19: A genuine concern for disadvantaged communities. *PLOS ONE*, 16(7), e0254954. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254954>
- Smith, J., Ker, S., Archer, D., Gilbody, S., Peckham, E., & Hardman, C. A. (2022). Food insecurity and severe mental illness: Understanding the hidden problem and how to ask about food access during routine healthcare. *BJPsych Advances*. <https://doi.org/10.1192/bja.2022.33>
- TBSA (2019). *Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması*. [Çevrim-içi: https://krtknadmn.karatekin.edu.tr/files/sbf/TBSA_RAPOR_KITAP_20.08.pdf] Erişim Tarihi 10.09.2024
- United Nations. (2019). *Universal Declaration of Human Rights and International Law*. [Çevrim-içi: <https://www.un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights>] Erişim Tarihi 09.09.2024

UÇUCU YAĞLARIN GIDA KORUMA VE SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ROLÜ

THE ROLE OF ESSENTIAL OILS IN FOOD PRESERVATION AND HEALTH

Çağlar AKÇALI

Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,
47100, Mardin Türkiye.

Serap TOPRAK DÖŞLÜ

Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,
47100, Mardin Türkiye.

ÖZET

Günümüzde, tüketicilerin gıdaların sağlık üzerine etkilerine yönelik endişeleri, uçucu yağlar gibi doğal ürünlere karşı ilgisinin artmasına neden olmuştur. Uçucu yağlar yaprak, kabuk, çiçek ve kök gibi farklı bitki kısımlarından solvent ekstraksiyonu, damıtma, solventsiz ve kombinasyon yöntemi gibi çeşitli yöntemlerle elde edilen sekonder, yağ içeren aromatik metabolitlerdir. Birçok bitki uçucu yağı kozmetiklerde, gıda katkı maddelerinde, sabunlarda, plastik reçinelerde ve parfümlerde lezzet ve aroma artırıcı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, doğal kökenleri ve uçucu yağların genel olarak güvenli (GRAS) olarak kabul edilen durumu nedeniyle antimikrobiyal ajanlar olarak hareket edebilecek uçucu yağ uygulamalar artmaktadır. Şu anda, uçucu yağlar antimikrobiyal, antifungal antiülser, antihelmintik, antioksidan, anti-inflamatuvar, böcek öldürücü, antifeedan, sitotoksik, antiviral, ovisidal, anestetik ve gıda koruyucu olarak kullanılmaktadır. Fenolik asitler, terpenler, aldehitler, terpenoidler ve ketonlar gibi biyolojik olarak aktif bileşiklerin varlığı ile mikrobiyal patojenlerin büyümesi engellenmektedir. Gıda ürünlerindeki uçucu yağların organoleptik etkisi nedeniyle, uçucu yağların kullanımı baharat ve otlarla ilişkili gıdalarla sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle aktif paketleme, modern kapsülleme teknolojileri ve birleşik stratejiler, organoleptik etkileri en aza indirmek ve uçucu yağların özelliklerinden ödün vermeden daha geniş bir gıda ürünü yelpazesinde kullanımını kolaylaştırmak için değerlendirilebilir. Bitkisel ve baharat türevli ekstraktlar, uçucu yağlar ve diğer sekonder metabolitler olarak bulunan doğal bileşikler günümüzde giderek önem kazanmakta ve hala büyük ölçüde yeterince kullanılmamaktadır. Bu nedenle, gıda endüstrisi uygulamalarında uçucu yağların kullanımları için daha çok araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Uçucu yağlar, doğal gıda, sekonder metabolit

ABSTRACT

Nowadays, consumers' concerns about the health effects of foods have led to an increased interest in natural products such as essential oils. Essential oils are secondary, oil-containing aromatic metabolites obtained from different plant parts such as leaves, bark, flowers and roots by various methods such as solvent extraction, distillation, solvent-free and combination methods. Many plant essential oils are used as flavor or aroma enhancers in cosmetics, food additives, soaps, plastic resins and perfumes. Furthermore, applications of essential oils that can act as antimicrobial agents are increasing due to their natural origin and the generally recognised as safe (GRAS) status of essential oils. Currently, essential oils are used as antimicrobial, antifungal, antiulcer, antihelmintic, antioxidant, anti-inflammatory, insecticidal, antifeedant, cytotoxic, antiviral, ovicidal, anesthetic and food preservative. The

growth of microbial pathogens is inhibited by the presence of biologically active compounds such as phenolic acids, terpenes, aldehydes, terpenoids and ketones. Due to the organoleptic effect of essential oils in food products, the use of essential oils is limited to foods associated with spices or herbs. Active packaging, modern encapsulation technologies and combined strategies can therefore be evaluated to minimize organoleptic effects and facilitate the use of essential oils in a wider range of food products without compromising their properties. Natural compounds present as herbal and spice-derived extracts, essential oils and other secondary metabolites are becoming increasingly important and still largely underutilized. Therefore, more research is needed for the utilization of essential oils in food industry applications.

Keywords: Essential oils, natural food, secondary metabolite

GİRİŞ

Gıdalarda doğal antimikrobiyal bileşiklerin kullanımı, tüketiciler ve gıda endüstrisi tarafından büyük ilgi görmektedir. Tüketicilerin sentetik koruyucuların sağlık üzerindeki potansiyel olumsuz etkisine karşı doğal katkı maddelerinin faydaları konusundaki farkındalığının artması, araştırmacılar arasında gıdalarda doğal ürünlerin geliştirilmesine ve kullanımına olan ilgiyi arttırmaktadır. Dolayısıyla, gıda endüstrisi gıdaların güvenliğini ve kalitesini artırabilecek alternatif koruyucuların kullanımı konusunda arayışa girmiştir. Doğal kaynaklardan elde edilen bileşikler, gıda kaynaklı patojenlere karşı antimikrobiyal özellikleri nedeniyle gıda güvenliği için kullanılma potansiyeline sahiptir. Bitkisel ve baharat türevli ekstraktlar, uçucu yağlar ve diğer sekonder metabolitler olarak bulunan doğal bileşikler günümüzde giderek önem kazanmaktadır ancak hala yaygın olarak kullanılmamaktadır. Sentetik katkı maddelerinin yerine kullanılmaları, nispeten daha güvenli oldukları ve tüketiciler için sağlık riski oluşturmadıkları için gıdalarda güvenliğin ve kalitenin korunmasında yeni bir boyut kazandırabilir. Şu anda gıdaların raf ömrünün korunması ve uzatılması için birçok doğal ürün kullanılsa da, hala keşfedilmemiş birçok doğal bileşik bulunmaktadır. Bitkisel yan ürünler, algler ve mantarlardan elde edilen doğal bileşiklerin kullanımı, bu bileşiklerin yeni antimikrobiyal olarak kullanılmasını arttırabilir. Bu ürünlerin kullanımı da antimikrobiyal üretiminde daha uygun maliyet sağlayabilir. Ancak, potansiyellerine rağmen, gıda sistemlerinde doğal antimikrobiyallerin kullanımı esas olarak istenmeyen lezzet veya aroma gibi yan etkileri nedeniyle sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle, gıdaların herhangi bir organoleptik özelliklerini etkilemeden bozulma ve patojenik mikroorganizmaları etkili bir şekilde inhibe edebilmesi için kullanılacak miktarların optimizasyonu konusunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Gıda endüstrisi uzun yıllardır gıdaların bozulmasına neden olan mikroorganizmaların büyümesini engellemek için çeşitli kimyasallardan faydalanmaktadır (Davidson, Taylor ve Schmidt, 2013). Yüksek sıcaklık işlemi ile birlikte kullanılmaları, patojenik ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların faaliyetlerini engelleyerek gıdaların kullanım ömrünü uzatmaya yardımcı olur. Ancak bazı gıdaların organoleptik ve duyuşal özellikleri üzerinde zararlı etkileri olabilir (Mahmud ve Khan, 2018; Pisoschi, Pop, Georgescu, Turcuş, Olah, ve Mathe, 2018). Bu muhafaza ve işleme yöntemlerinin uygulanmasını azaltmak için biyo-koruyucular geliştirilmiştir. Biyo-koruyucular, gıda ürünlerinin ömrünü uzatan bitki, hayvan ve mikroorganizmalardan elde edilen doğal olarak oluşan bileşiklerdir (Pisoschi, Pop, Georgescu, Turcuş, Olah, ve Mathe, 2018). Bu bileşikler, gıdada bulunan patojenik organizmaları en aza indirmekte veya tamamen ortadan kaldırmaktadır. Aynı zamanda gıdaların işlevselliğini ve kalitesini arttırmaktadır. Bu tür bileşiklerin çoğu antimikrobiyal olarak etki göstererek, hücre zarını parçalamakta ve biyosentetik mikroorganizmaların yolaklarını bozmaktadır (Burt, 2004). Ancak, sentetik gıda katkı maddelerinin sağlık

üzerindeki bazı olumsuz etkileri nedeniyle (Mirza, Asema ve Kasim, 2017), tüketicileri doğal koruyucu maddelerinin kullanımına yöneltmiştir (Lucera, Costa, Conte ve Del Nobile, 2012). Sentetik katkı maddeleriyle üretilen gıdaların tüketimiyle ilişkili ciddi sağlık riskleri ve tüketici farkındalığı nedeniyle, doğal kaynaklardan elde edilen bileşenleri içeren güvenli gıda ürünlerine yönelik talep artmıştır (Lucera, Costa, Conte ve Del Nobile, 2012). Bu doğal koruyucular bitkilerden, hayvanlardan ve yararlı mikroorganizmalardan elde edilen biyoaktif maddelerdir ve sentetik gıda katkı maddelerinin yerine uygulanabilir alternatif olarak belirtilmektedir (Corbo, Bevilacqua, Campaniello, D'Amato, Speranza ve Sinigaglia, 2009). Bu maddelerin bir kısmı mikroorganizmalardan, öncelikli olarak bitkilerden elde edilen uçucu yağlardan (Smith-Palmer, Stewart ve Fyfe, 2001), hayvansal kaynaklardan elde edilen lizozim ve laktoferrin gibi enzimlerden, organik asitlerden (Davidson, Taylor ve Schmidt, 2013) ve kitosan gibi doğal olarak oluşan polimerlerden (Hintz, Matthews ve Di, 2015) elde edilmekte olup, günümüzde gıdalarda antimikrobiyal bileşikler olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle, antimikrobiyal amaçlarla kullanılan sentetik olarak üretilmiş katkı maddelerinin tamamen veya kısmen değiştirilmesi yoluyla gıdaların korunması için etkili ikamelerin araştırılmasında sürekli bir artış olmuştur (Corbo, Bevilacqua, Campaniello, D'Amato, Speranza ve Sinigaglia, 2009; Lucera, Costa, Conte ve Del Nobile, 2012).

Salmonella, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Campylobacter, Clostridium perfringens ve Aspergillus niger gibi mikrobiyal kaynaklardan ve hastalığa neden olan mikroorganizmalardan kaynaklanan toksinler tüketiciler için önemli sağlık riski oluşturabilir (Nummer, Shrestha ve Smith, 2012) ve kimyasal katkı maddelerinin kullanımı daha da büyük bir risk meydana getirebilir. Bu nedenle, doğal olarak oluşan bileşiklerin kullanımı sadece mikroorganizmaların büyümesini engellemekle kalmaz, aynı zamanda gıda güvenliğini artırarak ve tüketicilerin güvenini de pekiştirmektedir (Salaheen, Peng ve Biswas, 2015).

Doğal gıda koruyucu bileşikler mevcut sentetik koruyucuların üzerinde belirtilirken, tüketimlerinin özellikle kabul edilebilir sınırağın üzerinde ve uzun bir zaman dilimi boyunca tüketildiklerinde sağlıkla ilgili bazı soruları gündeme getirmektedir. Doğal antimikrobiyallerin uygulanmasının genel olarak güvenli kabul edildiği (GRAS) belirtilmiş olsa da, birçok ülkede kullanımları düzenlenmemiştir (Lucera, Costa, Conte ve Del Nobile, 2012). Bu bağlamda, başlıca gıda ürünlerinde (süt ve süt ürünleri, peynir, et, balık, işlenmiş meyve ve sebzelerin yanı sıra tahıl ve baklagil bazlı ürünler) mikrobiyal bozulmayı kontrol etmek için mevcut doğal antimikrobiyal bileşiklere, bunların kaynaklarına ve endüstriyel uygulamalarına ve ayrıca yönetmeliklere odaklanılmalıdır. Gıda maddelerinin muhafazasını teşvik etmek için kullanılan nanopartiküller gibi diğer alternatif teknolojiler de tartışılmaktadır.

Şu anda, uçucu yağlar antimikrobiyal (Cowan, 1999; Burt, 2004; Nedorostova, Kloucek, Smid, Urban, Kokoska, ve Stolcova 2009), antifungal (Singh ve Tripathi, 1999), antiülser (Đorđević, Petrović, Dobrić, Milenković, Vučićević, Žižić, ve Kukić, 2007), antihelmintik (Panda, Daemen, Sahoo ve Luyten, 2022), antioksidan (Jirovetz, Buchbauer, Stoilova, Stoyanova, Krastanov, ve Schmidt, 2006) anti-inflamatuvar (Singh, Majumdar ve Rehan, 1996), kovucu, böcek öldürücü, antifeedan (Isman, Koul, Luczynski ve Kaminski, 1990; Pandey, Singh, Palni ve Tripathi, 2014), sitotoksik (Sylvestre, Pichette, Lavoie, Longtin ve Legault, 2007), antiviral (Maurya, Meena, Kumar ve Prasad, 2017), ovicidal (Zhu, Dai, Yang ve Qiu, 2013), anestetik (Zalachoras, Kagiava, Vokou ve Theophilidis, 2010) ve gıda koruyucu (He, Hadidi, Yang, Khan, Zhang ve Cong, 2023; Pandey, Kumar, Singh, Tripathi ve Bajpai, 2017) olarak kullanılmaktadır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Uçucu yağlar, insanlığın ilk dönemlerinden bu yana çeşitli tıbbi amaçlarla kullanılan en yaygın doğal ürünlerden biridir (Lawless, 2013; Ty-Kisera, 2019). Yaygın uçucu yağlar üreten bitki familyaları arasında Lamiaceae (*Ocimum citratus*), Poaceae (*Cymbopogon citratus*), Verbenaceae (*Aloysia citriodora*), Asteraceae (*Echinops kebericho*), Umbelliferae (*Carum nigrum*), Zingiberaceae (*Zingiber officinale*) bulunmaktadır (Raut ve Karuppayil, 2014) Dermatolojide, kozmetik ürünlerde ve kişisel bakım ürünlerinde kullanımı doğal ilaç ürünleri olarak popülaritesi son zamanlarda giderek artmaktadır (Manion ve Widder, 2017). Dermatolojideki popüler kullanımlarıyla birlikte, kolay bulunabilirliği ve antimikrobiyal direncin ortaya çıkışı nedeniyle, ticari uçucu yağlar giderek daha fazla tedavi seçeneği haline gelmektedir (Orchard ve van Vuuren, 2017). Uçucu yağlar, geleneksel antimikrobiyal ajanlarla birleştirildiğinde, geleneksel antimikrobiyal ajanların antimikrobiyal aktivitesini sinerjik haline getiren dirençli ve tedavisi zor suşlar için bir tedavi aracı olarak kabul edilmektedir (Uzair, Niaz, Bano, Ali Khan, Zafar, Iqbal, Tahira ve Fasim, 2017). Bu sinerjistik aktivite, uçucu yağların membran bozucu özelliğine atfedilmiştir (Langeveld, Veldhuizen ve Burt, 2014). İnsanlardaki antimikrobiyal etkinlik çalışmaları, özellikle ağızdaki kötü kokuya karşı ağız yıkamada (Freires, Denny, Benso, Alencar ve Rosalen, 2015), diş eti iltihabının ve diş plağının azaltılmasında ve akut dış otitisi için önemli sonuçlar göstermiştir (Charles, Cortelli, Aquino, Revankar, ve Wu, 2015; Lynch, Cortelli, McGuire, Zhang, Ricci-Nittel, Mordas, Aquino ve Cortelli, 2018).

Kanserden etkilenen hastaların %80'inden fazlasında, özellikle hastalığın terminal aşamasında en önemli sonuçlardan biri olan kansere bağlı ağrı gelişebilir. Kanser ağrısının tedavisinde tamamlayıcı tıp hakkındaki güncel öneriler, doğal ürünlerin rolünün önemini belirtmektedir. Yapılan çalışmalar, kanserle ilişkili ağrı yoğunluğunun azaltılmasında uçucu yağların kullanımının önemli etkinliğini ortaya koymakta ($p < 0.00001$) ve daha erken, daha homojen ve uygun şekilde tasarlanmış klinik çalışmalara olan ihtiyacın altını çizmektedir (Corasaniti, Bagetta, Morrone, Tonin, Hamamura, Hayashi ve Scuteri, 2023).

Klinik araştırmalar, koruyucu hizmetlerin hedefleri olan sağlığa ulaşan plaksız diş yüzeyleri ve diş eti iltihabının azaltılması için uçucu yağların ağız gargaralarının günlük kullanımının klinik olarak anlamlı faydası olduğunu göstermektedir. Mekanik ağız hijyenine uçucu yağların eklenen ağız gargarası ile günlük durulamanın istatistiksel olarak anlamlı derecede daha temiz ve sağlıklı bir ağza sahip olma şansını arttırdığı ve böylece hastalığın ilerlemesinin önlenmesini sağladığı görülmektedir (Araujo, Charles, Weinstein, McGuire, Parikh-Das, Du ve Gunsolley 2015).

Ulusal Kanser Enstitüsü, kanser hastalarına yönelik uyku tedavisinin hem farmakolojik hem de farmakolojik olmayan tedavilerden oluşmasını önermektedir. Farmakolojik tedaviler ilaç bağımlılığı, uyusukluk, zihinsel karışıklık vb. gibi ciddi yan etkilere yol açabilir (Tariq ve Pulisetty, 2008). Sonuç olarak, çoğu kılavuz uykusuzluğu tedavi etmek için ilaçların yalnızca kısa süreli kullanımını desteklemektedir ve uykuyu iyileştirmeye yönelik farmakolojik olmayan yaklaşımlar daha fazla önem kazanmaktadır. Farmakolojik olmayan bir tedavi türü olarak aromaterapi, en sık kullanılan tamamlayıcı tedavilerden biri olarak bilinmektedir. Uygun maliyetli olması, invaziv olmaması ve yan etkilerinin düşük olması nedeniyle tüm dünyada kullanılmaktadır (Lua ve Zakaria, 2012). Aromaterapi, çeşitli hastalıkları tedavi etmek için bitkilerden, çiçeklerden ve diğer bitki kısımlarından elde edilen konsantre uçucu yağların kullanıldığı bir tedavi yöntemidir. Bitkisel ilaç formu olarak Mısır ve Hindistan gibi ülkelerde binlerce yıldır kullanılmaktadır. Uçucu yağlar, inhalasyon tipi, oral tip ve topikal tip olmak üzere farklı dozaj formlarına sahiptir (Fradelos ve Komini, 2015). Aromaterapi, beden ve zihin arasındaki bağlantıyı etkileyerek, uçucu yağların koku sistemi ile etkileşiminden yararlanarak fiziksel durumu iyileştirir (Hwang ve Shin, 2015; Penny, 2011). Aromaterapi, kanser hastalarının uyku kalitesini önemli ölçüde artırabilir ve kanser hastalarında uyku

bakımını tamamlayıcı bir tedavi olarak düşünülebilir. Özellikle meme kanseri hastalarında, kemoterapi gören hastalarda ve perioperatif dönemde olanlarda etkilidir. Her defasında kullanılan uçucu yağların uygun dozu 2-8 damla olarak belirtilmektedir. Tekli esansiyel yağların etkisi, bileşik esansiyel yağlardan daha iyidir ve lavanta esansiyel yağları en iyi etkiye sahiptir, bu nedenle tedavide öncelikli olarak değerlendirilebilir (Cheng, Lin, Wang, Zhang, Liu, Yuan ve Tian, 2022).

Uçucu yağlar, ampirik olarak iyi sonuçların alındığı olası bir alternatif tedavidir. Uçucu yağların antifungal etkileri ve dirençli suşların ortaya çıkmasıyla artan antimikotik ilaçların terapötik eksikliklerinin üstesinden gelinmesinde önemli bir çözüm olabilir. Bazı çalışmalar, yüksek prevalanslı bir durum olan tırnak mantarı da dahil olmak üzere insanlarda mantarların neden olduğu hastalıklara karşı uçucu yağların fungisidal etkisini vurgulamıştır. Tarçın ve Kekik uçucu yağlarının *Candida albicans* (*Candida* mantarı), *Trichophyton rubrum* ve *Trichophyton mentagrophytes* sp. nov.'ya karşı etkili olduğu gösterilmiştir. Ancak Çay ağacı uçucu yağlarının etkisi henüz bilinmemektedir ve MİK (minimal inhibitör konsantrasyonu) değeri yalnızca *Trichophyton rubrum* ve *Trichophyton mentagrophytes* sp. nov. için rapor edilmiştir. *Candida albicans*, uçucu yağlara karşı en sık çalışılan mikroorganizmadır. Ancak uçucu yağlar ile *Trichophyton rubrum* ve *Trichophyton mentagrophytes* sp. nov. ye karşı daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Tırnak mantarına en çok neden olan etken maddeleri oldukları için bunlara karşı daha fazla araştırma yapmaya ihtiyaç vardır (Villar Rodríguez, Pérez-Pico, Mingorance-Álvarez, Mayordomo Acevedo, 2022).

Şu anda, benzodiazepinler ve seçici serotonin geri alım inhibitörleri, anksiyete bozukluklarının tedavisinin temel taşları olmaya devam etmektedir. Bu ilaçlar kısa vadede büyük fayda sağlamaktadır ancak uzun vadedeki etkinlikleri hala sınırlıdır ve bazı yan etkilere neden olabilir (Altmann, Stahl, Gebara, Lenze, Mulsant ve Blumberger, 2020). Bu bağlamda tamamlayıcı ve alternatif tıp (TAT) tedavileri, doğal ve ekonomik olmaları ve yan etkilerinin az olması nedeniyle giderek daha fazla kabul görmektedir. Aromaterapinin en önemli bileşeni olarak bireyin zihnini, bedenini ve ruhunu etkili bir şekilde dengelemek için uçucu yağlar kullanılmaktadır (Malcolm ve Tallian, 2017; Cui, Li, Wei, Li, He, Yang, et al., 2022). Uçucu yağlar, küçük moleküler ağırlığa ve belirli uçuculuğa sahip bitkilerden elde edilen doğal ürünlerdir (Wang ve Heinbockel, 2018). Uçucu yağ molekülleri hipotalamusu, otonom sinir sistemini ve endokrin sistemini etkileyebilmekte (Zhang ve Yao, 2019), periferik kan dolaşımını iyileştirebilmekte, kan basıncını, nabızı ve solunumu düzenleyebilmekte ve sonuçta kaygıyı azaltabilmektedir (Lizarraga-Valderrama, 2021; Chung, Chen, Lee, Wu, Chang, 2022; Yvon et al., 2012).

Çeşitli uçucu yağlar kaygı tedavisinde etkilidirler ve Turunçgillerden elde edilen uçucu yağların en etkili olduğu bulunmuştur. Hem durumluk kaygı envanteri puanı hem de sürekli kaygı envanteri puanlarını azaltmada büyük bir etki gösterdiği için Turunçgiller en çok önerilen tür olmaktadır (Tan, Liao, Long, Ma, Peng, Lu, ve Fu, 2023).

SONUÇ

Bu çalışmada, uçucu yağların gıda güvenliğini sağlama ve sağlık üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Uçucu yağlar, bitkilerin yaprak, kabuk, kök ve çiçek gibi kısımlarından elde edilen ve antimikrobiyal, antifungal, antioksidan ve anti-inflamatuvar özellikler sergileyen doğal bileşiklerdir. Antimikrobiyal etkinlikleri sayesinde bu yağlar, gıdalarda mikrobiyal bozulmayı önleyerek raf ömrünü uzatmada önemli bir potansiyel sunmaktadır. Bu özellikleri ile gıda endüstrisinde sentetik koruyuculara alternatif olarak giderek daha fazla ilgi görmektedirler.

Bununla birlikte, uçucu yağların güçlü aromatik etkileri, kullanım alanlarını sınırlayarak özellikle baharat veya ot bazlı gıdalarda uygulanabilir olmalarına yol açmaktadır. Organoleptik etkilerin kontrol altına alınması, bu doğal koruyucuların yaygın bir şekilde kullanımını açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, modern kapsülleme yöntemleri

ve aktif paketleme teknolojileri, yağların aromalarını baskılayarak daha geniş bir gıda yelpazesinde etkili bir şekilde kullanılmasını mümkün kılabilir. Ayrıca, uçucu yağların mikrobiyal dirençli patojenlerle sinerjik etkileşimler gösterdiği, bu sayede antimikrobiyal tedavilerin etkinliğini artırdığı belirlenmiştir.

Sağlık alanında uçucu yağlar, ağız hijyenini sağlama, kanserle ilişkili ağrıların giderilmesi ve uyku kalitesinin artırılması gibi pek çok alanda olumlu etkiler sunmaktadır. Yapılan klinik çalışmalar, uçucu yağların aromaterapi yoluyla psikolojik ve fizyolojik rahatlama sağladığını göstermiştir. Bu yağlar, özellikle diş eti iltihaplarının azaltılması, diş plağı oluşumunun önlenmesi ve anksiyete tedavisinde destekleyici tedavi olarak fayda sağlamaktadır. Ayrıca, kanser hastalarında uyku problemlerinin çözümüne yönelik kullanılan farmakolojik olmayan tedavi yöntemleri arasında uçucu yağların güvenli ve ekonomik bir alternatif olduğu vurgulanmaktadır.

Gelecekteki çalışmalarda, uçucu yağların farklı gıda ürünlerinde kullanımını artırmak için organoleptik etkilerin minimize edilmesine odaklanılabilir. Uçucu yağların gıda ve sağlık sektörlerinde daha yaygın ve etkili bir şekilde kullanılabilmesi için mevzuat düzenlemelerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Hem gıda güvenliğini sağlamak hem de halk sağlığını korumak amacıyla bu doğal bileşiklerin kullanımı teşvik edilmeli ve yeni uygulama alanları araştırılmalıdır. Bu çalışmalar, hem gıda hem de sağlık sektöründe uçucu yağların daha etkili ve yaygın bir şekilde kullanılmasına katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Altmann H, Stahl ST, Gebara MA, Lenze EJ, Mulsant BH, Blumberger DM, et al. (2020). Coprescribed benzodiazepines in older adults receiving antidepressants for anxiety and depressive disorders: association with treatment outcomes. *J Clin Psychiatry*. 81:823.
- Araujo, M. W., Charles, C. A., Weinstein, R. B., McGuire, J. A., Parikh-Das, A. M., Du, Q., ... & Gunsolley, J. C. (2015). Meta-analysis of the effect of an essential oil-containing mouthrinse on gingivitis and plaque. *The journal of the American dental association*, 146(8), 610-622.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International journal of food microbiology*, 94(3), 223-253.
- Charles, C. A., Cortelli, J. R., Aquino, D., Revankar, R., & Wu, M. M. (2015). Gingival health benefits of essential oil, 0.075% cetylpyridinium chloride and control mouthrinses: A 4-week randomized clinical study. *American journal of dentistry*, 28(4), 197-202.
- Cheng, H., Lin, L., Wang, S., Zhang, Y., Liu, T., Yuan, Y., ... & Tian, L. (2022). Aromatherapy with single essential oils can significantly improve the sleep quality of cancer patients: a meta-analysis. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 22(1), 187.
- Chung YH, Chen SJ, Lee CL, Wu CW, Chang YS. (2022). Relaxing Effects of Breathing *Pseudotsuga menziesii* and *Lavandula angustifolia* Essential Oils on psychophysiological status in older adults. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 19:251. doi: 10.3390/ijerph192215251
- Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Campaniello, D., D'Amato, D., Speranza, B., & Sinigaglia, M. (2009). Prolonging microbial shelf life of foods through the use of natural compounds and non-thermal approaches—a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(2), 223-241.
- Corasaniti, M. T., Bagetta, G., Morrone, L. A., Tonin, P., Hamamura, K., Hayashi, T., ... & Scuteri, D. (2023). Efficacy of essential oils in relieving cancer pain: a systematic review and meta-analysis. *International journal of molecular sciences*, 24(8), 7085.
- Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564-582.

- Cui J, Li M, Wei Y, Li H, He X, Yang Q, et al. (2022). Inhalation aromatherapy via braintargeted nasal delivery: natural volatiles or essential oils on mood disorders. *Front. Pharmacol.* 13:860043.
- Davidson, P. M., Taylor, T. M., & Schmidt, S. E. (2012). Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. *Food microbiology: fundamentals and frontiers*, 765-801.
- Đorđević, S., Petrović, S., Dobrić, S., Milenković, M., Vučićević, D., Žižić, S., & Kukić, J. (2007). Antimicrobial, anti-inflammatory, anti-ulcer and antioxidant activities of *Carlina acanthifolia* root essential oil. *Journal of Ethnopharmacology*, 109(3), 458-463.
- Fradelos, E., & Komini, A. (2015). The use of essential oils as a complementary treatment for anxiety. *Am J Nurs Sci*, 4(2), 1-5.
- Freires, I. A., Denny, C., Benso, B., Alencar, S. M. D., & Rosalen, P. L. (2015). Antibacterial activity of essential oils and their isolated constituents against cariogenic bacteria: a systematic review. *Molecules*, 20(4), 7329-7358.
- He, J., Hadidi, M., Yang, S., Khan, M. R., Zhang, W., & Cong, X. (2023). Natural food preservation with ginger essential oil: Biological properties and delivery systems. *Food Research International*, 113221.
- Hintz, T., Matthews, K. K., & Di, R. (2015). The use of plant antimicrobial compounds for food preservation. *BioMed research international*, 2015(1), 246264.
- Hwang, E., & Shin, S. (2015). The effects of aromatherapy on sleep improvement: a systematic literature review and meta-analysis. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 21(2), 61-68.
- Isman, M. B., Koul, O., Luczynski, A., & Kaminski, J. (1990). Insecticidal and antifeedant bioactivities of neem oils and their relationship to azadirachtin content. *Journal of agricultural and food chemistry*, 38(6), 1406-1411.
- Jirovetz, L., Buchbauer, G., Stoilova, I., Stoyanova, A., Krastanov, A., & Schmidt, E. (2006). Chemical composition and antioxidant properties of clove leaf essential oil. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(17), 6303-6307.
- Langeveld, W. T., Veldhuizen, E. J., & Burt, S. A. (2014). Synergy between essential oil components and antibiotics: a review. *Critical reviews in microbiology*, 40(1), 76-94.
- Lawless J. (2013). *The Encyclopedia of essential oils: The complete guide to the use of aromatic oils in aromatherapy, herbalism, health, and well being*. Conari Press.
- Lizarraga-Valderrama LR. (2021). Effects of essential oils on central nervous system: focus on mental health. *Phytother Res.* 35:657–79. doi: 10.1002/ptr.6854
- Lucera, A., Costa, C., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2012). Food applications of natural antimicrobial compounds. *Frontiers in microbiology*, 3, 287.
- Lynch, M. C., Cortelli, S. C., McGuire, J. A., Zhang, J., Ricci-Nittel, D., Mordas, C. J., Aquino, D.R. & Cortelli, J. R. (2018). The effects of essential oil mouthrinses with or without alcohol on plaque and gingivitis: a randomized controlled clinical study. *BMC oral health*, 18, 1-10.
- Lua, P. L., & Zakaria, N. S. (2012). A brief review of current scientific evidence involving aromatherapy use for nausea and vomiting. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 18(6), 534-540.
- Manion C.R., Widder R.M. (2017). Essentials of essential oils. *Am J Health Syst Pharm.* 74(9), e153–e162.
- Mahmud, J., & Khan, R. A. (2018). Characterization of natural antimicrobials in food system. *Advances in Microbiology*, 8(11), 894.
- Malcolm BJ, Tallian K. (2017). Essential oil of lavender in anxiety disorders: Ready for prime time? *Ment Health Clin.* 7:147–55.

- Maurya, A. K., Meena, R. L., Kumar, A., & Prasad, R. (2017). Current status of *Valeriana jatamansi*: An endangered species. *Global Journal of Research on Medicinal Plants & Indigenous Medicine*, 6(7), 95.
- Mirza, S. K., Asema, U. K., & Kasim, S. S. (2017). To study the harmful effects of food preservatives on human health. *J. Med. Chem. Drug Discovery*, 2, 610-616.
- Nedorostova, L., Kloucek, P., Smid, J., Urban, J., Kokoska, L., & Stolcova, M. (2009). Antibacterial properties of certain essential oils against different strains of *Staphylococcus aureus*. *Planta Medica*, 75(09), PJ127.
- Nummer, B. A., Shrestha, S., & Smith, J. V. (2012). Survival of *Salmonella* in a high sugar, low water-activity, peanut butter flavored candy fondant. *Food Control*, 27(1), 184-187.
- Orchard, A, van Vuuren, S. (2017). Commercial essential oils as potential antimicrobials to treat skin diseases. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2017(1), 4517971
- Panda, S. K., Daemen, M., Sahoo, G., & Luyten, W. (2022). Essential oils as novel anthelmintic drug candidates. *Molecules*, 27(23), 8327.
- Pandey, A. K., Singh, P., Palni, U. T., & Tripathi, N. N. (2014). In vivo evaluation of two essential oil based botanical formulations (EOBBFs) for the use against stored product pathogens and pests, *Aspergillus* species and *Callosobruchus* species (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of stored products research*, 59, 285-291.
- Pandey, A. K., Kumar, P., Singh, P., Tripathi, N. N., & Bajpai, V. K. (2017). Essential oils: Sources of antimicrobials and food preservatives. *Frontiers in microbiology*, 7, 2161.
- Penny R. (2011). Fundamentals of complementary and alternative medicine, 4th edition [book review]. *J Australian Traditional-Med Soc*. 17(2):44.
- Pisoschi, A. M., Pop, A., Georgescu, C., Turcuş, V., Olah, N. K., & Mathe, E. (2018). An overview of natural antimicrobials role in food. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 143, 922-935.
- Raut J.S., Karuppayil S.M. (2014). A status review on the medicinal properties of essential oils. *Ind Crops Prod*. 62, 250–264.
- Salaheen, S., Peng, M., & Biswas, D. (2015). Replacement of conventional antimicrobials and preservatives in food production to improve consumer safety and enhance health benefits. *Microbial food safety and preservation techniques*, 311-314.
- Sylvestre, M., Pichette, A., Lavoie, S., Longtin, A., & Legault, J. (2007). Composition and cytotoxic activity of the leaf essential oil of *Comptonia peregrina* (L.) Coulter. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 21(6), 536-540.
- Singh, J., & Tripathi, N. N. (1999). Inhibition of storage fungi of blackgram (*Vigna mungo* L.) by some essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 14(1), 1-4.
- Singh, S., Majumdar, D. K., & Rehan, H. M. S. (1996). Evaluation of anti-inflammatory potential of fixed oil of *Ocimum sanctum* (Holybasil) and its possible mechanism of action. *Journal of Ethnopharmacology*, 54(1), 19-26.
- Smith-Palmer, A., Stewart, J., & Fyfe, L. (2001). The potential application of plant essential oils as natural food preservatives in soft cheese. *Food microbiology*, 18(4), 463-470.
- Tan, L., Liao, F. F., Long, L. Z., Ma, X. C., Peng, Y. X., Lu, J. M., ... & Fu, C. G. (2023). Essential oils for treating anxiety: a systematic review of randomized controlled trials and network meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 11, 1144404.
- Tariq, S. H., & Pulisetty, S. (2008). Pharmacotherapy for insomnia. *Clinics in geriatric medicine*, 24(1), 93-105.
- Ty-Kisera M. (2019). Acupressure with essential oils: A self-care guide to enhance your health and lift your spirit—With 24 common conditions: North Atlantic books.

- Uzair, B., Niaz, N., Bano, A., Ali Khan, B., Zafar, N., Iqbal, M., Tahira R., & Fasim, F. (2017). Essential oils showing in vitro anti MRSA and synergistic activity with penicillin group of antibiotics. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 30.
- Wang ZJ, Heinbockel T. (2018). Essential oils and their constituents targeting the gabaergic system and sodium channels as treatment of neurological diseases. *Molecules*. 23:1061. doi: 10.3390/molecules23051061
- Villar Rodríguez, J., Pérez-Pico, A. M., Mingorance-Álvarez, E., & Mayordomo Acevedo, R. (2022). Meta-analysis of the antifungal activities of three essential oils as alternative therapies in dermatophytosis infections. *Journal of Applied Microbiology*, 133(2), 241-253.
- Yvon Y, Raelison EG, Razafindrazaka R, Randriantsoa A, Romdhane M, Chabir N, et al. (2012). Relation between chemical composition or antioxidant activity and antihypertensive activity for six essential oils. *J Food Sci*. 77:H184–91. doi: 10.1111/j.1750-3841.2012.02812.x
- Zalachoras, I., Kagiava, A., Vokou, D., & Theophilidis, G. (2010). Assessing the local anesthetic effect of five essential oil constituents. *Planta medica*, 76(15), 1647-1653.
- Zhang N, Yao L. (2019). Anxiolytic effect of essential oils and their constituents: a review. *J Agric Food Chem*. 67:13790–808. doi: 10.1021/acs.jafc.9b00433
- Zhu, L., Dai, J. L., Yang, L., & Qiu, J. (2013). In vitro ovicidal and larvicidal activity of the essential oil of *Artemisia lancea* against *Haemonchus contortus* (Strongylida). *Veterinary Parasitology*, 195(1-2), 112-117.

ASKORBİK ASİT MİKROKAPSÜLLERİNİN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ASCORBIC ACID MICROCAPSULES

Doç. Dr. Tuğça BİLENLER KOÇ

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7831-6337>

Öğr. Gör. Ülkühan BAĞIŞ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Zara Ahmet Çuhadaroğlu Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme
Bölümü, Gıda Kalite Kontrolü ve Analizi Programı, Sivas, Türkiye.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7172-0959>

Prof. Dr. İhsan KARABULUT

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9014-8863>

ÖZET

Gıdalarda bulunan biyoaktifler besin değerlerinin yanı sıra sağlık üzerine olumlu etkileri olan fizyolojik olarak aktif bileşiklerdir. Proteinler, lipidler, fitosteroller, fitokimyasallar, antioksidanlar, mineraller ve vitaminler gıdalarda bulunan biyoaktif bileşikler arasında yer almaktadır. C vitamini en iyi bilinen biyoaktif bileşenlerden biridir, vücut fonksiyonları için esansiyeldir. Ne yazık ki insan vücudunda sentezlenemez ve depolanamaz, bu sebeple dışarıdan alınması elzemdir. Askorbik asit kararsız bir yapıya sahiptir, gıda endüstrisinde işleme ve depolama esnasında önemli kayıplar yaşanmaktadır. Bu probleme çözüm önerilerinden bir tanesi de mikrokapsülasyon teknolojisidir. Bu çalışmadaki amacımız emülsiyon ve dondurarak kurutma tekniği ile elde edilen askorbik asit mikrokapsüllerinin fizikokimyasal karakteristikleri ve antioksidan aktivitesini belirlemektir. Maltodekstrin (MD) ve gam arabik (GA) kabuk materyal olarak kullanılmıştır. En yüksek ve en düşük enkapsülasyon etkinliği sırasıyla GA (%87.85) ve MD (%75.88) formülasyonlarında belirlenmiş, MD ve GA'nın farklı kombinasyonlarının denendiği formülasyonlarda ise GA'nın miktarı arttıkça etkinliğin arttığı gözlemlenmiştir. Morfolojik yapı taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiş ve tüm kapsüllerde düzensiz cam kırığı benzeri kapsül görüntüleri elde edilmiştir. Antioksidan aktivite DPPH reaktifi ile zamana bağlı olarak 90 dakika takip edilmiş, yüzde inhibisyon olarak ifade edilmiştir. Serbest askorbik asit test sonunda ortamdaki reaktifin %78.74'ünü süpürürken, mikrokapsüle askorbik asidin reaktif süpürme gücünde belirgin bir azalma tespit edilmiştir. Mikrokapsül formülasyonları arasında en başarılı formülasyon %55.46 inhibisyon ile GA olarak belirlenmiştir. En düşük antioksidan kapasite ise MD:GA (0.75:0.25) formülasyonunda (%42.09 inhibisyon gücü) belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Askorbik asit, Enkapsülasyon, Maltodekstrin, Gam Arabik, Antoksidan aktivite

ABSTRACT

Bioactives found in foods are physiologically active compounds that have positive effects on health, in addition to their nutritional value. Proteins, lipids, phytosterols, phytochemicals, antioxidants, minerals, and vitamins are among the bioactive compounds found in foods. Vitamin C is one of the best-known bioactive components and is essential for bodily functions. Unfortunately, it cannot be synthesized or stored in the human body, making it necessary to obtain from external sources. Ascorbic acid has an unstable structure, leading to significant losses during processing and storage in the food industry. One solution to this problem is microencapsulation technology. The aim of this study is to determine the physicochemical characteristics and antioxidant activity of ascorbic acid microcapsules obtained through the emulsification and freeze-drying technique. Maltodextrin (MD) and gum arabic (GA) were used as shell materials. The highest and lowest encapsulation efficiencies were determined in the GA (87.85%) and MD (75.88%) formulations, respectively, and it was observed that the efficiency increased as the amount of GA increased in formulations where different combinations of MD and GA were tested. The morphological structure was examined with a scanning electron microscope, and irregular, glass-like capsule images were obtained in all capsules. Antioxidant activity was monitored over time for 90 minutes using the DPPH reagent and expressed as percentage inhibition. While free ascorbic acid scavenged 78.74% of the reagent at the end of the test, a significant decrease in the scavenging power of microencapsulated ascorbic acid was observed. Among the microcapsule formulations, the most successful formulation was GA with 55.46% inhibition. The lowest antioxidant capacity was determined in the MD:GA (0.75:0.25) formulation (42.09% inhibition).

Keywords: Ascorbic acid, Encapsulation, Maltodextrin, Gum Arabic, Antioxidant activity

GİRİŞ

Askorbik asit, C vitamini, askorbat ya da askorbat monoanyon olarak bilinmektedir. α – ketolaktonun enolik formudur. Gıdalarda besin bileşeni ya da katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde et marinasyonu, sebze ve meyvelerdeki enzimatik esmerleşme inhibitörü olarak uygulama alanı bulmaktadır (da Cruz vd., 2019). Askorbik asit (C vitamini) canlılar için oldukça elzem bir moleküldür. Fonksiyonları arasında antioksidan aktivite, enzim kofaktörü, okzalit ve tartarat sentezinde öncü olması yer almaktadır. Ayrıca E vitaminini rejene etmesinin yanı sıra tek oksijen sönmüleyicisi olarak çalışmakta, yüksek indirgeyici gücü sayesinde suda çözünebilir karakterde antioksidanlar arasında ön plana çıkmaktadır (Finotelli ve Rocha-Leão, 2005; Zhang vd., 2020). Askorbik asidin güçlü antioksidan etkisi hidrojen atomu vererek serbest radikali nötralize etmesinden ileri gelmektedir. Serbest radikalın süpürülme işleminden sonra askorbik asit dehidroaskorbik aside dönüşmekte, bu form hidrojen atomu alarak yeniden reaktivite kazanmaktadır (İlahi vd., 2013). Askorbik asit sahip olduğu bu fonksiyonallite ile kanser, kardiyovasküler hastalıklar, katarakt ve diğer pek çok hastalığa yakalanma riskini azaltmakta ve söz konusu hastalıkların tedavisinde etkili olmaktadır (Hamilton vd., 2000). Özetle askorbik asit özellikleri yüksek reaktivitesinden zarar görmekte, bu sebeple de çözeltilerde zayıf stabilite açığa çıkmakta tüm bu sebeplerle gıda işleme süresince askorbik asit aktivitelerinde ağır kayıplar yaşanmaktadır. Askorbik asit oksijen ve oksidatif prosesin yönettiği serbest radikal varlığında hızlıca parçalanabilir. Söz konusu parçalanma prosesi metal iyonları, özellikle demir ve bakır, tarafından katalizlenebilmekte ve askorbat kaybı hızlanmaktadır. Ayrıca askorbat oksidaz ve askorbat peroksidaz gibi enzimler ve pH da yıkımı hızlandırmaktadır (Kirby vd., 1991; da Cruz vd., 2019).

Askorbik asidin raf ömrünü uzatmak için çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Mikroenkapsülasyon bu teknikler arasında yer almaktadır (da Cruz vd., 2019).

Mikrokapsülasyon katı, sıvı ve gazları minyatür skalada paketleme olarak ifade edilmekte ve spesifik koşullarda kontrollü salınımına imkan vermektedir (Finotelli ve Rocha-Leão, 2005). Minyatür paketleme mikronaltı seviyeden birkaç milimetre boyutunu kapsamakta, elde edilen kapsüller kullanılan kapsülleme materyalinin karakteristiğine ve seçilen yönteme bağlı olarak farklı şekillerde olabilmektedir (Shahidi ve Han, 1993). Mikrokapsülasyon teknolojisi farklı amaçlar için uygulanabilir; ısıl işlemden, nemden ve mikroorganizma faaliyetlerinden korumak örnek olarak verilebilir (Pothakamury ve Barbosa-Cánovas, 1995). Enkapsülasyon teknolojisinde protein, karbonhidrat gibi oldukça farklı karakterde polimerler kabuk materyal olarak kullanılabilir. Karbonhidratlar gıda bileşenlerini mikrokapsüllemek amacıyla kabuk materyal olarak seçilen polimerler arasında önemli bir yer tutmaktadır. Gıda endüstrisinde sentetik materyallerden ziyade 'doğal' materyalleri kullanma vurgusu oldukça popülerdir. Mikroorganizma, deniz canlıları ya da bitkisel kaynaklardan elde edilen polisakkaritler, şekerler, nişasta hidroliz ürünleri ve maltodekstrin kabuk formülasyonlarının temelini teşkil etmektedir. Maltodekstrin tatlı olmayan besinsel polisakkarittir, mısır nişastasının asit ya da enzim hidrolizi ile üretilen α (1-4) bağlı D-glikoz birimlerinden oluşmaktadır. Kabuk materyal olarak maltodekstrinin kullanımı özellikle oksidasyondan koruma eğiliminde olunan çalışmalar için başarılı sonuçlar vermiştir (Ré, 1998). Literatürde askorbik asidin mikrokapsülasyonunda farklı tekniklerin kullanıldığı görülmektedir. Bu teknikler arasında püskürterek kurutma (Alvim vd., 2016), mikroakışkan tekniği (Comunian vd., 2014), çözücü buharlaştırma tekniği (Uddin vd., 2001), püskürterek soğutma (Sartori vd., 2015), kompleks koaservasyon (Comunian vd., 2013) yer almaktadır.

Bu çalışmadaki amacımız maltodekstrin ve gam arabikin kabuk materyal olarak kullanıldığı mikrokapsülasyon prosesinde elde edilen toz formdaki mikrokapsüllerin fizikokimyasal özelliklerini incelemek ve antioksidan aktivitesindeki değişimi zamana bağlı olarak belirlemektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmada kullanılan askorbik asit (%99 saflıkta, $C_6H_8O_6$) Kimyalab (İstanbul/Türkiye) firmasından temin edilmiştir. Maltodekstrin (16.5-19.5 DE), Gam arabik ve DPPH reaktifi Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA) firmasından, hekzan ve metanol Merck (Darmstadt, Germany) firmasından satın alınmıştır.

Mikrokapsül Üretimi

Bu çalışmada enkapsülasyon için kullanılan kabuk materyaller maltodekstrin (MD), gam arabik (GA) ve bu iki kabuk materyalin üç farklı oranda (0.5:0.5, 0.75:0.25 ve 0.25:0.75) kombinasyonlarıdır. Merkez materyal: kabuk materyal oranı 20:80 olacak şekilde karışımlar hazırlanmıştır. Kabuk materyallerin tam çözünmesini sağlamak amacıyla belirtilen oranda distile su ile hazırlanan karışım bir gece oda sıcaklığında manyetik karıştırıcı yardımı ile karıştırılmıştır. Su ile hazırlanan merkez materyal stoğu oda sıcaklığındaki kabuk materyale eklendikten sonra 5 dk 300 rpm'de manyetik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra ultra turax ile homojenize (1100 rpm, 2 dk) edilmiştir. Hazırlanan enkapsül karışımı uygun kaplara alınarak $-18^{\circ}C$ 'de bir gece bekletildikten sonra dondurarak kurutucuya konulmuştur. Kuruyan toz formdaki enkapsüller hava geçirmez kaplara alınarak analiz edilinceye kadar $+4^{\circ}C$ 'de saklanmıştır (Todorović vd., 2022).

Enkapsül Etkinliği

Enkapsüllerin etkinliği yüzey ve toplam askorbik asit miktarları ile belirlenmiştir. Toplam askorbik asit miktarını belirlemek amacı ile 100 mg enkapsül cam deney tüpüne tartıldıktan sonra 5 mL distile su eklenmiştir, 5 dk vorteksledikten sonra 5 dk bekletilerek filtre

edilmiştir. Yüzey askorbik asit miktarı için 100 mg enkapsül cam deney tüpüne tartılarak 5 mL distile su eklendikten sonra 30 saniye vortekslenmiş ve filtre edilmiştir. Elde edilen filtratların içerdiği askorbik asit miktarı HPLC ile belirlenmiştir. Shimadzu HPLC sistemi, bir otomatik örnekleyici (SIL-20A HT), kolon fırını (CTO-10AS VP), gaz giderme sistemi (DGU2A 5R), gradient pompası (LC-20AR), diyot dizisi dedektörü (DAD, SPDM20A), kırılma indisi dedektörü (RID-10A) ve sistem kontrolü ile veri toplama için yazılım paketi (LCsolution) ile entegre edilmiş olarak analizlerde kullanılmıştır. Tüm HPLC analizleri üç kez tekrar edilmiştir ve sonuçlar ortalama \pm SD (standart sapma) olarak ifade edilmiştir. Askorbik asit, Sturm vd. (2003) yöntemine göre izokratik olarak, Rezex ROA kolonu (300 \times 7.8 mm; Phenomenex, Torrance, CA) kullanılarak analiz edilmiştir. HPLC elüsyonu, mobil faz olarak 0.005 N H₂SO₄ kullanılarak 55°C sıcaklıkta ve 0.5 mL/dakika akış hızıyla gerçekleştirilmiştir. Kromatogramlar, C vitamini için 245 nm’de izlenmiştir. Miktar tayini, ilgili standardın beş noktalı konsantrasyonları ile hazırlanan bir kalibrasyon eğrisi kullanılarak yapılmıştır. Toplam ve yüzey askorbik asit miktarları belirlendikten sonra aşağıda verilen formül kullanılarak enkapsülasyon etkinliği belirlenmiştir.

$$\text{Enkapsülasyon etkinliği (\%)} = \frac{\text{Toplam askorbik asit} - \text{Yüzey askorbik asit}}{\text{Toplam askorbik asit}} \times 100$$

Morfolojik Yapı

Mikrokapsüllerin morfolojik yapıları altın-paladyum kaplama sonrasında taramalı elektron mikroskobu (SEM; Leo EVO-40 VPX, Carl Zeiss SMT, Cambridge, UK) ile görüntülenmiştir.

Antioksidan Aktivite

Mikrokapsüle edilmiş askorbik asidin, serbest askorbik asit ve boş (kontrol) mikrokapsüllerin radikal süpürücü aktivitesi, DPPH süpürücü kapasitesi ile belirlenmiştir. Serbest askorbik asit (5 mg), eşdeğer miktarda askorbik asit içeren mikrokapsüller (enkapsülasyon verimliliği sonuçlarına göre hesaplanmış) ve boş mikrokapsüller tartılmıştır ve vidalı kapaklı cam tüplere yerleştirilmiştir. Daha sonra %80 metanolde hazırlanmış DPPH radikal çözeltisi (10 mL) tüplere eklenmiştir. Örneklerin absorbanı, 90 dk boyunca her 15 dakikada bir 520 nm’de ölçülmüştür. Örneklerin yüzde inhibisyonu aşağıda verilen denklem ile hesaplanmıştır (Luo vd., 2011).

$$\% \text{ inhibisyon} = (AB - AA) / AB \times 100$$

Burada:

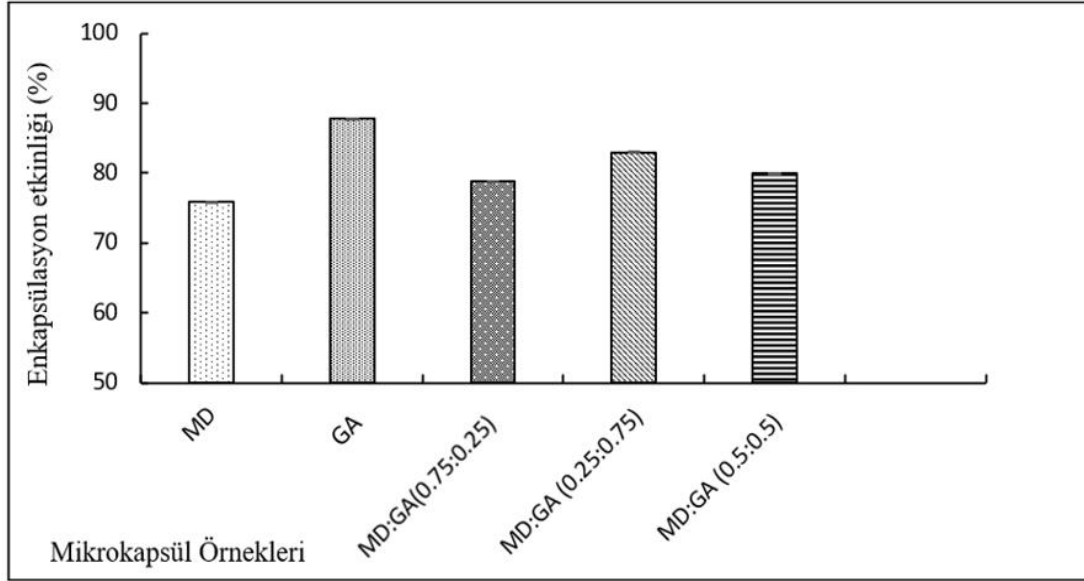
AB — boş örneğin absorbanı (t = 0 dakika); AA — örneğin absorbanı.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Enkapsülasyon Etkinliği

Askorbik asitin mikrokapsülasyonunda MD, GA ve bu iki kabuk materyalin (MD:GA’nın) farklı konsantrasyonları (0.5:0.5, 0.75:0.25 ve 0.25:0.75) ile hazırlanan karışımlar kullanılmış ve enkapsülasyon etkinlik değerleri Şekil 1’de verilmiştir. En yüksek enkapsülasyon etkinliği GA (%87.85) formülasyonunda belirlenirken bunu MD:GA 0.25:0.75 (%82.99), MD:GA 0.5:0.5 (%80.03) ve MD:GA 0.75:0.25 (78.88) formülasyonları takip etmiştir. En düşük enkapsülasyon etkinliği MD (%75.88) enkapsülünde belirlenmiştir. Literatürde MD’nin kabuk materyal olarak kullanıldığı çalışmalarda da benzer durum rapor edilmiş, bu sonuç maltodekstrinin düşük emülsiyon kapasitesi ile açıklanmıştır. Mevcut problemi çözmek adına enkapsülasyon çalışmalarında maltodekstrinin farklı kabuk materyalleri ile kombine şekilde kullanılması önerilmiş ve en yaygın kullanılan diğer kabuk materyali gam arabik olarak rapor edilmiştir (Hee vd., 2015). Askorbik asidin kalsiyum aljinat ile enkapsüle edildiği bir çalışmada araştırmacılar enkapsülasyon etkinliğinin konsantrasyon farkı temelinde %60-80 arasında değiştiğini bildirmiştir (Zhang vd., 2020). Kompleks koaservasyon tekniğinde jelatin

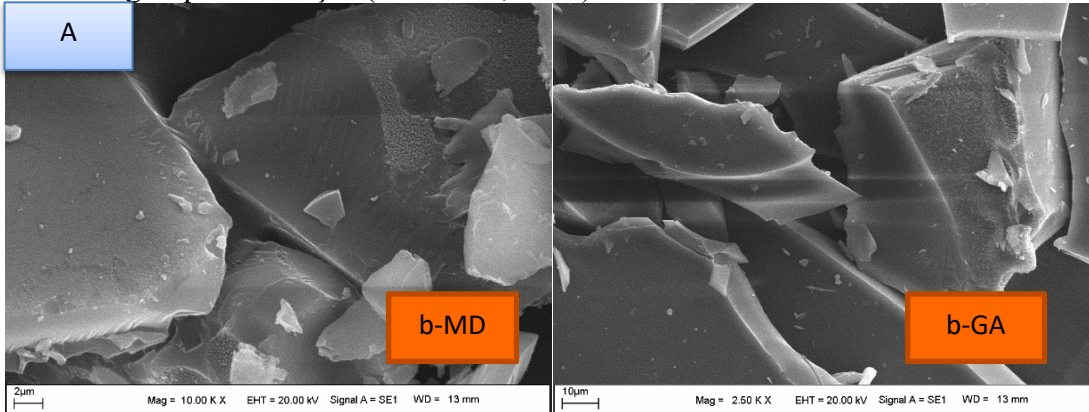
ve gam arabik kullanılarak enkapsüle edilen askorbik asit enkapsüllerinin etkinlik değerinin %97.73-99.57 aralığında değiştiği rapor edilmiştir (Comunian vd., 2013).

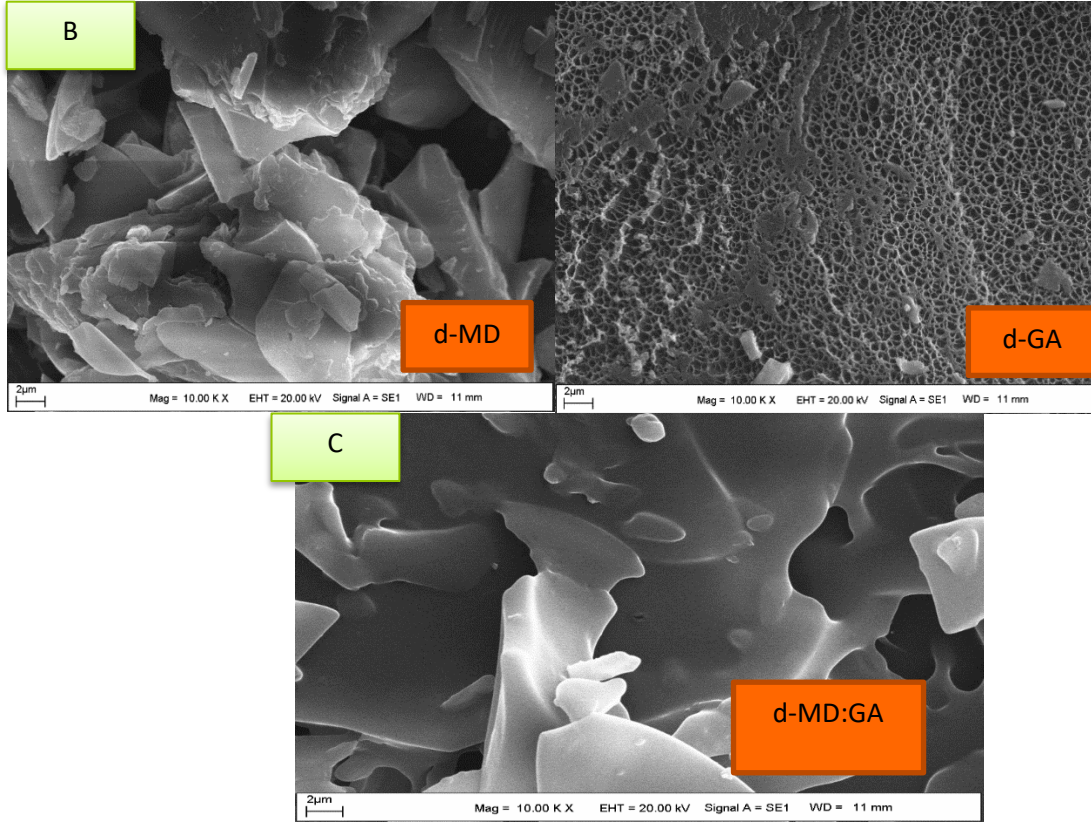


Şekil 1. Enkapsülasyon etkinlik değerleri

Morfolojik Yapı

MD, GA ve MD:GA kombinasyonları ile hazırlanan boş ve dolu enkapsüllerin taramalı elektron mikroskobu ile alınan görüntüleri Şekil 2 A (boş MD ve GA kapsülleri), B (dolu MD ve GA kapsülleri) ve C (dolu MD:GA 0.25:0.75 kapsülü) de verilmiştir. Mikrokapsüllerin yüzey yapı görüntüleri incelendiği zaman cam kırığı benzeri düzensiz şekiller göze çarpmaktadır. Literatürde dondurarak kurutulan enkapsülasyon çalışmalarının pek çoğunda benzer durum bildirilmiştir. Enkapsüllerin ideal görüntüsü küresel şekillerdir. Dondurarak kurutma esnasında kabuk materyalin camı geçiş sıcaklığı ve süblimasyon nedeni ile ideal enkapsül görüntüsünden uzaklaşarak daha düzensiz ve kesikli şekiller oluştuğu bildirilmiştir (Tao vd., 2017; Yadav vd., 2020). Ayrıca enkapsül üretim tekniklerinin de morfolojik yapıyı etkilediği literatür çalışmalarında öne çıkmaktadır. Örneğin MD ve GA'nın kabuk materyal olarak kullanıldığı enkapsülasyon prosesinde dondurarak kurutma sonucu cam kırığı benzeri düzensiz şekiller oluşturduğu ancak püskürtürerek kurutma sonunda ideal küresel şekillerin elde edilebildiği rapor edilmiştir (Şturm vd., 2019).

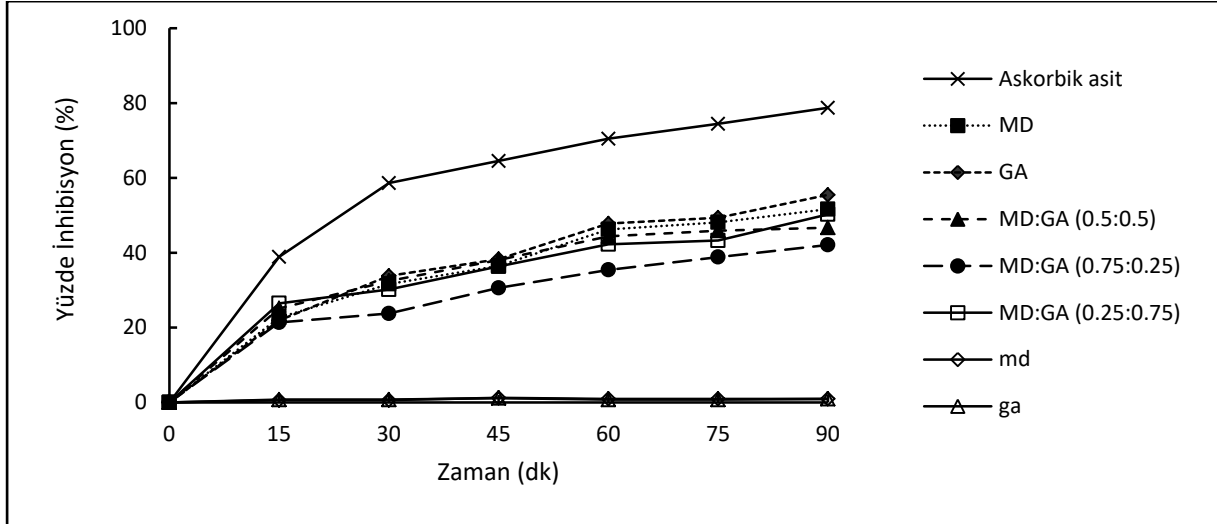




Şekil 2. Enkapsüllerin SEM görüntüleri, A: boş enkapsüller, B: dolu enkapsüller, C: dolu MD:GA (0.25:0.75 konsantrasyonu) formülasyonu

Antioksidan Aktivite

Askorbik asit ve askorbik asit yüklü enkapsüllerin (MD, GA ve MD:GA kombinasyonları) DPPH radikal süpürme kapasiteleri 90 dakika takip edilmiş ve sonuç yüzde inhibisyon olarak Şekil 3’de verilmiştir. İlk 30 dk serbest ve enkapsüle (MD, GA ve MD:GA kombinasyonları) askorbik asidin antioksidan gücü sırasıyla %58.63, %31.66, %33.80, %32.45-23.75 olarak belirlenmiştir. Test sonunda en güçlü radikal süpürme aktivitesi serbest askorbik asitte belirlenirken (%78.74), bunu GA (%55.46) formülasyonu takip etmiştir. En düşük aktivite MD:GA (0.75:0.25) formülasyonunda (%42.09) belirlenmiştir. Serbest askorbik asidin diğer tüm enkapsüle askorbik asit formlarına kıyasla takip edilen süre boyunca daha yüksek radikal süpürme performansı sergilediği öne çıkmaktadır. Bu durum literatürde farklı çalışmalar için de tespit edilmiş olup, merkez materyal ve kabuk materyal arasındaki kuvvetli bağlanma sonucunda reaksiyon ortamına merkez materyal salınımındaki azalma ile açıklanmıştır (Radünz vd., 2019). Ayrıca boş (askorbik asit içermeyen) enkapsüllerin (md, ga) DPPH radikalini süpürme gücü test edilmiş ve kabuk materyallerin herhangi bir antioksidan aktivite sergilemediği belirlenmiştir.



Şekil 3. Serbest ve mikrokapsüle askorbik asidin radikal süpürme aktivitesi (% inhibisyon)

SONUÇ

Bu çalışmada iki farklı kabuk materyal (MD ve GA) ve bunların farklı kombinasyonları kullanılarak dondurarak kurutma tekniği ile askorbik asit mikrokapsülleri elde edilmiştir. Enkapsülasyon etkinliği en yüksek GA (%87.85), en düşük ise MD (%75.88) formülasyonlarında belirlenmiştir. Mikrokapsüllerin morfolojik yapısı taramalı elektron mikroskobu kullanılarak incelendiğinde mikrokapsüllerde düzensiz cam kırığı benzeri yapılar görülmüştür. Ayrıca mikrokapsüle edilmiş askorbik asit, serbest askorbik asit ve boş kapsüllerin antioksidan aktiviteleri DPPH yöntemi ile zamana bağlı olarak (90 dk) takip edildiğinde en güçlü radikal süpürme aktivitesi serbest askorbik asit (%78.74), en düşük ise MD:GA (0.75:0.25) formülasyonu (%42.09) olarak belirlenmiştir. Reaktif süpürme gücü açısından askorbik asidin serbest formunun diğer enkapsül formlarına göre daha yüksek bir performans sergilediği tespit edilmiştir. Ayrıca askorbik asit içermeyen boş enkapsüller antioksidan aktivite sergilememiştir.

KAYNAKLAR

- Alvim, I. D., Stein, M. A., Koury, I. P., Dantas, F. B. H., & Cruz, C. L. de. C. V. (2016). Comparison between the spray drying and spray chilling microparticles contain ascorbic acid in a baked product application. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 689-694.
- Comunian, T. A., Abbaspourrad, A., Favaro-Trindade, C. S., & Weitz, D. A. (2014). Fabrication of solid lipid microcapsules containing ascorbic acid using a microfluidic technique. *Food Chemistry*, 152, 271-275.
- Comunian, T. A., Thomazini, M., Alves, A. J. G., de Matos Junior, F. E., de Carvalho Balieiro, J. C., & Favaro-Trindade, C. S. (2013). Microencapsulation of ascorbic acid by complex coacervation: Protection and controlled release. *Food Research International*, 52(1), 373-379.
- da Cruz, M. C. R., Dagostin, J. L. A., Perussello, C. A., & Masson, M. L. (2019). Assessment of physicochemical characteristics, thermal stability and release profile of ascorbic acid microcapsules obtained by complex coacervation. *Food Hydrocolloids*, 87, 71-82.
- Finotelli, P. V., & Rocha-Leão, M. H. M. (2005). Microencapsulation of ascorbic acid in maltodextrin and capsul using spray-drying. 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering 4th Mercosur Congress on Process Systems Engineering.
- Hamilton, I. M. J., Gilmore, W. S., Benzie, I. F. F., Mulholland, C. W., & Strain, J. J. (2000). Interactions between vitamins C and E in human subjects. *British Journal of Nutrition*, 84(3), 261-267.

- Hee, Y. Y., Tan, C. P., Abdul Rahman, R., Mohd Adzahan, N., Lai, W. T., & Chong, G. H. (2015). Influence of different wall materials on the microencapsulation of virgin coconut oil by spray drying. *International Journal of Food Engineering*, 11(1), 61-69.
- Ilahi, I., Samar, S., Khan, I., & Ahmad, I. (2013). In vitro antioxidant activities of four medicinal plants on the basis of DPPH free radical scavenging. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 26(5), 949-952.
- Kirby, C. J., Whittle, C. J., Rigby, N., Coxon, D. T., & Law, B. A. (1991). Stabilization of ascorbic acid by microencapsulation in liposomes. *International Journal of Food Science & Technology*, 26(5), 437-449.
- Luo, W., Zhao, M., Yang, B., Ren, J., Shen, G., & Rao, G. (2011). Antioxidant and antiproliferative capacities of phenolics purified from *Phyllanthus emblica* L. fruit. *Food Chemistry*, 126(1), 277-282.
- Pothakamury, U. R., & Barbosa-Cánovas, G. V. (1995). Fundamental aspects of controlled release in foods. *Trends in Food Science & Technology*, 6(12), 397-406.
- Radünz, M., da Trindade, M. L. M., Camargo, T. M., Radünz, A. L., Borges, C. D., Gandra, E. A., & Helbig, E. (2019). Antimicrobial and antioxidant activity of unencapsulated and encapsulated clove (*Syzygium aromaticum*, L.) essential oil. *Food Chemistry*, 276, 180-186.
- Ré, M. I. (1998). Microencapsulation by spray drying. *Drying Technology*, 16(6), 1195-1236.
- Sartori, T., Consoli, L., Hubinger, M. D., & Menegalli, F. C. (2015). Ascorbic acid microencapsulation by spray chilling: Production and characterization. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 353-360.
- Shahidi, F., & Han, X-Q. (1993). Encapsulation of food ingredients. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 33(6), 501-547.
- Sturm, K., Koron, D., & Stampar, F. (2003). The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage. *Food Chemistry*, 83(3), 417-422.
- Šturm, L., Črnivec, I. G. O., Istenič, K., Ota, A., Megušar, P., Slukan, A., Humar, M., Levic, S., Nedović, V., Kopinč, R., Deželak, M., Perayra Gonzales, A., & Ulrih, N. P. (2019). Encapsulation of non-dewaxed propolis by freeze-drying and spray-drying using gum arabic, maltodextrin and inulin as coating materials. *Food and Bioproducts Processing*, 116, 196-211.
- Tao, Y., Wang, P., Wang, J., Wu, Y., Han, Y., & Zhou, J. (2017). Combining various wall materials for encapsulation of blueberry anthocyanin extracts: Optimization by artificial neural network and genetic algorithm and a comprehensive analysis of anthocyanin powder properties. *Powder Technology*, 311, 77-87.
- Todorović, A., Šturm, L., Salević-Jelić, A., Lević, S., Črnivec, I. G. O., Prislán, I., Skrt, M., Bjeković, A., Ulrih, N. P., & Nedović, V. (2022). Encapsulation of bilberry extract with maltodextrin and gum arabic by freeze-drying: Formulation, characterisation, and storage stability. *Processes*, 10(10), 1991.
- Uddin, M. S., Hawlader, M. N. A., & Zhu, H. J. (2001). Microencapsulation of ascorbic acid: effect of process variables on product characteristics. *Journal of Microencapsulation*, 18(2), 199-209.
- Yadav, K., Bajaj, R. K., Mandal, S., & Mann, B. (2020). Encapsulation of grape seed extract phenolics using whey protein concentrate, maltodextrin and gum arabica blends. *Journal of Food Science and Technology*, 57(2), 426-434.
- Zhang, M., Sun, R., & Xia, Q. (2020). An ascorbic acid delivery system based on (W1/O/W2) double emulsions encapsulated by Ca-alginate hydrogel beads. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 60, 101929.

LONICERA CAUCASICA BİTKİSİNİN ANTIOKSİDAN KAPASİTESİ, TOPLAM FENOLİK VE MİNERAL İÇERİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF THE TOTAL PHENOLIC CONTENT, ANTIOXIDANT ACTIVITY, AND MINERAL CONTENT OF LONICERA CAUCASICA

Kübra CİNAR TOPCU

Dr. Öğr. Üyesi, Bayburt Üniversitesi, Gıda İşleme Bölümü, Aydıntepe, Bayburt, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3715-8739>

Pınar ANLAR

Dr. Atatürk Üniversitesi, Gıda İşleme Bölümü, Erzurum, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9832-553X>

Özlem ÇAKIR

Doç. Dr. Bayburt Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, Bayburt, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5080-7721>

Abdurrahman SEFALI

Doç. Dr. Bayburt Üniversitesi, Temel Eğitim Bölümü, Bayburt, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0092-0857>

ÖZET

Mevcut araştırmada Caprifoliaceae familyasına ait türlerden biri olan *Lonicera caucasica* Pall. meyvelerinin antioksidan kapasitesi, fenolik bileşik ve mineral içeriği incelenmiştir. *Lonicera* L. cinsi dünyanın çeşitli bölgelerinde doğal olarak bulunan, zengin antioksidan ve fenolik bileşik içeriğiyle bilinen bir meyvedir. *L. caucasica* meyveleri Türkiye'nin Bayburt ilinden temin edilmiş ve taksonomik olarak tanımlaması yapılmıştır. Meyveler temin edildikten sonra ultrason destekli ekstraksiyon yöntemi kullanılarak etanol ile ekstraktlar elde edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen ekstraktların antioksidan kapasitesini tespit etmek amacıyla DPPH (2,2-diphenyl-2 picrylhydrazyl) ve FRAP (iron-reducing antioxidant activities) analizleri yapılmıştır. Toplam fenolik (TPC) ve flavonoid içerikleri (TFC) ise sırasıyla Folin-Ciocalteu yöntemi ve alüminyum klorür spektrometrik tekniği ile ölçülmüştür. Ayrıca meyvenin makro ve mikro mineral madde içeriği ICP-MS cihazı ile tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda örneğin toplam fenolik içeriği 16.69 ± 0.42 mg GAE/g, toplam flavonoid içeriği 11.54 ± 0.57 mg QE/g olarak belirlenmiştir. DPPH ve FRAP değerleri ise sırasıyla 9.06 ± 0.05 mg TE/g ve 32.11 ± 0.52 mg TE/g şeklindedir. Ayrıca meyvenin mineral madde içeriği açısından oldukça zengin olduğu ve özellikle K, Na, P, Mg, Ca, Al ve Fe minerallerini önemli miktarda içerdiği tespit edilmiştir. Bu kapsamda *L. caucasica*'nın önemli bir fenolik bileşik ve doğal antioksidan kaynağı olduğu ayrıca mineral madde içeriği yönünden de zengin olduğu söylenebilmektedir. Bu durum mevcut meyvenin yeni bir işlevsel gıda veya süper meyve olarak potansiyelini vurgulamakta ve daha ileri klinik çalışmalar için iyi bir aday olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Lonicera caucasica*, antioksidan aktivite, fenolik bileşikler, ICP-MS

ABSTRACT

The present study investigated the antioxidant capacity, phenolic compound, and mineral content of the fruits of *Lonicera caucasica* Pall., a species belonging to the Caprifoliaceae family. The *Lonicera* L. genus is naturally found in various regions of the world and is known for its rich antioxidant and phenolic compound content. The *L. caucasica* fruits were obtained from Bayburt province in Türkiye and were taxonomically identified. After collection, extracts were obtained using ethanol through the ultrasound-assisted extraction method. To determine the antioxidant capacity of the extracts obtained in the study, DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) and FRAP (ferric-reducing antioxidant power) analyses were performed. The total phenolic content (TPC) and total flavonoid content (TFC) were measured using the Folin-Ciocalteu method and aluminum chloride spectrometric technique, respectively. In addition, the macro and micro mineral content of the fruit was determined using an ICP-MS device. The study determined the sample's total phenolic content to be 16.69 ± 0.42 mg GAE/g, and the total flavonoid content to be 11.54 ± 0.57 mg QE/g. The DPPH and FRAP values were 9.06 ± 0.05 mg TE/g and 32.11 ± 0.52 mg TE/g, respectively. Moreover, it was found that the fruit was quite rich in mineral content, especially containing significant amounts of K, Na, P, Mg, Ca, Al, and Fe minerals. Based on these findings, it can be stated that *L. caucasica* is an important source of phenolic compounds and natural antioxidants, as well as being rich in mineral content. This highlights the potential of the fruit as a new functional food or superfruit and suggests that it could be a good candidate for further clinical studies.

Keywords: *Lonicera caucasica*, antioxidant activity, phenolic compounds, ICP-MS

INTRODUCTION

Phytotherapy (herbal medicine) is important in research and clinical practice today (Bora et al., 2024). This is due to the recent decline in trust in synthetic drugs and substances with antioxidant properties and the tendency of people to turn to nature-based medicines (Wachtel-Galor et al., 2011). Thanks to their abundant phenolic compounds, plants act as antioxidants and can prevent many diseases (such as cancer, inflammation, cardiovascular and neurodegenerative diseases) (Heim et al., 2022). Furthermore, phenolic compounds are also used in the cosmetics industry to treat skin problems, prevent premature aging, and protect the skin against radiation (de Lima Cherubim et al., 2020). These compounds also possess many other biological activities such as anti-inflammatory, antibacterial, and antiviral properties (Perron and Brumaghim 2009). For these reasons, determining the bioactive compound content and antioxidant capacity of plant extracts, as well as defining the interaction between medicinal plants and the human body, is considered one of the important research topics (Pannossian, 2023). The Caprifoliaceae family is one of the important plants studied in this context.

There are about 42 genera and 890 species belonging to the Caprifoliaceae family (Rahmati et al., 2024). They are annual or biennial herbaceous or perennial woody grasses with hairless or hairy stems and highly variable leaves. They have showy flowers, flowers are usually 4-parted and leaves are oblong-ovate (Işık, 2015). It is known that extracts obtained from species in the family have antimicrobial, antioxidant, and antifungal effects (Chrzaszcz et al., 2021). It is stated that these effects depend on the terpenoid, flavonoid, steroid, and alkaloid groups in their content (Sandigawad, 2015). It is also reported to be used in folk medicine to treat heart, lung, and respiratory diseases, diabetes, and rheumatism (Yang et al., 2019; Kročko et al., 2024). *Lonicera* L. species can also be widely used in the form of solid drinks, distilled floral liquids, and health drinks due to their health benefits and important components (Hu et al., 2024).

L. caucasica belongs to the subkingdom Tracheophyta and its specific class is Magnoliopsida. The present plant species belongs to the Caprifoliaceae family and its genus is *Lonicera* (Bora et al., 2024). The genus *Lonicera* is the largest genus of the Caprifoliaceae family and has about 200 species (Rahmati et al., 2024). *L. caucasica* is one of the subspecies of the plant and is winter-hardy (Mammadov et al., 2022). Assam, East Himalaya, Iran, Lebanon-Syria, Nepal, North Caucasus, Pakistan, Transcaucasus, Turkey, and West Himalaya are the places where the plant is naturally found (Anonymous, 2021). Its specific region is the Caucasus (Mammadov et al., 2022). The fruits of the plant are usually black, red, and purple (Işık, 2015).

There are various studies in the literature investigating the antioxidant, antimicrobial, and antifungal effects of *Lonicera* genus plants (Khan et al., 2014; Sandigawad, 2015; Görmez, 2018; Zhang et al., 2023; Guo et al., 2024; Liu et al., 2024; Yu et al., 2024). However, there are a very limited number of studies on the taxon *Lonicera caucasica* subsp. *caucasica* in the literature (Huseyinova, 2023; Seker, 2023). For all these reasons, within the scope of the present study, *L. caucasica* plant was collected from Bayburt province and ethanol extract was obtained. The total phenolic, flavonoid contents and antioxidant capacity (DPPH and FRAP) of the extract were determined. In addition, the macro and micro mineral content of the fruit was determined using an ICP-MS device.

MATERIAL AND METHOD

Material

The *L. caucasica* used in the research was collected from Bayburt province. The identification of the plant was based on references such as "Flora of Turkey and the Eastern Aegean Islands" (Davis, 1965-1985; Davis et al., 1988; Güner et al., 2000), "List of Plants of Turkey (Vascular Plants)" (Güner et al., 2012), and "Identification of wild fruits growing in Bayburt province and some studies" (Sefalı, 2023). The fourth author identified the plant. The samples were then transported to the Food Engineering Laboratory at Bayburt University, where they were stored under suitable conditions until analysis. The plants turned into herbarium specimens are preserved in the Science Laboratory of the Faculty of Education at Bayburt University.

Extraction

The ultrasonic-assisted extraction technique, adapted from the method by Meng et al. (2011), was applied to obtain the extracts. For the extraction, a solvent mixture of 80% ethanol and distilled water was used. A 3 g sample was mixed with 30 mL of ethanol and subjected to ultrasound in an ultrasonic bath. Following the extraction process, the samples were centrifuged at $2282\times g$ for 30 minutes. The resulting supernatants were carefully collected, transferred to dark bottles, and stored at -18°C until they were ready for further analysis.

TPC

For the determination of the total phenolic content of samples, a mixture of 5 mL of Folin-Ciocalteu reagent (diluted 1:10 with water), 4 mL of 7.5% Na_2CO_3 solution, and 1 mL of extract was prepared. After incubating the mixture at room temperature in the dark for 60 min, the absorbance was recorded using a spectrophotometer (Shimadzu UV-1800) at a wavelength of 750 nm. The results were expressed as gallic acid equivalents (GAE) in mg GAE per gram of extract (mg GAE/g) (McDonald et al., 2001).

TFC

When determining the TFC content, 2 mL of 2% aluminum chloride solution was added to 2 mL of the diluted extract. The mixture was allowed to stand at room temperature (15 min).

The absorbance of the samples was then read at 420 nm. The results were expressed as quercetin equivalents (QE) in mg QE per gram of dry matter (mg QE/g) (Chandra et al., 2004).

DPPH and FRAP methods

To evaluate the effect of the extracts on the DPPH radical, 3.9 mL of DPPH solution (6×10^{-5} M) was added to 100 μ L of diluted extract, and the mixture was kept in the dark for 30 min. The absorbance of the color formed by the reaction between the extracts and DPPH was then measured at a wavelength of 515 nm. The results were expressed as Trolox equivalents (TE) in mg TE per gram of dry matter (mg TE/g) (Bao et al., 2005; Zhou et al., 2009).

To determine the FRAP values of the extracts, a working solution was prepared by mixing acetate buffer, TPTZ, and $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, and then heated to 37°C. A 150 μ L portion of the extract was reacted with 2850 μ L of FRAP solution in the dark for 30 min. The colored product was measured at 593 nm, and the results were expressed as Trolox equivalents (Upadhyay et al., 2010).

Mineral Composition

The macro and microelement content of the sample was analyzed using the ICP-MS (Agilent Technologies 7800) instrument with some modifications to the method given by Mayda et al. (2020). The results were reported in parts per million (ppm). Macro and microelements determined within the scope of the study: Sodium (Na), magnesium (Mg), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), manganese (Mn), iron (Fe), zinc (Zn), aluminum (Al), copper (Cu), lithium (Li), beryllium (Be), chromium (Cr), cobalt (Co), nickel (Ni), arsenic (As), selenium (Se), ruthenium (Ru), rhodium (Rh), palladium (Pd), silver (Ag), cadmium (Cd), barium (Ba), and lead (Pb).

Statistical Analysis

The results of the analysis were subjected to analysis of variance by applying the IBM SPSS Statistics 27 package program and then the averages were compared with the Duncan multiple comparison test.

RESULTS

In this study, the antioxidant capacity, phenolic compound content, macro and mineral matter content of the fruit of *L. caucasica* were evaluated. The results obtained in the study are presented in Tables 1 and 2.

Table 1 shows that the total phenolic content of the fruit was determined as 16.69 ± 0.42 mg GAE/g. In the study conducted by Seker (2023), the TPC value of the extract obtained by methanol extraction of *L. caucasica* leaves was found to be 808.34 ± 4.40 (GAE, μ g/mL). In another study in which the properties of different species of the genus *Lonicera* were examined, the total phenolic content of the sample varied between 212.31 and 390.88 mg/100g depending on the variety and harvest date (Basara and Gorzelany, 2024). In another study, ultrasound-assisted extraction was designed to extract phenolic compounds from *L. similis* flowers and the optimum conditions were tested. As a result of the study, TPC values were 117.22 ± 0.55 , 112.73 ± 1.68 , and 107.33 ± 1.39 mg GAE/g in three different harvest periods under optimized conditions. These results and studies show that the genus *Lonicera* is a rich source of phenolic compounds (Hu et al., 2024).

In the present study, the total flavonoid content of the sample was determined as 11.54 ± 0.57 mg QE/g. In a study, TFC values of *L. caerulea* fruits dried at different temperatures were determined as 18.56- 24.21 QE mg/g (Yu et al., 2024).

The antioxidant capacity of the fruit was determined by DPPH and FRAP analysis. It was found to be 9.06 ± 0.05 mg TE/g and 32.11 ± 0.52 mg TE/g, respectively. In a study conducted

by Hsu et al. (2016), the DPPH content of *L. japonica* extract containing 75% ethanol was determined as 56.8 ± 0.5 $\mu\text{g/mL}$. The antioxidant activity of the extract obtained by extraction of *L. caucasica* leaves with methanol was determined by DPPH and FRAP assays. As a result, the DPPH value of the extract was determined as 0.0135 ± 0.0001 mg/mL and the FRAP value as 2368.88 ± 2.94 μM (Seker, 2023). Zhang et al. (2023) determined that there were significant differences between species in DPPH analysis of 20 different *L. caerulea* fruits. As a result of the study, it was determined that DPPH values ranged between 218.67 ± 8.07 and 4540.32 ± 16.50 $\mu\text{mol TE/g}$. Considering the data obtained from the present study and the literature, it is seen that variable results may occur in terms of antioxidant activity and total phenolic matter content. It is possible to say that this difference may be caused by species, extraction methods, and conditions.

Table 1. Antioxidant capacity and phenolic compound contents of *L. caucasica*

Sample	TPC (mg GAE/g)	TFC (mg QE/g)	DPPH (mg TE/g)	FRAP (mg TE/g)
L. caucasica	16.69 \pm 0.42	11.54 \pm 0.57	9.06 \pm 0.05	32.11 \pm 0.52

When Table 2 is examined, it is observed that *L. caucasica* fruit is very rich in macro and minerals. Especially K (3433.32 ppm), Na (1278.21 ppm), P (882.03 ppm), and Mg (558.51 ppm) are the highest mineral substances. The amounts of Ca (320.68 ppm), Al (113.71 ppm), and Fe (23.30 ppm) minerals are also significant. However, the amounts of Zn, Cu, and Mn, which are essential antioxidant minerals, were also determined at very high levels. In addition, Cd and Pb minerals, which are considered toxic elements, are below the permissible limit by the World Health Organization (WHO), indicating that they can be considered safe in this respect (WHO, 2007). There is no study in the literature in which the mineral content of *L. caucasica* fruit was determined and it is thought that the present study will make an important contribution in this respect.

Table 2. Concentration of macro and micro elements of plant *L. caucasica*

Element	Content (ppm)	RSD	LOD	LOQ
Na	1278.21	0.17	0.227	0.758
Mg	558.51	0.65	0.580	1.934
P	882.03	3.07	3.702	12.341
K	3433.32	0.93	9.582	31.938
Ca	320.68	1.21	1.896	6.321
Mn	3.72	0.97	0.015	0.050
Fe	23.30	0.68	0.126	0.422
Zn	9.73	0.75	0.434	1.448
Al	113.71	0.64	0.654	2.179
Cu	7.13	0.86	0.033	0.110
Li	8.22	2.94	0.048	0.161
Be	0.006	5.93	0.005	0.017
Cr	0.22	0.79	0.040	0.135
Co	0.06	2.75	0.011	0.037
Ni	0.63	1.07	0.064	0.214
As	<LOQ	4.00	0.014	0.045
Se	<LOQ	84.55	0.242	0.806
Ru	<LOQ	47.24	0.001	0.004

Rh	<LOQ	7.82	0.000	0.001
Pd	0.01	9.03	0.003	0.009
Ag	0.07	12.98	0.019	0.063
Cd	0.29	7.45	0.109	0.363
Ba	7.05	4.57	0.008	0.028
Pb	0.30	3.78	0.007	0.024

RSD: Relative standard deviation; LOD/LOQ: Limit of detection/limit of quantitation

CONCLUSION

The aim of this study was to investigate the phenolic and flavonoid content, antioxidant capacity, macro and micro minerals of *L. caucasica* fruit in detail. In this context, the collected fruits were extracted with ethanol and analyzed. As a result of the study, it was determined that *L. caucasica* fruit has significant amounts of phenolic compounds and antioxidant capacity. This is important due to the recent increase in demand for substances with natural antioxidant properties. In addition, the high mineral content causes a synergistic effect with other important compounds in the plant. This causes the elemental content of the plant to be important.

Based on these results, it is possible to say that *L. caucasica* can be an important functional food source and contribute to human health. In this context, it is thought that conducting more studies on the subject and examining its cultivation in different ecological regions will be beneficial for the food industry.

REFERENCES

- Anonymous, (2021). The Plants of the World Online. The Royal Botanic Gardens, Kew. Available online: <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:331477-2> (accessed on 10 April 2021).
- Bao, J., Cai, Y., Sun, M., Wang, G., & Corke, H. (2005). Anthocyanins, flavonols, and free radical scavenging activity of Chinese Bayberry (*Myrica rubra*) extracts and their color properties and stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2327-2332.
- Basara, O., & Gorzelany, J. (2024). Assessment of selected chemical and morphological properties of *Lonicera* var. *kamtschatica* and *Lonicera* var. *emphyllocalyx* treated with gaseous ozone. *Molecules*, 29, 3616. <https://doi.org/10.3390/molecules29153616>.
- Bora, L., Lombrea, A., Batrina, S. L., Buda, V. O., Esanu, O-M., Pasca, O., Dehelean, C. A., Dinu, S., Diaconeasa, Z., & Danciu, C. (2024). A systematic review of cardio-metabolic properties of *Lonicera caerulea* L. *Antioxidants*, 13, 694. <https://doi.org/10.3390/antiox13060694>.
- Chandra, S., Khan, S., Avula, B., Lata, H., Yang, M. H., ElSohly, M. A., & Khan, I. A. (2014). Assessment of total phenolic and flavonoid content, antioxidant properties, and yield of aeroponically and conventionally grown leafy vegetables and fruit crops: a comparative study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 253875.
- Chrzaszcz, M., Krzeminska, B., Celinski, R., & Szewczyk, K. (2021). Phenolic composition and antioxidant activity of plants belonging to the *Cephalaria* (*Caprifoliaceae*) genus. *Plants*, 10, 952. <https://doi.org/10.3390/plants10050952>.
- Davis, P. H. (1965-1985). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands 1-9*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P. H., Mill, R. & Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands 10*, Edinburgh University Press, Edinburgh.

- de Lima Cherubim, D. J., Martins, C. V. B., Fariña, L. O., & da Silva de Lucca, R. A. (2020). Polyphenols as natural antioxidants in cosmetics applications. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 19, 33–37.
- Görmez, Ö. (2018). A study on antimicrobial effects of some medicinal plants product at in vitro and in vivo. Ph.D. Thesis, Süleyman Demirel University, Isparta, Turkey.
- Guo, L., Qiao, J., Mikhailovich, M. S., Wang, L., Chen, Y., Ji, X., She, H., Zhang, L., Zhang, Y., & Huo, J. (2024). Comprehensive structural analysis of anthocyanins in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.), bilberry (*Vaccinium uliginosum* L.), cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.), and antioxidant capacity comparison. *Food Chemistry: X*, 23, 101734. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101734>.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M. T. (2012). (edlr.), List of Turkish Plants (Vascular Plants). Nezahat Gökyiğit Botanical Garden and Flora Research Association Publication. Istanbul.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., & Başer, K. H. C. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands 11*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Heim, K. E., Tagliaferro, A. R., & Bobilya, D. J. (2022). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13, 572–584.
- Hsu, H-F., Hsiao, P-C., Kuo, T-C., Chiang, S-T., Chen, S-L., Chiou, S-J., Ling, X-H., Liang, M-T., Cheng, W-Y., & Houng, J-Y. (2016). Antioxidant and anti-inflammatory activities of *Lonicera japonica* Thunb. var. *sempervillosa* Hayata flower bud extracts prepared by water, ethanol and supercritical fluid extraction techniques. *Industrial Crops and Products*, 89, 543–549. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.05.010>.
- Hu, Y., Qian, W., Fan, S., Yang, Y., Liao, H., Zhuang, G., & Gao, S. (2024). Ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds from *Lonicera similis* flowers at three harvest periods: Comparison of composition, characterization, and antioxidant activity. *Molecules*, 29, 3280. <https://doi.org/10.3390/molecules29143280>.
- Huseyinova, R. (2023). Foliar resorption in three sympatric deciduous species in *Populus tremula* L. forest in the northeast black sea region of Turkiye. *Biology Bulletin*, 50 (3), 462–475.
- Işık, S. (2015). Determination of nutrient status of some ornamental plants with plant analysis in public garden of Izmit district, Kocaeli. MSc. Thesis, Namık Kemal University, Tekirdağ, Turkey.
- Khan, A., Nazir, S., Tahir, K., Khan, Z. U. H., Wu, N., Yasmeen, R., & Ali, I. (2014). Antimicrobial assay of methanolic crude of *Lonicera lanceolata*. *African Journal of Microbiology Research*, 8 (26), 2534-2539.
- Kročko, M., Hanuska, A., Bobko, M., Jurčaga, L., & Mesárošová, A. (2024). Quality assessment of fermented meat product after natural extracts of blackcurrant (*Ribes nigrum*) and Kamchatka honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatica*) addition. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 13 (6), e11175. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.11175>.
- Liu, C., Li, S., Gao, Q., Qiao, L., Li, H., Yang, S., Yan, G., Lei, J., Liang, B., Kuang, A., Zhang, X., Wang, G., & Jiang, Y. (2024). Eco-friendly and efficient extraction of *Lonicera macranthoides* phenylpropanoid based on natural deep eutectic solvents: Process optimization, extraction mechanism, and biological activity. *Microchemical Journal*, 198, 110133. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2024.110133>.
- Mammadov T., Gulmammadova Sh., & Seyidli A. (2022). Sustainability of introduced *Lonicera* L. Species to absheron conditions. *Bulletin of Science and Practice*, 39-44. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/76/04>.

- Mayda, N., Özkök, A., Bayram, N. E., Gerçek, Y. C., & Sorkun, K. (2020). Bee bread and bee pollen of different plant sources: Determination of phenolic content, antioxidant activity, fatty acid, and element profiles. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 1795-1809. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00427-y>.
- McDonald, S., Prenzler, P. D., Antolovich, M., & Robards, K. (2001). Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food Chemistry*, 73(1), 73-84.
- Meng, J., Fang, Y., Zhang, A., Chen, S., Xu, T., Ren, Z., Han, G., Liu, J., Li, H., Zhang, Z., & Wang, H. (2011). Phenolic content and antioxidant capacity of Chinese raisins produced in Xinjiang Province. *Food Research International*, 44, 2830-2836.
- Pannossian, A. (2023). Challenges in phytotherapy research. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1199516. Doi: [10.3389/fphar.2023.1199516](https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1199516).
- Perron, N. R., & Brumaghim, J. L. (2009). A Review of the antioxidant mechanisms of polyphenol compounds related to iron binding. *Cell Biochemistry and Biophysics*, 53, 75-100. Doi: [10.1007/s12013-009-9043-x](https://doi.org/10.1007/s12013-009-9043-x).
- Rahmati, M., Eghbali, S., Mokaber-Esfahani, M., & Taleghani, A. (2024). Volatile oil constituents, antioxidant and antibacterial activities of *Lonicera caprifolium* L. in different areas of Iran. *Natural Product Research*. <https://doi.org/10.1080/14786419.2024.2369229>.
- Sandigawad, A. M. (2015). Traditional applications and phytochemical investigations of *Lonicera japonica* Thunb. *International Journal of Drug Development & Research*, 7 (3), 42-49.
- Sefalı, A. (2023). Determination of wild fruits growing in Bayburt province and some examinations. *Osmaniye Korkut Ata University Journal of Natural and Applied Sciences*, 6 (1), 52-67.
- Seker, M. E. (2023). Identification of phenolic content, antibacterial and antioxidant activities of *Lonicera caucasica* PALLAS subsp. *orientalis* leaves. *Frontiers in Life Sciences and Related Technologies*, 4 (2), 85-91. <https://doi.org/10.51753/flsrt.1286886>.
- Upadhyay, N. K., Kumar, M.Y. & Gupta, A. (2010). Antioxidant, cytoprotective and antibacterial effects of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaves. *Food Chemical Toxicology*, 48 (12), 3443-3448.
- Wachtel-Galor, S., & Benzie, I. (2011). Herbal Medicine: An Introduction to Its History, Usage, Regulation, Current Trends, and Research Needs. In *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*. 2nd ed.; Taylor & Francis: Boca Raton, FL, USA.
- WHO, 2007. Guidelines for Assessment of Herbal Medicines With Reference to Contaminants and Residues. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241594448>.
- Yang, B., Zhong, Z., Wang, Ou, Y., Tian, J., Komatsu, S., & Zhang, L. (2019). Integrative omics of *Lonicera japonica* Thunb. flower development unravels molecular changes regulating secondary metabolites. *Journal of Proteomics*, 208, 10347. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2019.103470>.
- Yu, M., Wang, B., Huang, Z., Lv, J., Teng, Y., Li, T., Zhang, Y., Dong, K., Qin, D., Huo, J., & Zhu, C. (2024). Evaluation of blue honeysuckle berries (*Lonicera caerulea* L.) dried at different temperatures: Basic quality, sensory attributes, bioactive compounds, and in vitro antioxidant activity. *Foods*, 13, 1240. <https://doi.org/10.3390/foods13081240>.
- Zhang, M., Mac, X., Xiao, Z., Sun, A., Zhao, M., Wang, Y., Huang, D., Sui, X., Huo, J., & Zhang, Y. (2023). Polyphenols in twenty cultivars of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.): Profiling, antioxidant capacity, and α -amylase inhibitory activity. *Food Chemistry*, 421, 136148. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136148>.
- Zhou, S., Fang, Z., Lü, Y., Chen, J., Liu, D., & Ye, X. (2009). Phenolics and antioxidant properties of bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) pomace. *Food Chemistry*, 112, 394-399.

ARI SÜTÜ VE BAĞIŞIKLIK DÜZENLEYİCİ ETKİLERİ

ROYAL JELLY AND IMMUNITY REGULATORY EFFECTS

Nesrin İÇLİ

Doç. Dr., Kastamonu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,
Kastamonu, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0617-0639>

ÖZET

Son yıllarda sağlık sorunları için doğal ürünlerin kullanımı giderek daha fazla yer bulmaya başlamış olup geleneksel ve modern tıpta yaygın olarak kullanılan doğal arı ürünleri de bu doğal ürünler içinde öne çıkmaktadır. Doğal arı ürünlerinden olan arı sütü de günümüzde insan sağlığını korumak için sıklıkla kullanılmaktadır. Arı sütü, genç işçi arıların (*Apis mellifera* Hymenoptera, Apidae) alt ve üst yutak bezlerinin salgısı olan, süt beyazı ile sarımsı kremi ve asidik, hafif keskin kokulu ve lezzetli bir maddedir. Kraliçe arının tüm yaşam süresi boyunca tükettiği özel besin olan ve ilk 2-3 gün boyunca olgunlaşma sürecindeki genç larvalara verilen tek besin arı sütüdür. Bu nedenle kraliçe arı diğer arılara kıyasla daha uzun ömürlüdür. İnsanlar için en etkili ve faydalı ilaçlardan biri olarak görülen arı sütü hem halk hekimliğinde hem de resmi tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Arı sütünün çok sayıda antioksidan ve farmakolojik aktiviteye sahip olmasının sebebi sahip olduğu doğal antibiyotikler, lipitler, karbonhidratlar, proteinler, amino asitler, vitaminler, mineraller, enzimler, hormonlar ve oligo elementlerden oluşan karmaşık bileşimi olarak görülmektedir. Arı sütü ve bileşenlerinin biyoaktif etkilerinden bağışıklık sistemi üzerindeki destekleyici etkileri çeşitli in vitro ve in vivo deneyler ile araştırılmış ve kanıtlanmıştır. Amino ve gama globulin, enzimler, proteinler, hormonlar, bağışıklık sisteminin enfeksiyonlarla savaşmasına yardımcı olan A ve E vitamini arı sütünde bulunan bağışıklık düzenleyici bileşenlerdendir. Yine yakınlarda, arı sütünden izole edilen yağ asitlerinin (10-hidroksi-2 dekenoik asit ve 3-10 dihidroksidekanoik asit) sıçan T hücreleri ve dendritik hücre kültürlerinde bağışıklık tepkisini düzenlediği gösterilmiştir. Bu bildiride arı sütünün bağışıklık üzerinde etkili bileşenleri ve bağışıklık düzenlemedeki rolleri ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Arı sütü, bağışıklık, globulin, 10-hidroksi-2 dekenoik asit, 3-10 dihidroksidekanoik asit.

ABSTRACT

In recent years, the use of natural products for health problems has increasingly become widespread, and natural bee products widely used in traditional and modern medicine also stand out among these natural products. Royal jelly, one of the natural bee products, is also frequently used to protect human health today. Royal jelly is a milky white to yellowish creamy and acidic, slightly pungent and delicious substance that is the secretion of the lower and upper pharyngeal glands of young worker bees (*Apis mellifera* Hymenoptera, Apidae). Royal jelly is the only food consumed by the queen bee throughout her entire life and given to young larvae in the maturation process for the first 2-3 days. For this reason, the queen bee has a longer lifespan compared to other bees. Royal jelly, which is considered one of the most effective and beneficial medicines for humans, is widely used both in folk medicine and in

official medicine. The reason why royal jelly has many antioxidant and pharmacological activities is seen as its complex composition consisting of natural antibiotics, lipids, carbohydrates, proteins, amino acids, vitamins, minerals, enzymes, hormones and oligoelements. The bioactive effects of royal jelly and its components, such as their supportive effects on the immune system, have been investigated and proven by various in vitro and in vivo experiments. Amino and gamma globulin, enzymes, proteins, hormones, and vitamins A and E, which help the immune system fight infections, are among the immunomodulatory components found in royal jelly. Again, recently, it has been shown that fatty acids isolated from royal jelly (10-hydroxy-2 decenoic acid and 3-10 dihydroxydecanoic acid) regulate the immune response in rat T cell and dendritic cell cocultures. In this report, the components of royal jelly that are effective on immunity and their roles in immune regulation will be discussed.

Keywords: Royal jelly, immunity, globulin, 10-hydroxy-2 decanoic acid, 3-10 dihydroxydecanoic acid.

GİRİŞ

Dadı bal arılarının (5-15 günlük yeni çıkmış genç işçiler) hipofarenks bezlerinden ürettiği ve salgıladığı kalın süt beyazı sıvıya arı sütü adı verilmektedir. Kraliçe arıya ölene kadar, tüm arı larvalarına yaşamlarının erken evrelerinde beslenmeleri için verilir. Yumurtadan çıktıktan sonra işçi olmaya aday larvalar arı sütü, bal ve polen karışımıyla beslenir. Arı sütündeki temel besinler ve onunla beslenme süresi, dişi larvaların kısa ömürlü kısır işçilere mi yoksa uzun ömürlü doğurgan kraliçeye mi dönüşeceğini belirler (Ramanathan ve ark., 2018).

Bal arısı ürünleri geleneksel ve modern tıpta özellikle sağlık bilincine sahip toplumlarda, büyük ilgi görmüştür (Meo ve ark., 2017; Vazhacharickal, 2021). Arı ürünlerinin sağlık yararları ve farmakolojik özellikleri nedeniyle nutrasötikler ve fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanıldığı da bilinmektedir (Kataki ve ark., 2019; Vazhacharickal, 2021). Fonksiyonel gıdalar normal gıdalara kıyasla daha iyi fizyolojik veya psikolojik sağlık koşullarını teşvik eder. Arı sütü kraliçe arının uzun ömürlü olmasından sorumludur ve MRJP1 (royalactin) ana bileşendir (Kunugi ve Mohammed Ali, 2019; Vazhacharickal, 2021). Arı sütü antibakteriyel, antitümör, antialerjik, antiinflamatuvar ve immünomodülatör etkisi nedeniyle yaygın olarak bir besin takviyesi olarak da kullanılır (Khazaei ve diğerleri, 2018; Vazhacharickal, 2021). Arı sütündeki yağ asitlerinin çoğu 10-H₂DA olduğundan (Lercker ve ark., 1982), bu arı ürününün fizyolojik uygulamada önemli bir rol oynadığı görülmektedir. 10-H₂DA ve doymuş eşdeğer formu (10HDA) olarak bilinir ve antitümör aktivitesi, kollajen üretimini artırma, antibiyotik aktivitesi, immünomodülatör ve antiinflamatuvar etkiler (Gu ve ark., 2018) gibi birçok farmakolojik etkiye sahiptir.

Günümüzde sağlık sorunları için giderek daha fazla doğal ürün kullanıldığı ve bu ürünlerin kronik hastalık riskini azaltmaya yardımcı olduğu ve sağlık hizmetlerine yapılan yatırımı azalttığı gösterilmiştir (Jenkhetkan ve ark., 2017; Guo ve ark., 2021). Yan etkilere neden olmadan anti-inflamatuvar etkileri artırabilen doğal bileşenleri araştıran birçok çalışma yürütülmüş ve bağışıklık fonksiyonunu artırabilen çeşitli doğal bileşikler tanımlanmıştır. Örneğin, doğal madde olan arı sütü, bağışıklık sistemi fonksiyonunu artırmada uzun bir kullanım geçmişine sahiptir. Bu derlemede arı sütü'nün immünolojik fonksiyonunu daha kapsamlı bir şekilde anlayabilmek için son yıllarda yapılan araştırmaları kısaca özetlenmiş olup bu çalışmanın arı sütü'nün kullanımının yaygınlaştırılması ve fonksiyonu üzerine daha fazla araştırma yapılmasını tetikleyeceği düşünülmektedir.

YÖNTEM

Arı sütünün bağışıklık, yaşam süresi, sindirim sistemi, hafıza, kan şekeri, antibakteriyel, obezite ve antikanser etkileri içeriğindeki aktif bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Bu derleme çalışmasında arı sütünün kimyasal bileşenleri ve immünomodulator etkileri literatürdeki güncel çalışmalardan derleme yöntemiyle kısaca özetlenmiştir.

BULGULAR

Arı sütünün Kimyasal Bileşenleri

Bal ve propolis ile karşılaştırıldığında arı sütü, oldukça benzersiz bir bileşime sahiptir. Arı sütü, su (%50-60), proteinler (9-%18), karbonhidratlar (%15), lipitler (%3-6), mineral tuzlar (%1,5) ve vitaminlerden oluşur. Yaklaşık 185 organik bileşik ile majör arı sütü proteinlerinden (MRJP) royalactin (MRJP1), arı sütünün içinde bulunan en önemli proteindir (Kunugi ve Mohammed Ali, 2019; Vazhacharickal, 2021). Yağ asidi, proteinler, adenozin monofosfat (AMP) N1 oksit, adenozin, asetilkolin, polifenoller ve testosteron, progesteron, prolaktin, östradiol gibi hormonlar ve 10 hidroksi-2-dekenoik asit (10-HDA) gibi yağ asitleri arı sütünün içinde bulunan yararlı biyoaktif maddelerdir (Pasupuleti ve ark., 2017; Vazhacharickal, 2021).

Arı sütünün bileşimi mevsimlere ve arıların yaşadığı ve yiyecek aradığı yerin etrafındaki ekolojik koşullara göre değişir. Ayrıca bal arısının ırkına (Sano vd., 2004) ve sınıfına (Brouwers, Ebert ve Beetsma, 1987), dadı arılar arasındaki fizyolojik ve metabolik farklılıklara (Ramanathan, Nair ve Sugunan, 2018) ve arı sütünün hasat zamanına (Zheng, Hu ve Dietemann, 2010) göre de farklılık gösterir. Bileşimde %9-18'lik bir orana sahip proteinlerin büyük çoğunluğu Majör Arı sütü Proteinleri (MRJP'ler) olarak sınıflandırılır ve bunların %45'inden fazlasını Majör Arı sütü Proteini 1 (MRJP1) oluşturur (Furusawa vd., 2008; Ramanathan, Nair ve Sugunan, 2018). Bu, üzerinde en çok çalışılan proteindir ve bal arısı kraliçesinin gelişimini yönlendiren temel faktör olarak kabul edilir (Kamakura, 2011; Ramanathan, Nair ve Sugunan, 2018). Arı sütündeki proteinlerin N-glikozilasyonu gelişimsel düzenleme, metabolizma ve bağışıklık ile ilişkilidir. Proteinlerin metillenmiş modifikasyonu biyokimyasal özelliklerin değişmesinde önemli bir rol oynar.

Lipitler esas olarak 8-12 karbon atomu içeren, çoğunlukla hidroksil veya dikarboksilik asitler olan orta zincirli yağ asitlerinden oluşur (Li, Huang ve Xue, 2013). Arı sütü lipitlerinin yaklaşık %80-90'ı nadir serbest yağ asitleridir. Ana yağ asidi 10-hidroksi-2-dekenoik asittir (10-H2DA) (Guo ve ark., 2021), içeriği 100 g taze arı sütünde 0,771 ila 0,928 g arasında değişir (Kokotouve ark., 2020). 10-H2DA Arı sütünün kalitesini değerlendirmek için kullanılabilir. Arı sütü ayrıca sebasik asit (SA), 8-hidroksioktanoik asit (8-HOC), 3,10-dihidroksidekanedioik asit (3,10-HDecDA), 9-hidroksi-2-dekenoik asit (9-HDA), 3-hidroksidekanoik asit (3-HHDA), 2-deken-1,10-dioik asit (2-DecDA) ve az miktarda sterol içerir (Guo ve ark., 2021). 10-HDA'nın farmakolojik etkisi immünomodulator, antidiyabetik, antibakteriyel ve antikanser etkiler vb.'yi kapsar.

Arı Sütünün Bağışıklık Düzenleyici Etkileri

Arı sütünün tip-I alerjik reaksiyonları baskıladığı ve makrofaj fonksiyonunun ve Th1/Th2 sitokin tepkilerinin restorasyonu ile ilişkili olduğu bulunmuştur (Oka ve ark., 2001). Arı sütünün ayrıca farelerde atopik dermatit benzeri lezyonların gelişimini engellediği de gösterilmiştir (Taniguchi ve ark., 2003). Oka ve diğerleri (2001), Arı sütünün DNP-KLH farelerinde mast hücrelerini inhibe ettiğini, antijen spesifik IgE ve histamin üretimini azaltırken makrofaj fonksiyonunu geri kazandırdığını ve Th1/Th2 yanıtını güçlendirdiğini bulmuştur. Başka bir çalışmada ise β -laktoglobulin alerjisi olan farelerde, arı sütünün serum anti- β -Lg IgE, IgG'yi ve histamini azaltarak alerjik semptomları hafiflettiği gösterilmiştir (Guendouz ve ark., 2017).

Sistemik lupus eritematozus (SLE) ile ilgili olarak, bu etkiyi araştıran yalnızca bir hayvan çalışması vardır. Genetik olarak insan SLE'sine benzer birçok belirti gösteren Yeni Zelanda Siyah Yeni Zelanda Beyaz F1 farelerinde SLE'nin bir hayvan modelinde, arı sütünün oral uygulaması hastalığın başlangıcında ve aktif ilerlemesinde önemli bir gecikme göstermiştir. Arı sütü alan farelerde proteinüri azaldı ve yaşam süresi uzadı. Arı sütü, IL-10 serum seviyesinde ve ssDNA, dsDNA ve eritrositlere karşı otoantikorlarda önemli bir azalmaya ve ayrıca dalak otoreaktif B hücrelerinin sayısında bir azalmaya neden olmuştur (Mannoor ve ark., 2009). Taze arı sütü uygulamasının insanlarda SLE üzerindeki immünomodülatör etkilerine odaklanmış bir çalışmada taze arı sütü uygulamasının bazı immünolojik belirteçleri (CD4 ve CD8 düzenleyici T hücreleri ve T lenfosit apoptozu) olan SLE'li çocuklarda hastalık seyri üzerindeki etkisi incelenmiş ve 20 SLE hastası çocuğun 12 hafta boyunca günde 2 gr taze hazırlanmış arı sütü alması sağlanmıştır (Zahran ve ark., 2016). CD4 CD25 yüksek FOXP3 hücrelerinin (CD4 düzenleyici T hücreleri) ve CD8 CD25 yüksek FOXP3 hücrelerinin (CD8 düzenleyici T hücreleri) yüzdeleri, başlangıç değerleriyle karşılaştırıldığında, arı sütü tedavisinden sonra önemli ölçüde artmıştır. Apoptotik CD4 T lenfositleri, başlangıç değerleri ve kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, Arı sütü tedavisinden sonra önemli ölçüde azalmıştır. Sonuçlar, 3 aylık arı sütü tedavisiyle klinik şiddet skoru ve hastalığın laboratuvar belirteçleri açısından iyileşmeler göstermiş olup yazarlar az sayıda hastayla yapılan tek bir çalışma olduğunu ve arı sütü'nün SLE'deki etkinliğini kritik olarak doğrulamak için çok sayıda ek geniş ölçekli randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç bulunduğunu belirtmişlerdir (Zahran ve ark., 2016).

Graves hastalığı etiyolojisi bilinmeyen organa özgü bir otoimmün hastalıktır. Erem ve arkadaşları (2006) yaptıkları çalışmada önce dört gönüllü sağlıklı kişiden lenfosit hücre izolasyonu yaparak bağışıklık üzerinde etkili arı sütü konsantrasyonu bulmuş ve sonra hücre kültürü ortamında 72 saatlik inkübasyondan sonra MTT testi ile proliferat konsantrasyonunu 4 mg/mL olarak bulmuşlardır. Lenfositlerden üretilen ve salgılanan sitokinlerden IFN- γ artarken, diğer sitokinler 4 mg/mL arı sütü konsantrasyonu ile paralel azalmıştır. Graves hastalığı olan hastalardan alınan lenfositlerde arı sütü tedavisi, Th1/Th2 sitokin oranını Th1 sitokin tarafına kaydırmış olup bu nedenle, arı sütünün Graves hastalığının tedavisinde kullanılmasını ve remisyon sağlaması bir antitiroid ilaç tedavisi olarak etkili olacağı düşünülebilir. Sonuç olarak arı sütünün Graves hastalığında bir immünomodülatör ajan olarak etkili olabileceği bildirilmiştir (Erem ve ark., 2006).

Doğuştan gelen bağışıklık sitokinleri, Hepatit B enfeksiyonlu hastalarda karaciğer komplikasyonlarının uyarılması ve indüklenmesinde önemli işlevler yürütür. Arı sütü'nün hem in vitro hem de in vivo koşullarda proinflamatuvar sitokinleri azaltmada önemli rolleri olduğu bildirilmiştir. Naghib ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (2022), 1 aylık arı sütü uygulamasının Hepatit B hastalarında (N=30) interlökin 1 beta (IL-1 β), tümör nekroz faktörü alfa (TNF- α) ve interlökin 6 (IL-6) serum seviyeleri üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. Arı sütü ile tedaviden önce ve sonra, Hepatit B Virüsü (HBV) kopya sayıları Gerçek Zamanlı PCR kullanılarak değerlendirildi ve IL-1 β , TNF- α ve IL-6 serum seviyeleri ELISA tekniği kullanılarak değerlendirilmiş ve arı sütü tedavisinin HBV-DNA kopyalarının sayısını önemli ölçüde azalttığı ve önemli olmayan düzeyde TNF- α ve IL-6'nın aşağı yönde regülasyonuna yol açtığı bulunmuştur. IL-1 β , TNF- α ve IL-6 serum seviyeleri hem erkeklerde hem de kadınlarda arı sütü tedavisinden sonra değişmemiştir. Bu çalışmanın bulgularına dayanarak, arı sütü'nün HBV ile enfekte hastalarda in vivo koşullarda anti-viral ve anti-inflamatuvar roller oynadığı görülmektedir (Naghib ve ark., 2022).

Yaşlanma bağışıklığı önemli ölçüde geciktirir. Arı sütünün yaşlı Periferik Kan Mononükleer Hücrelerinin (PBMC) bağışıklık fonksiyonu üzerindeki in vitro etkilerini değerlendirmek için amacıyla yürütülen bir çalışmada PBMC'ler 10 sağlıklı yaşlı ve genç donörden gradyan yoğunluk santrifüjleme yöntemi ile elde edilip daha sonra arı sütü ile veya arı sütü olmadan

Concanavalin A varlığında RPMI-1640 ortamında kültüre edilmiştir (Bouamama ve ark., 2021). Hücre çoğalması, interlökinler, nitrik oksit (NO), glutasyon (GSH) ve malondialdehitlerin (MDA) ölçümü ile birlikte MTT testi ile değerlendirilmiş olup sonuçlar, Arı sütünün yaşlı deneklerde PBMC çoğalmasını önemli ölçüde iyileştirdiğini, NO'daki ($p = 0,001$) artış ve IL-2, IL-4 ve IL-6 sitokinlerinin salınımı eşliğinde göstermiştir. Arı sütü ayrıca yaşlı PBMC'lerde hücre içi GSH ($p = 0,001$) ve MDA ($p = 0,001$) seviyelerini artırmıştır. Sonuç olarak, arı sütü yaşlı PBMC'lerin ve genç kontrol deneklerinin işlevlerini geri kazandırmış ve bu da yaşlanma sürecinde bağışıklık durumu üzerinde yararlı bir etkisi olduğunu göstermiştir (Bouamama ve ark., 2021).

İnsanlarda bakteriyel enfeksiyonda sepsis, yüksek ölüm oranı nedeniyle büyük bir endişe kaynağıdır. Dendritik hücreleri (DC'ler) hedef alarak bağışıklık disfonksiyonunun düzeltilmesi sepsis tedavisi için umut verici bir stratejidir. Wang ve arkadaşları yaptıkları çalışmada (2022), arı sütünün DC'lerin gram-negatif bakterilerin hücre duvarı bileşeni olan lipopolisakkarit (LPS) kaynaklı bağışıklık disfonksiyonunu hafifletip hafifletemeyeceğini değerlendirmiş ve arı sütünün LPS kaynaklı olarak DC'lerde olgun fenotipin (MHCII, CD40, CD80 ve CD86), aktivasyon belirtecini (CD69) ve inflamatuvar sitokinlerin (TNF α +, IL-6 ve IL-10) ifade seviyelerini azalttığını bulmuşlardır. Ek olarak, arı sütü LPS kaynaklı olarak DC'lerde endositoz seviyelerini artırmış ve allojenik CD4 T hücre proliferasyonunu ortadan kaldırmıştır. Son olarak, Nrf2/HO-1 ekseninin arı sütü tarafından DC'lerin LPS kaynaklı bağışıklık disfonksiyonunun inhibisyonunda hayati bir rol oynadığını bulmuşlardır. Bu sonuçlar arı sütünün DC fonksiyonunu düzenleyerek sepsis tedavisinde potansiyel bir uygulamaya sahip olduğunu göstermektedir (Wang ve ark., 2022).

Enzimle işlenmiş Arı sütü (ERJ), daha kısa, kolay emilen zincirli monomerlere dönüştürülmüş alerjensiz bir arı sütü formudur. Bir çalışmada (Gu ve ark., 2018) yazarlar, ERJ'nin makrofajlar ve fareler üzerindeki anti-inflamatuvar ve immünomodülatör etkilerini araştırmış ve ERJ'nin makrofaj çoğalmasını değiştirdiğini ve lipopolisakkarit (LPS) kaynaklı strese karşı koruyucu olduğunu bulmuşlardır. 4 hafta boyunca ERJ ile beslenen ve LPS ile uyarılan farelerin, kontrol farelerine kıyasla tümör nekroz faktörü-alfa, interlökin-1, 6, 10, 12 ve interferon gama seviyelerinin önemli ölçüde azaldığı ve ERJ'nin B-lenfositlerin ve T-lenfositlerin çoğalmasını ve doğal öldürücü hücrelerin aktivitesini doza bağlı bir şekilde önemli ölçüde artırdığı, bu nedenle, sonuçların ERJ'nin güçlü anti-inflamatuvar ve bağışıklık sistemini güçlendirici aktivitelere sahip olduğu ve inflamatuvar hastalıkların önlenmesi için potansiyel bir gıda materyali olarak geliştirilebileceği ileri sürülmüştür (Gu ve ark., 2018).

Arı Sütü Yağ Asitleri

Multiple skleroz (MS), merkezi sinir sistemi (CNS) iltihabı, demiyelinizasyon ve akson hasarı ile gösterilen kronik bir otoimmün bozukluktur ve fiziksel rahatsızlığa ve felce katkıda bulunur. 10-HDA'nın geniş farmakolojik özellikleri bildirilmiştir, ancak immünomodülatör etkileri henüz kabaca anlaşılmıştır. Dişi C57/BL6 farelerine sentetik MOG35–55 aşılansak, klinik skorların 25 gün boyunca günlük olarak gözlemlendiği bir çalışmada farelerin beyinleri ve splenositleri toplanarak beyin demiyelinizasyonu ve lenfosit infiltrasyonu, proliferasyonu, sitokin ve gen ifadesi profilleri sırasıyla H&E, LFB, BrdU, ELISA ve Real-time PCR testleri ile belirlenmiştir (Shahla ve ark., 2021). Veriler arı sütü ve 10-HDA'nın otoimmün ensefalomyelit gelişimini engellediğini göstermiştir. Histolojik araştırmalar, tedavi edilen grupların CNS'sinde lökosit infiltrasyonu ve demiyelinizasyonun azaldığını ortaya koymuş, 10-HDA ve arı sütü, kontrol grubuna kıyasla inflamatuvar medyatörlerin salınımı üzerinde doza bağlı inhibitör etkilere sahip bulunmuş ve öncelikle Th17 ve Th1 hücre polarizasyonunu değiştirerek, bağışıklık tepkisini baskılayarak otoimmün ensefalomyelit başlangıcını geciktirmiştir. Özetle, arı sütü ve 10-HDA tedavisinin otoimmün ensefalomyelitde klinik belirtileri etkili bir şekilde azaltabildiği ve hastalığın başlangıcını önleyebildiği gösterilmiş ve

bu sonuçlar, arı sütünün inflamatuvar bozukluklara karşı kullanımını için yeni kanıtlar sunarak arı sütünün ve 10-HDA'nın MS tedavisindeki potansiyel terapötik etkisini desteklemiştir (Shahla ve ark., 2021).

Anti-romatoid Artrit (RA), etiyolojisi bilinmeyen karmaşık bir bağışıklık aracılı hastalıktır. Green ve arkadaşları 2003 yılındaki çalışmalarında 10HDA'nın, RA'daki doku degradasyonunda rol oynayan kritik proteazlar olan matris metalloproteinazların (MMP'ler) TNF- α ile indüklenen ekspresyonunu inhibe ettiğini bulmuşlardır. Wang ve meslektaşları (2010) RA hastalarının romatoid dokularından izole edilen sinovyal fibroblastların TNF tepkileri üzerindeki 10HDA'nın etkisini inceledikleri çalışmada 10-HDA'nın RA üzerindeki yararlı etkilerine dair kanıtlar sağlamışlardır. Çalışmada TNF- α ile indüklenen p38 mitogenle aktive olan protein kinaz (MAPK) ve c-Jun N-terminal kinaz (JNK) fosforilasyonu 10HDA tarafından inhibe edilmiş olsa da, NF-B aktivasyonu ve hücre dışı sinyalle düzenlenen kinazın (ERK) fosforilasyonu etkilenmemiştir. Ayrıca yazarlar 10HDA'nın bağ dokusu büyüme faktörünün ifadesini aşağı düzenlediğini ve bunu MMP'lerin ifadesinin aşağı düzenlenmesinin izlediğini bildirmişlerdir (Wang ve ark., 2010).

Gasic ve arkadaşlarının 2007'de yaptığı çalışmada, arı sütünden izole edilen farklı bileşenlerin etkisi, in vitro sıçan T hücresi çoğalma testi kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada MEL 174'ün (Arı sütünün son su özütü) ve MEL 147'nin (3-10-dihidroksidekanoik asit) daha düşük konsantrasyonlarının, konkanavalin A (Con-A) tarafından tetiklenen T hücresi çoğalmasını uyardığını ve bu sürecin interlökin-2 (IL-2) üretiminde bir artışla takip edildiğini bulmuşlardır. MEL 174, MEL 247 (kuru arı sütü tozu) ve MEL 138'in (trans-10-hidroksidekanoik asit) daha yüksek konsantrasyonları, T hücresi çoğalmasını inhibe etmiştir. MEL 174 varlığında T hücresi çoğalmasının inhibisyonunu, kısmen ekzojen IL-2, nitrik oksit (NO) üretiminde bir azalma ve artan apoptozis tarafından ortadan kaldırılan IL-2 üretiminde bir azalma izlemiş ve sonuç olarak, arı sütünün biyolojik aktivitesinin karmaşık olduğunu ve su özütünün in vitro en güçlü immünomodülatör aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir (Gasic ve ark., 2007).

Vucevic ve arkadaşları (2007) bir çalışmada, arı sütünden izole edilen 10-hidroksi-2 dekanoik asit (10-HDA) ve 3,10-dihidroksi-dekanoik asitin (3,10-DDA) bağışıklık tepkisi üzerindeki etkisini, sıçan dendritik hücre (DC)-T hücresi kokültür modeli kullanarak incelemiş, her iki yağ asidi de yüksek konsantrasyonlarda, allojenik T hücrelerinin çoğalmasını engellemiştir. 10-HDA'nın etkisi daha güçlü olarak bulunmuş ve bunu interlökin-2 (IL-2) üretiminde azalma ve IL-2 reseptör ekspresyonunun aşağı regülasyonu izlemiştir. 10 μ g/ml yağ asidi ile kültürlenmiş dalak DC, CD86 ekspresyonunu ve IL-12 üretimini aşağı yönde düzenlemiş, ancak IL-10 üretimini yukarı yönlü olarak düzenlemiş ve buna karşılık, 100 μ g/ml 3,10-DDA ile önceden işlenmiş DC, CD86 ekspresyonunu yukarı düzenlemiş ve allojenik T hücrelerinin çoğalmasını artırmıştır. Hem T hücreleri hem de DC için apoptotik olmayan her iki yağ asidinin en yüksek dozu (200 μ g/ml), MHC sınıf II ve CD86 ekspresyonunu aşağı düzenlemiş, IL-12 üretimini azaltmış ve bu DC'leri daha az allostimülatör hale getirmiştir. 3,10-DDA'nın immünoşüpresif aktivitesi, sıçanlarda Keyhole lenfet hemosiyanin bağışıklama modeli kullanılarak in vivo olarak da doğrulanmıştır. Sonuç olarak, çalışmada arı sütü yağ asitlerinin immünomodülatör aktivitesi gösterilmiş ve DC'lerin bunların etkisinin önemli bir hedefi olduğu düşünülmüştür (Vucevic ve arkadaşları 2007).

Arı sütünün yağ asidi 3,10-dihidroksi-dekanoik asitin (3,10-DDA), allojenik CD1a, CD40, CD54 ve CD 86 ekspresyonunu yukarı düzenleyerek ve ayrıca allojenik CD4+ T hücreleriyle birlikte kültürde allostimülatör potansiyelini artırarak monosit kaynaklı dendritik hücrelerin (MoDC'ler) olgunlaşmasını uyardığını gösteren bir çalışmada (Dzopalic ve ark., 2011) monosit kaynaklı dendritik hücrelere (MoDC'ler) 3,10-DDA uygulamalarının, IL-12, IL-18 üretimini artırdığı ve allojenik CD4+T hücrelerinde kültürde IFN üretimini uyardığı, bu nedenle, 3,10-DDA'nın, anti-viral ve anti-tümör yanıtına sahip olabilecek insan MoDC'lerinin

olgunlaşmasını ve Th1 polarize edici potansiyelini teşvik ettiği bulunmuştur (Dzopalic ve ark., 2011). Mihajlovic ve arkadaşları çalışmalarında (2013) 10-HDA'nın uygulanan konsantrasyonlara bağlı olarak çeşitli immünomodülatör etkilere sahip olduğunu ve yüksek 10-HDA konsantrasyonlarının insan MoDC'lerinin işlevini ve olgunlaşmasını durdurabildiğini ve daha düşük dozların ise Th1 bağışıklık tepkisini desteklediğini göstermişlerdir.

Arı sütünün bileşenlerinin bağışıklık organlarını düzenleme fonksiyonuna sahip olduğu, bu bileşenlerin arasında 10-HDA'nın siklofosfamid ile uyarılan farelerin vücut, timus ve dalaklarındaki kilo kaybını geri kazandırdığı, timus/dalak indeksi düşüşünü iyileştirdiği, DNA/RNA/protein aktivitelerini etkilediği, daha sonra siklofosfamid ile uyarılan timus ve dalak hücrelerinin çoğalmasını geri kazandırdığı ve T hücreleri ile B hücrelerinin aktivitesini arttırdığı bulunmuştur (Fan ve ark., 2020).

MRJP'ler

Okamoto ve arkadaşları yaptıkları çalışmada (2003), ovalbumin (OVA)/alum ile bağışıklanmış farelerden elde edilen anti-CD3 ile uyarılmış dalak hücreleri tarafından IL-4 üretiminin inhibisyonuna dayalı olarak arı sütündeki antialerjik faktörleri taramış ve bir dizi kolon kromatografisi kullanarak, IL-4 üretimini baskılayan 70 kDa'lık bir glikoprotein olan majör arı sütü proteini 3'ü (MRJP3) saflaştırmıştır. İn vitro deneylerde, MRJP3 sadece IL-4 üretimini değil, aynı zamanda T hücreleri tarafından proliferasyonun inhibisyonu ile eş zamanlı olarak IL-2 ve IFN-g üretimini de baskılamış ve MRJP3 aracılı IL-4 üretiminin baskılanması, OVA/alum ile bağışıklanmış farelerden alınan lenf nodu hücreleri OVA artı antijen sunan hücrelerle uyarıldığında da belirgin bulunmuştur. İlginç bir şekilde, MRJP3'ün yabancı bir protein olarak antijenikliğine rağmen, MRJP3'ün intraperitoneal uygulanması, bağışıklanmış farelerde serum anti-OVA IgE ve IgG1 seviyelerini inhibe etmiştir. Ek olarak, ısıyla işlenmiş çözünür MRJP3 tedavisi, OVA'ya karşı antikor tepkileri üzerindeki inhibitör etkilerini korurken antijenikliğini azaltmıştır. Bu sonuçlar, MRJP3'ün in vitro ve in vivo olarak güçlü immün düzenleyici etkiler gösterebileceğini göstermektedir. Dahası, MRJP3'ün ilgi çekici immün düzenleyici etkileri göz önüne alındığında, ilişkili polipeptit bölgelerini belirleyerek MRJP3 türevi antialerjik peptitler tasarlamak klinik açıdan önemli olabilir (Okamoto ve ark., 2003). Kohno ve diğerleri (2004), MRJP3'ün sağlık yönleri üzerine yaptıkları araştırmada, MRJP3'ün T hücrelerinin immünolojik tepkilerini, interlökin (IL)-4, IL-2 ve interferon (IFN) üretimini azaltarak etkilediğini keşfetmiş, dahası, MRJP3'ün immüno globulin (Ig)E ve IgG1 sentezini azaltarak anti-alerjik ajan olarak hareket ettiğini bildirmişlerdir. Yazarlara göre, bu protein, aktive edilmiş fare makrofajlarında TNF-, IL-6 ve IL-1 gibi proinflatuar sitokinlerin üretimini inhibe ederek hem in vivo hem de in vitro bir anti-inflatuar ilaç görevi görmektedir (Kohno ve ark., 2004). MRJP3, intraperitoneal olarak bağışıklanmış farelerin serumlarındaki anti-OVA IgE ve IgG1 seviyelerini inhibe edebilir ve çözünür MRJP3, ısı tedavisiyle antijenliğini azaltabilir (Majtan ve ark., 2006).

Bazı çalışmalar, majör arı sütü proteinlerinin (MRJP), makrofajları uyararak ve bir fare vücudundaki inflammatuar faktörlerin sayısını azaltarak bağışıklık fonksiyonunu düzenleyebileceğini göstermiştir (Bron ve ark., 2017). Monomerik MRJP1 ve MRJP2, fare makrofajlarını uyarabilir ve farelerin bağışıklık tepkisini destekleyebilir, her ikisi de bağışıklık tepkisini artırmak için makrofajları uyarabilir, böylece sistemin bağışıklık tepkisi seviyesini ayarlayabilir ve bir immünostimülatör etki elde edebilir (Bilal ve Azim, 2018).

Siklofosfamid (CTX), genellikle kanserleri ve otoimmün hastalıkları tedavi etmek için kullanılan bir tür antikanser ilacıdır. Ancak, ciddi bağışıklık baskılanmasına ve bağırsak mikrobiyotasında dengesizliğe neden olabilir. Bu nedenle, bağışıklık koruyucu bir faydası olan MRJP'ler, siklofosfamid tarafından uyarılan farelerin bağışıklık tepkilerini incelemek için kullanılır. Yukarıdaki çalışmaların sonuçları, MRJP1, MRJP2 ve MRJP3'ün güçlü immün düzenleyici etkiler gösterdiğini iddia etmektedir. Ancak, MRJP'lerin bağırsak florasıyla etkileşimler yoluyla farelerde bağışıklık işlevselliği üzerindeki düzenleyici etkisinin hala daha

fazla araştırılmaya ihtiyacı vardır. Artan kanıtlar, Arı sütünün olağanüstü biyolojik özelliklere sahip olduğunu ve majör Arı sütü proteinlerinin (MRJP'ler) arı sütündeki temel aktif faktörler olduğunu göstermektedir. Wang ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (2023) Siklofosamid ile indüklenen farelere oral yoldan MRJP'ler uygulanmış ve sonuçlar, 0,25 g/(kgbw) arı sütü ana proteini alan orta doz grubunun dalak ve karaciğer gelişimi, periferik kan lökositlerinin miktarı, immünoglobulin içeriği, bağışıklık faktörü seviyesi ve dalak lenfositlerinin çoğalma yeteneği üzerinde net bir etki gösterdiğini göstermiştir. Ayrıca 16S rRNA yüksek verimli dizileme teknolojisi analizi, MRJP'lerin bağırsak florasının bileşenlerini ve zenginliğini iyileştirebileceğini ve farelerin bağışıklığını artırabileceğini göstermiştir (Wang ve ark., 2023).

SONUÇ

Arı sütünün bağışıklık etkileri, içeriğindeki aktif bileşenlerden özellikle de MRJP'ler ve arı sütüne özel 10-H2DA, 10-HDA gibi yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır. SLE, MS, Graves gibi otoimmün hastalıkların tedavisinde arı sütünün ve biyoaktif bileşenlerinin kullanım olanaklarının olduğunu ve bağışıklık düzenleyici etkilerinin olduğunu gösteren bilimsel çalışmalar olmasının yanı sıra bu hususun daha çok araştırılması da gerekmektedir. Sonuç olarak bu derlemede arı sütünün immünolojik fonksiyonunu daha kapsamlı bir şekilde anlayabilmek için son yıllarda yapılan araştırmalar özetlenmiş olup bu çalışmanın arı sütü'nün kullanımının yaygınlaştırılması ve fonksiyonu üzerine daha fazla araştırma yapılmasını tetikleyeceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Bilal, B., & Azim, M. K. (2018). Nematicidal activity of 'major royal jelly protein'-containing glycoproteins from Acacia honey. *Experimental parasitology*, 192, 52-59.
- Bouamama, S., Merzouk, H., Latrech, H., Charif, N., & Bouamama, A. (2021). Royal jelly alleviates the detrimental effects of aging on immune functions by enhancing the in vitro cellular proliferation, cytokines, and nitric oxide release in aged human PBMCS. *Journal of Food Biochemistry*, 45(2), e13619.
- Bron, P. A., Kleerebezem, M., Brummer, R. J., Cani, P. D., Mercenier, A., MacDonald, T. T., ... & Wells, J. M. (2017). Can probiotics modulate human disease by impacting intestinal barrier function? *British Journal of Nutrition*, 117(1), 93-107.
- Dzopalic, T., Vučević, D., Tomic, S., Djokic, J., Chinou, I., & Colic, M. (2011). 3, 10-Dihydroxy-decanoic acid, isolated from royal jelly, stimulates Th1 polarising capability of human monocyte-derived dendritic cells. *Food Chemistry*, 126(3), 1211-1217.
- Erem, C., Deger, O., Ovali, E., & Barlak, Y. (2006). The effects of royal jelly on autoimmunity in Graves' disease. *Endocrine*, 30, 175-183.
- Fan, P., Han, B., Hu, H., Wei, Q., Zhang, X., Meng, L., ... Li, J. (2020). Proteome of thymus and spleen reveals that 10-hydroxydec-2-enoic acid could enhance immunity in mice. *Expert Opinion on Therapeutic Targets*, 24(3), 267-279.
- Gasic, S., Vučević, D., Vasilijic, S., Antunovic, M., Chinou, I., & Colic, M. (2007). Evaluation of the immunomodulatory activities of royal jelly components in vitro. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 29(3-4), 521-536.
- Green, M.J.; Gough, A.K.; Devlin, J.; Smith, J.; Astin, P.; Taylor, D. and Emery, P. (2003) Serum MMP-3 and MMP-1 and progression of joint damage in early rheumatoid arthritis. *Rheumatology (Oxford)*, 42, 83-88.
- Gu, H., Song, I. B., Han, H. J., Lee, N. Y., Cha, J. Y., Son, Y. K., & Kwon, J. (2018). Anti-inflammatory and immune-enhancing effects of enzyme-treated royal jelly. *Applied Biological Chemistry*, 61, 227-233.

- Guendouz, M., Haddi, A., Grar, H., Kheroua, O., Saidi, D., & Kaddouri, H. (2017). Preventive effects of royal jelly against anaphylactic response in a murine model of cow's milk allergy. *Pharmaceutical biology*, 55(1), 2145-2152.
- Guo, J., Wang, Z., Chen, Y., Cao, J., Tian, W., Ma, B., & Dong, Y. (2021). Active components and biological functions of royal jelly. *Journal of Functional Foods*, 82, 104514.
- Jenkhetkan, W., Thitiorul, S., Jansom, C., & Ratanavalachai, T. (2017). Molecular and cytogenetic effects of Thai royal jelly: Modulation through c-MYC, h-TERT, NRF2, HO-1, BCL2, BAX and cyclins in human lymphocytes in vitro. *Mutagenesis*, 32(5), 525–531.
- Kataki, M. S., Rajkumari, A., & Kakoti, B. B. (2019). Functional foods and nutraceuticals: An overview of the clinical outcomes and evidence-based archive. *Nanotechnology*, 373-400.
- Khazaei, M., Ansarian, A., & Ghanbari, E. (2018). New findings on biological actions and clinical applications of royal jelly: a review. *Journal of dietary supplements*, 15(5), 757-775.
- Kohno, K., Okamoto, I., Sano, O., Arai, N., Iwaki, K., Ikeda, M., & Kurimoto, M. (2004). Royal jelly inhibits the production of proinflammatory cytokines by activated macrophages. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 68(1), 138-145.
- Kunugi, H., & Mohammed Ali, A. (2019). Royal jelly and its components promote healthy aging and longevity: from animal models to humans. *International journal of molecular sciences*, 20(19), 4662.
- Lercker, G., Capella, P., Conte, L. S., Ruini, F., & Giordani, G. (1982). Components of royal jelly II. The lipid fraction, hydrocarbons and sterols. *Journal of Apicultural Research*, 21(3), 178-184.
- Majtán, J., Kováčová, E., Bíliková, K., & Šimúth, J. (2006). The immunostimulatory effect of the recombinant apalbumin 1–major honeybee royal jelly protein–on TNF α release. *International immunopharmacology*, 6(2), 269-278.
- Mannoor, M. K., Shimabukuro, I., Tsukamoto, M., Watanabe, H., Yamaguchi, K., & Sato, Y. (2009). Honeybee royal jelly inhibits autoimmunity in SLE-prone NZB \times NZW F1 mice. *Lupus*, 18(1), 44-52.
- Meo, S. A., Al-Asiri, S. A., Mahesar, A. L., & Ansari, M. J. (2017). Role of honey in modern medicine. *Saudi journal of biological sciences*, 24(5), 975-978.
- Mihajlovic, D., Rajkovic, I., Chinou, I., & Colic, M. (2013). Dose-dependent immunomodulatory effects of 10-hydroxy-2-decenoic acid on human monocyte-derived dendritic cells. *Journal of Functional Foods*, 5(2), 838-846.
- Naghib, M., Kariminik, A., Arababadi, M. K., & Rokhbakhsh-Zamin, F. (2022). The effects of royal jelly on the pro-inflammatory innate immunity cytokines in patients infected with hepatitis b virus and its antiviral activity. *Journal of Applied Biotechnology Reports*, 9(2), 640-644.
- Oka, H., Emori, Y., Kobayashi, N., Hayashi, Y., & Nomoto, K. (2001). Suppression of allergic reactions by royal jelly in association with the restoration of macrophage function and the improvement of Th1/Th2 cell responses. *International immunopharmacology*, 1(3), 521-532.
- Okamoto, I., Taniguchi, Y., Kunikata, T., Kohno, K., Iwaki, K., Ikeda, M., & Kurimoto, M. (2003). Major royal jelly protein 3 modulates immune responses in vitro and in vivo. *Life sciences*, 73(16), 2029-2045.
- Ramanathan, A. N. K. G., Nair, A. J., & Sugunan, V. S. (2018). A review on Royal Jelly proteins and peptides. *Journal of Functional Foods*, 44, 255-264.
- Taniguchi, Y., Kohno, K., Inoue, S. I., Koya-Miyata, S., Okamoto, I., Arai, N., ... & Kurimoto, M. (2003). Oral administration of royal jelly inhibits the development of atopic dermatitis-like skin lesions in NC/Nga mice. *International immunopharmacology*, 3(9), 1313-1324.

- Vazhacharickal, P. J. (2021). A review on health benefits and biological action of honey, propolis and royal jelly. *J. Med. Plants Stud*, 9(5), 1-13.
- Shahla, J., Dariush, H., Bijan, S. M., Majid, E., Zahra, A., & Bahman, Y. (2021). Comparative immunomodulatory effects of jelly royal and 10-H2DA on experimental autoimmune encephalomyelitis. *Gene Reports*, 24, 101217.
- Vucevic, D., Melliou, E., Vasilijic, S., Gasic, S., Ivanovski, P., Chinou, I., & Colic, M. (2007). Fatty acids isolated from royal jelly modulate dendritic cell-mediated immune response in vitro. *International immunopharmacology*, 7(9), 1211-1220.
- Wang, J.G.; Ruan, J.; Li, C.Y.; Wang, J.M.; Li, Y.; Zhai, W.T.; Zhang, W.; Ye, H.; Shen, N.H.; Lei, K.F.; Chen, X.F. and Yang, X.Y. (2012) Connective tissue growth factor, a regulator related with 10-hydroxy-2-decenoic acid down-regulate MMPs in rheumatoid arthritis. *Rheumatol. Int.*, 32, 2791-2799.
- Wang, J., Yin, Y., Xu, N., Zhou, B., & Qin, T. (2022). Royal jelly attenuates LPS-induced immune dysfunction of dendritic cells via Nrf2/HO-1 axis. *Journal of Functional Foods*, 95, 105191.
- Wang, W., Li, X., Li, D., Pan, F., Fang, X., Peng, W., & Tian, W. (2023). Effects of major royal jelly proteins on the immune response and gut microbiota composition in cyclophosphamide-treated mice. *Nutrients*, 15(4), 974.
- Zahran, A. M., Elsayh, K. I., Saad, K., Elloseily, E. M., Osman, N. S., Alblihed, M. A., ... & Mahmoud, M. H. (2016). Effects of royal jelly supplementation on regulatory T cells in children with SLE. *Food & nutrition research*, 60(1), 32963.

THE EFFECT OF FLOUR ON THE NOODLE PROPERTIES: A COMPARATIVE STUDY OF PURPLE FLOUR AND PURPLE WHEAT FLOUR

Fundagül EREM

Dr. Öğr. Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Zonguldak, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1562-0686>

ABSTRACT

Recently, purple flour gained much attention due to its anthocyanin-rich ingredients, which enhance antioxidant potential. While purple flour is obtained by adding fruit or vegetable extracts into the wheat flour, there is also a different type of flour in the market that receives interest, is rich in anthocyanins, and is obtained from purple wheat. This study aimed to compare the effects of purple flour and purple wheat flour on the properties of noodles. The control noodle (WN) was made from wheat flour. The other noodles coded as PN, WPWN, and PWN were prepared with purple flour, whole purple wheat flour, and purple wheat flour, respectively. Flour samples were analyzed for moisture content, water, and sodium carbonate retention capacities. Regarding the dried noodles, first, the noodles' optimal cooking time (OCT) was determined, then weight gain, volume increase, and cooking loss values were ascertained as cooking properties. Furthermore, raw noodles' moisture content, total anthocyanin content, and antioxidant activity were determined, and color values were measured. While the lowest water (55.44%) and sodium carbonate (72.32%) retention capacities were observed for purple flour, the same parameters were the highest for whole purple wheat flour (76.52%) and purple wheat flour (97.26%), respectively ($p < 0.05$). No significant differences existed between the OCT of PN, WPWN, and PWN. However, WN had significantly higher OCT values ($p < 0.05$). While the highest weight gain (181.27%) was observed for WPWN ($p < 0.05$), no significant differences were found between the weight gain of other noodles. The order of the volume increase of the noodles was found as WPWN > PWN > PN > WN ($p < 0.05$). Cooking loss values of noodles ranged between 6.6-9.7%, of which the highest loss was observed for PN and WPWN. The total anthocyanin content (306.36 mg CGE/kg) and antioxidant activity (3198.28 $\mu\text{mol TE/kg}$) of PN were the highest ($p < 0.05$). Compared to the control, the darkness, and redness of the noodles were increased ($p < 0.05$), however, the highest and lowest yellowness were observed for PWN and PN, respectively. Results indicated that purple flour was more effective in enhancing the functional properties (in terms of anthocyanin content and antioxidant activity) of the noodles, purple wheat flour, on the other hand, was better for preserving the cooking properties.

Keywords: Noodle, cooking characteristics, anthocyanin, antioxidant, functional, color.

INTRODUCTION

Anthocyanins belong to the flavonoid group of phenolic compounds and are the natural colorants responsible for several fruits, vegetables, and their derivatives' blue-to-black blue and red-to-purple colors. They are biologically active substances, which makes them potentially beneficial to health. Several studies in the literature show the positive health effects of anthocyanin-containing foods (Bendokas et al., 2020; Gonçalves et al., 2021; Merez-Sadowska et al., 2023; Shozib et al., 2021; Speer et al., 2020; Tena et al., 2020; Verediano et al., 2021).

Nowadays, purple flour and purple wheat flour have attracted the interest of consumers regarding their anthocyanin content and thus being potential functional food ingredients. Purple flour is produced by blending wheat flour with a dried purple extract, which is obtained from several anthocyanin-rich fruits and/or vegetables such as blueberry, elderberry, black mulberry, blackberry, aronia, pomegranate, sour cherry, eggplant, black carrot, red beet, and red onion (Anonymous, 2022). The selected fruits and vegetables for the production of purple flour could be changed depending on the choice of manufacturers. The other option to produce purple flour is blending wheat flour with dried and milled fruits and/or vegetables. Furthermore, gluten-free purple flour, which contains starch or starch blends instead of wheat flour, is also present in the market. On the other hand, purple wheat flour is obtained by finely grinding the anthocyanin-pigmented grain, purple wheat. The anthocyanin content of this colored wheat provides nutritional and health benefits (Gamel et al., 2023; Garg et al., 2022). This study aimed to compare the effects of purple flour and purple wheat flour on noodle properties. Since the purple wheat is generally grounded as a whole, the flour obtained is usually sold as whole purple wheat flour. On the other hand, it is reported that anthocyanins are localized mainly in the pericarp (Grausgruber et al., 2018; Morgounov et al., 2020) but could diffuse into the endosperm during flour extraction (Zeven, 1991). Therefore, besides the whole purple wheat flour, purple wheat flour, which has been obtained by sieving the whole purple wheat flour, was also used in the study to see their effects.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Wheat flour (Nora, Ankara, Türkiye), purple flour (Nora, Ankara, Türkiye), and whole purple wheat flour (Kappadokia, Edirne, Türkiye) were purchased from an online supplier. The whole purple wheat flour was passed through a sieve with an aperture size of 212 μm to remove the bran and obtain the purple wheat flour. Salt (Billur, İzmir, Türkiye) was bought from a local market and distilled water was used for the noodle preparation. All the chemicals used were of analytical grade.

Methods

Analyses of Flour Samples

The moisture content of the flour samples was determined gravimetrically according to method 934-01 (AOAC, 2000). The method of AACC (1999) was used to determine the solvent (water (W) and sodium carbonate (SC)) retention capacity (SRC) of the flour samples.

Preparation of Noodle Samples

Wheat flour (WF) was used to prepare the control noodles (WN). The other three noodles were made from purple flour (PN), whole purple wheat flour (WPWN), and purple wheat flour (PWN). The noodle preparation was carried out according to Park et al. (2022) with some modifications. All noodle formulations (Table 1) contained the same amount of flour and salt (2%, flour weight basis), however, the water amount varied depending on the flour type. Preliminary tests showed that the amount of water necessary for obtaining a processable dough with wheat flour was 40% of the flour weight. The amount of water that should be added to each noodle formulation to obtain a similar dough consistency was calculated based on the water retention capacities (Table 2) of flour samples. The ingredients were mixed and kneaded for 15 min to obtain the dough. Then the dough was put into a zip-logged bag and held at 30 °C for 30 min. The noodle dough was passed through the cylinders of the pasta machine to obtain the dough sheets of 1.2 mm thickness gradually. Then, the dough sheet was cut, and 15 cm of length strands were obtained. The strands were dried in an oven (Nuve FN

120, Ankara, Türkiye) at 40 °C overnight. Analyses were performed on dried noodles. Images of noodle samples are given in Figure 1.

Table 1. The formulation of the noodles

Ingredients	WN	PN	WPWN	PWN
Flour (g)	200.0	200.0	200.0	200.0
Salt (g)	4.0	4.0	4.0	4.0
Water (g)	80.0	72.5	100.0	99.0



Figure 1. The images of **a)** fresh **b)** dried **c)** cooked noodle samples (WN: wheat flour noodle, PN: purple flour noodle, WPWN: whole purple wheat flour noodle, PWN: purple wheat flour noodle)

Analyses of Noodle Samples

The noodles were ground with a coffee grinder (Sinbo SCM2934, Türkiye) and were maintained at -20 °C for other analyses after determining the moisture content.

Moisture content: The method (934-01) of AOAC (2000) was used to determine the moisture content of noodle samples gravimetrically.

Total anthocyanin content: The total anthocyanin content analyses of raw noodle samples were performed according to the method of Žilić et al. (2016) with minor modifications. The extraction solvent (Methanol:1N HCl, 85:15, v/v) of 10 ml was added to the noodles (5 g) and extracted with continuous stirring at room temperature for 30 min. The supernatant obtained by centrifuging (Nuve NF 800R, Ankara, Türkiye) at 3000 x g for 15 min was filtered. Then the absorbance was measured with a spectrophotometer (Shimadzu UV-1800, Kyoto, Japan) at 535 and 700 nm. The total anthocyanin content was calculated as mg cyanidin-3-glucoside equivalent (CGE) per kg sample with Eq. (1):

$$\text{Total anthocyanin content} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times L} \quad (1)$$

where, A is the difference of absorbance values at 535 and 700 nm, MW is the molecular weight of cyanidin-3-glucoside (449.2 g/mol), DF is the dilution factor, ϵ is the molar extinction coefficient (25965 Abs/M.cm for cyanidin-3-glucoside), and L is the pathlength (1 cm).

Antioxidant activity: The antioxidant activity of raw noodle samples was determined with some modifications of the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method of Meng et al. (2020). The raw noodle samples (2g) were mixed with 6 ml of 80% methanol and the mixture was held in an ultrasonic bath (Faithful FSF-040S, China, 240W ultrasonic power, 40 kHz ultrasonic frequency) at 30 °C for 30 min. Then centrifugation (3000 x g, 15 min) was carried out and the obtained supernatant was filtered. To the extracts or Trolox (10-140 μ M) of 1 ml, 4 ml of 75 μ M DPPH prepared in methanol was added and the mixture was incubated at room temperature for 30 min and the absorbances were measured at 516 nm (Shimadzu UV-1800, Kyoto, Japan). The results were expressed as μ mol Trolox equivalent per kg sample (μ mol TE/kg sample).

Cooking properties: The optimal cooking time of the noodles was determined by boiling 20 g of noodles in 250 ml of distilled water until the white cores in the center of the noodle strands disappeared (Kim et al., 2014). Weight gain, volume increase, and cooking loss values were determined for noodles boiled at optimal cooking time (20 g of noodles in 250 ml water). The weight and volume difference between the raw and cooked noodles were expressed as the percentage of raw noodle weight and volume, and determined as weight gain and volume increase, respectively (Madenci et al., 2018). Cooked noodles were drained through a porcelain Buchner funnel and rinsed with cold water. Cooking loss was determined by evaporating the 50 ml portions of the cooking water, diluted to 350 ml with rinse water, in pre-weighed petri dishes at 105 °C until constant weight (Yadav et al., 2014).

Color measurement: A spectral colorimeter (CHN CS-410, Hongzhou, China) with a D65 illuminant was used to measure the color of the raw noodle samples. The observing angle was adjusted to 10° and a white plate ($L^* = 98.55$, $a^* = 0$, $b^* = 1.32$) was used as the calibration standard. The results were expressed in terms of L^* (dark-light), a^* (green-red), and b^* (blue-yellow) values using CIELab parameters.

Statistical Analyses

Analysis of variance (ANOVA) was performed to determine the significant differences between the samples using SAS System Software (SAS OnDemand for Academics). The parameters determined as significant at the 95% confidence level were evaluated by Duncan's multiple range test. Two batches of noodles were produced for each formulation. Analyses were run in duplicate samples for each batch. The results were given as mean \pm standard deviation.

RESULTS and DISCUSSION

Properties of Flour Samples

Moisture content and SRC of flour samples are shown in Table 2. The moisture content of the flour samples was in the range of 6.5-7.4%. As seen in Table 2, W-SRC and SC-SRC values of flour samples were significantly ($p < 0.05$) different and the lowest SRC values were observed for PF. W-SRC values provide information about the water-holding capacity of flour components such as protein, starch, and arabinoxylans and thus the required water amount to make a dough (Jeon et al., 2019). Noodle doughs were prepared according to the W-SRC values in Table 2 (see the Methods section). SC-SRC value is related to the damaged or pregelatinized starch of the flour and the amount of amylopectin released from starch (Kweon et al., 2011). Furthermore, it is usually positively correlated with the W-SRC value

and the cooking loss of the noodles (Jeon et al., 2019). However, although the W-SRC values of WPWF and PWF were quite similar, PWF had a higher SC-SRC value. This may be due to the larger bran content of WPWF, which may cause it to have a relatively lower damaged starch content than the PWF. Lu et al. (2018) and Park et al. (2022) reported that larger particle-sized brans caused lower SC-SRC values. Moreover, Park et al. (2022) determined lower damaged starch content for purple wheat bran samples with larger particle sizes.

Table 2. Some properties of flour samples

	WF	PF	WPWF	PWF
Moisture content (%)	6.506 ^b ± 0.156	6.607 ^b ± 0.432	7.047 ^{ab} ± 0.270	7.437 ^a ± 0.209
W-SRC (% dw)	61.185 ^c ± 0.103	55.442 ^d ± 0.310	76.521 ^a ± 0.556	75.822 ^b ± 0.227
SC-SRC (% dw)	76.116 ^c ± 0.133	72.319 ^d ± 0.283	93.952 ^b ± 0.610	97.260 ^a ± 0.427

WF: wheat flour; PF: purple flour; WPWF: whole purple wheat flour; PWF: purple wheat flour; W-SRC: water solvent retention capacity; SC-SRC: sodium carbonate solvent retention capacity; dw: dry weight

Different superscript lowercase letters in each row show significant differences ($p < 0.05$)

Cooking Performance of the Noodle Samples

The results for the cooking properties of noodle samples are shown in Figure 1. The optimal cooking time of WN was significantly ($p < 0.05$) the highest while no significant differences were observed among PN, WPWN, and PWN. Genetic background, processing technology, and noodle strand size have been reported to be the most important factors affecting optimal cooking time (Ye & Sui, 2016). It was stated that the cooking time of the noodles might be affected by the physicochemical changes in the protein and starch molecules that take place during cooking (Park & Baik, 2004). Inadequate gluten development may result in faster moisture penetration and hence shorter OCT of noodles (Jin et al., 2021). Purple wheat has a lower gluten content (Hailu Kassegn, 2018) and the gluten content of the purple flour (PF) might be reduced due to the incorporation of fruit/vegetable extracts. This situation may be the reason for lower OCT.

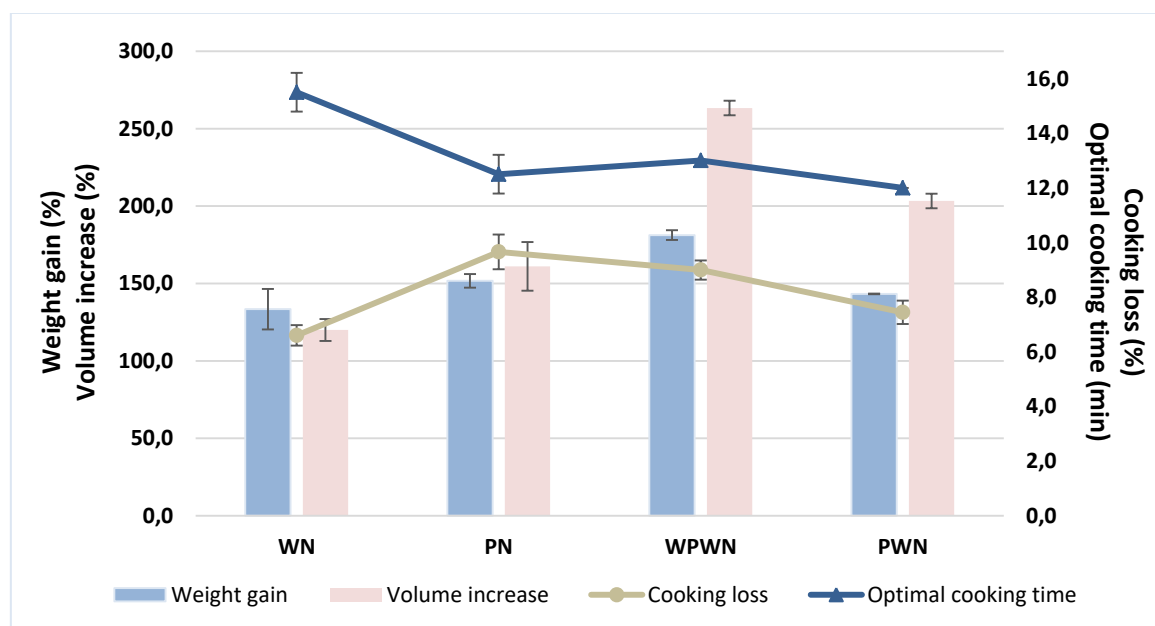


Figure 2. Cooking characteristics of noodle samples (WN: wheat flour noodle, PN: purple flour noodle, WPWN: whole purple wheat flour noodle, PWN: purple wheat flour noodle)

The cooking loss of noodle samples was determined as 6.6%, 9.7%, 9.0%, and 7.4% for WN, PN, WPWN, and PWN, respectively (Figure 2). Despite the low OCT value, PN, WPWF, and PWF lost much more solids than WN ($p < 0.05$). This could be due to the stronger gluten network of WN. The higher the strength of the gluten network, the lower the cooking loss (Niu et al., 2017). Probably, PN had the weakest gluten network and thus lost much more solids during cooking. Furthermore, wheat bran is known to adversely affect the gluten network, and the negative effect of coarse bran particles on gluten network formation in the dough was reported to be more (Özboy & Köksel, 1997). This can explain the higher cooking loss of WPWN. Similarly, Park et al. (2022) found higher turbidity in the cooking water, thus higher cooking loss with increasing bran content. On the other hand, Sissons et al. (2012) indicated that the cooking loss of wheat pasta should not be higher than 7-8%. It is stated in the Turkish Food Codex Communiqué on pasta that the acceptable cooking loss value is a maximum of 10% for durum wheat semolina pasta. In this context, the observed cooking loss values could be accepted within the range of legal limits.

As seen in Figure 2, in terms of weight gain and volume increase, WPWN had significantly ($p < 0.05$) higher values, which could be attributed to the bran content of the flour. The higher water absorption capacity of WPWF, most probably due to the coarse bran content led to a higher increase in the weight and the volume of the noodles. A weaker gluten network in the dough can cause more water penetration during cooking (Jin et al., 2021). Therefore, PN could also be expected to gain more weight. However, probably the effect of bran content of WPWN rather than gluten structure on water absorption thus weight gain was more dominant. Jin et al. (2021) determined higher weight gain in the noodles when fortified the noodles with coarse bran compared to superfine bran fortified and control noodles. The bran content of WPWN is also quite apparent in Figure 1b.

Some Chemical Properties and Color Values of Noodle Samples

Some properties of noodles are shown in Table 3. There were significant differences between the moisture content values of the noodle samples ($p < 0.05$). As shown in Table 1, the amount of water used to make the dough differed depending on the flour type. Since the drying time was the same for all samples, the final moisture content was determined as different.

The total anthocyanin content of PN was determined approximately 274-fold, 17-fold, and 32-fold higher than WN, WPWN, and PWN, respectively ($p < 0.05$). Previous work has shown the antioxidant activity of purple bread made from purple flour as 30.23-42.60% as an inhibition rate (Sugeçti, 2024). The corresponding inhibition percentage was 57% for PN given in Table 3. Although the anthocyanin content of WPWN was higher than PWN, there were no differences between their antioxidant activity. Purple pigments are localized in the bran layer in purple wheat (Grausgruber et al., 2018; Morgounov et al., 2020). This explained the difference in the anthocyanin content of WPWN and PWN. On the other hand, other phenolic compounds, which could contribute to the antioxidant activity, could be found much more in endosperm than in pericarp. Abdel-Aal et al. (2018) found that whole purple wheat grain's anthocyanin content was 21.3 mg/kg. This value is consistent with the value given for WPWN in Table 3.

The color values of the noodle samples are given in Table 3. Significant differences were found among the color values of noodle samples ($p < 0.05$). A decrease in the L^* and an increase in the a^* values were observed compared to WN. Purple pigments made the noodles darker and more red. Considering the b^* value, WN's yellowness and PN's blueness were the

highest. The hue angle of PN was an apparent indicator of its purple color. The color of the noodle samples can be seen in Figure 1.

CONCLUSION

Results indicated that purple flour was more effective in enhancing the functional properties. Noodles made from purple flour were found superior concerning the total anthocyanin content and antioxidant activity. Considering the whole purple wheat flour and purple wheat flour, it was seen that eliminating the coarse bran particles resulted in a decrease in the anthocyanin content. However, their antioxidant activity was found similar. This was most probably due to the other phenolic compounds other than the anthocyanins. On the other hand, purple wheat flour both with and without bran content, was better for preserving the cooking properties. The results of the study showed that both purple flour and purple wheat flour could be good ingredients for noodle making. However, further studies should be made to strengthen the gluten network in the dough. Investigating the effects of different protein sources or enzymes on these flours may be a good option to improve the protein-starch network and to develop more quality products.

Table 3. The moisture content, total anthocyanin content, antioxidant activity, and color values of noodles

	WN	PN	WPWN	PWN
Moisture content (%)	9.82 ^c ± 0.14	8.91 ^d ± 0.12	11.68 ^b ± 0.24	12.56 ^a ± 0.08
Total anthocyanin content (mg CGE/kg)	1.12 ^d ± 0.02	306.36 ^a ± 0.95	18.31 ^b ± 0.64	9.60 ^c ± 0.70
Antioxidant activity (µmol TE/kg)	230.18 ^c ± 8.05	3198.28 ^a ± 140.74	566.83 ^b ± 37.42	526.74 ^b ± 6.79
Color values				
L*	78.36 ^a ± 0.99	57.93 ^b ± 1.03	46.41 ^c ± 0.93	43.01 ^d ± 1.29
a*	3.57 ^d ± 0.31	13.01 ^a ± 0.34	9.95 ^c ± 0.45	12.47 ^b ± 0.71
b*	17.61 ^b ± 1.44	-1.59 ^d ± 0.14	15.87 ^c ± 0.82	18.53 ^a ± 0.84
C*	17.97 ^b ± 1.47	13.10 ^c ± 0.34	18.74 ^b ± 0.65	22.34 ^a ± 1.03
h°	78.55 ^b ± 0.28	353.02 ^a ± 0.63	57.88 ^c ± 2.05	56.07 ^d ± 1.04

WN: wheat flour noodle, PN: purple flour noodle, WPWN: whole purple wheat flour noodle, PWN: purple wheat flour noodle, CGE: cyanidin-3-glucoside equivalent, TE: Trolox equivalent

Different superscript lowercase letters in each row show significant differences (p<0.05)

REFERENCES

- AACC. (1999). Method 56-11.01. American Association of Cereal Chemists (AACC): Approved Methods of the AACC, 10–11. <https://doi.org/10.1094/AACCIntMethod-56-11.01>
- Abdel-Aal, E. S. M., Hucl, P., & Rabalski, I. (2018). Compositional and antioxidant properties of anthocyanin-rich products prepared from purple wheat. *Food Chemistry*, 254(September 2017), 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.170>
- Anonymous. (2022). Tahıl Endüstrisinde Yeni Trend: Mor Un Nedir? Nasıl Üretilir? <https://www.nfds.com.tr/tahil-endustrisinde-yeni-trend-mor-un-nedir>
- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis (17th ed.). The Association of Official Analytical Chemists.
- Bendokas, V., Stanys, V., Mažeikienė, I., Trumbeckaitė, S., Baniene, R., & Liobikas, J. (2020). Anthocyanins: From the field to the antioxidants in the body. *Antioxidants*, 9(9), 1–16. <https://doi.org/10.3390/antiox9090819>

- Gamel, T. H., Saeed, S. M. G., Ali, R., & Abdel-Aal, E. S. M. (2023). Purple Wheat: Food Development, Anthocyanin Stability, and Potential Health Benefits. *Foods*, 12(7), 1–19. <https://doi.org/10.3390/foods12071358>
- Garg, M., Kaur, S., Sharma, A., Kumari, A., Tiwari, V., Sharma, S., Kapoor, P., Sheoran, B., Goyal, A., & Krishania, M. (2022). Rising Demand for Healthy Foods-Anthocyanin Biofortified Colored Wheat Is a New Research Trend. *Frontiers in Nutrition*, 9(May). <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.878221>
- Gonçalves, A. C., Nunes, A. R., Falcão, A., Alves, G., & Silva, L. R. (2021). Dietary effects of anthocyanins in human health: A comprehensive review. *Pharmaceuticals*, 14(7), 1–34. <https://doi.org/10.3390/ph14070690>
- Grausgruber, H., Atzgersdorfer, K., & Böhmendorfer, S. (2018). Purple and blue wheat-health-promoting grains with increased antioxidant activity. *Cereal Foods World*, 63(5), 217–220. <https://doi.org/10.1094/CFW-63-5-0217>
- Hailu Kassegn, H. (2018). Determination of proximate composition and bioactive compounds of the Abyssinian purple wheat. *Cogent Food and Agriculture*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1421415>
- Jeon, S., Baik, B. K., & Kweon, M. (2019). Solvent retention capacity application to assess soft wheat flour quality for making white-salted noodles. *Cereal Chemistry*, 96(3), 497–507. <https://doi.org/10.1002/cche.10150>
- Jin, X., Lin, S., Gao, J., Wang, Y., Ying, J., Dong, Z., & Zhou, W. (2021). Effect of Coarse and Superfine-ground Wheat Brans on the Microstructure and Quality Attributes of Dried White Noodle. *Food and Bioprocess Technology*, 14(6), 1089–1100. <https://doi.org/10.1007/s11947-021-02621-2>
- Kim, Y., Kee, J. I., Lee, S., & Yoo, S. H. (2014). Quality improvement of rice noodle restructured with rice protein isolate and transglutaminase. *Food Chemistry*, 145, 409–416. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.078>
- Kweon, M., Slade, L., & Levine, H. (2011). Solvent retention capacity (SRC) testing of wheat flour: Principles and value in predicting flour functionality in different wheat-based food processes and in wheat breeding-A review. *Cereal Chemistry*, 88(6), 537–552. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-07-11-0092>
- Lu, L., Cao, X., Zhou, S., Li, Y., Wang, L., Qian, H., Zhang, H., & Qi, X. (2018). Effect of Wheat Bran Particle Size on the Quality of Whole Wheat Based Instant Fried Noodles. *Journal of Food and Nutrition Research*, 6(5), 295–301. <https://doi.org/10.12691/jfnr-6-5-3>
- Madenci, A. B., Bilgiçli, N., & Türker, S. (2018). Effects of dietary fibre and antioxidant-rich ingredients on some quality characteristics of fresh and dry pasta. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 10(3), 315–324. <https://doi.org/10.3920/QAS2018.1311>
- McLellan, M. R., Lind, L. R., & Kime, R. W. (1995). Hue angle determinations and statistical analysis for multiquadrant Hunter L, a, b data. *Journal of Food Quality*, 18(3), 235–240.
- Merecz-Sadowska, A., Sitarek, P., Kowalczyk, T., Zajdel, K., Jęcek, M., Nowak, P., & Zajdel, R. (2023). Food Anthocyanins: Malvidin and Its Glycosides as Promising Antioxidant and Anti-Inflammatory Agents with Potential Health Benefits. *Nutrients*, 15(13). <https://doi.org/10.3390/nu15133016>
- Morgounov, A., Karaduman, Y., Akin, B., Aydogan, S., Baenziger, P. S., Bhatta, M., Chudinov, V., Dreisigacker, S., Govindan, V., Güler, S., Guzman, C., Nehe, A., Poudel, R., Rose, D., Gordeeva, E., Shamanin, V., Subasi, K., Zelenskiy, Y., & Khlestkina, E. (2020). Yield and quality in purple-grained wheat isogenic lines. *Agronomy*, 10(1), 1–14. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010086>
- Niu, M., Hou, G. G., Kindelspire, J., Krishnan, P., & Zhao, S. (2017). Microstructural, textural, and sensory properties of whole-wheat noodle modified by enzymes and emulsifiers. *Food Chemistry*, 223, 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.021>

- Özboy, Ö., & Köksel, H. (1997). Unexpected Strengthening Effects of a Coarse Wheat Bran on Dough Rheological Properties and Baking Quality. *Journal of Cereal Science*, 25(1), 77–82. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jcrs.1996.0076>
- Park, C. S., & Baik, B. K. (2004). Cooking Time of White Salted Noodles and Its Relationship with Protein and Amylose Contents of Wheat. *Cereal Chemistry*, 81(2), 165–171. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2004.81.2.165>
- Park, G., Cho, H., Kim, K., & Kweon, M. (2022). Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Fresh Noodles Formulated with Flour-Bran Blends Varied by Particle Size and Blend Ratio of Purple-Colored Wheat Bran. *Processes*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/pr10030584>
- Shozib, H. B., Islam, M. M., Mahmud, S. A. S., Bari, M. N., Akter, N., Jahan, S., Hosen, S., Hossain, M. N., Nabi, A. H. M. N., Siddiquee, M. A., & Haque, M. M. (2021). Application of Cyanidin-3-Glucosides as a functional food ingredient in rice-based bakery products. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(12), 7472–7480. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.042>
- Sissons, M., Abecassis, J., Marchylo, B., & Cubadda, R. (2012). Methods Used to Assess and Predict Quality of Durum Wheat, Semolina, and Pasta. In *Durum Wheat Chemistry and Technology: Second Edition (Second Edi)*. AACC International, Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-1-891127-65-6.50017-9>
- Speer, H., D’Cunha, N. M., Alexopoulos, N. I., McKune, A. J., & Naumovski, N. (2020). Anthocyanins and human health—a focus on oxidative stress, inflammation and disease. *Antioxidants*, 9(5), 1–13. <https://doi.org/10.3390/antiox9050366>
- Sugeçti, M. (2024). Investigation of the Presence of Acrylamide in Bread Enriched with Purple Onion Peel Extract and Made with Purple Flour. Karabük University.
- Tena, N., Martín, J., & Asuero, A. G. (2020). State of the art of anthocyanins: Antioxidant activity, sources, bioavailability, and therapeutic effect in human health. *Antioxidants*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/antiox9050451>
- Verediano, T. A., Stampini Duarte Martino, H., Dias Paes, M. C., & Tako, E. (2021). Effects of anthocyanin on intestinal health: A systematic review. *Nutrients*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/nu13041331>
- Yadav, B. S., Yadav, R. B., Kumari, M., & Khatkar, B. S. (2014). Studies on suitability of wheat flour blends with sweet potato, colocasia and water chestnut flours for noodle making. *Lwt*, 57(1), 352–358. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.042>
- Ye, X., & Sui, Z. (2016). Physicochemical properties and starch digestibility of Chinese noodles in relation to optimal cooking time. *International Journal of Biological Macromolecules*, 84, 428–433. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.12.054>
- Zeven, A. C. (1991). Wheats with purple and blue grains: a review. *Euphytica*, 56(3), 243–258. <https://doi.org/10.1007/BF00042371>
- Žilić, S., Kocadağlı, T., Vančetović, J., & Gökmen, V. (2016). Effects of baking conditions and dough formulations on phenolic compound stability, antioxidant capacity and color of cookies made from anthocyanin-rich corn flour. *Lwt*, 65, 597–603. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.057>

ZEHİRLİ MANTARLAR VE ZEHİRLENME BELİRTİLERİ

POISONOUS MUSHROOMS AND POISONING SYMPTOMS

Nesrin İÇLİ

Doç. Dr., Kastamonu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,
Kastamonu, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0617-0639>

ÖZET

Doğada mevsimlere bağlı olarak kendiliğinden yetişen yenilebilir mantarlar, özellikle kırsal kesimde yaşayan halk için önemli bir besin maddesidir. Dünya çapında bilinen yaklaşık 5000 mantar türünden yaklaşık birkaç yüzü yenilebilir, potansiyel olarak ölümcül olan birkaçı da dahil olmak üzere yaklaşık Avrupa'da yetişenlerin 150'sinin ve ülkemizde yetişenlerin yaklaşık 110'unun zehirli olduğu bilinmektedir. Bunun için besin değeri yüksek ve sevilen yiyeceklerden biri olan mantarı, yenilebilir mi yoksa zehirli mi olduğunu bilmeden yemek ölüme yol açabilir. Her yıl dünyada ve ülkemizde birçok insan zehirli mantarlardan olumsuz etkilenmekte veya mantar zehirlenmesinden ölmektedir. Ülkemizde mantar zehirlenmelerinin sık görülmesinin nedeni yabani mantar türlerinin besin olarak yaygın kullanımınıdır. Özellikle amanitinler; ayrıca gyromitrin, ibotenik asit, muskarin, muskimol, orellanın vb gibi bazı zehirli bileşikleri içerdiği tanımlanan mantarların hayatı tehdit eden zehirlenmelere neden olduğu görülmektedir. Ciddi mantar zehirlenmeleri arasında, amatoksin zehirlenmesi birincil öneme sahiptir çünkü mantarla ilgili tüm ölümlerin %90-95'ini oluşturur. Zehirlenme belirtilerinin görülmesine kadar geçen süre göz önüne alındığında kısa latent dönemli (<6 saat) zehirlenme sendromları arasında muskarinik zehirlenme, Panthercap/Sinek mantarı zehirlenmesi, gastrointestinal tahriş edici sendrom, Psilocybin veya Sihirli Mantar zehirlenmesi (halüsinojenik sendrom), paxillus zehirlenmesi (Brown Rollrim) ve koprin zehirlenmesi sendromları yer alır. Amatoksin zehirlenmesi, orellanın zehirlenmesi, giromitrin zehirlenmesi ve rabdomiyoliz sendromu ise daha uzun latent dönemli (6 ila 24 saat) zehirlenme sendromları arasında yer almaktadır. Bu bildiri çalışmasında özellikle Avrupa'da ve ülkemizde görülen toksisitesi ile çeşitli sendromlara yol açabilen yüksek mantarlar ve ortaya çıkardıkları zehirlenme belirtileri ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mantar zehirlenmesi, amanitin, psilocybin, giromitrin, orellanın, muskarin, koprin.

ABSTRACT

Edible mushrooms that grow naturally in nature depending on the seasons are an important food item, especially for people living in rural areas. Of the approximately 5000 species of mushrooms known worldwide, about a few hundred of which are edible, including a few that are potentially deadly, it is known that about 150 of those growing in Europe and about 110 of those growing in our country are poisonous. For this reason, eating mushrooms, which are one of the most popular foods with high nutritional value, without knowing whether they are edible or poisonous can lead to death. Every year, many people in the world and in our country are adversely affected by poisonous mushrooms or die from mushroom poisoning. The reason why mushroom poisonings are frequently seen in our country is the widespread use of wild mushroom species as food. It is observed that mushrooms that are identified to

contain some poisonous compounds such as amanitins, as well as gyromitrin, ibotenic acid, muscarin, muscimol, orellanin, etc., cause life-threatening poisonings. Among serious mushroom poisonings, amatoxin poisoning is of primary importance because it accounts for 90-95% of all mushroom-related deaths. Considering the time until the symptoms of poisoning appear, the short latent period (<6 hours) poisoning syndromes include muscarinic poisoning, Panthercap/Fly mushroom poisoning, gastrointestinal irritant syndrome, Psilocybin or Magic Mushroom poisoning (hallucinogenic syndrome), paxillus poisoning (Brown Rollrim) and coprine poisoning syndromes. Amatoxin poisoning, orellanin poisoning, gyromitrin poisoning and rhabdomyolysis syndrome are among the poisoning syndromes with longer latent periods (6 to 24 hours). In this report, especially in Europe and our country, high toxicity mushrooms that can cause various syndromes and the poisoning symptoms they cause will be discussed.

Keywords: Mushroom poisoning, amanitin, psilocybin, gyromitrin, orellanin, muscarin, coprine.

GİRİŞ

Mantarlar doğada her yerde bulunan kara, tatlı su ve deniz ortamlarında yaklaşık 100.000 türü tanımlanmış olan ancak birkaç milyonunun var olduğu tahmin edilen ve doğada en iyi uyum sağlayan organizmalardan biridir (Blackwell, 2011). Dünya çapında mantar türlerinin çeşitliliği yaklaşık olarak 0,14 milyon olarak hesaplanmıştır. Bunlardan 14.000'i bilinmektedir ve 7.000'inin farklı yenilebilirlik seviyelerine sahip olduğu düşünülmektedir. 2.000'den fazla tür güvenlidir ve 700'ünün önemli farmakolojik özelliklere sahip olduğu belgelenmiştir (Reshetnikov ve Tan, 2001; Wasser, 2002).

Mantarlar yapısal olarak toksinler de dahil çok sayıda çeşitli ikincil metabolit üretir. Genel olarak, çoğu mantar ikincil metabolitinin ekolojik rolü henüz açıklığa kavuşturulmamış olsa da bu bileşiklerin üretici organizmaya bir hayatta kalma avantajı sağlamak için üretildiği düşünülmektedir (Spiteller, 2008). Şapkaklı mantarlar, etli, spor taşıyan meyve gövdeleri üreten, Ascomycota ve Basidiomycota'nın üst şubelerine ait mantarlardır (Cheung, 2008).

Doğal ürün kimyacıları mantarları, çeşitli hastalıklar için insanlarda dikkate değer bir biyoaktivite ve potansiyel uygulama yelpazesine sahip, yapısal olarak çeşitli ve benzersiz ikincil metabolitlerin zengin kaynakları olarak değerlendirmişlerdir (Zhou ve Liu, 2010; Lin ve ark., 2019). Bununla birlikte, toksik veya zehirli mantarlar olarak adlandırılan bazı mantarlar bazen büyük ve ölümcül toksisiteye neden olabilir. Bir dizi tür sağlığa zararlı olarak nitelendirilmiş ve toksik türler olarak tanımlanmıştır. Yararlı özelliklere sahip bazı mantar türlerinde toksik maddeler de bulunur (Nieminen, Kirsi ve Mustonen 2006; Hossain ve Park, 2014). Toksin içeren mantarların yenilmesi kazara gerçekleşir ve genellikle türlerin yanlış tanımlanmasıyla gerçekleşir (Karlson-Stiber ve Persson, 2003; Flesch ve Saviuc 2004; Hossain ve Park, 2014). Bildirilen 14.000 mantar türünden 70-80'inin toksik olduğu bilinmektedir. Birkaç mantardan birkaç istisnai derecede güçlü toksin tanımlanmıştır. Az miktarda tüketilmesi bile insanlar için tehlikeli olabilir. Güçlü toksisiteden sorumlu en bilinen sekonder metabolitler, Amanita phalloides ve diğer türlerin toksinleri olan amanitinler (Hallen ve ark., 2007; Luo ve ark., 2012; Lee ve ark., 2022) ve Cortinarius orellanus ve ilgili mantarlar tarafından üretilen orellanindir (Spiteller, Spiteller, ve Steglich, 2003; Lee ve ark., 2022).

YÖNTEM

Mantarların toksinler de dahil yapısal olarak çok sayıda çeşitli ikincil metabolit ürettiği bilinmektedir. Toksik veya zehirli mantarlar olarak adlandırılan toksinleri içeren mantarlar bazen büyük ve ölümcül toksisiteye neden olabilir. Bu nedenle bu derleme çalışmasında

ülkemizde de görülen bazı önemli zehirli mantarlar ve zehirlenme belirtileri Web of Science veri tabanı kullanılarak bir literatür taraması yöntemiyle literatürdeki güncel çalışmalardan derleme ile kısaca özetlenmiştir.

BULGULAR

Zehirli Mantarlar, Toksinleri ve Zehirlenme Belirtileri

Küçük dozlarda bile yutulduğunda sağlığa gerçek bir tehlike oluşturan olağanüstü güçlü toksinler içeren bazı mantarlar vardır. Mantar toksinleri yedi ana kategoriye ayrılmıştır; amatoksinler (siklopeptidler), orellanin (Cortinarius türleri), gyromitrin (monometilhidrazin), muskarin, ibotenik asit, psilocybin ve coprine (Lin, ve Wang, 2004; Jo, Hossain ve Park, 2014). Sitotoksik olan ve böbrek ve karaciğere zarar veren amatoksinler ve nefrotoksik olan orellanin gibi çoğu toksin iyi çalışılmış ve literatürde tanımlanmıştır (Karlson-Stiber ve Persson, 2003). Zehirli mantarlar yenilebilir olanlarla karıştırıldığında zehirlenmeler meydana gelir. Bazı önemli mantar zehirlenmesi sendromları, bunlara sebep olan en önemli türler ve bu türlerle karıştırılabilecek yenilebilir türler aşağıda Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Mantar zehirlenmesi sendromlarına genel bakış, bunlara sebep olan en önemli türler ve bu türlerle karıştırılabilecek yenilebilir türler (Wennig ve ark., 2020)

Mantar	Sendrom	Karşılabilecek yenilir mantar
Livid Pinkgill (<i>Entoloma sinuatum</i>) Sarı Boyacı (<i>Agaricus xanthoderma</i>) Yünlü Süt Şapkası (<i>Lactarius torminosus</i>) Leopar Şövalyesi (<i>Tricholoma pardinum</i>) Omphalotus olearius	Gastrointestinal tahriş sendromu	Bulutlu Huni (<i>Clitocybe nebularis</i>) Tarla Mantarı (<i>Agaricus campestris</i>) Gri Şövalye (<i>Tricholoma terreum</i>) Kanterelle (<i>Cantharellus cibarius</i>)
Aptalların Hunisi (<i>Clitocybe rivulosa</i>) Innocybe, örneğin Deadly Fibrecap (<i>Innocybe erubescens</i>)	Muskarinik zehirlenme	Değirmenci (<i>Clitopilus prunulus</i>)
Panter Şapkası (<i>Amanita pantherina</i>) Sinek Mantarı (<i>Amanita muscaria</i>)	Panter Şapkası / Sinek Mantarı zehirlenmesi	Blusher (<i>Amanita rubescens</i>) Sezar Mantarı (<i>Amanita caesarea</i>)
Adi Mürekkep Şapkası (<i>Coprinus atramentarius</i>) Çilli Dapperling (<i>Lepiota aspera</i>) (= <i>Echinoderma asperum</i>)	Koprin zehirlenmesi	Tüylü Mürekkep Şapkası / Katman Peruk (<i>Coprinus comatus</i>)
Ölüm Şapkası (<i>Amanita phalloides</i>) Yıkım Meleği (<i>Amanita virosa</i>) Küçük Dapperlings (<i>Lepiota</i> türleri) Zehirli Galerina türleri, örneğin Cenaze Çanı / Ölümcül Skullcap (<i>Galerina marginatotoxin / phalloides</i> zehirlenmesi)	Amatoksin / phalloides zehirlenmesi	Tarla Mantarı (<i>Agaricus campestris</i>) Tüylü Şemsiye (<i>Chlorophyllum rhacodes</i>) Kılıflı Woodtuft (<i>Kuehneromyces mutabilis</i>)
Sahte kuzugöbeği (<i>Gyromitra esculenta</i>)	Gyromitrin zehirlenmesi	Kuzugöbeği mantarı (<i>Morchella esculenta</i>)
Ağ şapkası, örneğin Aptalın ağ Şapkası (<i>Cortinarius Orellanus</i>)	Orellanine poisoning	Sarıkanat (<i>Cantharellus cibarius</i>)

Ölümcül ağ şapkası (<i>Cortinarius rubellus</i> , eşanlamlısı <i>Cortinarius speciosissimus</i>)		
--	--	--

Başlıca mantar zehirlenmesinden sorumlu toksinler, bunları içeren mantar türleri ve zehirlenme belirtileri aşağıda başlıklar halinde sıralanmıştır.

Amatoksinler

Amanitaceae familyası (*Amanita* cinsi) birçok toksik türe sahip olmasıyla iyi bilinir. Amatoksinler *Amanita* cinsi türlerinde bulunur: *Amanita phalloides*, *A. virosa*, *A. verna*, *A. ocreata*, *A. bisporigera*, *A. suballiancea*, *A. tenuifolia* ve *A. hygroskopica*. Amatoksin ailesi, alfa-amanitin olarak adlandırılan nötr bir bileşen, betaamanitin, gama ve delta-amanitin olarak adlandırılan bir asit bileşeni ve *A. phalloides*'ten gelen zehirsiz bileşen amanullin ve *A. virosa*'dan gelen amaninamin içerir (Wong ve Ng, 2006). Ölümcül mantar zehirlenmelerinin %98'den fazlasının amanitin içeren mantar türlerinin tüketilmesine bağlı olduğu ve bu türler içinde en çok karşılaşılan etkenin *Amanita phalloides* türü olduğu bilinmekte olup tüm mantar zehirlenmesi nedeniyle gerçekleşen ölümlerin %90'ından fazlasından sorumlu olan tür olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun dışında *Amanita verna*, *A. virosa*, *A. bisporigera*, *Galerina marginata* ve *Lepiota brunneoincarnata* da hayatı ciddi düzeyde tehdit eden zehirlenmelere neden olan mantar türleri arasındadır (Mat, 2000). Toksik etkilere falotoksin ve amatoksin neden olur. Falotoksin enterosit hücre zarında değişikliklere neden olurken, amatoksin enterositler, hepatositler ve proksimal renal tübüler hücrelerde transkripsiyonel düzeyde protein sentezini engeller. Hücre kültürlerinde diğer toksinlerin de toksik olduğu bilirse de alfa amanitin bu toksinler içinde en çok inceleneni ve mantarlarda yüksek miktarda olması nedeniyle ölümlerden sorumlu tutulandır (Vetter, 1998). *A. phalloides*'in yenilmesinden sonra amatoksin karaciğer hücrelerinin nekrozuna neden olur ve ölüm oranları yaklaşık %10 ila %20 arasında değişir. Mantarın yenilmesinden sonra 1-2 saat içinde alfa amanitin hızla kandan karaciğere geçerek ve burada biriktiği ve kanda bulunan toksinin değişmeden böbreklerden atıldığı bilinmektedir (Jaeger ve ark., 1993; Akata ve ark., 2015). OATP1B3 aracılığıyla karaciğer hücrelerine giren alfa amanitin bu organda birikmekte, önemli bir kısmı ise hepatosit nükleusuna girmekte ve konjuge edilerek bir kısmı safraya atılmaktadır (Letschert ve ark., 2006; Akata ve ark., 2015). Zehirlenme vakalarında alfa amanitin hepatositlerde yüksek miktarda biriktiği için genelde diğer organlarda hasar görülmez ancak bazen nefrotoksisite de böbrekten atılım nedeniyle görülebilmektedir. Hücrede alfa amanitin nedeniyle protein sentezinin durması mevcut proteinler yoluyla hemen hücre ölümüne neden olmayıp, birkaç gün daha hepatositlerin yaşaması sağlansa da yeni protein yapılamadığından bir süre sonra hepatositler ölmeye başlar ve eğer çok miktarda alfa amanitin molekülü birikmişse ve protein sentezi tüm hepatositlerde durmuşsa bu hücrelerin hasarına yüzünden hastada karaciğer yetmezliği tablosu meydana gelir. Bunun sonrasında hastada hepatik koma geliştiği için zehirlenmenin 5-7. günlerinde hastada karaciğer yetmezliğine oluşur ve karaciğer transplantasyonu yapılamadığı takdirde hasta kaybedilir (Trabulus ve Altıparmak, 2011).

Orellanin

Gecikmiş böbrek yetmezliğine neden olan orellanin içeren mantarlar özellikle bazı *Cortinarius* spp. (*C. orellanus*, *C. rubellus* (önceden *C. speciosissimus* veya *C. orellanoides*)) ile ilişkilidir (Dinis-Olivera ve ark., 2016). *Cortinarius* cinsi, 1950 yılına kadar toksik olmadığı düşünülen 2.000 ila 3.000 arasında mantar türünü kapsar. Zehirlenme sendromu, kronik böbrek yetmezliğine ilerleyebilen gecikmiş akut tübülöpati ile karakterizedir (Lima ve ark., 2012). Böbrek öncesi semptomlar (bulantı, kusma, ishal, susuzluk, iştahsızlık, baş ağrısı,

titreme, parestezi, uyuşukluk, terleme, döküntü, dispne, bel ağrısı) mantar yenildikten sonraki 12 saat ile 14 gün arasında (ortalama 3 gün) gelişebilir (Dinis-Olivera ve ark., 2016; White ve ark., 2019). Böbrek yetmezliğinin başlangıcı ne kadar hızlı olursa prognoz o kadar ciddi olur; 2-3 günde başlangıç şiddetli akut böbrek hasarı (ABH) ile ilişkilidir; 10 günden uzun başlangıç genellikle hafif ABH ile ilişkilidir (Danel ve ark., 2001). Ek çalışmalarda böbrek dokusunda orellaninin oksidasyonunun, biyolojik yapılarla kovalent olarak bağlanan ve hücre hasarına yol açan kinon bileşiklerini biriktirebileceği gösterilmiştir (Lima ve ark., 2012). Böbrek yetmezliği genellikle poliüri olarak başlar, ardından oligüri veya anüri gelir. Böbrek fonksiyonunun iyileşmesi yavaş olabilir ve kronik böbrek yetmezliği meydana gelebilir (White ve ark., 2019).

Muskarin

A. muscaria ve *A. pantherina* Kuzey Amerika, Avrupa, Afrika ve Japonya'da yetişir, son yıllarda birçok ülkede gençlerin halüsinasyon görmek için bilerek *A. muscaria* yedikleri bildirilmiştir (Tsujikawa ve ark., 2007). Zehirlenmenin en yaygın belirtileri motor depresyon, ataksi, ruh hali, algı ve hislerde değişiklikler, baş dönmesi, öfori, uyuşukluk, gastrointestinal rahatsızlıklar ve kas seğirmeleridir (Tsujikawa ve ark., 2007; Stormer, Koller ve Janak, 2004; Lima ve ark., 2012). Son zamanlarda yapılan bir çalışmada, *A. muscaria* (daha belirgin konfüzyon ve ajitasyon) ile *A. pantherina* (daha belirgin koma oluşumu) zehirlenmeleri arasında klinik farklılıklar olduğu ve iki ayrı klinik alt gruba ayrılmayı gerektirdiği ileri sürülmüştür (Vendramin ve Brvar, 2014). *Pantherina-muscaria* sendromu atropin benzeridir ve zehirlenme vakalarının sayısı ve ciddiyetinde ölüm nadirdir. Çoğu vakada iyileşme 24 saat sonra tamamlanır. Tedavi esas olarak semptomatiktir, zehirlenmenin etkilerini ortadan kaldırdığı için kolinesteraz inhibitörleri (atropin) önerilebilir, nöbetler durumunda benzodiazepinler veya fenobarbiton kullanılabilir (Lima ve ark., 2012). *Clitocybe* cinsinin türleri de muskarinik sendroma neden olur. *C. dealbata*, *C. rivulosa*, *C. candicans*, *C. cerussata* ve *C. phyllophila* türleri kimyasal bileşimlerinde muskarin bulunması nedeniyle literatürde zehirli mantarlar olarak tanımlanmaktadır. Sindirildikten yaklaşık 15 dakika ila 2 saat sonra hastada gastrointestinal sorunlar, miyozis, hipersekresyon ve ciddi vakalarda bradikardi ve çökmeler görülebilir. Bu sendromun tedavisi de semptomatiktir ve muskarinin etkilerini etkisiz hale getirmek için atropin uygulanabilir (Lima ve ark., 2012). Bazı *Inocybe* spp. (en azından *I. fastigiata*, *I. geophylla*, *I. erubescens* (*patouillardii*) türleri, *Clitocybe* türleri, *Mycena* türleri, *Rubinoletus* türleri de muskarin zehirlenmeleri ile ilişkilidir. (Pauli ve Foot, 2005; White ve ark., 2019). Klinik olarak bu tür zehirlenme, klasik parasempatik uyarının (artan terleme, tükürük ve gözyaşı üçlüsü) hızlı başlangıcı (15dk-2s) ile ortaya çıkar ve göz bebeği küçülmesi, bulanık görme, acil veya ağrılı idrar yapma, burun akıntısı veya tıkanıklığı, astım/bronkokonstriksiyon, hipotansiyon, bradikardi, cilt kızarması, sulu ishal, kusma, karın ağrısı/kolik diğer belirtilerdir. Genellikle, başlangıç ne kadar hızlı olursa, zehirlenme o kadar şiddetli olur. Şiddetli zehirlenme potansiyel olarak ölümcüldür, ancak ölüm nadir bir sonuç ve uygun şekilde atropinle tedavi edilirse olası değildir (White ve ark., 2019).

Psilocybinler, psilosinler, gimnopilinler

Bu toksinler birincil semptom olarak halüsinasyonlara veya ilgili psikoaktif etkilere neden olan mantarlarda bulunur. *Psilocybe* spp., *Conocybe* spp., *Gymnopilus* spp., *Panaeolus* spp., *Copelandia* spp., *Pluteus* spp. ve muhtemelen *Stropharia* spp. dahil olmak üzere psilocybinler, psilosinler, gimnopilinler ve ilgili toksinleri içeren mantarlar türleridir. Bu tür zehirlenmelerin klinik belirtileri hızla ortaya çıkar. Merkezi sinir sistemi (MSS) etkileri, vakaların yaklaşık %50'sinde gerçek halüsinasyonlar, illüzyonlar (görsel, işitsel veya dokunsal), genellikle uzun süreli olabilen mistik bir deneyim olarak tanımlanan öfori hisleri, zaman ve mekân

duygusunda değişiklik ve sinestezi ve gibi semptomlar mantar tüketimini takiben 10-30 dakika sonra ortaya çıkar ve özellikle daha büyük miktarlarda mantar yemiş olanlar, saldırganlaşabilir (Griffiths ve ark., 2011; White ve ark., 2019). Tamamen iyileşme, mantar yenildikten 4 ila 12 saat sonra gerçekleşir. Hastaneye yatma ihtiyacı nadirdir ve istisnai durumlarda yetişkin hastalarda miyokard enfarktüsü meydana gelebilirken çocuklarda hipertermi, nöbetler ve koma görülebilir (Berger ve Guss 2005).

Muscimol ve ibotenik asit

Bu toksinler, bazen halüsinasyonları da içeren nöroeksitatör etkilere neden olan mantarlarda bulunmaktadır. Toksinler muscimol ve ibotenik asiti içeren mantarlar *Amanita muscaria*, *A. patherina*, *A. iboten* (Hiroshima ve diğerleri, 2010) ve daha birçok çeşitli mantarlardır. İbotenik asit, N-metil-D-aspartik asit (NMDA) reseptörünün güçlü bir agonisti, muscimol ise güçlü bir GABAA agonistidir (Tsujikawa ve ark., 2006). Uzun süre *A. muscaria*'nın neden olduğu zehirlenmelerin muskarin kaynaklı olduğu düşünülmüş, ancak bu maddenin az miktarda da olsa mevcut olduğu gösterilmiştir (Michelot D ve Melendez-Howell, 2003). Zehirlenmenin klinik tablosu mantar yendikten sonra çok hızlı bir şekilde (dakikalar içinde, 3 saate kadar) ortaya çıkar, başlangıçta özellikle çocuklarda olmak üzere uyuşukluk dönemi, ardından görsel halüsinasyonlar, ajitasyon, coşku, tuhaf davranışlar, yönelim bozukluğu, konfüzyon, duyarsızlaşma, bulantı, kusma, ishal, karın ağrısı, terleme, döküntü, ataksi, koordinasyon bozukluğu, baş dönmesi, midriyazis, kas seğirmesi/titremeleri, hiporefleksi, yine özellikle çocuklarda konvülsiyonlar ile koma gibi semptomlar görülebilir. Bu semptomlar 48 saate kadar sürebilir ve en son evrede genellikle derin uyuşuklukta uyuşukluk görülmektedir. Zehirlenme süresince hızlı koma gelişimi ve nöbetler meydana gelebilir (Mikaszewska-Sokolewicz ve ark., 2016) ve şiddetli zehirlenme potansiyel olarak öldürücüdür.

Giromitrin

Bu toksin, GABA sentezinin bloke edilmesine bağlı metabolik patolojiyi oluşturan ve çoklu organ etkilerine yol açan mantarlarda bulunur. Özellikle bazı *Gyromitra* türleri (*G. esculenta*, *G. ambigua*, *G. gigas*, *G. infula*; *Cudonia circinians*) olmak üzere giromitrin içeren mantarlardır. Giromitrinler midede metil-formil-hidrazin ve monometil-hidrazine ayrışır, bu da piridoksin sentezini inhibe eder, böylece GABA sentezini azaltır ve glutatyon tükenmesine neden olur (Trestrail, 1994; White ve ark., 2019). Klinik olarak, bu tür zehirlenme, bulantı, kusma, karın ağrısı, şişkinlik, kanlı ishal, dehidratasyon belirtilerinin sindirimden 5–12 saat sonra ortaya çıkmasıyla bilinir. Daha ciddi zehirlenmelerde baş dönmesi, terleme, dizatri, koordinasyon bozukluğu, diplopi, baş ağrısı, ataksi, hemoliz, methemoglobinemi, hipoglisemi, karaciğer hasarı (genellikle ilk 48 saatte gelişir); nadiren konvülsiyonlar ve koma gibi diğer belirtiler ortaya çıkabilir (Trestrail, 1994; White ve ark., 2019). Ciddi zehirlenme durumu ölümcül olma potansiyelindedir. *Gyromitra* cinsinin *Helvellaceae* familyasına ait türleri, tatları nedeniyle mantar avcıları ve gurmeler için gerçekten çekicidir. Zehirlenmelerin meydana gelmesinin nedenlerinden biri de budur, toksik ve toksik olmayan türler bazen karıştırıldıkları için ayırt edilmesi zor olabilir. Diğer neden ise toksinin suda çözünür ve uçucu olması, uzun süre kaynatılması ve kurutulması ile zehirlenme riski olmadan sindirilmesini sağlar ancak bu prosedürler düzgün yapılmazsa zehirlenme meydana gelebilir (Karlson-Stiber ve Persson, 2003) Zehirlenmenin üçüncü nedeni de sıklıkla tüketilen türlerle karıştırılmasıdır. *G. esculenta* türü sahte morel (kuzu göbeği) olarak bilinir ve genellikle *Morchella esculenta* (kuzu göbeği) ve *M. elata* gibi morellerle karıştırılır. Sadece taze sahte kuzu göbeği mantarı yemekle değil, aynı zamanda pişirme sırasında çıkan buharların solunmasıyla da zehirlenmeler meydana gelmiştir (Flesch F and Saviuc, 2004; White ve ark., 2003).

Koprin

Koprin içeren mantarlar alkol ile birlikte alındığında zehirlenmeye neden olabilir. Bu bileşen, alkol alımı mantar alımından önce, mantar alımı ile birlikte veya mantar alımından sonra gerçekleştiğinde alkolün parçalanması nedeniyle kanda birikir. *Coprinus atramentarius* mantarları coprin içerir. Panzehiri bilinmemektedir.

Kolin

Sindirildikten sonra zehirli mantarlardaki kolin vücutta asetilkoline dönüşür. Kolin toksisitesinin belirtileri arasında artan kan basıncı, azalan kalp hızı, göz bebeği kasılması, artan kan akışı ve artan sindirim sistemi aktivitesi bulunur. Kolin içeren mantarlar *Rhodophyllus rhodopolius*, *Russula emetic* ve *Lactarius chrysorrheus*'tur.

Entoloma sinuatum zehirlenmesi

Entoloma sinuatum dünyanın birçok bölgesinde tespit edilmiş zehirli bir mantardır. Mantarın meyve gövdeleri yaz sonu ve sonbaharda ortaya çıkar. Genellikle Meşe ve Kayın olmak üzere kil ve kireçli topraklarla kaplı yaprak döken ormanlık alanlarda, nadiren huş ağacında veya yakınlardaki park alanlarında görülür. Genç formunda, yenilebilir *Calocybe gambosa* veya *Clitopilus prunulus* ile karışabilir. Ayrıca, sıradan bir gözlemci *E. sinuatum*'u çayır mantarı *Agaricus campestris* ile karıştırabilir (Lamaison ve Polese, 2005). Bu nedenle, Avrupa'daki birçok mantar zehirlenmesi vakasında öncü rol oynamıştır. *E. sinuatum* zehirlenmesi genellikle ölümcül değildir. Mantar tüketiminden sonra gastrointestinal sendrom görülür. Depresyon ve deliryum nadir görülen sonuçlardır (Bal ve ark., 2022).

Paxillus Sendromu

Tekrarlanan maruziyetten sonra otoimmün hemolitik anemiye neden olan mantarların tüketilmesiyle oluşan sendromdur. Kahverengi rulo kenarlı mantarlarla, özellikle *Paxillus spp* (*Paxillus involutus* ve *Paxillus rubicundulus*) ile ilişkilidir. Yapısı tam olarak aydınlatılmamış olan bir antijenin, vücutta meydana getirdiği bir alerjik reaksiyon olarak bilinir. Ayrıca çabuk etkilenen hassas bünyelerde hemolitik anemiye neden olabilecek antijenleri bulduran çok tehlikeli bir mantardır. Klinik olarak, bu tür zehirlenme nadir görülür ve yalnızca mantarın tekrarlanan yenilmesinden sonra ortaya çıkar. Mantar, başlangıçta hızlı başlangıçlı GIT etkileri (bulantı, kusma, karın ağrısı, ishal) ile bir otoimmün reaksiyonu uyarır, ardından intravasküler hemoliz, anemi, olası sekonder böbrek yetmezliği, şok ve akut solunum yetmezliği gelir. Amatoksin hepatotoksitesi ile tanı karışıklığı mümkündür, çünkü *Paxillus* sendromundaki hemoliz yüksek bilirubin seviyelerine ve transaminazların yükselmesine neden olabilir. Şiddetli zehirlenme ölümcül olabilir (White ve ark., 2019).

SONUÇ

Mantarlar önemli protein ve besin ögesi kaynağı olarak sevilerek tüketilse de toksik veya zehirli mantarlar olarak adlandırılan bazı mantarlar bazen çok şiddetli ve ölümcül toksisiteye neden olabilir. Toksin içeren mantarların yenilmesi kazara da olsa sürekli görülmekte ve genellikle türlerin yanlış tanımlanmasıyla gerçekleşmektedir. Bazı sevilerek yenilen mantar türlerine çok benzeyen ve çok ehil kimseler tarafından bile ayırt edilmesi çok güç olan toksik hatta ölümcül mantarlar bulunmaktadır. Sonuç olarak tecrübesiz kişilerin kesinlikle doğadan mantar toplamaması ve bilinmeyen ve iyi tanınmayan mantarların hiçbir şekilde tüketilmemesi ölümcül olabilecek mantar zehirlenmelerinden korunmak için en iyi yol olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

Akata, I., Kaya, E., Yılmaz, İ., Bakırcı, S., & Bayram, R. (2015). Deadly poisonous turkish mushrooms containing alpha amanitin Türkiye'de Yetişen Alfaamanitin İçeren Zehirli Mantarlar. *Duzce Medical Journal*, 17(1).

- Bal, C., Baba, H., Akata, I., Sevindik, M., Selamoglu, Z., & Akgül, H. (2022). Biological activities of wild poisonous mushroom *Entoloma sinuatum* (Bull.) P. Kumm (Boletales). *KSU J. Agric. Nat*, 25(1), 83-87.
- Berger, K. J., & Guss, D. A. (2005). Mycotoxins revisited: part II. *The Journal of Emergency Medicine*, 28(2), 175-183.
- Blackwell, M. (2011). The Fungi: 1, 2, 3... 5.1 million species?. *American journal of botany*, 98(3), 426-438.
- Cheung, P. C. (Ed.). (2008). *Mushrooms as functional foods*. John Wiley & Sons.
- Danel, V. C., Saviuc, P. F., & Garon, D. (2001). Main features of *Cortinarius* spp. poisoning: a literature review. *Toxicon*, 39(7), 1053-1060.
- Dinis-Oliveira, R. J., Soares, M., Rocha-Pereira, C., & Carvalho, F. (2016). Human and experimental toxicology of orellanine. *Human & experimental toxicology*, 35(9), 1016-1029.
- Flesch, F., & Saviuc, P. (2004). Intoxications par les champignons: principaux syndromes et traitement. *EMC-Médecine*, 1(1), 70-79.
- Griffiths, R. R., Johnson, M. W., Richards, W. A., Richards, B. D., McCann, U., & Jesse, R. (2011). Psilocybin occasioned mystical-type experiences: immediate and persisting dose-related effects. *Psychopharmacology*, 218, 649-665.
- Hallen, H. E., Luo, H., Scott-Craig, J. S., & Walton, J. D. (2007). Gene family encoding the major toxins of lethal *Amanita* mushrooms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(48), 19097-19101.
- Hiroshima, Y., Nakae, H., & Gommori, K. (2010). *Amanita ibotengutake* intoxication treated with plasma exchange. *Therapeutic Apheresis and Dialysis: Official Peer-reviewed Journal of the International Society for Apheresis, the Japanese Society for Apheresis, the Japanese Society for Dialysis Therapy*, 14(5), 483-484.
- Jaeger, A., Jehl, F., Flesch, F., Sauder, P., & Kopferschmitt, J. (1993). Kinetics of amatoxins in human poisoning: therapeutic implications. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology*, 31(1), 63-80.
- Jo, W. S., Hossain, M. A., & Park, S. C. (2014). Toxicological profiles of poisonous, edible, and medicinal mushrooms. *Mycobiology*, 42(3), 215-220.
- Karlson-Stiber, C., & Persson, H. (2003). Cytotoxic fungi—an overview. *Toxicon*, 42(4), 339-349.
- Lamaison JL, Polese JM 2005. *The Great Encyclopedia of Mushrooms*. Königswinter, Germany: Könnemann. p. 116.
- Lee, S., Yu, J. S., Lee, S. R., & Kim, K. H. (2022). Non-peptide secondary metabolites from poisonous mushrooms: overview of chemistry, bioactivity, and biosynthesis. *Natural Product Reports*, 39(3), 512-559.
- Letschert, K., Faulstich, H., Keller, D., & Keppler, D. (2006). Molecular characterization and inhibition of amanitin uptake into human hepatocytes. *Toxicological sciences*, 91(1), 140-149.
- Lin, Y. M., & Wang, T. L. (2004). Mushroom poisoning. *Ann Disaster Med Vol*, 3(1). (Suppl 1):S8-11.
- Lin, H. C., Hewage, R. T., Lu, Y. C., & Chooi, Y. H. (2019). Biosynthesis of bioactive natural products from Basidiomycota. *Organic & biomolecular chemistry*, 17(5), 1027-1036.
- Lima, A. D., Fortes, R. C., Novaes, M. G., & Percario, S. (2012). Poisonous mushrooms; a review of the most common intoxications. *Nutricion Hospitalaria*, 27(2), 402-408.
- Luo, H., Hallen-Adams, H. E., Scott-Craig, J. S., & Walton, J. D. (2012). Ribosomal biosynthesis of α -amanitin in *Galerina marginata*. *Fungal Genetics and Biology*, 49(2), 123-129.
- Mat, A. (Ed.). (2000). *Türkiye'de mantar zehirlenmeleri ve zehirli mantarlar*.
- Michelot, D., & Melendez-Howell, L. M. (2003). *Amanita muscaria*: chemistry, biology, toxicology, and ethnomycology. *Mycological research*, 107(2), 131-146.

- Mikaszewska-Sokolewicz, M. A., Pankowska, S., Janiak, M., Pruszczyk, P., Łazowski, T., & Jankowski, K. (2016). Coma in the course of severe poisoning after consumption of red fly agaric (*Amanita muscaria*). *Acta Biochimica Polonica*, 63(1), 181-182.
- Nieminen, P., Kirsi, M., & Mustonen, A. M. (2006). Suspected myotoxicity of edible wild mushrooms. *Experimental Biology and Medicine*, 231(2), 221-228.
- Pauli, J. L., & Foot, C. L. (2005). Fatal muscarinic syndrome after eating wild mushrooms. *Med J Aust*, 182(6), 294-5.
- Reshetnikov, S. V., & Tan, K. K. (2001). Higher Basidiomycota as a source of antitumor and immunostimulating polysaccharides. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 3(4).
- Spiteller, P., Spiteller, M., & Steglich, W. (2003). Occurrence of the fungal toxin orellanine as a diglucoside and investigation of its biosynthesis. *Angewandte Chemie International Edition*, 42(25), 2864-2867.
- Spiteller, P. (2008). Chemical defence strategies of higher fungi. *Chemistry—A European Journal*, 14(30), 9100-9110.
- Stoermer, F. C., Janak, K., & Koller, G. E. (2004). Ibotenic acid in *Amanita muscaria* spores and caps. *Mycologist*, 18(3), 114-117.
- Trabulus, S., & Altiparmak, M. R. (2011). Clinical features and outcome of patients with amatoxin-containing mushroom poisoning. *Clinical Toxicology*, 49(4), 303-310.
- Trestrail, J. H. (1994). Monomethylhydrazine-containing mushrooms. *Handbook of Mushroom Poisoning, Diagnosis and Treatment*, 279-287..
- Tsujikawa, K., Mohri, H., Kuwayama, K., Miyaguchi, H., Iwata, Y., Gohda, A., ... & Kishi, T. (2006). Analysis of hallucinogenic constituents in *Amanita* mushrooms circulated in Japan. *Forensic science international*, 164(2-3), 172-178.
- Tsujikawa, K., Kuwayama, K., Miyaguchi, H., Kanamori, T., Iwata, Y., Inoue, H., ... & Kishi, T. (2007). Determination of muscimol and ibotenic acid in *Amanita* mushrooms by high-performance liquid chromatography and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography B*, 852(1-2), 430-435.
- Vendramin, A., & Brvar, M. (2014). *Amanita muscaria* and *Amanita pantherina* poisoning: two syndromes. *Toxicon*, 90, 269-272.
- Vetter, J. (1998). Toxins of *Amanita phalloides*. *Toxicon*, 36(1), 13-24.
- Wasser, S. J. A. M. B. (2002). Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied microbiology and biotechnology*, 60, 258-274.
- Wennig, R., Eyer, F., Schaper, A., Zilker, T., & Andresen-Streichert, H. (2020). Mushroom poisoning. *Deutsches Ärzteblatt International*, 117(42), 701.
- White, J., Warrell, D., Eddleston, M., Currie, B. J., Whyte, I. M., & Isbister, G. K. (2003). Clinical toxinology—where are we now? antivenoms. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology*, 41(3), 263-276.
- White, J., Weinstein, S. A., De Haro, L., Bédry, R., Schaper, A., Rumack, B. H., & Zilker, T. (2019). Mushroom poisoning: A proposed new clinical classification. *Toxicon*, 157, 53-65.
- Wong, J. H., & Ng, T. B. (2006). Toxins from basidiomycete fungi (mushroom): amatoxins, phallotoxins, and virotoxins. In *Handbook of biologically active peptides* (pp. 131-135). Academic Press.
- Zhou, Z. Y., & Liu, J. K. (2010). Pigments of fungi (macromycetes). *Natural product reports*, 27(11), 1531-1570.

SU KAYNAĞINDAN ARITMA TESİSİNE DAĞITIM SİSTEMLERİNDEN TÜKETİCİLERE GİDEN YOLDA BİYOJENİK TAT VE KOKU YÖNETİMİ

BIOGENIC TASTE AND ODOR MANAGEMENT FROM WATER SOURCE TO TREATMENT PLANT, FROM DISTRIBUTION SYSTEMS TO THE CONSUMER

Ülker Aslı GÜLER

Prof. Dr., Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
Sivas, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9608-9745>

ÖZET

Günümüzde alg patlamaları ve diğer mikrobiyal olayların gerçekleşme sıklığının artması nedeniyle ortaya çıkan biyogenik tat ve koku (T&O) problemi içme sularının tüketiminde önemli bir endişe kaynağı oluşturmaktadır. Yeşil algler, siyanobakteriler, aktinomisetler, mantarlar ve diatomlar gibi birçok farklı organizma biyogenik T&O bileşikleri üretebilir. Mikrobiyal olarak üretilen bu bileşikler arasında terpenoidler, çoklu doymamış yağ asidi türevleri, aldehitler, karotenoid türevleri ve eterler bulunur. Geosmin ve 2-metilizoborneol (MIB), en sık tespit edilen ve üzerinde en çok çalışılan iki biyogenik T&O bileşiğidir. Bunların yanı sıra halofenoller ve dimetil sülfür gibi diğer koku bileşikleri de sularda tespit edilmektedir. Biyogenik T&O bileşikleri; içme suyu kaynaklarını, içme suyu arıtma tesislerini ve dağıtım sistemlerini etkilemektedir. İçme suyundaki biyogenik T&O bileşikleri genellikle toksik değildir ancak hoş olmayan tatları veya kokuları su kalitesinin bozulmasının erken bir uyarısı olarak değerlendirilir. Kaynaktan tüketiciye gelen T&O'nun varlığı içme suyu güvenliği için soru işaretleri oluşturur. Bu nedenle içme suyundaki tüm biyogenik T&O kaynaklarını yönetmek için T&O'ya neden olan organizmaların çeşitli ekofizyolojisini ve endişe duyulan tüm T&O bileşiklerinin akıbetini anlamak önemlidir. Bu derleme çalışmasında, içme suyu kaynak sularındaki risk faktörleri, içme suyu arıtma tesislerinde tercih edilen T&O giderim proseslerinin etkinliği, su dağıtım sistemlerinde ortaya çıkan biyofilm oluşum riskleri hakkında yapılmış olan literatür kaynakları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyogenik tat ve koku, içme suyu, su arıtma, su dağıtım sistemleri

ABSTRACT

In recent years, the issue of biogenic taste and odour (T&O), driven by the increasing prevalence of algal blooms and other microbial events, has emerged as a significant concern in the context of drinking water consumption. A wide range of organisms, including green algae, cyanobacteria, actinomycetes, fungi, and diatoms, are known to produce biogenic T&O compounds. These microbially derived compounds encompass terpenoids, polyunsaturated fatty acid derivatives, aldehydes, carotenoid derivatives, and ethers. Among these, Geosmin and 2-methylisoborneol (MIB) are the most frequently detected and extensively studied biogenic T&O compounds. Additionally, other odour-causing compounds such as halophenols and dimethyl sulfide are commonly identified in water sources. The presence of biogenic T&O compounds poses challenges not only for drinking water sources but also for treatment plants and distribution networks. While these compounds are generally nontoxic, their unpleasant taste and odour are often regarded as early indicators of deteriorating water quality. The persistence of T&O compounds from source to consumer raises critical questions

regarding the safety and acceptability of drinking water. Therefore, a comprehensive understanding of the diverse ecophysiology of T&O-producing organisms, as well as the fate and transport of these compounds, is essential for effective management of biogenic T&O across all stages of drinking water production and distribution. This review synthesizes the existing literature on risk factors associated with drinking water sources, the effectiveness of preferred T&O removal techniques in treatment facilities, the potential for biofilm formation within distribution systems.

Key Words: Biogenic taste and odour, drinking water, water treatment, water distribution systems

GİRİŞ

Yüzeysel sulara, özellikle alg ve diğer kokuya yol açan organizmalar ile çürüyen bitkilerden ortaya çıkan tat ve koku yaygındır (Öztürk, 2020). Su kaynaklarında, içme suyu arıtma tesislerinde ve içme suyu dağıtım sistemlerinde mikrobiyal olarak üretilen T&O bileşiklerinin büyüme hızını kaynak suda bulunan, azot ve fosfor konsantrasyonları, ışık ve sıcaklık gibi çeşitli abiyotik faktörler belirler (Zhu vd., 2022). Biyojenik T&O bileşiklerini üreten fotosentetik siyanobakteriler ve mikroalgler bilim dünyasında yaygın olarak araştırılmış olsa da, mantarlar, aktinomisetler ve diğer heterotrofik bakterilerin sulara T&O üretme kapasitesi hakkındaki bilgiler sınırlıdır (Zhu vd., 2022). Biyojenik T&O bileşikleri, hem hücre içi (bağlı) hem de hücre dışı (çözünmüş) formlarda bulunur. Çoğu mikrobiyal hücre ve hücre içi T&O bileşikleri; koagülasyon, flokülasyon ve filtrasyon gibi klasik su arıtma prosesleri ile etkili bir şekilde uzaklaştırılabilir (Drikas ve ark., 2001), hücre dışı T&O bileşikleri ise ileri oksidasyon veya aktif karbon adsorpsiyonu gibi ileri arıtma gerektirebilir (Beniwal vd., 2018; Pochiraju vd., 2022). Arıtılmış su, içme suyu dağıtım sistemleri ile tüketicilere ulaşır. İçme suyundaki T&O bileşiklerinin bir kısmı da dağıtım sistemlerindeki mikrobiyal biyofilmler tarafından da üretilebilirler. Su borularında biyofilm büyümesini etkileyen faktörler arasında kalıntı dezenfektanın türü ve konsantrasyonu, inorganik ve organik besin maddelerinin konsantrasyonu, boru malzemesi, sıcaklık ve akış hızı yer alır (Zhu vd., 2022; Zhang vd., 2018a, 2018b; Zhou vd., 2017). Biyofilmler, serbest yaşayan mikroorganizmalara göre dezenfeksiyona ve kesme kuvvetine karşı daha yüksek dirence sahiptirler (Bai vd., 2017c). Bu derleme çalışmasında, içme suyu kaynak sularındaki risk faktörleri (i), içme suyu arıtma tesislerinde T&O giderim proseslerinin etkinliği (ii), su dağıtım sistemlerinde ortaya çıkan biyofilm oluşum riskleri (iii) hakkında yapılmış olan literatür kaynakları incelenmiştir.

İÇME SULARINDA BİYOJENİK T&O ÜRETİMİ

Su Kaynaklarında T&O Bileşikleri Üreten Organizmalar

Biyojenik T&O bileşikleri içme suyu olarak kullanılacak olan kaynak sularında aktinomisetler, siyanobakteriler, mikroalgler ve mantarların birçok farklı türü tarafından üretilebilir. Bu tür T&O'lar; balıksı, topraksı, odunsu, küflü, somon, gübre ve sardunya gibi tanımlanmaktadır. En sık bildirilen topraksı-odunsu-küflü T&O'ların, belirli siyanobakteri, aktinomisetler ve birkaç mantardan kaynaklandığı bilinmektedir (Öztürk, 2020). Genellikle içme suyu arıtma tesislerinde siyanobakteri ve mikroalg popülasyonları izlenir ve Geosmin ve MIB konsantrasyonları ölçülür (Bai vd., 2017a). Geosmin ve MIB sulara topraksı ve küfümsü kokularıyla karakterize edilirler (Öztürk, 2020). Geosmin ve MIB'nin diğer potansiyel mikrobiyal üreticileri (örn. aktinomisetler, bentik siyanobakteriler ve mantarlar) ve diğer yaygın biyojenik koku maddelerinin (örn. β -siklositral ve β -iyonon) T&O olaylarına katkısı genellikle göz ardı edilmektedir (Kutovaya ve Watson, 2014).

Siyanobakteriler, klorofil ve fikobilisomlar kullanarak ışığı emen ve fotosentez yoluyla oksijen üreten bir grup prokaryotik ototroftur. Yaygın siyanobakteri türü T&O bileşikleri arasında Geosmin, MIB, β -ionon, IPMP, IBMP ve 2-metilbenzofuran bulunur (Zhang vd., 2019). Dolichospermum ve Microcystis gibi bazı siyanobakteri cinsleri, besin maddelerini ve ışığı bulmak için su sütununda hareket edebilir. Cylindrospermopsis ve Planktothrix genellikle su sütununda dağılmış haldedirler. Çiçeklenme dönemlerinde sularda bulanıklığın artmasına sebep olurlar. Lyngbya, Oscillatoria ve Phormidium genellikle bentik popülasyonlar olarak büyürler. Bentik türler genellikle planktonik türlere göre besin değişimine daha az duyarlıdır ve yüzeydeki su oligotrofik olduğunda baskın hale gelebilirler (Bonilla vd., 2005). Bentik siyanobakterilerin baskın olduğu su kütlelerinde hücre içi T&O bileşikleri, bentik siyanobakteriler zemine tutunduklarından dolayı yüzey veya yüksek su seviyesinden su alan arıtma tesislerinde genellikle önemli bir sorun teşkil etmemektedir (Öztürk, 2020). Ancak akış ve fırtına da dahil olmak üzere hidrolik bozulmalar T&O bileşiklerini ve bentik organizmaları yüzey sularına aktarmaktadır (Lin ve diğerleri, 2019). Planktonik türlere göre bentik siyanobakterilerin rutin olarak izlenmesi, tahmini ve yönetimi ile ilgili yapılan araştırmalar daha azdır (Zhu vd., 2022). İlerleyen süreçte siyanobakterilerin tüm üyeleri tarafından üretilen T&O bileşiklerini dikkate almak sürecin yönetiminde daha etkili olacaktır.

Mikroalgler, birçok özellikleri bakımından (ışık ve inorganik besinleri kullanma, büyük tür çeşitliliği ve farklı çevre koşullarına uyum sağlama vb.) siyanobakterilere benzeyen ökaryotik fotosentetik organizmalardır (örn. yeşil mikroalgler, krizofitler ve diatomlar) (Özkan ve Berberoğlu, 2013). Mikroalgler; Geosmin ve MIB'e ek olarak, terpenler (örn. β -siklositral, β -iyonon), aldehitler (örn. heksanal, heptanal), alkoller (örn. 3-metilbütanol), esterler ve sülfidler dahil olmak üzere birçok T&O bileşiği üretebilirler (Zhu vd., 2022; Watson, 2003 ve Antonopoulou vd. 2014).

Aktinomisetler, sulak alanlara akış yoluyla giren ve daha sonra su kolonu ve sedimentlerde yaşayan filamentli heterotrofik bakterilerdir (Asquith vd., 2018). Streptomyces, su kolonu ve sedimentlerde yaygın olarak bulunan karasal organizmalardır (Baoune vd., 2018). Nocardia ve Micromonospora cinslerinin su kütlelerinde Geosmin ve MIB ürettiği bildirilmiştir (Lanciotti vd., 2003). Hücrelerde biriktirilen Geosmin ve MIB canlı hücrelerden sızabilir veya hücre içerisinde yoğun konsantrasyonda bulunabilir. Hücreler öldüğünde veya parçalandığında biyolojik ayrışma neticesinde Geosmin ile MIB su ortamına salınır. Bazı mikrobiyal mantarlar da T&O bileşikleri üretebilir. (Waak vd., 2018). Ancak mantarlar ile T&O bileşiklerinin üretimi arasındaki neden-sonuç ilişkilerinin araştırıldığı çalışma sayısı daha azdır (Hameed vd., 2008; Magwaza vd., 2017). Mantarlar tarafından üretilen T&O bileşikleri, düşük koku eşik konsantrasyonları (OTC) (0,03-1 ng/L) nedeniyle duyuşal olarak tespit edilebilir ancak yüksek tespit sınırı (LOD)'si (0,2-0,5 ng/L) nedeniyle GC-MS ile tespitleri zordur (Zhu vd., 2022). Tablo 1'de Geosmin ve MIB üreten aktinomiset üreticileri verilmiştir.

Tablo 1. Geosmin ve MIB üreten aktinomisetler (Öztürk, 2020)

Geosmin üreticileri	MIB üreticileri
Actinomyces biwako	Actinomadura sp.
Microbispora rosea	Nocardiosis (Actinomadura) dassonvillei
Nocardia sp.	Streptomyces antibioticus
Streptomyces antibioticus	S. griseus
S. fradiae	S. praecox
S. griseus	S. griseoluteus
S. odofier	S. lavendulae
S. alboniger	S. odofier
S. lavendulae	S. chilbaensis
S. viridochromogenes	S. fragilis
S. griseoluteus	S. neyagawaensis
S. chibaensis	S. phaeofaciens
S. fragilis	S. prunicolor
S. griseoflavus	S. versipellis
S. neyagawaensis	S. werraensis
S. phaefaciens	
S. prunicolor	
S. versipellis	
S. werraensis	
S. albidoflavus	

Miksobakteriler ve sülfat indirgeyici bakteriler, Miksobakteriler, terpenoidlerle (örn. Geosmin ve MIB) ilişkili topraksı ve küflü kokuların önemli kaynağıdır; sülfat indirgeyici bakteriler ise genellikle kükürlü T&O bileşiklerinin üretiminden sorumludur (Zhu vd., 2022). Miksobakteriler ve sülfat indirgeyici bakteriler tarafından üretilen T&O bileşikleri genellikle su borularındaki biyofilmlerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Zhu vd., 2018). Zhu ve arkadaşlarının (2022) ifade ettiğine göre; kaynak suyundaki miksobakterilerle ilgili yapılan tek çalışma, ötrofik bir gölden Nannocystis exdens'i izole eden ve siyanobakterilerden ve aktinomisetlerden daha yüksek seviyelerde Geosmin üretme yeteneğini belirleyen Yamamoto ve diğerleri (2000) tarafından gerçekleştirilmiştir. Sülfat indirgeyici bakterilerin ise antropojenik faaliyetlerle bozulan tatlı su ekosistemlerinde ötrofikasyon veya kötü koku ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Cai vd., 2019). Bu bakteriler, kükürt döngüsünü ve kükürt bazlı koku maddelerinin üretimini yönlendirirler. Uçucu kükürt bileşikleri, çok düşük OTC'leri nedeniyle su temini için bir endişe kaynağıdır.

2.2. Kaynak Suyundaki T&O Oluşumuna Etki Eden Etkenler

Kaynak suyundaki T&O oluşumuna tüm çevresel risk faktörleri ve biyojenik kaynaklar katkıda bulunmaktadır. T&O bileşiklerini üreten organizmaların büyüme hızı yeterli besin miktarı, ışık, su sıcaklığı, klorofil-a ve hidrodinamik gibi çevresel koşullardan büyük ölçüde etkilenir (Su vd., 2019). T&O bileşiklerinin üretiminde genellikle besin konsantrasyonları oldukça önemlidir. Örneğin, Saadoun vd. (2001) ve Perkins vd. (2019) tarafından, yüksek amonyum konsantrasyonunun Geosmin ve/veya MIB üretiminin ana tetikleyicisi olduğunu bildirilmiştir. Sabater vd. (2003) yaptığı çalışmada, sınırlı azot koşulu altında yüksek fosfor seviyesi görülen su kaynağında, siyanobakterilerin kitlesel büyümesi için ideal koşulların oluştuğu görülmüştür. Watson (2004) ve Downing vd. (2001), yaz ve sonbahar aylarında orta derecede toplam fosfor seviyesinin siyanobakteriyel patlamaya sebebiyet verdiğini belirtmiş,

0,03-0,07 mg/L arasındaki fosfor seviyesinin siyanobakteriyel büyüme için en ideal aralık olduğunu tespit etmişlerdir (Öztürk, 2020).

T&O bileşiklerini üreten organizmalar mevsimsel olarak değişiklik gösterebilir. Örneğin, Lanciotti ve ark. (2003), sonbahar ve kış aylarında aktinomisetlerin baskın üreticiler olduğunu, buna karşın ilkbahar ve yaz aylarında diatomların, yeşil mikroalglerin ve siyanobakterilerin T&O bileşiklerinin üretiminden sorumlu olduğunu bildirmişlerdir. Sedimentlerden endojen koku maddelerinin salınımı da kaynak sularında önemli bir biyojenik T&O kaynağıdır. Peng ve arkadaşları (2021) düşük sıcaklıklarda sedimanlardan yüksek bis-(2-kloroizopropil) eter (108 ng/L) ve Geosmin (19 ng/L) salınımı ve yüksek sıcaklıklarda yüksek dimetil disülfür salınımı (20 ng/L) bildirmişlerdir. Bazen, T&O bileşikleri birkaç mikrobiyal grubun sinerjik metabolizması tarafından üretilebilir ve hangi mikrobiyal grubun baskın üretici olduğu belirsizdir. Örneğin, Li ve arkadaşları (2015b), dekadienal'in (balık kokusu) bir diatom ve krizofitler işbirliği ile üretilebileceğini bildirmiştir. Ek olarak, T&O üretim oranlarında ve hatta aynı mikrobiyal türün üyeleri tarafından T&O üretme kapasitesinde sıklıkla farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin, Hayashi ve arkadaşları (2019) Shinji Gölü'nde siyanobakteri Coelosphaerium'un Geosmin üreten ve üretmeyen suşlarının varlığını bildirmişlerdir. Bazı durumlarda, mikrobiyal topluluğun baskın üyesi mutlaka ana T&O'ya neden olmayabileceği için toplam planktonik biyokütle ile T&O üretimi arasında net bir ilişki yoktur (Watson ve ark., 2008).

Özetlemek gerekirse, kaynak sularındaki T&O yönetimi, tüm biyojenik kaynaklar ve çevresel risk faktörlerinin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını gerektirmektedir.

2.3. Biyojenik T&O Bileşiklerinin Arıtma Tesislerinde Giderimi

Konvansiyonel ve ileri içme suyu arıtma prosesleri içme suyundan T&O'ya neden olan organizmaları ve bileşikleri gidermek için kullanılmaktadır. Konvansiyonel içme suyu arıtma prosesleri genellikle koagülasyon-flokülasyon-çökeltme, filtrasyon ve dezenfeksiyon üniteleridir. İleri arıtma teknolojileri arasında ileri oksidasyon ve aktif karbon adsorpsiyonu bulunmaktadır. Genel olarak, mikrobiyal hücreler ve hücre içi T&O'ları konvansiyonel prosesler etkili bir şekilde giderilebilirken, hücre dışı Geosmin ve MIB giderimi %20 gibi çok düşük bir oranda gerçekleşir. Bu nedenle hücre dışı (çözünmüş) T&O giderimi için ileri arıtma gerekmektedir (Zhu vd., 2022; Öztürk, 2020).

Ön arıtma prosesleri; İçme suyu arıtımında ön arıtma prosesleri ön oksidasyon, havalandırma, biyolojik bozunma ve toz aktif karbon (PAC) ile giderim ünitelerini içerebilir. Ön arıtmanın temel amacı, sonraki süreçlerin arıtma verimliliğini artırmak için ham sudan doğal organik maddeyi (DOM) uzaklaştırmaktır (Xie vd., 2016). PAC ile ön arıtma genellikle hücre dışı T&O'yu uzaklaştırmak için kullanılır. Oksidasyon proseslerinde de sodyum hipoklorit, klor dioksit, potasyum permanganat ve ozonun kaynak suyunda bulunan bazı T&O'ya neden olan organizmaları ortadan kaldırdığı bildirilmiştir (Lin ve ark., 2016). Guo ve ark. (2021a) ön oksidasyonun küflü/topraksı, septik ve kimyasal kokuları gidermede etkili olduğunu, ancak balıksı (2,4-dekadienal) ve çimenli kokuları (örn. dekanal, β -siklositral ve hekzanal) gidermede etkisiz olduğunu bildirmiştir.

Pıhtılaşma, flokülasyon ve berraklaştırma; Pıhtılaşma-flokülasyon-berraklaştırma prosesi, mikrobiyal hücreler gibi küçük parçacıkların kimyasallar kullanılarak daha büyük floklar haline getirilmesi ve bu flokların sedimantasyon veya flotasyonla uzaklaştırılması işlemidir. Mikrobiyal hücrelerin içme suyu arıtma işleminin ilk aşamalarında pıhtılaşma-flokülasyon berraklaştırma ile uzaklaştırmak önemlidir. Çünkü kalan hücreler oksidasyon gibi sonraki süreçlerden etkilenebilir ve bu da hasarlı hücrelerden T&O bileşiklerinin salınmasına neden olabilir (Gheraout vd., 2010).

Filtrasyon; Kum filtrasyonu, berraklaştırmadan geçen herhangi bir mikrobiyal hücreyi gidermek için kullanılabilen düşük maliyetli bir işlemdir (Pereira vd., 2012). Mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon ve ters ozmoz gibi membran filtrasyon işlemleri, T&O'ya neden olan organizmaları ve bazı T&O bileşiklerini gidermek için kullanılabilir. İçme suyu arıtımında mikrofiltrasyon veya ultrafiltrasyon sistemleri kullanıldığında, bu membran sistemler çözünmüş T&O bileşiklerini gideremezler (Farahbakhsh vd, 2004; Liang vd, 2012). Nanofiltrasyon veya ters ozmoz kullanılan membranlarda gözenek boyutu, hücre dışı T&O bileşiklerinden daha büyükse T&O bileşiklerinin giderimi kısmen gerçekleşir (Dixon vd., 2011).

İleri oksidasyon; İleri oksidasyon prosesleri, potasyum permanganat, hidrojen peroksit veya ozon gibi kimyasal oksidanların, diğer kimyasal katalizörlerle (örneğin, ferrik tuzlar veya metal oksitler) veya UV ile birleştirilmesini içerir. İleri oksidasyon yoluyla üretilen, serbest radikaller olarak da bilinen yüksek oranda reaktif, seçici olmayan oksidanlar, birçok T&O bileşimini gidermek için kullanılabilir (Bang vd., 2016). Serbest radikaller güçlü oksidatif kapasiteye sahip olsa da, T&O'yu gidermedeki etkinlikleri suda bulunan inorganik iyonlar (nitrat veya nitrit), alkalinite ve NOM'a bağlıdır. Bunlar üretilen serbest radikallerin istenen T&O hedeflerine ulaşmasını önleyebilirler (Bang vd., 2016). Bu nedenle, ileri oksidasyon, içme suyu arıtma tesisinin sonuna doğru uygulanmalıdır. Yapılan çalışmalar, ileri oksidasyonun T&O giderimi için klasik oksidasyondan genellikle daha etkili olduğunu göstermektedir (Bang vd, 2016). İleri oksidasyon süreçlerinin başlıca dezavantajı, özellikle pıhtılaşma-flokülasyon-berraklaştırmadan önce uygulanırsa hücre lizisine ve hücre içi T&O salınımına neden olma potansiyelidir.

Aktif karbon adsorpsiyonu; Geosmin ve MIB dahil olmak üzere bazı düşük moleküler ağırlıklı T&O bileşikleri, hemen hemen tüm oksidanlarla çok düşük reaktiviteye sahiptir. Bu durumda, granüler aktif karbon (GAC) adsorpsiyonu gibi gelişmiş arıtma prosesleri, içme suyu arıtımında son adım olarak dirençli bileşikleri gidermek için kullanılabilir (Xia vd., 2020). GAC ile T&O giderme verimliliği, karbon özelliklerine ve parçacık boyutu dağılımı, yatak derinliği ve kolon çapı dahil olmak üzere GAC kolon kurulumuna bağlıdır (Nie vd., 2020). GAC adsorpsiyonu, düşük enerji maliyeti, düşük bakım maliyeti ve düşük ikincil kirlenici üretimiyle karakterize edilir, ancak aynı zamanda yüksek il yatırım maliyetine sahiptir (Ho vd., 2012). GAC'nin T&O bileşikleri için adsorpsiyon kapasitesi tükendikten sonra, GAC kolonları genellikle biyolojik olarak parçalanabilir T&O bileşiklerini gidermek için biyolojik filtreler olarak kullanılabilir. Bu biyolojik filtrasyon modunda, aktif karbon parçacıklarının yüzeyinde bir mikrobiyal biyofilm gelişir ve bu biyofilm, bu bölgeleri tıkayan bağlı organik maddeleri tüketerek adsorpsiyon bölgelerini yenileyebilir. Bu uygulama GAC filtrelerinin etkili ömrünü uzatabilir ve istenmeyen ikincil organik bileşiklerin oluşumunu azaltabilir (Scharf vd, 2010).

2.4. Su Dağıtım Sistemlerinde Biyojenik T&O

Su dağıtım sistemlerinde T&O üretimini etkileyen temel faktörler arasında kullanılan boru malzemeleri ve yapılan onarımlar, sudaki veya içme suyu ile temas eden yüzeylerdeki biyolojik aktivite, su kalitesindeki değişiklikler, DYÜ'leri ve sürekli reaksiyonlar, hidrodinamik, sıcaklık ve bakiye dezenfektan konsantrasyonudur (Zhang vd., 2018a, Öztürk 2020). Borulardan gelen T&O kimyasal sızıntısına ek olarak, içme suyundaki T&O bileşiklerinin bir kısmı dağıtım sistemlerindeki mikrobiyal biyofilmler tarafından da üretilirler. Mikrobiyal biyofilmler, içme suyu arıtma tesislerinden gelen su kokusuz olsa bile T&O bileşiklerini getirebilir. Aktinomisetler ve mantarlar, dağıtım sistemlerinde biyofilm olarak var olma olasılığı en yüksek T&O'ya neden olan organizmalardır. Çünkü diğer

potansiyel T&O'ya neden olan organizma türlerine göre dezenfeksiyona karşı daha yüksek direnç gösterirler ve karanlık ortamlarda büyüyebilirler (Bai vd., 2017). Dağıtım şebekesindeki biyolojik aktivite, dezenfektan konsantrasyonu ile ters orantılıdır. Bakiye dezenfektan miktarı arttıkça, biyolojik aktivite azalmaktadır (Öztürk 2020). Bazı dağıtım sistemleri uzun hatlardır ve değişen çevre koşulları ve mikrobiyal toplulukların bozulması nedeniyle beklenmedik T&O sorunlarına maruz kalabilirler. İçme suyu yönetiminde, T&O şikâyetleri genellikle kaynak suyundaki alg patlaması olaylarına atfedilir. Ancak, su kaynaklarındaki değişiklikler, su arıtma süreçlerinin bileşik etkileri ve dağıtım sistemlerindeki biyofilm tarafından T&O üretimi riski de bulunmaktadır (Zhu vd., 2022).

1. SONUÇLAR

Birçok T&O olayı, Geosmin ve MIB'nin ötesinde keşfedilmemiş ve karakterize edilmemiş T&O bileşikleri nedeniyle sıklıkla beklenmedik şekilde meydana gelir. Hoş olmayan bir tada veya kokuya sahip olan içilebilir su, tüketiciler tarafından genellikle güvenli olmadığı için reddedilir. Bu derleme çalışmasında, mikrobiyal olarak üretilen T&O bileşiklerinin kaynaktan musluğa kadar bütünsel bir yönetim aşamaları sunulmuştur. Gelecekteki araştırmalarda; (i) iyi bilinen koku maddeleri Geosmin ve MIB'nin ötesinde diğer T&O bileşiklerinin daha iyi tespiti; (ii) kaynak suyundaki mikrobiyal süreçlerin daha iyi anlaşılması ve T&O olayları için erken uyarı sistemlerinin iyileştirilmesi; (iii) ortaya çıkan T&O kirleticilerini gidermek için alternatif arıtım proseslerinin uygulanması ve (iv) su dağıtım sistemlerinde T&O'nun riski ile ilgili araştırmalar yürütülmelidir.

KAYNAKLAR

- Antonopoulou, M., Evgenidou, E., Lambropoulou, D., Konstantinou, I., 2014. A review on advanced oxidation processes for the removal of taste and odor compounds from aqueous media. *Water Res.* 53, 215–234.
- Asquith, E., Evans, C., Dunstan, R.H., Geary, P., Cole, B., 2018. Distribution, Distribution, abundance and activity of Geosmin and 2-methylisoborneol-producing *Streptomyces* in drinking water reservoirs. *Water Res.* 145, 30–38.
- Bai, X.Z., Qu, Z.P., Li, B., Li, H.P., Zhang, T., Yang, Z.G., 2017. Distribution of typical taste and odor compounds and possible formation of 2,4,6-trichloroanisole in drinking water treatment plants. *Water Soil Air.* 228.
- Bang, H., Slokar, Y.M., Ferrero, G., Kruihof, J.C., Kennedy, M.D., 2016. Removal of taste and odor causing compounds by UV/H₂O₂ treatment: effect of the organic and inorganic water matrix. *Desalination Water Treat.* 57, 27485–27494.
- Baoune, H., El Hadj-Khelil, A.O., Pucci, G., Sineli, P., Loucif, L., Polti, M.A., 2018. Petroleum degradation by endophytic *Streptomyces* spp. isolated from plants grown in contaminated soil of southern Algeria. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 147, 602–609.
- Beniwal, D., Taylor-Edmonds, L., Armour, J., Andrews, R.C., 2018. Ozone/peroxide advanced oxidation in combination with biofiltration for taste and odour control and organics removal. *Chemosphere* 212, 272–281.
- Bonilla, S., Villeneuve, V., Vincent, W.F., 2005. Benthic and planktonic algal communities in a high arctic lake: pigment structure and contrasting responses to nutrient enrichment 1. *J. Phycol.* 41, 1120–1130.
- Cai, W., Li, Y., Shen, Y., Wang, C., Wang, P., Wang, L., Niu, L., Zhang, W., 2019. Vertical distribution and assemblages of microbial communities and their potential effects on sulfur metabolism in a black-odor urban river. *J. Environ. Manag.* 235, 368–376.

- Dixon, M.B., Falconet, C., Ho, L., Chow, C.W.K., O'Neill, B.K., Newcombe, G., 2011. Removal of cyanobacterial metabolites by nanofiltration from two treated waters. *J. Hazard Mater.* 188, 288–295.
- Farahbakhsh, K., Svrcek, C., Guest, R., Smith, D.W., 2004. A review of the impact of chemical pretreatment on low-pressure water treatment membranes. *J. Environ. Eng. Sci.* 3, 237–253.
- Ghernaout, B., Ghernaout, D., Saiba, A., 2010. Algae and cyanotoxins removal by coagulation/flocculation: a review. *Desalination Water Treat.* 20, 133–143.
- Guo, Q., Zhang, X., Li, X., Chen, T., Yang, B., Ding, C., Wang, C., Pan, M., Ma, W., Yu, J., 2021a. Variation and mitigation of musty, septic, chemical, grassy, fishy odors and corresponding odorants in a full-scale drinking water treatment plant with advanced treatments. *Chemosphere* 269, 128691.
- Hameed, A.A., El Hawarry, S., Kamel, M., 2008. Prevalence and distribution of airborne and waterborne fungi and actinomycetes in the Nile River. *Aerobiologia* 24, 231–240.
- Hayashi, S., Ohtani, S., Godo, T., Nojiri, Y., Saki, Y., Esumi, T., Kamiya, H., 2019. Identification of Geosmin biosynthetic gene in Geosmin-producing colonial cyanobacteria *Coelosphaerium* sp. and isolation of Geosmin non-producing *Coelosphaerium* sp. from brackish Lake Shinji in Japan. *Harmful Algae* 84, 19–26.
- Ho, L., Sawade, E., Newcombe, G., 2012. Biological treatment options for cyanobacteria metabolite removal - a review. *Water Res.* 46, 1536–1548.
- Kutovaya, O.A., Watson, S.B., 2014. Development and application of a molecular assay to detect and monitor Geosmin-producing cyanobacteria and actinomycetes in the Great Lakes. *J. Great Lake. Res.* 40, 404–414.
- Lanciotti, E., Santini, C., Lupi, E., Burrini, D., 2003. Actinomycetes, cyanobacteria and algae causing tastes and odours in water of the River Arno used for the water Supply of Florence. *J. Water Supply Res. T* 52, 489–500.
- Li, X., Wang, J., Zhang, X., Chen, C., 2015b. Powdered activated carbon adsorption of two fishy odorants in water: trans, trans-2, 4-heptadienal and trans, trans-2, 4-decadienal. *J. Environ. Sci.* 32, 15–25.
- Liang, S., Li, X., Yang, Y.L., Liu, L., Liu, Y.W., Cheng, Z.J., Li, B., Li, G.B., 2012. PAC addition on immersed ultrafiltration membrane for the treatment of raw water containing taste and odor compounds. *Adv. Mater. Res.-Switz.* 446–449, 2855–+.
- Lin, Tsair-Fuh, Watson, Susan, Dietrich, Andrea M., I. H. (Mel)Suffet, 2019. Taste and Odour in Source and Drinking Water: Causes, Controls, and Consequences. IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/9781780406664-0001>.
- Lin, J.-L., Hua, L.-C., Wu, Y., Huang, C., 2016. Pretreatment of algae-laden and manganese-containing waters by oxidation-assisted coagulation: effects of oxidation on algal cell viability and manganese precipitation. *Water Res.* 89, 261–269.
- Magwaza, N.M., Nxumalo, E.N., Mamba, B.B., Msagati, T.A., 2017. The occurrence and diversity of waterborne fungi in African aquatic systems: their impact on water quality and human health. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health* 14, 546.
- Nie, Z., Huang, Y., Yuan, J., Murray, A., Li, Y., Woods-Chabane, G., Hofmann, R., 2020. Minicolumn test of remaining GAC performance for taste and odor removal: theoretical analysis. *J. Environ. Eng.* 146, 04019097.
- Ozkan, A., Berberoglu, H., 2013. Physico-chemical surface properties of microalgae. *Colloids Surf. B Biointerfaces* 112, 287–293.
- Öztürk, İ. 2020. İçme sularından tat ve koku giderimi, İkinci baskı 172 s, İSKİ İstanbul.
- Pereira, S.P., Martins, F.D., Gomes, L.N.L., Sales, M.D., De Padua, V.L., 2012. Removal of cyanobacteria by slow sand filtration for drinking water. *J. Water Sanit Hyg. De.* 2, 133–145.

- Perkins, R.G., Slavin, E.I., Andrade, T.M.C., Blenkinsopp, C., Pearson, P., Froggatt, T., Godwin, G., Parslow, J., Hurley, S., Luckwell, R., Wain, D.J., 2019. Managing taste and odour metabolite production in drinking water reservoirs: the importance of ammonium as a key nutrient trigger. *J. Environ. Manag.* 244, 276–284.
- Peng, C., Yan, X., Wang, X., Huang, Y., Jiang, L., Yuan, P., Wu, X., 2021. Release of odorants from sediments of the largest drinking water reservoir in Shanghai: influence of pH, temperature, and hydraulic disturbance. *Chemosphere* 265, 129068.
- Pochiraju, S.(S., Hoppe-Jones, C., Weinrich, L., Maalouf, S., Adams, C., 2022. Treatability of 18 taste and odor compounds using powdered activated carbon in drinking water utilities. *AWWA Water Sci.* e1289 <https://doi.org/10.1002/aws2.1289>.
- Saadoun, I.M.K., Schrader, K.K., Blevins, W.T., 2001. Environmental and nutritional factors affecting Geosmin synthesis by *Anabaena* sp. *Water Res.* 35, 1209–1218.
- Scharf, R.G., Johnston, R.W., Semmens, M.J., Hozalski, R.M., 2010. Comparison of batch sorption tests, pilot studies, and modeling for estimating GAC bed life. *Water Res.* 44, 769–780.
- Su, M., Andersen, T., Burch, M., Jia, Z.Y., An, W., Yu, J.W., Yang, M., 2019. Succession and interaction of surface and subsurface cyanobacterial blooms in oligotrophic/ mesotrophic reservoirs: a case study in Miyun Reservoir. *Sci. Total Environ.* 649, 1553–1562.
- Waak, M.B., LaPara, T.M., Hall'e, C., Hozalski, R.M., 2018. Occurrence of *Legionella* spp. in water-main biofilms from two drinking water distribution systems. *Environ. Sci. Technol.* 52, 7630–7639.
- Watson, S.B., 2003. Cyanobacterial and eukaryotic algal odour compounds: signals or by-products? A review of their biological activity. *Phycologia* 42, 332–350.
- Watson, S.B., Ridal, J., Boyer, G.L., 2008. Taste and odour and cyanobacterial toxins: impairment, prediction, and management in the Great Lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 65, 1779–1796.
- Xia, P., Zhang, S.Y., Yu, J.W., Ye, H., Zhang, D., Jiang, L., Wang, Z., Yin, D.Q., 2020. Complex odor control based on ozonation/GAC advanced treatment: optimization and application in one full-scale water treatment plant. *Environ. Sci. Eur.* 32.
- Xie, P., Chen, Y., Ma, J., Zhang, X., Zou, J., Wang, Z., 2016. A mini review of preoxidation to improve coagulation. *Chemosphere* 155, 550–563.
- Yamamoto, Y., Sakata, T., Tanaka, K., 2000. Effect of light on Geosmin production of myxobacterial strains isolated from eutrophic lakes. *Int. Ver. Theoret. Angew. Limnol.: Verh. Proc. Trav. SIL* 27, 2132–2134.
- Zhang, K., Cao, C., Zhou, X., Zheng, F., Sun, Y., Cai, Z., Fu, J., 2018a. Pilot investigation on formation of 2,4,6-trichloroanisole via microbial O-methylation of 2,4,6-trichlorophenol in drinking water distribution system: an insight into microbial mechanism. *Water Res.* 131, 11–21.
- Zhang, K.J., Cao, C., Zhou, X.Y., Zheng, F.F., Sun, Y.M., Cai, Z.Q., Fu, J., 2018b. Pilot investigation on formation of 2,4,6-trichloroanisole via microbial O-methylation of 2,4,6-trichlorophenol in drinking water distribution system: an insight into microbial mechanism. *Water Res.* 131, 11–21.
- Zhang, R., Qi, F., Liu, C., Zhang, Y.T., Wang, Y.P., Song, Z.L., Kumirska, J., Sun, D.Z., 2019. Cyanobacteria derived taste and odor characteristics in various lakes in China: Songhu lake, Chaohu lake and Taihu lake. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 181, 499–507.
- Zhou, X.Y., Zhang, K.J., Zhang, T.Q., Li, C., Mao, X.W., 2017. An ignored and potential source of taste and odor (T&O) issues-biofilms in drinking water distribution system (DWDS). *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 101, 3537–3550.

Zhu, J., He, Y., Zhu, Y., Huang, M., Zhang, Y., 2018. Biogeochemical sulfur cycling coupling with dissimilatory nitrate reduction processes in freshwater sediments. *Environ. Rev.* 26, 121–132.

Zhu, J., Stuetz, RM., Hamilton, L., Power, K., Crosbie, ND., Tamburic, B., 2022. Management of iogenic taste and odour: From source water, through treatment processes and distribution systems, to consumers, *Journal of Environmental Management* 323, 116225.

THE MORE INFORMATION AGENT: THE INTELLIGENT FOOD PACKAGING

DAHA FAZLA BİLGİ: AKILLI GIDA AMBALAJI

Tolga Kağan TEPE

Öğr. Gör. Dr.Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Programı, Şebinkarahisar Giresun, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0484-7295>

Fadime Begüm TEPE

Dr. Öğr. Üyesi Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Programı, Şebinkarahisar Giresun, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4989-5354>

ABSTRACT

Packaging is a multidisciplinary field focused on ensuring product safety, quality, and integrity throughout its lifecycle, from production to end-use. With growing consumer expectations and the urge for sustainability, traditional packaging methods are no longer sufficient. Innovative packaging designs, such as intelligent and active packaging systems, are gaining attention for their advanced functionalities, including product tracking, extending shelf life, and enhancing safety. Intelligent packaging systems incorporate indicators, sensors, and data carriers (traceability devices), which offer real-time monitoring and feedback on the condition of packaged goods. Indicators, such as time-temperature and freshness or ripeness indicators, visually display changes in food quality, while sensors such as biosensors and gas sensors, detect specific biological or chemical conditions. On the other hand, data carriers, including barcodes and Radio Frequency Identification (RFID), enable efficient product tracking and information storage. These technologies not only help in preserving food quality but also improve supply chain efficiency and minimize food waste. The integration of these advanced packaging technologies is expected to meet consumer demands for safe, fresh, and high quality food, while also supporting sustainable and efficient food production and distribution practices. This study aims to provide a general overview of intelligent packaging systems in the food technology.

Keywords: Intelligent packaging, indicators, sensors, data carriers

ÖZET

Ambalaj, üretimden son kullanıma kadar yaşam döngüsü boyunca ürün güvenliği, kalitesi ve bütünlüğünü sağlamaya odaklanan multidisipliner bir alandır. Artan tüketici beklentileri ve sürdürülebilirlik dürtüsü ile geleneksel ambalajlama yöntemleri artık yeterli değildir. Akıllı ve aktif ambalajlama sistemleri gibi yenilikçi ambalaj tasarımları, ürün takibi, raf ömrünün uzatılması ve güvenliğin artırılması gibi gelişmiş işlevleriyle dikkat çekiyor. Akıllı ambalaj sistemleri, paketlenmiş ürünlerin durumu hakkında gerçek zamanlı izleme ve geri bildirim sunan indikatörler, sensörler ve veri taşıyıcıları (izlenebilirlik araçları) içermektedir. Zaman-sıcaklık ve tazelik veya olgunluk indikatörleri gibi indikatörler gıda kalitesindeki değişiklikleri görsel olarak gösterirken, biyosensörler ve gaz sensörleri gibi sensörler belirli biyolojik veya kimyasal koşulları tespit eder. Diğer bir yandan, barkodlar ve Radyo Frekans Tanımlama (RFID) gibi veri taşıyıcıları, verimli ürün takibi ve bilgi depolamayı mümkün kılar. Bu teknolojiler sadece gıda kalitesinin korunmasına yardımcı olmakla kalmaz, aynı

zamanda tedarik zinciri verimliliğini artırır ve gıda israfını en aza indirir. Bu gelişmiş ambalajlama teknolojilerinin entegrasyonunun, tüketicilerin güvenli, taze ve yüksek kaliteli gıda taleplerini karşılarken, sürdürülebilir ve verimli gıda üretim ve dağıtım uygulamalarını da desteklemesi beklenmektedir. Bu çalışma, gıda teknolojisinde akıllı ambalaj sistemlerine genel bir bakış sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ambalaj, indikatörler, sensörler, veri taşıyıcıları

INTRODUCTION

"Packaging" is a science, art and technology aimed at ensuring the integrity, safety and quality of a product. It is a system of coordinated preparation of products for transportation, storage, distribution, retail sale and end use. Besides, it provides safe delivery of products, including techno-commercial function, that aims delivery costs optimization, to consumers and maximize the sales of products (Kalpana et al., 2019). In addition to preservation, protection and identification of functions, packaging also has a significant impact on product ergonomics and importance on consumer interest (Emblem 2012). Oxidation, microbial growth and environmental conditions such as humidity, temperature, and natural microflora cause food deterioration. Food packaging provides to assure the food safety and preservation of food quality (Wang et al., 2022).

With ever-increasing consumer expectations, increment in product complexness, and national and international enterprises to promote a circular economy and minimize the carbon footprint of products, traditional packaging techniques are no longer sufficient. For this reason, there is an increasing interest in innovative packaging designs with advanced functionality. Examples of these designs include packaging that allows cradle-to-grave tracking (Schaefer and Cheung, 2018). In addition to active packaging and smart packaging, sustainable design, minimalist design, unusual/fun design and designs using augmented reality are methods, that attract attention today and can increase the competitiveness of manufacturers in the market (Bölük 2023, İlisulu 2019).

There are many different terms which is used for describing the innovative packaging systems such as "active", "intelligent", "smart", "clever", "indicator". Smart packaging including both intelligent and active packaging, can be described as the synergetic effect of intelligent and active packaging (Drago et al., 2020). While active packaging serves as extending shelf-life, intelligent packaging only gives information about food (Drago et al., 2020, Vasuki et al., 2023).

Intelligent and active packaging shares some goals such as enhancing shelf-life, minimizing food waste, improving consumer acceptance, maintaining quality and ensuring safety. The main differences between these systems are that intelligent packaging only monitors the conditions of packaged foods, but the active packaging acts as conditioner for increasing shelf-life of packaged foods (Drago et al., 2020, Vasuki et al., 2023). The term "intelligent packaging" can be described as a packaging mode that is capable of performing a range of intelligent functions, including detecting, sensing, recording, communicating, monitoring, and using scientific logic to facilitate decision-making. These functions can provide situations such as extension in the shelf life of products, increasing quality and safety, providing information and warning of possible potential problems (Janjarasskula and Suppakul, 2018).

The utilization of intelligent packaging, which has a potential to be one of the greatest areas of achievement in food science and technology, are based on three main technologies: indicators, sensors and data carriers (Yüceer and Caner, 2023). This study aims to define intelligent packaging systems in all aspects and to reveal their usage areas in the food industry.

INDICATORS

Indicators are employed to provide information observing alterations in food products or their surrounding conditions (e.g., temperature, pH, etc.), typically through the observation of visual changes in color. Unlike sensors, which possess receptors or transducers, indicators give information exclusively through direct visual alterations in the food environment. These systems can be placed inside or outside the pack depending on the monitoring factor (Realini and Marcos, 2014). The three main categories of indicators used on food packaging are time-temperature indicators, gas indicators, and freshness indicators (Sohail et al., 2018).

Time-temperature indicators

Temperature is considered as one of the most important factors that affect the shelf life of foods. In particular, it is important to know the temperature conditions to which foods that need to be in the cold chain are exposed due to determine the shelf life and to continue food safety. Temperature-time indicators (TTI) are devices used to record thermal history and show how long perishable products can be consumed. Time and temperature conditions of products create an irreversible alteration in color. This phenomenon is the base of TTI (Yüceer and Caner, 2023; Wang et al., 2015). TTI can be explained under four types depending on their working principle: Chemical TTI, physical TTI, enzymatic TTI and biological TTI (Wang et al., 2015).

Chemical TTI: Chemical TTI encompasses a range of indicators based on various chemical processes, including polymerization, photochromism and redox reactions. Chemical TTI based on polymerization employs the 1,4-addition polymerization reaction of polymer monomers when excited by high temperature, resulting in the formation of polydiacetylene (PDA) compounds (Wang et al., 2015). This polymerization reaction is irreversible, and the higher the temperature, the higher the rate of reaction. Consequently, the absorption spectrum moves from a high to a low waveband at the visible light absorption peak, resulting in a change in color. Photoluminescence-based chemical TTI is created by applying the concept of thermally induced fading during the reverse process of photoluminescent substances. The reaction rate and degree of fading vary with time and temperature, indicating a change in food shelf life. Redox reaction-based TTI performs the color change through a redox reaction between the indicator compound and oxygen in the air or light-induced redox reaction. There is a direct proportion between reaction rate and conditions of time and temperature, allowing the shelf life of the product to be deduced (Cheng et al., 2022).

Physical TTI: There are several types of physical TTI and some of them are diffusion-based TTI, nanoparticle-based TTI, electronic TTI, etc. As new technologies and materials emerge, innovative TTI systems that utilize color changes in physical properties are being created (Yüceer and Caner, 2023). Temperature-dependent diffusion-reaction or temperature-dependent phase transition (solid to liquid) of colored substances with time or temperature variation constitute the basic principle of diffusion-based physical TTI (Wang et al., 2015). The nanoparticle based physical TTI, which uses the thermochromic properties of nanoparticles, related to changing surface morphology of the metal nanoparticles (Ag NPs/Au NPs) with the heat and then causing the alteration of the color (Lim et al., 2012). The electrical signal come from the thermal sensor is formed from the temperature signal by the electronic TTI and then the visual output consisted of the electrical signal is used as an indicator (Wang et al., 2015).

Enzymatic TTI: Enzymatic TTI relies on the hydrolysis reaction between an enzyme and its substrate, resulting in a color change. The degree of this reaction is influenced by time and temperature, allowing the color change to reflect the cumulative effects of both factors. This enables dynamic monitoring of a product's remaining shelf life. Enzymatic TTIs offer several

advantages over other systems, including low cost, consistent performance, and ease of control (Jaiswal et al., 2018; Wang et al., 2015, Cheng et al., 2022).

Biological TTI: A changing color of pH indicator is caused by metabolites produced by microorganisms under certain temperature and time conditions. Biological TTIs use this phenomenon as an indicator. Currently, lactic acid bacteria and yeast are commonly used for the biological TTI due to their effect of changing pH through producing acid by anaerobic or facultative anaerobic respiration (Cheng et al., 2022).

Freshness and maturity indicators

The principle of the freshness indicators (FI) is the color alteration caused by the characteristic food volatiles. Thus, the FI provides information about food quality based on chemical changes in the food product or target microorganisms and their metabolites (carbon dioxide and sulphur, ammonia, volatile nitrogen compounds, biogenic amines, hydrogen sulphide, diacetyl, ethanol or organic acids, enzymes and toxins) and chemical reactions (lipid oxidation) that lead to food spoilage. To be in contact with these spoilage components, freshness indicators must be placed inside the packaging (Shao et al., 2021, Yüceer and Caner, 2023).

Several changes occur during ripening, including production of carotenoids and anthocyanins; loss of chlorophyll; conversion of starch to sugars; alterations in proteins, organic acids, and lipids; improvement in flavor, production of ethylene and decrement in tannins and fungistatic compounds. The maturity indicators change color by detecting the aroma esters that fruits give off as they ripen. For example, phenol red is initially red in colour (pH 8.4) gradually changing to orange-red, orange and finally yellow (pH 6.8) in the acidic form (Janjarasskul and Suppakul, 2018).

SENSORS

The sensor comprises control and processing equipment, an interconnectedness network, and software. Detection, location or quantification of energy and matter can be provided by a sensor, which gives a signal for the physical and chemical properties of foods which the device responds (Ghaani et al., 2016). A chemical or physical quantity is converted to a measurable output by a sensor. Sensors generally consist of a receptor (the sensing part), a transduction element (the measuring part), a signal processing electronics and a signal showing unit (Neethirajan et al., 2009). An ideal sensor must have these five properties at least: specificity or selectivity to the target species, sensitive to alteration of target species concentrations, quick response, extended shelf life, and minimizing production cost with the minimum dimensions (Osmólska et al., 2022). Biosensors and gas sensors are the most advanced sensor utilized in intelligent food packaging (Ghaani et al., 2016).

Biosensors

Biological materials such as enzymes, nucleic acids, phages, antigens and antibodies constitute the detection layer of biosensors. There are some commercial biosensor systems. Some microorganism species such as *Campylobacter* spp., *Listeria* spp., *Escherichia coli* O157, and *Salmonella* spp. can be detected via these biosensor systems and thus, the intelligent package alert to consumer (Ghaani et al., 2016).

Gas sensors

By monitoring the concentration of certain gases such as CO₂ or H₂S with gas sensors, the progression of deterioration is determined (Yüceer and Caner, 2023). Gas sensors are employed to monitor alterations in a package resulting from diverse external stimuli. Frequently, such devices can discern the activity of active ingredients within the package, namely the O₂ and CO₂ scavengers. Gas sensors exhibit a quantitative response. The presence

of gas can be detected by changes in the physical parameters of the sensor due to their transient nature (Osmólska et al., 2022).

DATA CARRIERS (TRACEABILITY DEVICES)

It is a technology that enables tracking of products in the distribution chain, recording more information and access at any time (Yüceer and Caner, 2023). Barcode and Radio Frequency Identification (RFID) systems are used for data carrying.

Barcode

A barcode is a technique for automatically transferring data to another format without errors, featuring vertical lines and spaces of varying widths. An optical barcode scanner reads the encoded information and sends it to a system for storage and processing. Barcode systems are essential in the retail industry, enhancing inventory accuracy, saving time, being cost-effective, user-friendly, and aiding in stock management, recording, and payment processing. Barcodes are divided into two main categories: one-dimensional (1D or linear) and two-dimensional (2D) systems. The primary distinction between 1D and 2D barcodes lies in their layout and the volume of data they can hold, though both types can be effectively utilized for various automatic identification purposes. Different types of barcodes offer varying storage capacities (Yüceer and Caner, 2023).

The early development of one-dimensional (1-D) barcodes marks a significant milestone in the evolution of barcode technology. The basic operational principle resembles a laser beam slicing through a horizontal plane of vertical bars. While the beam moves across the symbol, it quantifies the time taken to scan the dark bars versus the light spaces. This data is then processed using a look-up table to decode the individual characters based on those times. The term "one-dimensional" (1D) refers to the linear path of the laser beam. The initial generation of barcode labels had limited storage capacity, typically used for the manufacturer identification number and product number. Over time, the 1D barcode system was enhanced to encode up to 74 alphanumeric characters (Ghaani et al., 2016).

Two-dimensional (2D) barcodes can store significantly more information than 1D barcodes. This is accomplished by using a grid of dots and spaces instead of bars and spaces, resulting in higher data density within a smaller area (Ghaani et al., 2016). Recently, Quick Response (QR) 2D barcodes have emerged, allowing for increased data storage through four distinct encoding modes: numeric, kanji, byte/binary and alphanumeric (Ghaani et al., 2016).

Radio frequency identification (RFID)

RFID is a data collection and storage method, which provides real-time, accurate data without human intercession. RFID technology provides several advantages. Some of them are decrement in storage, handling and transportation costs, increment in sales by reducing stock outs, improvement in cash flow by rising in inventory turn, increasing security, efficiency, accuracy and speed of information flow. Additionally, RFID has a key role in prevention of product recalls (Janjarasskula and Suppakul, 2018).

A typical RFID system includes three main components: the tag, the antenna, and the reader, along with the necessary communication infrastructure. Essentially, a RFID tag includes a small transponder, which is an combined circuit with memory and functions like a microprocessor chip, along with the antenna that has a read range extending to the sides and in front. The design and placement of the antenna are crucial factors that affect the tag's coverage, range, and communication precision. The antenna serves two key roles: it collects energy from the signal that comes from the reader to power the tag and transmits this data. Each tag has a unique identifier or numerical sequence that allows it to respond to signals

from the antenna of reader, sending its identifier back to the reader (Janjarasskula and Suppakul, 2018; Sohail et al., 2018).

The primary advantages of RFID over barcodes include the ability for remote control, storage of diverse information (such as origin, process parameters, and commercial details), and the capability to simultaneously track multiple items with unique product identification (Saleem et al., 2012).

CONCLUSION

The intelligent packaging system has the advantages of providing information, extending shelf life, improving food quality and increasing safety. Nowadays, the expectation of consumers is accessing the safe and fresh food. On the other hand, the food producers desire to ensure extended shelf-life of foods, improving brand image and marketing skills, decreasing costs originating from recalling foods. All of these can be provided by the intelligent packaging systems. Recently, researchers frequently study to improve these systems. In the future more innovative and useful technologies will be integrated into food packaging systems. Thus, safer, longer life and more controllable foods can be produced.

REFERENCES

- Bölük, B. (2023). Eko tasarım ambalajlarda, geleneksel, görsel ve yazılı iletişimin, tüketici tutum ve satın alma niyetine etkisi: Bir alımlama çalışması, İSTANBUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / İletişim ve Tasarım Ana Sanat Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Cheng, H., Xu, H., McClements, D. J., Chen, L., Jiao, A., Tian, Y., Miao, M., & Jin, Z. (2022). Recent advances in intelligent food packaging materials: Principles, preparation and applications. *Food Chemistry*, 375, 131738.
- Drago, E., Campardelli, R., Pettinato, M., & Perego, P. (2020). Innovations in smart packaging concepts for food: An extensive review. *Foods*, 9(11), 1628.
- Emblem, A. (Ed.). (2012). *Packaging technology: Fundamentals, materials and processes*. Woodhead Publishing, Cambridge, UK, 2012. ISBN: 978-0857095701.
- Ghaani, M., Cozzolino, C. A., Castelli, G., & Farris, S. (2016). An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector. *Trends in Food Science & Technology*, 51, 1-11.
- İlisulu, T. İ. (2019). Gıda ambalajı tasarımlarında değişen tüketici beklentileri. *Sanat-Tasarım Dergisi*, (10), 16-23.
- Jaiswal, R.K., Mendiratta, S.K., Talukder, S., Soni, A., & Saini, B.L. (2018). Enzymatic time temperature indicators: A review. *The Pharma Innovation Journal* 7(10), 643-647
- Janjarasskul, T., & Suppakul, P. (2018). Active and intelligent packaging: The indication of quality and safety. *Critical reviews in food science and nutrition*, 58(5), 808-831.
- Kalpana, S., Priyadarshini, S. R., Leena, M. M., Moses, J. A., & Anandharamakrishnan, C. (2019). Intelligent packaging: Trends and applications in food systems. *Trends in Food Science & Technology*, 93, 145-157.
- Lim, S., Gunasekaran, S., & Imm, J. Y. (2012). Gelatin-templated gold nanoparticles as novel time-temperature indicator. *Journal of food science*, 77(9), N45-N49.
- Neethirajan, S., Jayas, D. S., & Sadistap, S. (2009). Carbon dioxide (CO₂) sensors for the agri-food industry: A review. *Food and Bioprocess Technology*, 2, 115e121.
- Osmólska, E., Stoma, M., & Starek-Wójcicka, A. (2022). Application of biosensors, sensors, and tags in intelligent packaging used for food products—A review. *Sensors*, 22(24), 9956.
- Realini, C.E., ve Marcos, B. (2014). Active and intelligent packaging systems for a modern society. *Meat Science* 98(3), 404-419

- Saleem, H., Khan, M.Z.A., ve Afzal, S. (2012). Review of various aspects of radio frequency identification (RFID) technology. *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSRJCE)* 8(1), 01-06
- Schaefer, D., & Cheung, W. M. (2018). Smart packaging: opportunities and challenges. *Procedia Cirp*, 72, 1022-1027.
- Shao, P., Liu, L., Yu, J., Lin, Y., Gao, H., Chen, H., & Sun, P. (2021). An overview of intelligent freshness indicator packaging for food quality and safety monitoring. *Trends in Food Science & Technology*, 118, 285-296.
- Sohail, M., Sun, D. W., & Zhu, Z. (2018). Recent developments in intelligent packaging for enhancing food quality and safety. *Critical reviews in food science and nutrition*, 58(15), 2650-2662.
- Thirupathi Vasuki, M., Kadirvel, V., & Pejavara Narayana, G. (2023). Smart packaging—An overview of concepts and applications in various food industries. *Food Bioengineering*, 2(1), 25-41.
- Wang, J., Euring, M., Ostendorf, K., & Zhang, K. (2022). Biobased materials for food packaging. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 7(1), 1-13.
- Wang, S., Liu, X., Yang, M., Zhang, Y., Xiang, K., ve Tang, R. (2015). Review of time temperature indicators as quality monitors in food packaging. *Packaging Technology and Science* 28(10), 839-867.
- Yüceer, M., & Caner, C. (2023). Gıda sanayiinde akıllı ambalajlama ve uygulamaları. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (30), 57-68.

TOURISM AS A CATALYST FOR ORGANIC FARMING AND AGRO-ENTREPRENEURSHIP IN NIGERIA

Sadiq, M.S

Department of Agricultural Economics and Agribusiness, FUD, Dutse, Nigeria
0000-0003-4336-5723

Singh, I.P

Department of Agricultural Economics, SKRAU, Bikaner, India
0000-0002-1886-5956

Ahmad, M.M

Department of Agricultural Economics and Extension, BUK, Kano, Nigeria
0000-0003-4565-0683

Sani, B.S

PhD Scholar, Department of Agricultural Economics and Agribusiness, FUD, Dutse, Nigeria
0000-0001-7773-3796

Yusuf, K.B

Graduate Student, Department of Agricultural Extension and Development, FUD, Dutse, Nigeria

ABSTRACT

Tourism has increasingly been recognized as a powerful tool for stimulating various sectors of the economy. In the context of Nigeria, a nation with vast agricultural potential and rich cultural heritage, tourism holds the key to unlocking the potential of organic farming and agro-entrepreneurship. This research review paper explores how tourism can serve as a catalyst for the growth of organic farming and agro-entrepreneurship in Nigeria. It examines the current state of agriculture and tourism in the country, the nexus between the two sectors, and the opportunities for leveraging tourism to promote sustainable agricultural practices and foster agro-entrepreneurship. By analyzing case studies, existing literature, and empirical data, this paper highlights the challenges and strategies needed to harness the potential of tourism for organic farming and agro-entrepreneurship in Nigeria.

Keywords: Agro-entrepreneurship; Culture; Organic farming; Tourism; Nigeria

INTRODUCTION

Nigeria is a country with vast agricultural resources, a youthful population, and an emerging tourism sector (Komolafe, 2018). Agriculture is the backbone of the Nigerian economy, providing employment for over 70% of the population and contributing significantly to the nation's Gross Domestic Product (GDP) (Echendu, 2020). However, the agricultural sector faces numerous challenges, including low productivity, environmental degradation, and reliance on chemical inputs. Organic farming, which promotes sustainable agricultural practices and reduces dependence on synthetic chemicals, offers a potential solution to these challenges.

Tourism, on the other hand, is a growing sector in Nigeria, with the country's rich cultural heritage, diverse landscapes, and vibrant cities attracting both domestic and international tourists (Adegbola and Adewale, 2017). The integration of tourism and agriculture, particularly through organic farming, offers a unique opportunity for rural development, environmental sustainability, and economic diversification.

Tourism is a multifaceted industry that involves the movement of people to places outside their usual environment for leisure, business, or other purposes (Olanrewaju and Adediran, 2014; Mansor, 2024)). It is a significant contributor to global economies, providing jobs, fostering cultural exchange, and promoting economic development. In recent years, the concept of sustainable tourism has gained prominence, focusing on minimizing environmental impact and promoting positive social and economic outcomes (Mansor, 2024). Agro-tourism, a niche within the broader tourism sector, involves tourists visiting farms, participating in farming activities, and learning about sustainable agriculture (Lie et al., 2023). This form of tourism can serve as a catalyst for the growth of organic farming and agro-entrepreneurship by creating new markets for organic products, providing farmers with additional income, and promoting awareness of sustainable agricultural practices (Gbadegesin and Ayeni, 2016).

Organic farming refers to agricultural practices that prioritize environmental sustainability, biodiversity, and the use of natural inputs over synthetic chemicals (Fadeyibi and Okeke, 2020). It has been increasingly recognized for its role in promoting food security, environmental conservation, and sustainable livelihoods.

Agro-entrepreneurship involves the application of entrepreneurial principles to agricultural activities. It includes the creation and management of businesses related to agriculture, ranging from small-scale farming enterprises to large agribusinesses.

Significance of Tourism in Nigeria

Nigeria, Africa's most populous nation, has a rich cultural heritage, diverse ecosystems, and significant tourism potential (Muhammad and Yahaya, 2016). The country is known for its natural attractions, including national parks, waterfalls, and cultural festivals. Tourism in Nigeria has the potential to contribute to economic diversification, reduce dependence on oil, and create employment opportunities.

The Link between Tourism and Agricultural Development

Tourism and agriculture are traditionally viewed as separate sectors. However, there is a growing recognition of the potential synergies between these industries (Olowosegun and Adebayo, 2019). Tourism can serve as a catalyst for agricultural development by creating demand for local produce, promoting organic farming, and encouraging agro-entrepreneurship (Jiboku and Akinola, 2016). This interconnection can lead to sustainable economic growth, particularly in rural areas where agriculture is a primary livelihood.

Research Objectives

This paper aims to:

1. Explore the potential of tourism as a catalyst for organic farming and agro-entrepreneurship in Nigeria.
2. Examine the current state of organic farming and agro-entrepreneurship in Nigeria.
3. Identify the opportunities and challenges associated with leveraging tourism for the growth of organic farming and agro-entrepreneurship.
4. Provide strategies for integrating tourism with organic farming and agro-entrepreneurship to promote sustainable development in Nigeria.

RESEARCH METHODOLOGY

Nigeria has a tropical climate with two main seasons: a wet season from April to October, and a dry season from November to March. The southern region experiences heavy rainfall and high humidity, while the northern region is drier and hotter, with semi-arid conditions. Geographically, Nigeria is located in West Africa, bordered by the Atlantic Ocean to the south. The landscape varies from coastal plains in the south to savannas in the central region and semi-arid Sahel in the north. The Niger and Benue rivers are significant features, supporting fertile floodplains. Agro-ecologically, Nigeria is divided into zones: the humid forest in the south, the derived savanna, the Guinea savanna, the Sudan savanna, and the Sahel savanna in the north. These zones support diverse agricultural activities, from crop farming in the south to livestock rearing in the north. Economically, Nigeria is oil-dependent, with oil contributing the majority of foreign exchange earnings. However, agriculture is crucial, employing 70% of the workforce and contributing around 24% to GDP. The economy faces challenges such as infrastructure deficits, regional disparities, and the need for diversification. Using current reports and articles as references, the present study was systematic analyzed to generate some insightful insights into agri-food tourism and local cuisine in Nigeria.

LITERATURE REVIEW

Overview of Agro-Entrepreneurship and Organic Farming

Agro-entrepreneurship and organic farming are critical components of sustainable agricultural development (Onyima, 2016). Agro-entrepreneurship involves innovative approaches to farming and agricultural business, focusing on value addition, market orientation, and sustainability (Oyediji and Ibitoye, 2013). Organic farming, as a subset of agro-entrepreneurship, emphasizes environmentally friendly practices, the use of organic inputs, and the conservation of biodiversity (Nwosu and Ndibe, 2018).

The literature on agro-entrepreneurship highlights its role in rural development, poverty alleviation, and job creation. Studies have shown that agro-entrepreneurship can drive economic growth in rural areas by promoting innovation, enhancing productivity, and creating value chains that benefit local communities (Orji and Jibunor, 2018).

Organic farming, on the other hand, is increasingly seen as a viable alternative to conventional farming due to its environmental and health benefits. The global demand for organic products is rising, driven by consumer awareness of health and environmental issues. In Nigeria, organic farming is still in its nascent stages, but there is growing interest among farmers and consumers.

The Role of Tourism in Economic Development

Tourism is a powerful driver of economic development, particularly in developing countries (Orji and Jibunor, 2018). It generates foreign exchange, creates jobs, and stimulates local economies. The World Tourism Organization (UNWTO) reports that tourism contributes to 10% of global GDP and 10% of total employment.

In Nigeria, tourism has the potential to become a major economic sector, contributing to economic diversification and sustainable development (Ojo and Afolabi, 2012). The country's rich cultural and natural heritage provides a strong foundation for tourism development. However, the sector faces challenges such as inadequate infrastructure, security concerns, and limited investment.

The Interconnection between Tourism and Agriculture

The relationship between tourism and agriculture is multifaceted. Tourism can create new markets for agricultural products, particularly organic produce, by connecting farmers with tourists seeking authentic and healthy food experiences. This relationship can lead to the development of agro-tourism, where tourists visit farms to learn about agricultural practices, participate in farming activities, and purchase local products.

Agro-tourism offers several benefits, including income diversification for farmers, preservation of agricultural heritage, and promotion of sustainable farming practices. It can also enhance the tourist experience by offering unique and authentic experiences related to food and agriculture.

Case Studies of Successful Agro-Tourism Projects Globally

Several countries have successfully integrated tourism with agriculture through agro-tourism initiatives. For example, Italy's agriturismo model, where tourists stay on working farms, has become a significant part of the country's tourism industry. These farms offer accommodations, farm-to-table dining, and agricultural activities, providing an immersive experience for tourists (Jibunoh and Okorie, 2018).

In India, agro-tourism has gained traction as a means of rural development and poverty alleviation. The Maharashtra Agro-Tourism Development Corporation (MATDC) promotes agro-tourism by connecting tourists with rural farmers, offering activities such as bullock cart rides, farm visits, and traditional food experiences.

These examples demonstrate the potential of agro-tourism to contribute to sustainable development by creating synergies between tourism and agriculture.

Current State of Organic Farming and Agro-Entrepreneurship in Nigeria

In Nigeria, organic farming is still in its early stages, with limited awareness and adoption among farmers (Musa and Ejembi, 2017). The organic sector faces challenges such as a lack of certification bodies, limited access to organic inputs, and a nascent market for organic products. However, there is growing interest in organic farming due to increasing consumer awareness of health and environmental issues.

Agro-entrepreneurship in Nigeria is also emerging, driven by the need for economic diversification and rural development (Yusuf and Oyetola, 2017). The Nigerian government has launched several initiatives to promote entrepreneurship in agriculture, such as the Youth Empowerment in Agriculture Program (YEAP) and the Anchor Borrowers' Program (ABP). These programs aim to support young entrepreneurs in agriculture by providing training, access to finance, and market linkages.

Conceptual Framework

Organic Farming

Organic farming is an agricultural system that emphasizes the use of natural inputs, such as compost, green manure, and biological pest control, rather than synthetic chemicals (Fadeyibi and Okeke, 2020). Organic farming practices are designed to promote soil health, biodiversity, and ecological balance, while reducing the negative environmental impacts associated with conventional farming methods. In Nigeria, organic farming is still in its nascent stages, with only a small percentage of farmers practicing organic agriculture (Fadeyibi and Okeke, 2020). However, there is growing interest in organic farming due to concerns about food safety, environmental sustainability, and the rising demand for organic products in both domestic and international markets.

Organic farming offers numerous benefits for farmers, consumers, and the environment (Sodimu and Adewale, 2020). For farmers, organic farming can lead to higher yields,

improved soil fertility, and reduced reliance on costly chemical inputs. For consumers, organic products are perceived as healthier and safer, as they are free from synthetic pesticides and fertilizers. For the environment, organic farming promotes biodiversity, reduces pollution, and mitigates climate change by sequestering carbon in the soil.

Agro-Entrepreneurship

Agro-entrepreneurship refers to the entrepreneurial activities within the agricultural sector, including the production, processing, and marketing of agricultural products (Ilevbare and Mohammed, 2015). Agro-entrepreneurs are individuals who identify and exploit opportunities in the agricultural value chain to create profitable businesses. In Nigeria, agro-entrepreneurship has become increasingly important as a means of addressing youth unemployment, promoting rural development, and diversifying the economy.

Agro-entrepreneurship can take many forms, from small-scale farming enterprises to large agribusinesses that process and market agricultural products. Agro-entrepreneurs play a critical role in transforming the agricultural sector by introducing innovative practices, creating new markets, and adding value to agricultural products. The growth of agro-entrepreneurship in Nigeria is driven by several factors, including the increasing demand for food and agricultural products, the availability of land and natural resources, and government policies that support entrepreneurship and agribusiness development.

The Nexus between Tourism, Organic Farming, and Agro-Entrepreneurship

Tourism, organic farming, and agro-entrepreneurship are interconnected sectors that can mutually reinforce each other (Lawal and Olojede, 2014). Tourism can serve as a catalyst for organic farming by creating new markets for organic products, raising awareness about sustainable agricultural practices, and providing farmers with additional income through agri-tourism activities. Similarly, agro-entrepreneurship can benefit from tourism by tapping into the growing demand for locally-produced, organic, and artisanal products from tourists.

Agro-tourism, which involves tourists visiting farms and participating in farming activities, is a key area where tourism, organic farming, and agro-entrepreneurship intersect. Agro-tourism provides a platform for farmers to showcase their organic farming practices, sell their products directly to consumers, and educate visitors about sustainable agriculture. For agro-entrepreneurs, agro-tourism offers an opportunity to diversify their income streams, promote their products, and build brand recognition.

In Nigeria, the integration of tourism with organic farming and agro-entrepreneurship has the potential to promote sustainable development by creating new economic opportunities for rural communities, enhancing food security, and preserving the environment (Ifeyanyi-Obi and Nnadi, 2014).

RESULTS AND DISCUSSION

Tourism as a Catalyst for Organic Farming

Potential Benefits of Linking Tourism with Organic Farming

The integration of tourism with organic farming offers several potential benefits (Fadeyibi and Okeke, 2020). First, it can create new markets for organic products, as tourists often seek authentic and healthy food experiences. Second, it can promote sustainable agricultural practices by providing incentives for farmers to adopt organic methods. Third, it can enhance the rural tourism experience by offering tourists a unique opportunity to learn about organic farming and participate in farm activities.

By linking tourism with organic farming, Nigeria can capitalize on the growing global demand for organic products and promote sustainable agricultural practices (Fabiya and

Ayanwale, 2012). This integration can also contribute to rural development by providing additional income sources for farmers and creating employment opportunities in rural areas.

Opportunities for Organic Farmers in the Tourism Industry

The tourism industry offers several opportunities for organic farmers. Hotels, restaurants, and resorts often seek fresh, locally sourced, and organic produce to meet the demands of health-conscious tourists (Benson and Nwosu, 2014). By supplying organic products to the tourism industry, farmers can access new markets and increase their income.

Furthermore, organic farmers can diversify their income by offering agro-tourism experiences, such as farm tours, organic cooking classes, and farm-to-table dining (Dunford, 2016). These experiences can attract tourists who are interested in sustainable and authentic food experiences.

Tourism as a Market for Organic Produce

Tourism can serve as a significant market for organic produce, particularly in regions with a high influx of tourists. Hotels, resorts, and restaurants in tourist destinations often seek high-quality, fresh, and organic produce to meet the demands of their clientele (Aregbeyen, 2016). By tapping into this market, organic farmers can increase their sales and profitability.

Moreover, the tourism industry can help raise awareness of organic farming by promoting the health and environmental benefits of organic products (Otto and Amao, 2014). This increased awareness can drive consumer demand for organic produce, further supporting the growth of the organic farming sector in Nigeria.

Role of Government Policies in Promoting Agro-Tourism

Government policies play a crucial role in promoting the integration of tourism with organic farming and agro-entrepreneurship (Ojo, 2014). Policies that support sustainable tourism, organic farming, and rural development can create an enabling environment for agro-tourism. In Nigeria, the government can promote agro-tourism by providing incentives for farmers to adopt organic practices, supporting the development of agro-tourism infrastructure, and promoting Nigeria as a destination for sustainable and authentic tourism experiences (Idowu et al., 2014).

Tourism as a Catalyst for Agro-Entrepreneurship

The Role of Tourism in Encouraging Entrepreneurship in Agriculture

Tourism can encourage entrepreneurship in agriculture by creating demand for local products and services. For example, the hospitality industry often requires a steady supply of fresh produce, dairy products, and meat, providing opportunities for local farmers and entrepreneurs to supply these products.

In addition, tourism can create opportunities for value-added agricultural products, such as processed foods, handicrafts, and organic skincare products. Entrepreneurs can capitalize on the demand for these products by developing businesses that cater to the tourism industry.

Agro-Tourism as a Business Model: Challenges and Opportunities

Agro-tourism is a business model that involves integrating agricultural activities with tourism. This model offers several opportunities, including income diversification for farmers, promotion of sustainable agriculture, and enhancement of the tourist experience.

However, agro-tourism also presents challenges. These include the need for investment in infrastructure, training for farmers in hospitality and tourism management, and the development of marketing strategies to attract tourists. Additionally, there may be cultural and social barriers to the adoption of agro-tourism in some regions.

Case Studies of Agro-Entrepreneurs Leveraging Tourism

There are several examples of agro-entrepreneurs who have successfully leveraged tourism to grow their businesses (Umeh, 2015). For instance, in Italy, the agriturismo movement has allowed farmers to supplement their income by offering lodging, meals, and activities on their farms. These farmers have tapped into the demand for authentic and immersive experiences, attracting tourists who want to learn about farming and enjoy locally sourced food (Akinpelu and Adediran, 2013).

In India, agro-entrepreneurs have developed businesses that cater to tourists seeking rural experiences. These businesses offer farm stays, organic food experiences, and cultural activities, providing tourists with a unique and memorable experience while supporting local farmers.

Impact of Tourism on Rural Development and Youth Employment

Tourism can have a significant impact on rural development by creating jobs, generating income, and promoting the development of infrastructure. In particular, tourism can provide employment opportunities for young people in rural areas, helping to reduce rural-urban migration and alleviate poverty (Owolabi, 2015).

By promoting agro-tourism, Nigeria can harness the potential of tourism to support rural development and create jobs for young people. This can contribute to the country's broader goals of economic diversification and sustainable development (Ojo and Olaniyan, 2014).

Organic Farming in Nigeria: Opportunities and Challenges

Current State of Organic Farming in Nigeria

Organic farming in Nigeria is still at a relatively early stage of development, with only a small percentage of farmers practicing organic agriculture. The majority of farmers in Nigeria rely on conventional farming methods that involve the use of synthetic fertilizers, pesticides, and herbicides (Faluyi and Olaniyan, 2015). However, there is growing interest in organic farming due to concerns about food safety, environmental sustainability, and the increasing demand for organic products in both domestic and international markets.

Several factors have contributed to the slow adoption of organic farming in Nigeria, including limited access to organic inputs, lack of knowledge and training on organic farming practices, and inadequate market infrastructure for organic products (Babatunde and Olaniyan, 2016). In addition, there is a lack of government policies and incentives to support the transition to organic farming.

Despite these challenges, there are several opportunities for the growth of organic farming in Nigeria. The country's diverse agro-ecological zones provide a wide range of agricultural products that can be produced organically, including fruits, vegetables, grains, and livestock. In addition, Nigeria's large and growing population provides a significant domestic market for organic products, while the increasing demand for organic products in international markets offers opportunities for export.

Potential Benefits of Organic Farming in Nigeria

The adoption of organic farming in Nigeria offers numerous benefits for farmers, consumers, and the environment. These benefits include:

1. **Increased income for farmers:** Organic farming can provide farmers with higher income by allowing them to sell their products at premium prices. In addition, organic farming reduces the need for expensive chemical inputs, which can lower production costs and increase profitability.

2. **Improved food security:** Organic farming promotes sustainable agricultural practices that improve soil fertility, increase crop yields, and reduce the risk of crop failure. This can contribute to improved food security in Nigeria, particularly in rural areas where agriculture is the primary source of livelihood.
3. **Environmental sustainability:** Organic farming reduces the negative environmental impacts associated with conventional farming methods, such as soil degradation, water pollution, and greenhouse gas emissions. By promoting biodiversity and ecological balance, organic farming can help mitigate climate change and protect Nigeria's natural resources.
4. **Health benefits for consumers:** Organic products are perceived as healthier and safer for consumers, as they are free from synthetic pesticides, fertilizers, and genetically modified organisms (GMOs). The growing demand for organic products in Nigeria reflects increasing consumer awareness of the health benefits of organic food.
5. **Market opportunities:** The increasing demand for organic products in both domestic and international markets provides opportunities for Nigerian farmers to tap into new markets and increase their income. Organic farming also offers opportunities for value addition through the processing and packaging of organic products.

Challenges Facing Organic Farming in Nigeria

Despite the potential benefits of organic farming, there are several challenges that need to be addressed in order to promote the growth of organic agriculture in Nigeria (Ajayi, 2016). These challenges include:

1. **Lack of knowledge and training:** Many farmers in Nigeria lack the knowledge and skills needed to practice organic farming. There is a need for training programs and extension services that provide farmers with information on organic farming practices, soil management, pest control, and certification processes.
2. **Limited access to organic inputs:** Organic farming requires access to natural inputs such as compost, green manure, and biological pest control. However, many farmers in Nigeria have limited access to these inputs, and there is a lack of supply chains for organic inputs.
3. **Inadequate market infrastructure:** The market infrastructure for organic products in Nigeria is still underdeveloped, with limited access to markets, processing facilities, and certification services. This makes it difficult for farmers to sell their organic products and access premium markets.
4. **Lack of government support:** There is a lack of government policies and incentives to support the growth of organic farming in Nigeria. Farmers need financial support, subsidies, and regulatory frameworks that promote organic agriculture and protect the interests of organic producers.
5. **Consumer awareness:** While there is growing demand for organic products in Nigeria, many consumers are still unaware of the benefits of organic food and are unwilling to pay premium prices for organic products. There is a need for consumer education and awareness campaigns that promote the health and environmental benefits of organic farming.

Agro-Entrepreneurship in Nigeria: Opportunities and Challenges

Current State of Agro-Entrepreneurship in Nigeria

Agro-entrepreneurship is an emerging sector in Nigeria, driven by the increasing demand for food and agricultural products, the availability of land and natural resources, and government policies that support entrepreneurship and agribusiness development. Agro-entrepreneurs in Nigeria are involved in various activities across the agricultural value chain, including farming, processing, packaging, and marketing of agricultural products.

The growth of agro-entrepreneurship in Nigeria is fueled by several factors, including the rising demand for locally-produced food products, the availability of technology and innovation in agriculture, and the increasing interest of young people in agribusiness. In addition, government initiatives such as the Youth Agripreneurs Program (YAP) and the Agricultural Promotion Policy (APP) have provided support for agro-entrepreneurs in Nigeria.

Agro-entrepreneurship offers significant opportunities for job creation, income generation, and rural development in Nigeria. By adding value to agricultural products and creating new markets, agro-entrepreneurs can transform the agricultural sector and contribute to the diversification of the Nigerian economy.

Potential Benefits of Agro-Entrepreneurship in Nigeria

Agro-entrepreneurship offers numerous benefits for Nigeria's economy, society, and environment. These benefits include:

1. **Job creation:** Agro-entrepreneurship has the potential to create millions of jobs in Nigeria, particularly in rural areas where unemployment rates are high. By engaging in agribusiness activities, young people and women can access new employment opportunities and improve their livelihoods.
2. **Income generation:** Agro-entrepreneurship provides farmers and entrepreneurs with new sources of income by adding value to agricultural products, accessing new markets, and increasing profitability. This can contribute to poverty reduction and economic empowerment in rural communities.
3. **Rural development:** Agro-entrepreneurship promotes rural development by improving infrastructure, enhancing access to markets, and providing training and capacity-building for rural communities. This can lead to improved living standards, better access to services, and reduced rural-urban migration.
4. **Food security:** Agro-entrepreneurs play a critical role in improving food security in Nigeria by increasing agricultural productivity, reducing post-harvest losses, and enhancing the availability of locally-produced food products. This can contribute to improved nutrition and food access for Nigeria's growing population.
5. **Sustainability:** Agro-entrepreneurs can promote sustainability by adopting environmentally-friendly farming practices, reducing waste, and promoting the use of renewable resources. This can help protect Nigeria's natural resources and mitigate the impacts of climate change.

Challenges Facing Agro-Entrepreneurship in Nigeria

Despite the potential benefits of agro-entrepreneurship, there are several challenges that need to be addressed in order to promote the growth of agro-entrepreneurship in Nigeria. These challenges include:

1. **Access to finance:** Access to finance is a major constraint for agro-entrepreneurs in Nigeria. Many entrepreneurs face difficulties in accessing credit, loans, and investment due to the high costs of finance, lack of collateral, and limited financial literacy.
2. **Market access:** Agro-entrepreneurs often face challenges in accessing markets for their products, particularly in rural areas where infrastructure is inadequate. There is a need

for better market linkages, improved transportation networks, and more efficient supply chains to ensure that agro-entrepreneurs can access local, national, and international markets.

3. **Technology and innovation:** Agro-entrepreneurs need access to technology and innovation in order to improve productivity, reduce costs, and add value to their products. However, many agro-entrepreneurs in Nigeria lack access to modern technology, equipment, and training, which limits their ability to compete in the market.

4. **Regulatory environment:** The regulatory environment for agro-entrepreneurs in Nigeria can be challenging, with complex and cumbersome regulations, lack of support services, and limited access to information. There is a need for streamlined regulatory frameworks that support the growth of agro-entrepreneurship and protect the interests of entrepreneurs.

5. **Capacity building:** Many agro-entrepreneurs in Nigeria lack the skills and knowledge needed to manage their businesses effectively. There is a need for training and capacity-building programs that provide entrepreneurs with the skills and knowledge needed to succeed in agribusiness.

Tourism as a Catalyst for Organic Farming and Agro-Entrepreneurship in Nigeria

The Role of Tourism in Promoting Organic Farming

Tourism can play a significant role in promoting organic farming in Nigeria by creating new markets for organic products, raising awareness about sustainable agricultural practices, and providing farmers with additional income through agro-tourism activities (Umeh, 2015). Agro-tourism, which involves tourists visiting farms and participating in farming activities, provides a platform for farmers to showcase their organic farming practices, sell their products directly to consumers, and educate visitors about sustainable agriculture (Oyewole, 2014).

The integration of tourism with organic farming offers several benefits for farmers and rural communities (Owolabi, 2015). By attracting tourists to rural areas, agro-tourism can create new economic opportunities for farmers, increase their income, and reduce their reliance on chemical inputs. In addition, agro-tourism can promote environmental sustainability by raising awareness about the importance of organic farming and encouraging tourists to support environmentally-friendly farming practices.

Tourism can also help to build consumer demand for organic products in Nigeria (Eze and Onah, 2015). By promoting organic products to tourists, farmers can tap into new markets and increase their sales. In addition, tourism can raise awareness about the health and environmental benefits of organic farming, encouraging consumers to choose organic products over conventional products.

The Role of Tourism in Promoting Agro-Entrepreneurship

Tourism can also serve as a catalyst for agro-entrepreneurship in Nigeria by creating new markets for agro-products, promoting value addition, and providing entrepreneurs with new income streams through agro-tourism activities (Olanrewaju and Adediran, 2014). Agro-entrepreneurs can benefit from tourism by tapping into the growing demand for locally-produced, organic, and artisanal products from tourists.

Agro-tourism provides a platform for agro-entrepreneurs to showcase their products, build brand recognition, and access new markets. By participating in agro-tourism activities, agro-entrepreneurs can sell their products directly to consumers, increase their income, and promote their businesses. In addition, agro-tourism can create new opportunities for value addition, such as the processing and packaging of agro-products for sale to tourists.

Tourism can also help to promote innovation and entrepreneurship in the agricultural sector. By exposing agro-entrepreneurs to new ideas, technologies, and practices, tourism can encourage innovation and improve the competitiveness of agro-businesses in Nigeria.

Opportunities for Leveraging Tourism for Organic Farming and Agro-Entrepreneurship

There are several opportunities for leveraging tourism to promote organic farming and agro-entrepreneurship in Nigeria. These opportunities include:

1. **Agro-tourism:** Agro-tourism offers a unique opportunity to promote organic farming and agro-entrepreneurship in Nigeria. By attracting tourists to farms and rural areas, agro-tourism can create new economic opportunities for farmers, promote sustainable agricultural practices, and increase the demand for organic products.
2. **Food tourism:** Food tourism, which involves tourists visiting destinations to experience local cuisine and food culture, provides an opportunity to promote organic farming and agro-entrepreneurship in Nigeria. By promoting organic and locally-produced food products to tourists, farmers and agro-entrepreneurs can access new markets and increase their sales.
3. **Eco-tourism:** Eco-tourism, which involves tourists visiting natural and environmentally-friendly destinations, offers an opportunity to promote organic farming and agro-entrepreneurship in Nigeria. By integrating organic farming with eco-tourism, farmers and agro-entrepreneurs can promote sustainable agricultural practices, protect the environment, and attract environmentally-conscious tourists.
4. **Cultural tourism:** Cultural tourism, which involves tourists visiting destinations to experience local culture and traditions, provides an opportunity to promote organic farming and agro-entrepreneurship in Nigeria. By showcasing traditional farming practices and organic products, farmers and agro-entrepreneurs can promote their products and attract cultural tourists.
5. **Farm-to-table initiatives:** Farm-to-table initiatives, which involve tourists visiting farms to experience the production and consumption of locally-produced food, offer an opportunity to promote organic farming and agro-entrepreneurship in Nigeria. By promoting farm-to-table dining experiences, farmers and agro-entrepreneurs can tap into the growing demand for organic and locally-produced food products.

Challenges and Strategies for Integrating Tourism with Organic Farming and Agro-Entrepreneurship

Challenges

While there are numerous opportunities for leveraging tourism to promote organic farming and agro-entrepreneurship in Nigeria, there are also several challenges that need to be addressed. These challenges include:

1. **Infrastructure:** The lack of infrastructure in rural areas, including roads, transportation, and accommodation, can limit the development of agro-tourism in Nigeria. There is a need for investment in infrastructure to ensure that tourists can access rural areas and participate in agro-tourism activities.
2. **Marketing and promotion:** The limited marketing and promotion of agro-tourism and organic products in Nigeria can hinder the growth of these sectors. There is a need for more effective marketing and promotion strategies that raise awareness about agro-tourism and organic products and attract tourists to Nigeria.
3. **Policy support:** The lack of government policies and incentives to support the integration of tourism with organic farming and agro-entrepreneurship can limit the growth of these sectors. There is a need for government policies that provide financial support, subsidies, and regulatory frameworks that promote agro-tourism, organic farming, and agro-entrepreneurship.

4. **Training and capacity building:** The lack of training and capacity-building programs for farmers and agro-entrepreneurs can limit their ability to participate in agro-tourism and organic farming. There is a need for training programs that provide farmers and entrepreneurs with the skills and knowledge needed to succeed in these sectors.

5. **Consumer awareness:** The limited awareness of organic products and agro-tourism among Nigerian consumers can hinder the growth of these sectors. There is a need for consumer education and awareness campaigns that promote the benefits of organic farming and agro-tourism.

Strategies

To address these challenges and promote the integration of tourism with organic farming and agro-entrepreneurship in Nigeria, the following strategies are recommended:

1. **Investment in infrastructure:** There is a need for investment in infrastructure in rural areas, including roads, transportation, and accommodation, to support the development of agro-tourism and organic farming. This can be achieved through public-private partnerships and government investment in rural development.

2. **Marketing and promotion:** There is a need for more effective marketing and promotion strategies that raise awareness about agro-tourism and organic products in Nigeria. This can include the development of promotional materials, websites, and social media campaigns that highlight Nigeria's agro-tourism and organic farming offerings.

3. **Policy support:** There is a need for government policies that provide financial support, subsidies, and regulatory frameworks that promote agro-tourism, organic farming, and agro-entrepreneurship. This can include providing tax incentives, grants, and low-interest loans for farmers and entrepreneurs, as well as developing regulatory frameworks that protect the interests of organic producers.

4. **Training and capacity building:** There is a need for training and capacity-building programs that provide farmers and agro-entrepreneurs with the skills and knowledge needed to succeed in agro-tourism and organic farming. This can include training on organic farming practices, marketing, business management, and certification processes.

5. **Consumer awareness:** There is a need for consumer education and awareness campaigns that promote the benefits of organic farming and agro-tourism. This can include public awareness campaigns, school programs, and media initiatives that educate consumers about the health and environmental benefits of organic products and agro-tourism.

Case Studies

Case Study 1: Songhai Farms, Port Harcourt, Rivers State

Overview:

Songhai Farms in Rivers State is a model organic farm and training center that integrates organic farming with tourism and education. The farm adopts sustainable agricultural practices, producing organic crops, livestock, and fish. Visitors and trainees from across Nigeria and beyond visit Songhai Farms to learn about organic farming techniques and agro-entrepreneurship.

Tourism integration:

Songhai Farms offers farm tours, hands-on farming workshops, and training programs for aspiring organic farmers and agro-entrepreneurs. The farm also provides accommodation and dining facilities for visitors, making it a popular destination for eco-tourists and agricultural trainees.

Challenges:

The primary challenge for Songhai Farms is the need for continuous funding and support to maintain its training programs and expand its outreach. The farm also faces challenges in marketing its organic products to local consumers.

Case Study 2: Obudu Mountain Resort, Cross River State**Overview:**

Obudu Mountain Resort, located in Cross River State, is a popular tourist destination known for its scenic beauty, cool climate, and eco-friendly practices. The resort has integrated organic farming into its operations, producing organic fruits, vegetables, and dairy products that are used in its restaurants.

Tourism integration:

Visitors to Obudu Mountain Resort can participate in farm tours, observe organic farming practices, and enjoy farm-to-table dining experiences. The resort promotes sustainable tourism by sourcing its food from its organic farm and educating guests about organic agriculture.

Challenges:

One of the key challenges faced by Obudu Mountain Resort is the remoteness of its location, which can make it difficult to attract a steady flow of tourists. Additionally, maintaining the resort's organic farming practices requires ongoing investment in infrastructure and training.

Case Study 3: Eweko Farms, Lagos State**Overview:**

Eweko Farms, located in Lagos State, is an organic farm that produces a variety of fruits, vegetables, and herbs. The farm has diversified its operations by integrating tourism, offering visitors an opportunity to learn about organic farming, participate in farm activities, and purchase organic products.

Tourism integration:

Eweko Farms organizes farm tours, workshops, and organic cooking classes for visitors. The farm also hosts events such as organic food festivals and farmer's markets, attracting both locals and tourists interested in healthy eating and sustainable agriculture.

Challenges:

The main challenge for Eweko Farms is the limited awareness of organic farming among local consumers, which can affect sales of organic products. The farm also faces competition from conventional farms that offer cheaper, non-organic alternatives.

Case Study 4: Nike Lake Resort Organic Farm, Enugu State**Overview:**

Nike Lake Resort, a popular hotel and resort in Enugu State, has developed an organic farm on its premises. The farm produces organic fruits, vegetables, and herbs that are used in the resort's restaurants and sold to visitors.

Tourism integration:

Guests at Nike Lake Resort can visit the organic farm, participate in farming activities, and enjoy farm-fresh meals at the resort's restaurants. The resort also offers educational programs for guests interested in learning about organic farming and sustainable living.

Challenges:

One of the challenges faced by Nike Lake Resort is the need to maintain a consistent supply of organic produce to meet the demand of its restaurants and guests. The resort also faces challenges in promoting its organic farm to a wider audience beyond its guests.

Case Study 5: Kofar Mata Dye Pit Farms, Kano State**Overview:**

Kofar Mata Dye Pits in Kano State, known for their traditional indigo dyeing, have incorporated organic farming into their operations. The dye pits now cultivate organic cotton and indigo plants using sustainable farming methods, which are used in the dyeing process and sold to tourists.

Tourism integration:

Tourists visiting the Kofar Mata Dye Pits can learn about traditional dyeing techniques and organic farming practices. The farm offers guided tours, hands-on dyeing workshops, and a marketplace where visitors can purchase organic cotton products.

Challenges:

The main challenge for Kofar Mata Dye Pits is the competition from synthetic dyes and non-organic cotton products, which are cheaper and more widely available. Additionally, the farm faces challenges in scaling up its organic cotton production to meet the growing demand.

Case Study 6: Olusegun Obasanjo Presidential Library (OOPL) Organic Farm, Ogun State**Overview:**

The Olusegun Obasanjo Presidential Library (OOPL) in Ogun State features an organic farm that produces fruits, vegetables, and poultry. The farm is part of the library's broader mission to promote sustainability, education, and rural development.

Tourism integration:

Visitors to the OOPL can tour the organic farm, participate in workshops on organic farming, and purchase fresh produce at the farm's market. The farm also supplies organic produce to the library's restaurants, promoting a farm-to-table dining experience.

Challenges:

The primary challenge for the OOPL Organic Farm is maintaining the profitability of its organic farming operations while balancing the educational and sustainability goals of the library. The farm also faces challenges in expanding its reach to attract more tourists and customers.

Case Study 7: Afe Babalola University (ABUAD) Organic Farm, Ekiti State**Overview:**

Afe Babalola University (ABUAD) in Ekiti State operates an organic farm as part of its commitment to promoting sustainable agriculture and food security. The farm produces organic crops, livestock, and fish, which are used to feed the university community and sold to the public.

Tourism integration:

ABUAD's organic farm is open to visitors, including students, researchers, and tourists interested in learning about organic farming practices. The farm offers educational tours, workshops, and hands-on training programs for aspiring organic farmers and agro-entrepreneurs.

Challenges:

One of the key challenges for ABUAD's organic farm is ensuring the financial sustainability of its operations while fulfilling its educational mission. The farm also faces challenges in scaling up its production to meet the demand for organic products.

Case Study 8: Lufasi Nature Park, Lagos State**Overview:**

Lufasi Nature Park in Lagos State is an eco-tourism destination that promotes environmental conservation and sustainable agriculture. The park features an organic farm that produces fruits, vegetables, and herbs using environmentally-friendly practices.

Tourism integration:

Visitors to Lufasi Nature Park can tour the organic farm, participate in eco-friendly farming workshops, and purchase organic produce at the park's market. The park also offers educational programs on sustainable agriculture and environmental conservation for schools and community groups.

Challenges:

The main challenge for Lufasi Nature Park is balancing its conservation efforts with the financial sustainability of its organic farming operations. The park also faces challenges in attracting a consistent flow of tourists and generating sufficient revenue from its organic products.

Case Study 9: Kashere Farms, Gombe State**Overview:**

Kashere Farms in Gombe State is an organic farm that focuses on the production of fruits, vegetables, and medicinal plants. The farm has integrated tourism into its operations, offering visitors an opportunity to learn about organic farming and traditional herbal medicine.

Tourism integration:

Kashere Farms organizes farm tours, herbal medicine workshops, and organic cooking classes for visitors. The farm also hosts wellness retreats that combine organic farming, herbal medicine, and eco-tourism, attracting tourists interested in health and wellness.

Challenges:

The main challenge for Kashere Farms is the limited awareness of organic farming and herbal medicine among local consumers. The farm also faces challenges in marketing its products and services to a wider audience.

Case Study 10: IITA (International Institute of Tropical Agriculture) Organic Farm, Ibadan, Oyo State**Overview:**

The International Institute of Tropical Agriculture (IITA) in Ibadan operates an organic farm as part of its research and development efforts to promote sustainable agriculture in Africa. The farm produces organic crops, livestock, and fish using innovative farming practices.

Tourism integration:

IITA's organic farm is open to visitors, including researchers, students, and tourists interested in learning about sustainable agriculture. The farm offers educational tours, workshops, and training programs on organic farming, agro-entrepreneurship, and sustainable development.

Challenges:

One of the key challenges for IITA's organic farm is maintaining the balance between its research activities and its commercial operations. The farm also faces challenges in attracting tourists and generating revenue from its organic products.

Case Study 11: AgroPark Integrated Organic Farms, Ogun State**Overview:**

AgroPark Integrated Organic Farms in Ogun State is a large-scale organic farm that produces a wide range of crops, livestock, and fish. The farm has integrated agro-tourism into its operations, offering visitors an opportunity to experience organic farming and sustainable agriculture.

Tourism integration:

AgroPark organizes farm tours, workshops, and eco-friendly farming retreats for visitors. The farm also hosts events such as organic food festivals and farmer's markets, attracting tourists and locals interested in organic farming and healthy living.

Challenges:

The main challenge for AgroPark is the high cost of maintaining its organic farming operations and marketing its products to consumers. The farm also faces competition from conventional farms that offer cheaper, non-organic alternatives.

Case Study 12: Ikogosi Warm Springs Resort Organic Farm, Ekiti State

Overview:

Ikogosi Warm Springs Resort in Ekiti State is a popular tourist destination known for its natural warm springs and scenic beauty. The resort has developed an organic farm that produces fruits, vegetables, and herbs used in its restaurants.

Tourism integration:

Guests at Ikogosi Warm Springs Resort can visit the organic farm, participate in farming activities, and enjoy farm-fresh meals at the resort's restaurants. The resort also offers wellness programs that combine organic farming, eco-tourism, and relaxation.

Challenges:

One of the challenges faced by Ikogosi Warm Springs Resort is the need to maintain a consistent supply of organic produce to meet the demand of its restaurants and guests. The resort also faces challenges in promoting its organic farm to a wider audience beyond its guests.

Case Study 13: Ope Farms, Osun State**Overview:**

Ope Farms in Osun State is an organic farm that produces a variety of fruits, vegetables, and poultry. The farm has integrated tourism into its operations, offering visitors an opportunity to learn about organic farming and sustainable agriculture.

Tourism integration:

Ope Farms organizes farm tours, organic farming workshops, and eco-friendly farming retreats for visitors. The farm also hosts events such as organic food festivals and farmer's markets, attracting both locals and tourists interested in healthy eating and sustainable living.

Challenges:

The main challenge for Ope Farms is the limited awareness of organic farming among local consumers, which can affect sales of organic products. The farm also faces competition from conventional farms that offer cheaper, non-organic alternatives.

Case Study 14: Green Acres Farm, Abuja**Overview:**

Green Acres Farm in Abuja is an organic farm that focuses on the production of fruits, vegetables, and herbs. The farm has integrated tourism into its operations, offering visitors an opportunity to experience organic farming and sustainable living.

Tourism integration:

Green Acres Farm organizes farm tours, organic cooking classes, and eco-friendly farming workshops for visitors. The farm also hosts wellness retreats that combine organic farming, eco-tourism, and healthy living, attracting tourists interested in health and wellness.

Challenges:

The main challenge for Green Acres Farm is the high cost of maintaining its organic farming operations and marketing its products to consumers. The farm also faces challenges in attracting a consistent flow of tourists and generating sufficient revenue from its organic products.

Case Study 15: Idanre Hills Organic Farm, Ondo State**Overview:**

Idanre Hills, a UNESCO World Heritage Site in Ondo State, has integrated organic farming into its eco-tourism offerings. The organic farm produces a variety of fruits, vegetables, and medicinal plants that are used in the local community and sold to tourists.

Tourism integration:

Visitors to Idanre Hills can tour the organic farm, participate in farming activities, and learn about traditional farming practices and herbal medicine. The farm also offers wellness programs that combine organic farming, eco-tourism, and cultural heritage, attracting tourists interested in health and culture.

Challenges:

One of the challenges faced by Idanre Hills Organic Farm is the need to balance its conservation efforts with the financial sustainability of its organic farming operations. The farm also faces challenges in attracting a consistent flow of tourists and generating sufficient revenue from its organic products.

CONCLUSION

Tourism has the potential to serve as a catalyst for the growth of organic farming and agro-entrepreneurship in Nigeria. By integrating tourism with agriculture, particularly through agro-tourism, Nigeria can create new economic opportunities for farmers and entrepreneurs, promote sustainable agricultural practices, and enhance food security. However, to fully realize the potential of tourism as a catalyst for organic farming and agro-entrepreneurship, several challenges need to be addressed, including infrastructure, marketing, policy support, and training.

With the right strategies and support, Nigeria can harness the potential of tourism to drive the growth of organic farming and agro-entrepreneurship, contributing to sustainable development, rural development, and economic diversification. By investing in infrastructure, promoting agro-tourism, supporting organic farming, and empowering agro-entrepreneurs, Nigeria can create a more sustainable and prosperous future for its people.

REFERENCES

- Adegbola, A. O., & Adewale, O. A. (2017). Tourism development in Nigeria: Issues, challenges, and prospects. *International Journal of Scientific Research and Innovation*, 2(1), 1-12.
- Ajayi, I. A. (2016). Organic agriculture in Nigeria: Challenges and opportunities. *Journal of Agricultural Technology and Environmental Management*, 13(2), 21-30.
- Akinpelu, J. O., & Adediran, O. A. (2013). The potentials of agritourism development in Nigeria. *Journal of Sustainable Development and Planning*, 8(1), 1-14.
- Aregbeyen, O. (2016). The Role of Agricultural Practices in Rural Tourism Development in Nigeria: Prospects and Challenges. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 7(24), 1-9.
- Babatunde, O. O., & Olaniyan, O. A. (2016). The role of tourism in promoting sustainable agriculture in Nigeria. *Journal of Agricultural Technology and Environmental Management*, 13(1), 1-10.
- Benson, D. O., & Nwosu, O. C. (2014). Agro-tourism Development in Nigeria: Strategic Implications for Entrepreneurship. *Entrepreneurship and Innovation*, 10(3), 15-26.
- Dunford, R. (2016). Exploring the Potential of Agroforestry in Rural Development: A Case Study from Nigeria. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 14(1), 63-75.
- Echendu, J. C. (2020). Food Security and Sustainable Agriculture in Nigeria: Challenges and the Way Forward. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 24(5), 1-9.
- Eze, C. O., & Onah, E. (2015). Tourism development and its impact on rural communities in Nigeria. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 4(1), 33-38.
- Fabiyi, Y. L., & Ayanwale, A. B. (2012). Constraints Facing Organic Farmers in the Development of Agro-tourism in Nigeria. *International Journal of Agricultural Science*, 4(5), 225-232.
- Fadeyibi, I. A., & Okeke, P. E. (2020). Organic Farming as a Pathway to Sustainable Agriculture in Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*, 15(3), 462-472.
- Faluyi, A. O., & Olaniyan, O. A. (2015). The impact of tourism on rural development in Nigeria. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 4(2), 11-16.

- Gbadegesin, A., & Ayeni, D. (2016). Rural Tourism and Community Development in Nigeria: A Case Study of Arinta Waterfall, Ipole-Iloro, Ekiti State. *Journal of Tourism and Hospitality Management*, 4(2), 118-134.
- Idowu, O. T., Adesina, J. B., & Ajiboye, T. A. (2014). Economic Analysis of Agro-tourism in Oyo State, Nigeria. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 4(2), 108-114.
- Ifeanyi-Obi, C. C., & Nnadi, F. N. (2014). Organic Farming as a Tool for Sustainable Agriculture in Nigeria: Potentials and Challenges. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 2(6), 876-882.
- Ilevbare, O. E., & Mohammed, S. T. (2015). Promoting Agro-tourism in Nigeria: A Case Study of Sustainable Livelihoods in Osun State. *International Journal of Environmental Sciences*, 10(2), 45-56.
- Jiboku, J. O., & Akinola, A. O. (2016). The Nexus Between Agro-Ecotourism and Sustainable Development in Nigeria. *African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure*, 5(4), 1-14.
- Jibunoh, F. A., & Okorie, M. O. (2018). Opportunities for Agro-tourism in Nigeria: A Strategic Approach. *Journal of Sustainable Tourism*, 26(2), 204-220.
- Komolafe, S. E. (2018). Impact of Yam Entrepreneurial Activities on Livelihood of Farmers in Ekiti State, Nigeria. UILSpace, University of Ilorin.
- Lawal, M. A., & Olojede, I. A. (2014). Integrating Organic Farming into Agro-tourism in Nigeria: Challenges and Prospects. *Journal of Agriculture and Food Sciences*, 12(2), 76-89.
- Lie, R., van Paassen, A., & Witteveen, L. (2023). Living Labs and Innovation Platforms: A Literature Review. WorldFish Center.
- Mansor, N. A. (2024). Home Gardening: Enabling Grassroots Efforts in an Urban Socialist Society, Penang. MyScholar, University Malaysia Kelantan.
- Muhammad, S., & Yahaya, M. M. (2016). The Impact of Tourism on Agriculture in Nigeria: A Case Study of Cocoa Farmers in Cross River State. *Journal of Agriculture and Social Research (JASR)*, 16(2), 10-17.
- Musa, M. N., & Ejembi, E. P. (2017). The Role of Organic Agriculture in Enhancing Agro-tourism in Nigeria. *Nigerian Journal of Rural Extension and Development*, 11(1), 36-47.
- Nwosu, A. C., & Ndibe, J. E. (2018). The Role of Organic Agriculture in the Promotion of Rural Tourism in Nigeria. *Journal of Agricultural Economics and Rural Development*, 6(3), 75-89.
- Ojo, A. O., & Olaniyan, O. A. (2014). The role of ecotourism in promoting sustainable agriculture in Nigeria. *Journal of Sustainable Development and Planning*, 9(3), 237-252.
- Ojo, O. (2014). Organic Farming in Nigeria: Problems and Prospects. *International Journal of Agricultural Research*, 9(5), 240-247.
- Ojo, S. O., & Afolabi, J. A. (2012). Agro-tourism Potentials in Nigeria: An Assessment of Challenges and Prospects. *Journal of Agricultural Science and Environment*, 12(1), 20-32.
- Olanrewaju, S. O., & Adediran, O. A. (2014). Sustainable tourism development in Nigeria: A review. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 9(4), 357-372.
- Olowosegun, O. M., & Adebayo, O. (2019). Integrating Agro-tourism into Nigeria's Agricultural Development Strategy: Potentials and Challenges. *Journal of Agricultural Extension*, 23(1), 45-56.
- Onyima, M. J. (2016). Agro-tourism as a Strategy for Rural Development in Nigeria. *Nigerian Journal of Rural Sociology*, 16(1), 40-48.
- Orji, E. C., & Jibunor, N. E. (2018). The Potential of Agro-tourism for Sustainable Rural Development in Nigeria. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 25(3), 278-285.
- Otto, O. F., & Amao, A. O. (2014). Organic Agriculture and Agro-entrepreneurship Development in Nigeria. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 16(5), 80-92.

- Owolabi, O. O. (2015). Agro-tourism development in Nigeria: Challenges and prospects. *Journal of Agricultural Technology and Environmental Management*, 12(3), 11-20.
- Oyedeji, A. A., & Ibitoye, O. A. (2013). Enhancing Agro-Entrepreneurship through Tourism: A Study of Ekiti State, Nigeria. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, 8(2), 110-120.
- Oyewole, O. O. (2014). Sustainable tourism and rural development in Nigeria: A review. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 9(1), 1-16.
- Sodimu, O. S., & Adewale, A. J. (2020). Challenges and Opportunities in Organic Farming in Nigeria: A Review. *Agricultural Research & Technology*, 23(2), 1-11.
- Umeh, O. O. (2015). Agritourism development in Nigeria: A case study of Awka, Anambra State. *Journal of Agricultural Technology and Environmental Management*, 12(2), 1-10.
- Yusuf, B. A., & Oyetola, J. O. (2017). Agro-tourism: A Tool for Promoting Rural Development and Environmental Conservation in Nigeria. *African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure*, 6(4), 1-16.

UNESCO YARATICI ŞEHİRLER AĞINDA YER ALAN GASTRONOMİ ŞEHİRLERİ ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR: DOKÜMAN ANALİZİ

STUDIES ON GASTRONOMY CITIES IN THE UNESCO CREATIVE CITIES NETWORK: DOCUMENT ANALYSIS

Arş. Gör. Dr. Handan AYTEKİN

Yozgat Bozok Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Yozgat, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9875-581X>

ÖZET

Bu çalışma, UNESCO yaratıcı Şehirler ağında, ölkemizden gastronomi alanında yer alan Gaziantep, Hatay ve Afyonkarahisar illeri ile ilgili ulusal alanyazında yer alan gastronomi yayınlarının doküman analizine dayanmaktadır. Mevcut çalışmada, söz konusu Őehirlerle ilgili yayınların dağılımları ve araştırma eğilimleri ile ilgili mevcut durumun tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda ulaőtılan yayınlar odaklanılan konu ve amaç parametreleri altında ele alınmıştır. Bu bağlamda çalışma, araştırma konusuyla ilgili mevcut yayınların zaman içindeki farklılıklarını gösteren, araştırma boşluklarını belirleyen, yeni yapılacak çalışmalara yol gösteren, dolayısıyla araştırmacılara iç görü sağlayacak bulgular sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gastronomi, gastronomi Şehirleri, turizm, UNESCO yaratıcı Şehirler, doküman analizi

ABSTRACT

This study is based on the document analysis of gastronomy publications in the national literature on the provinces of Gaziantep, Hatay and Afyonkarahisar, which are included in the UNESCO creative cities network in the field of gastronomy in our country. The aim of the current study is to determine the current situation regarding the distribution of publications and research trends related to the cities in question. In this context, the publications reached were discussed under parameters such as focused topic and purpose. In this context, the study delivers findings that demonstrate differences in existing publications on the research topic over time, indicate research gaps, direct future investigations, and so give researchers with insight.

Keywords: Gastronomy, gastronomy cities, tourism, UNESCO creative cities, document analysis

GİRİŞ

Turizm destinasyonları arasındaki rekabetin artması kültür turistlerini çekmek için yeni turistik ürünlerin çeőtlendirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Gastronomi, turizmde giderek daha rekabetçi bir pazarda, destinasyonlara rekabet avantajı sağlayabilecek destinasyon niteliklerinden birisi olarak görölmektedir. Belirli yiyecekler belirli bölgelerle iliőtiklendirilmekte, yiyecekler, mutfak tarzları, mutfak kültürleri birbirlerinden farklılaőtmaktadır. Gastronomik özellikleri ile ön plana çıkan destinasyonlar tek başına gastronomi turizmi için cazip merkezler olurken bir yandan da destinasyona diğer turizm faaliyetleri için gelen turist deneyimlerinde önemli rol oynamaktadır. Çoğu turistik deneyimin büyük kısmının, yiyecek içecek tüketmek ya da neyi

nerede nasıl tüketeceğine karar vermekle geçmesi gastronomi deneyiminin turistik deneyime değer katmadaki önemini ortaya koymaktadır (Richards, 2003; Seyitoğlu ve Ivanov, 2020).

Birleşmiş Milletler bünyesinde bir kurum olan UNESCO'nun geliştirdiği Yaratıcı Şehirler Ağı Programında yer olan temalar, programın geliştirildiği yıl olan 2004 yılından itibaren araştırmacılar tarafından odak noktası olmuştur (Molina, Molina, Campos ve Ona, 2016; Pearson ve Pearson, 2016; Forleo ve Benedetto, 2020; Park, Muangasame ve Kim, 2023). Ülkemizden gastronomi alanında UNESCO Yaratıcı Şehirler Ağı Programında Gaziantep, Hatay ve Afyonkarahisar illeri yer almaktadır. Konuyla ilgili alanyazında yapılan çalışmaların daha çok turizm alanında yapıldığı görülmektedir (Demirtaş ve Pektaş, 2020; Çelik, Kart ve Sandıkcı, 2021; Dagdelen, 2021; Kılıç ve Güler, 2022). Ancak şehirlerin bu unvanı almalarından önce ve sonra yapılan çalışmalarla ilgili mevcut durumu değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda mevcut çalışma, Gaziantep, Hatay ve Afyonkarahisar ile ilgili yapılmış olan çalışmaların incelenmesini kapsamaktadır.

ALANYAZIN

Gastronomi ve Turizm

Gastronominin belirli ülke veya bölgeye bağlanabilmesi gastronomiyi güçlü bir turizm pazarlama aracı haline getirebilmektedir. Gastronomi turizmi faaliyetleri, bir destinasyonda yemek yeme, fabrikaları ziyaret etme, festivallere katılma, tadım atölyeleri ve tadım deneyimleri, çiftçi pazarları ve bağ turları gibi turist deneyimini artırma amacıyla oluşturulan yiyecek ve mutfak faaliyetlerini içerir (Smith ve Costello, 2009). Hall ve Mitchell (2005: 20) gastronomi turizmini “seyahatin birincil motivasyonu olarak, yemek tadımı ve/veya uzman gıda üretimini niteliklerini deneyimlemek için birincil ve ikincil gıda üreticilerine, yemek festivallerine, restoranlara ziyaretler” olarak tanımlamaktadır.

Gastronomi ve turizm ilişkisi uluslararası ve ulusal alanyazında farklı araştırmacılar tarafından farklı boyutlarıyla ele alınmıştır. Gastronominin turistik bir cazibe olarak pazarlanması (Henderson, 2009; Lee ve Scott, 2015), somut olmayan miras ile gastronomi arasındaki ilişki ve UNESCO tarafından tanınan unsurların pazarlama amaçları (Molina, Molina, Campos ve Ona, 2016), kültürel miras ve gastronomi ilişkisi (Van Westering, 1999), gastronomi ve turist deneyimi (Kivela ve Crotts, 2006; Cordova-Buiza, Gabriel-Campos, Castaño-Prieto ve García-García, 2021; Ramírez-Gutiérrez, Santana-Talavera ve Fernández-Betancort, 2021), gastronominin turizm gelişimindeki rolü (Bukharov ve Berezka, 2018; Seyitoğlu ve Ivanov, 2020) gastronomi ve turizmin bir arada işlendiği çalışma konularına örnek verilebilir.

YÖNTEM

Araştırma Tasarımı

Mevcut araştırmada nitel araştırma tekniklerinden doküman taraması tekniği benimsenmiştir. Doküman analizi, basılı veya bilgisayar tabanlı ve internet aracılığıyla iletilen elektronik materyallerin sistematik bir prosedürle incelenmesidir. Bu analiz tekniği çoğunlukla diğer nitel araştırma yöntemleriyle birlikte üçleme olarak kullanılmasının yanı sıra bağımsız bir yöntem olarak da kullanılmaktadır. Doküman analizinde anlam çıkarma, anlayış kazanma ve ampirik bilgi geliştirme amacıyla veriler incelenir ve yorumlanır. Doküman analizinde kullanılacak materyaller katılım kayıtlarından toplantı tutanaklarına, kurumsal veya örgütsel raporlara, başvuru formlarına, broşürlerden günlüklere, mektuplara, kitaplardan dergilere kadar çok çeşitlilik göstermektedir (Bowen, 2009).

Araştırma Alanı

Mevcut araştırmada gastronomi alanında UNESCO Yaratıcı Şehirler Ağı Programında yer alan Gaziantep, Hatay ve Afyonkarahisar illerine ait bilimsel yayınlar nitel araştırma tekniklerinden doküman analizi tekniği ile ele alınmıştır.

UNESCO Yaratıcı Şehirler Ağı Programı 2004 yılında UNESCO tarafından geliştirilmiştir. Program, farklı bölgelerden yaratıcılığı sürdürülebilir kentsel kalkınma için stratejik bir faktör olarak tanımlayan farklı kapasite, nüfus ve gelir seviyelerine sahip şehirleri ve şehirlerin iş birliğini teşvik etmek amacıyla kurulmuştur. Ağ'a katılan şehirler, kültürel endüstrileri ve yaratıcılığı teşvik eden ortaklıklar geliştirmeyi, kültürü kentsel kalkınma planlarına entegre etmeyi ve kültürel yaşama katılımı güçlendirmeyi taahhüt ettiklerini kabul etmektedir. Ayrıca bu şehirler özellikle Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi gibi Birleşmiş Milletler çerçevelerini desteklemeyi taahhüt eder. Yaratıcı Şehirler Ağı kapsamında belirlenen yaratıcı alanlar, gastronomi, film, müzik, edebiyat, medya sanatları, tasarım, zanaat ve halk sanatlarıdır. Günümüzde bu ağda dünyada 350 şehir yer almaktadır. UNESCO Yaratıcı Şehirler Ağı Programında ülkemizden sekiz şehir yer almaktadır. Gastronomi alanında yer alan üç şehirden Gaziantep 2015 yılında, Hatay 2017 yılında, Afyonkarahisar ise 2019 yılında ağa kabul edilmiştir (UNESCO, 2023; UNESCO Türkiye Milli Komisyonu, 2024).

Veri Toplama

Bu çalışma, UNESCO yaratıcı şehirler ağında, ülkemizden gastronomi alanında yer alan Gaziantep, Hatay ve Afyonkarahisar illeri ile ilgili ulusal makalelerin ve araştırma konularının belirlenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda çalışma kapsamını, Türkiye'de Türk araştırmacılar tarafından ulusal dergilerde yayınlanan makaleler oluşturmaktadır. Araştırma verilerini sadece Google Scholar'dan ulaşılan makaleler oluşturmaktadır. Çalışmada 2008-2024 yılları arasında yayınlanan makaleler incelenmiştir. Çalışmada bu tarih aralığındaki makalelerin ele alınma nedeni Google Scholar'da konuyla ilgili ulaşılan ilk makalenin 2008 yılında yayınlanmış olmasıdır. Makale taramalarında 'Gaziantep', 'Afyonkarahisar', 'Hatay', 'Gaziantep ve gastronomi', 'Afyonkarahisar ve gastronomi', 'Hatay ve gastronomi', 'Gaziantep ve turizm', 'Afyonkarahisar ve turizm', 'Hatay ve turizm' anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Araştırma konusuyla ilgili toplam 80 makaleye ulaşılmıştır.

Veri Analizi

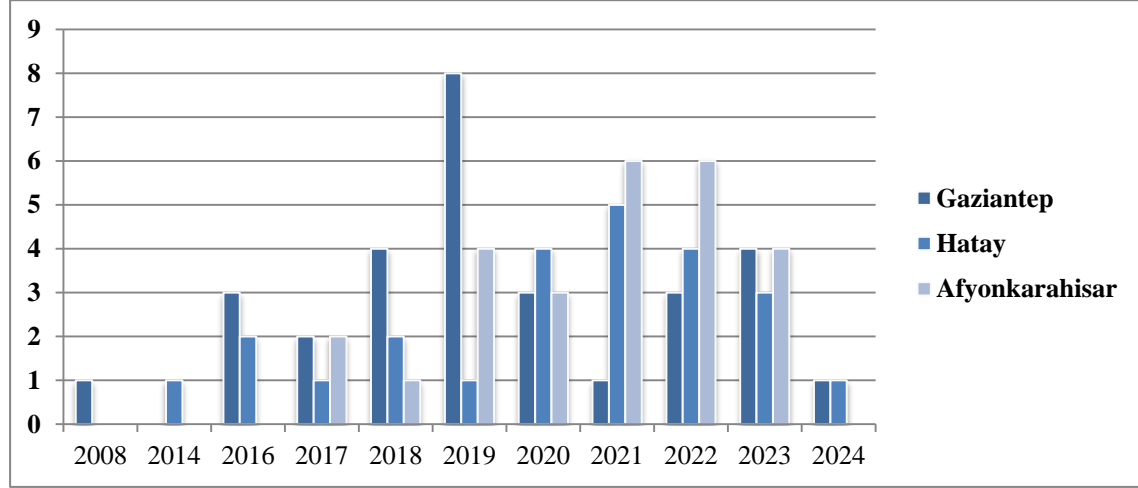
Doküman analizi, araştırma kapsamına alınan verileri bulma, seçme, değerlendirme yani anlam çıkarma ve sentezleme temeline dayanır. Araştırma verileri içerik analizi yoluyla ana temalara ve kategorilere ayrılır (Labuschagne, 2003). İçerik analizinde mesajların, ifadelerin veya konuşmanın sıklığına ve çeşitliliğine odaklanılır. Veri analizi, verilerden anlam çıkarma ve yorumlama süreçlerini içerir (Merriam, 2009; Creswell, 2014).

Mevcut araştırmada, veriler analize uygun bir şekilde düzenlenmiştir. İlk olarak tüm metinler genel bir fikir edinilmesi amacıyla okunmuştur. Arkasından içeriğin tüm yönlerini tanımlamak, açık kodlama işlemi yapmak ve kategoriler oluşturmak için metinler derinlemesine yeniden okunmuş notlar alınmış ve başlıklar oluşturulmuştur. Alınan notlar ve yapılan kodlamalardan faydalanılarak kategoriler oluşturulmuştur. Kategoriler oluşturulurken birbirine benzer ve birbiriyle ilişkili gözlemler üzerinde durulmuştur. Oluşturulan kategoriler üst başlıklarla belirli temalar altında gruplandırılmıştır (Burnard, 1991; Creswell, 2014).

BULGULAR

Araştırma amacı doğrultusunda analize tabi tutulan 80 makalenin 30'u Gaziantep, 26'sı Afyonkarahisar'a 24'ü Hatay iline aittir. Yayın yapılan yıllara ait bilgiler Tablo 1'de gösterilmektedir. Yapılan içerik analizi sonucu ortaya çıkan ortak temalar: gastronomik ürün, mutfak kültürü, turist davranışı, yiyecek-içecek işletmeciliği, gastronomi turizmi, UNESCO Yaratıcı Şehirler Ağı'dır.

Tablo 1: Makale sayılarının yıllara göre dağılımı



Gastronomik Ürün

Veri analizi sonucunda, makalelerin bazılarında spesifik olarak tek bir ürün veya birden fazla gastronomik ürünün ele alındığı görülmüştür.

Gaziantep için bu ürünler; kırmızı et, Gaziantep yöresel yemekleri, Antep peyniri, Antep fıstığı ve türevleri, coğrafi işaretli gastronomik ürünler, Gaziantep sokak lezzetleri, Gaziantep mumbar dolması'dır. Gastronomik ürünlerle ilgili tüketici tercihleri, genel bilgiler, yemek malzemeleri, yapılış aşamaları, kültürü, kullanım alanları, gastronomik kimliğe etkileri incelenmiştir.

Afyonkarahisar ili için makalelerde ele alınan gastronomik ürünler; coğrafi işaretli ürünler, coğrafi işaret tescil alma potansiyeli bulunan ürünler, yöresel çorbalar, Afyon sucuğu, tarım, hayvancılık ürünlerinden en çok hediye verilen ürünler ve çorba, tatlı ve yemekler arasında en çok ikram edilen ürünlerdir. Bu ürünle ilgili olarak makalelerde, turizm ve kırsal kalkınma açısından Afyonkarahisar'ı değerlendirmek, derleme yapmak ve algıları ölçmek amaçlanmıştır.

Hatay ili ilgili ele alınan gastronomik ürünler ise; kabak tatlısı, şarap, ceviz reçeli (tatlısı), Hatay ili Yayladağı ilçesinde üretilen lokum ve coğrafi işaretli ürünlerdir. Bu ürünlerle ilgili makalelerde, ürünlerin nitelik ve üretim süreçleri, paydaş bakış açıları, ürünlerin turizm pazarlaması kapsamında tanıtımı incelenmiştir.

Mutfak Kültürü

Çalışma kapsamına alınan makalelerde mutfak kültürü ile ilgili olarak Gaziantep mutfak kültürü ile ilgili dört yayın, Afyonkarahisar ili ile ilgili dört yayın Hatay ili ile ilgili olarak bir yayın olduğu görülmüştür.

Gaziantep mutfak kültürü ile ilgili olarak, mutfağa ait yiyeceklerin bilinirlik düzeyi ve kuşaklar arası farklılıklar, Gaziantep mutfak kültürünün geleneksel konutları yansımaları, Gaziantep mutfak kültürünün geçmişten günümüze tarihsel gelişimi, Gaziantep yemeklerinde kullanılan malzemeler incelenirken, Afyonkarahisar mutfağı ile ilgili genel Afyonkarahisar mutfağı, Afyonkarahisar ili mutfağının ve yöresel yemeklerinin bilinirliği, gastronomi turizminin gelişmesinde Afyonkarahisar’da bulunan tarihi konakların yeri, dijital mutfak kültürü ile geleneksel mutfak kültürü incelenmiştir. Hatay ili ile ilgili ise Hatay’ın genel mutfak kültürü ele alınmıştır.

Turist Davranışı

Gaziantep ili ile ilgili en fazla odaklanılan konu turist davranışıdır. Analize tabi tutulan makalelerden 13 tanesi turist davranışı ile ilgilidir. Bu makale konularına yerel yemek tüketim motivasyonlarının tekrar ziyarete etkisi, Gaziantep’in gastronomi şehri olarak algılanma durumu, turist tipolojisi, gastro-turistlerin destinasyondaki gastronomi turizmi etkinliklerine katılım durumu, yöresel yemeklerin turistler tarafından nasıl algılandığı, yerli turistler tarafından yerel yemeklerin nasıl algılandığı, coğrafi işaretli ürünlerin seyahat oluşturma durumu örnek verilebilir.

Hatay ili ilgili makalelerde de turist davranışı en fazla ele alınan konudur. Turist davranışı ile ilgili Hatay iline ait toplam sekiz makaleye ulaşılmıştır. Bu makalelerde incelenen konu örnekleri, turistlerin tatil motivasyonları, algılanan mutfak imajı ile davranışsal niyet arasındaki ilişki, turist profili ile yeni gastronomi ürünlerine yönelik tutum ilişkisi, algılanan gastronomi imajının memnuniyete ve destinasyon sadakatine etkisidir.

Afyonkarahisar ili ile ilgili turist davranışlarını konu alan iki makalenin konuları ise, yerel yemek tüketim motivasyonlarının tekrar ziyaret niyetine etkisi ve gastronomi turistlerinin turistlerin öz uyumu ve kendini keşfetme duygusunun marka deneyimi üzerindeki etkisidir.

Yiyecek-İçecek İşletmeciliği

Veri toplama yönteminde belirtilen anahtar kelimeler kullanılarak yapılan makale taramalarında yiyecek-içecek işletmeciliği ile ilgili Gaziantep ili ile ilgili sadece bir makaleye (restoran işletmelerinin menü planlama uygulamaları), Afyonkarahisar ili ile ilgili iki makaleye (yerel restoran işletmecilerinin “UNESCO Gastronomi Şehri” unvanı ile ilgili görüşleri, aşçılık mesleğine yönelik tutumlar) Hatay ile ilgili üç makaleye (UNESCO yaratıcı gastronomi şehri ile ilgili yerel gastronomi işletmelerinin farkındalık düzeyi, yöresel yemeklerin menülerde yer alma düzeyleri, yabancı turistlerin işletmelere yönelik yorumları) ulaşılmıştır.

Gastronomi Turizmi

Gaziantep, Afyonkarahisar ve Hatay şehirlerde gastronomi turizminin gelişmesine yönelik çalışmalarında yürütüldüğü görülmüştür. Gastronomi turizminin geliştirilmesine yönelik genel bir çalışma Gaziantep ili için yer almazken Afyonkarahisar için üç makaleye ulaşılmıştır. Bu makalelerde, gastronomi turizminin mevcut durumunu araştırmak ve gastronomi turizminin geliştirilmesine yönelik önerilerde bulunmak, Afyonkarahisar mutfağının gastronomi turizmi açısından değerlendirilmesi ve gastronomi turizmi açısından şehrin güçlü ve zayıf yönleri ile

fırsat ve tehditlerini belirleyerek gastronomi turizmini geliştirmeye yönelik öneriler geliştirmek amaçlanmıştır. Hatay'la ilgili kırsal kalkınma ve gastronomi turizmi ilişkisinin saptanması, lezzet rotalarının oluşturulması, gastronomi turizmi gelişmişlik düzeyinin belirlenmesi, gastronomi turizmi açısından mevcut durumunun gözden geçirilmesi, bölgenin güçlü ve zayıf yönlerinin, gastronomi turizmindeki fırsatlarının ve tehditlerinin ortaya koyulması ve 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremlerden sonra gastronomi turizminin sürdürülebilirliği, şehrin gastronomi turizmi kapsamında yeniden yapılandırılması ile ilgili çıkarımlar geliştirmeyi amaçlayan beş makaleye ulaşılmıştır.

UNESCO Yaratıcı Şehirler Ağı

Araştırma kapsamında değerlendirilen makalelerden doğrudan UNESCO Yaratıcı Şehirler Ağı'na odaklanan çalışmalarda Gaziantep üyelik izleme raporunu oluşturmasına imkân verecek politika önerileri geliştirmenin hedeflendiği bir çalışma mevcuttur. Afyon ili ilgili ile doğrudan UNESCO Yaratıcı Şehirler Ağı ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamışken Hatay'la ilgili bir makalede Hatay'ın Unesco Gastronomi Şehri unvanını alması konusunda yerel restoran işletmecilerinin farkındalığı araştırılmıştır.

SONUÇ

Araştırma bulguları incelendiğinde, araştırma konularının çoğunlukla aynı yönde olduğu görülmektedir. Her şehir için içerik analizinde ortaya çıkan temalar doğrultusunda makaleler yayınlanmıştır. Ancak her ne kadar ele alınan konular aynı olsa da belirli şehirler için belirli temalarda daha fazla makale yayınladığı görülmüştür. Bu doğrultuda, Hatay ili için mutfak kültürünü konu alan makale sayısının çok az olduğu tespit edilmiştir. Turist davranışının ise, Gaziantep ve Hatay ile ilgili makalelerde en fazla ele alınan konu olduğu görülmüştür. Afyonkarahisar ili ile ilgili turist davranışını konu alan makale sayısı ise sınırlıdır. Yiyecek içecek işletmeciliği ile ilgili makale sayısı üç şehir içinde oldukça azdır. Çalışma kapsamına alınan makalelerde Gaziantep ili için bir çalışma yer almamaktadır. Doğrudan UNESCO Yaratıcı Şehirler Ağı ile ilgili bir konuyu ele alan çalışmalar da üç şehir için az sayıdadır.

Gaziantep 106, Hatay 35 ve Afyonkarahisar 50 adet coğrafi işaretli ürüne sahiptir (TÜRK PATENT, 2024). Araştırma bulgularına bakıldığında, gastronomik ürünlerle ilgili makale sayıları coğrafi işaretli ürünler baz alındığında oldukça az olduğu söylenebilir.

UNESCO Yaratıcı Şehirler Ağı programına gastronomi alanında Gaziantep 2015 yılında, Hatay 2017 yılında Afyonkarahisar 2019 yılında üye olmuştur. Ulaşılan makalelerin yayınlandığı yıllara bakıldığında Gaziantep ili için ilk makale 2008 yılında yayınlanmış arkasından 2016 yılında itibaren yayın yapılmıştır. Afyonkarahisar ili için ilk makalenin 2017 yılında, Hatay ili için 2014 yılında yayınlandığı görülmektedir.

Bu çalışmanın ilk kısıtı, çalışma kapsamına sadece makalelerin alınmış olmasıdır. Çalışmanın ikinci kısıtı ise, çalışma kapsamına alınan makalelere sadece Google Scholar'dan ulaşılmış olmasıdır. İleriki çalışmalarda bildiriler, tezler ve kitap bölümleri de çalışmaya dâhil edilebilir. Ayrıca konuyla ilgili çalışmalara Ulakbim, üniversite kütüphanelerinin çevrimiçi uygulamaları ve diğer veri tabanlarından ulaşıp veri tabanları genişletilebilir ve daha fazla anahtar kelimeyle taramalar gerçekleştirilebilir. Çalışmanın üçüncü kısıtı ise, çalışma kapsamına ulusal yayınların alınmasıdır. İleriki çalışmalarda Türk yazarlar tarafından yabancı ülke dergilerinde yayınlanan tüm çalışmalar incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Agyeiwaah, E., Otoo, F.E., Suntikul, W. ve Huang, W.J., (2019). Understanding Culinary Tourist Motivation, Experience, Satisfaction, and Loyalty Using A Structural Approach. *J. Trav. Tourism Market*, 36 (3): 295- 313.
- Bowen, G. A. (2009). Document Analysis as a Qualitative Research Method. *Qualitative Research Journal*, 9 (2): 27- 40.
- Bukharov, I. ve Berezka, S. (2018). The Role of Tourist Gastronomy Experiences in Regional Tourism In Russia. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 10 (4): 449- 457.
- Burnard P. (1991) A Method of Analysing Interview Transcripts Inqualitative Research. *Nurse Education Today*, 11: 461–466.
- Chang, R.C. ve Mak, A.H., (2018). Understanding Gastronomic Image From Tourists' Perspective: A Repertory Grid Approach. *Tourism Management*, 68: 89- 100.
- Cordova-Buiza, F., Gabriel-Campos, E., Castaño-Prieto, L. ve García-García, L. (2021). The Gastronomic Experience: Motivation and Satisfaction of the Gastronomic Tourist—The Case of Puno City (Peru). *Sustainability*, 13 (16): 9170.
- Creswell, J. (2014). *Research Desing: Quialitive, Quantitive and Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks, California: Sage Publications.
- Çelik, S., Kart, N. ve Sandıkcı, M. (2021). Yerel Restoran İşletmecilerinin Afyonkarahisar'ın” UNESCO Gastronomi Şehri “Unvanına Yönelik Görüşlerinin Değerlendirilmesi. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 5 (4): 2300- 2319.
- Dagdelen, S. (2021). UNESCO Yaratıcı Şehirler Ağı Gastro-Turist Profiline Belirlenmesi: Gaziantep ve Hatay İli Örneği. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 9 (1): 341- 365.
- Demirtaş, N. ve Pektaş, K. (2020). UNESCO Yaratıcı Gastronomi Şehri Hatay'ın Yerel Gastronomi İşletmecilerinin Bakış Açısıyla Farkındalık Düzeyinin İncelenmesi. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 4 (3): 2724- 2745.
- Forleo, M. B. ve Benedetto, G. (2020). Creative Cities of Gastronomy: Towards Relationship Between City and Countryside. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100247.
- Hall, C. M. ve Mitchell, R. (2005). Gastronomic Tourism: Comparing Food and Wine Tourism Experiences. In M. Novelli (Ed.), *Niche Tourism: Contemporary Issues, Trends and Cases*. Oxford: Butterworth.
- Henderson, J. C. (2009). Food Tourism Reviewed. *British Food Journal*, 111 (4): 317- 326.
- Hjalager, A.M. (2004). What Do Tourists Eat and Why? Towards A Sociology of Gastronomy and Tourism. *Tourism*, 52 (2): 195- 201.
- Jiménez Beltrán, J., López-Guzmán, T. ve Santa-Cruz, F.G. (2016). Gastronomy and Tourism: Profile and Motivation of International Tourism in the City of Córdoba, Spain. *J. Culin. Sci. Technol.*, 14 (4): 347- 362.
- Karim, S.A. ve Chi, C.G.Q., 2010. Culinary Tourism as a Destination Attraction: An Empirical Examination of Destinations' Food Image. *J. Hospit. Market. Manag.*, 19 (6): 531- 555.
- Kılıç, B. ve Güler, E. G. (2022). Hatıra Paranın Gastronomi Temalı Yaratıcı Kentlerin Pazarlanmasındaki Rolü: Gastronomi Şehri Afyonkarahisar Türkiye Örneği. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 6 (1): 87- 105.

Kivela, J. ve Crofts, J. C. (2006). Tourism and Gastronomy: Gastronomy's Influence on How Tourists Experience A Destination. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 30 (3): 354-377.

Labuschagne, A. (2003). Qualitative Research: Airy Fairy or Fundamental. *The Qualitative Report*, 8 (1): 100- 103.

Lee, K-H., ve Scott, N. (2015). Food Tourism Reviewed Using The Paradigm Funnel Approach. *Journal of Culinary Science & Technology*, 13 (2): 95- 115.

Merriam, S., B. (2015). Nitel Araştırma: Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber. Çev. Ed. Selahattin Turan. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Molina, M., Molina, B., Campos, V. ve Ona, M. (2016). Intangible Heritage and Gastronomy: The Impact of UNESCO Gastronomy Elements. *Journal of Culinary Science & Technology*, 14 (4): 293- 310.

Park, E., Muangasame, K. ve Kim, S. (2023). ‘We and Our Stories’: Constructing Food Experiences in a UNESCO Gastronomy City. *Tourism Geographies*, 25 (2-3): 572- 593.

Pearson, D. ve Pearson, T. (2016). Branding Food Culture: UNESCO Creative Cities of Gastronomy. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 28 (2): 164- 176.

Ramírez-Gutiérrez, D., Santana-Talavera, A. ve Fernández-Betancort, H. (2021). Tasting Experiences of a Destination’s Local Gastronomy on Tourist Communications. *Tourism Recreation Research*, 46 (3): 345- 359.

Richards, G. (2003). Gastronomy: An Essential Ingredient in Tourism Production And Consumption?. İçinde; (Editörler) Anne- Mette Hjalager ve Greg Richards *Tourism and Gastronomy* (ss. 3-21). London: Routledge.

Seyitoğlu, F. ve Ivanov, S. (2020). A Conceptual Study of the Strategic Role of Gastronomy in Tourism Destinations. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 21, 100230.

Smith, S. ve Costello, C. (2009). Segmenting Visitors to a Culinary Event: Motivations, Travel Behavior, and Expenditures. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 18 (1): 44-67.

TÜRKPATENT (2024). Türkiye’nin Coğrafi İşaretleri, <https://ci.turkpatent.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 05.10.2024.

UNESCO Türkiye Milli Komisyonu (2024). <https://www.unesco.org.tr/Home/Page/88?slug=UNESCO-Yarat%C4%B1c%C4%B1-S%CC%A7ehirler-Ag%CC%86%C4%B1> Erişim tarihi: 16.09.2024.

UNESCO (2023). <https://www.unesco.org/en/creative-cities/mission?hub=80094> Erişim tarihi: 16.09.2024.

Van Westering, J. (1999). Heritage and Gastronomy: The Pursuits of The ‘New Tourist’. *International Journal of Heritage Studies*, 5 (2): 75- 81.

Widjaja, D.C., Jokom, R., Kristanti, M. ve Wijaya, S., (2020). Tourist Behavioural Intentions towards Gastronomy Destination: Evidence from International Tourists in Indonesia. *Anatolia*, pp. 1- 17.

YOZGAT İLİ COĞRAFI İŞARETLİ ÜRÜNLERİN ÇEVİRİMİÇİ YAZILI BASINDAKİ YERİ İLE İLGİLİ GENEL BİR DEĞERLENDİRME

A GENERAL EVALUATION OF YOZGAT PROVINCE GEOGRAPHICALLY INDICATION PRODUCTS IN ONLINE PRINTING PRESS

Araş. Gör. Dr. Handan AYTEKİN

Yozgat Bozok Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Yozgat, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9875-581X>

ÖZET

Bu çalışma, Yozgat iline ait coğrafi işaretli ürünlerin, çevrimiçi ulusal yazılı basındaki temsilini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışmada bu amaçla, Yozgat iline ait coğrafi işaretli ürünlere ait çevrimiçi ulusal yazılı basında yer alan haberler, çalışmanın amacı doğrultusunda nitel araştırma yöntemlerinden içerik analizi tekniği ile analiz edilmiştir. Coğrafi işaretler, turizme katkıda bulunmak, yerel üretimle kırsal kalkınmayı desteklemek gibi amaçlara hizmet eder. Çalışmada, bilgi paylaşımı, ürün tanıtımı, farkındalık yaratma gibi konularda etkili araçlardan olan internet ve medyada Yozgat iline ait coğrafi işaretli ürünlerle ilgili haberlerin mevcut durumunun ortaya koyulmasına çalışılmıştır. Bu bağlamda çalışmanın, bölge turizmi ve yerel kalkınma açısından önemli olan bu ürünlerin tanıtılması, pazarlanması ile ilgili neler yapılabileceğinin tartışılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Yozgat, Yozgat coğrafi işaretli ürünler, gastronomi turizmi, gastronomik ürün

ABSTRACT

This study aims to reveal the representation of geographically indicated products of Yozgat province in online print press. For this aim, news from the online national printed press about geographically indicated products from Yozgat province were examined using the content analysis technique, one of the qualitative research methodologies, in accordance with the study's objectives. Geographical indications serve a variety of functions, including promoting tourism and aiding rural development through local manufacture. In the study, it was attempted to reveal the current status of news about geographically indicated products belonging to Yozgat province on the internet and media, which are effective tools in issues such as information sharing, product promotion and awareness raising. Given the importance of these products for local development and tourism in the area, it is anticipated that the study will add to the discussion on how to market and promote them.

Keywords: Yozgat, Yozgat geographically indicated products, gastronomy tourism, gastronomic product

GİRİŞ

Günümüzde gastronomi destinasyonlar için önemli bir pazarlama aracı haline gelmiştir. Destinasyonlar rakiplerine göre farklılaşmak ve pazarlarını genişletmek amacıyla gastronomi turizminin potansiyelinin farkında ve uluslararası turistleri olduğu kadar yerli turistleri çekmede gastronomik çekiciliklerini kullanmaktadırlar (Lin, Pearson ve Chai, 2011). Turizm tüketiminde özgünlüğün her zaman önemli bir unsur olması, gastronomi bağlamında da, yerel

ve bölgesel yiyeceklerin belirli bir yeri ziyaret etmek için önemli bir motivasyon kaynağı olmasına etki etmektedir (Richards, 2003). Mevcut araştırmada, Yozgat iline ait coğrafi işaretli ürünler konu alınmaktadır. Coğrafi işaret Türk Patent Enstitüsü tarafından gelenekselliği ve yerel nitelikleri ile ön plana çıkmış ürünlere verilmektedir (TÜRKPATENT, 2024). Bu kapsamda araştırmamızın, Yozgat ili ile ilgili bu ürünlerin turizm pazarlamasındaki önemine işaret ederek gelecekte gastronomi turizmi açısından nasıl ele alınması gerektiğine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yozgat ili gastronomi turizmi ve/veya gastronomik ürünlerle ilgili, Yozgat çanak peynirini (Şengül ve Çılgınoğlu, 2023), Yozgat desti kebabını (Buyruk, İlhan ve Özen, 2017; Ayhan ve Kiraz, 2020; Güllü, Güripek, ve Kendir, 2017), Yozgat yöresi yemek ve tatlı kültürünü (Korkmaz ve Tekman, 2021), Yozgat mutfak kültürünü (Şengül, Türkay ve Yılmaz, 2017), Yozgat gastronomik kimliği ve ürün çeşitliliğini (Diker, Yıldırım ve Sünnetçioğlu, 2017), Yozgat yöresel yemeklerini (Boz, 2017) konu alan çalışmalar yapılmıştır. Mevcut araştırma, Yozgat ili coğrafi işaretli ürünlerinin çevrimiçi ulusal basında yer alan haberler kapsamında incelemesi bakımından diğer araştırılmalardan ayrılmaktadır. Ayrıca çalışma, bu ürünlerle ilgili tanıtım ve pazarlamaya yönelik araştırma boşluğunu kapatması açısından önem taşımaktadır. Çalışmanın araştırma sorusu şu şekildedir?

“Çevrimiçi ulusal basında Yozgat ili coğrafi işaretli ürünleri ile ilgili haberler bize ne anlatmaktadır?”

ALANYAZIN

Gastronomi Turizmi

Gastronomi turizmi Wolf (2002) tarafından, bir destinasyona ait yiyecek ve içeceklerin keşfedilmesi ve benzersiz ve unutulmaz gastronomi deneyimlerinin tadının çıkarılması amacıyla seyahat edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Henderson'a göre ise (2009) yiyecek ve turizm arasındaki ilişki, bir turizm ürünü olarak yiyecek, yiyeceklerin turistlere pazarlanması, gastronomi turizminin destinasyonların genel kalkınma için bir araç olarak kullanılması ve uygulayıcılar için çıkarımları içermektedir. Yabancı veya yerli turistlerin ziyaret ettikleri destinasyonların mutfağı hakkında farkındalık düzeyinin gittikçe artması, belirli destinasyonların tanıtılması ve güçlendirilmesi açısından oldukça önemli fırsatlar sunmaktadır (López-Guzmán ve Sánchez-Cañizares, 2012).

Yöresel ürünler gastronomi turizmi açısından bir destinasyondaki en önemli aktörlerden birisidir. Yerel kültür, gastronomi turizminin normal yiyecek içecek tüketiminden farklılaşmasına neden olabilmektedir. Diğer turizm türlerinden farklı olarak turistler çoğunlukla otantik yemek deneyimi arayabilmektedir (Sthapit, Kumaran ve Björk, 2020). Bu bağlamda, bir destinasyondaki gastronomi turizminin geliştirilmesi için o bölgeye ait yöresel ürünlerin korunması oldukça önemlidir (Alonso ve Yiliu, 2011).

Çevrimiçi Pazarlama

Bilgisayar, iletişim, bilgi ve diğer dijital teknolojilerdeki gelişmeler bilgiye erişimde yeni yollar sunmuştur. Gazete, dergi, televizyon gibi geleneksel pazarlama kanalları artık çevrimiçi ortamlarda karşımıza çıkmaktadır. Çevrimiçi gazete de, geleneksel pazarlama aracı olarak basılı gazetenin teknolojik gelişmelere uyumunun sonucudur (Kotler ve Armstrong, 2010).

Bir ürün olarak gazete, hem kişisel hem de toplumsal durumlarda karar almaya yardımcı olan bilgi ihtiyacını karşılayabilir (Shill ve Dey, 2023). Mevcut araştırmada çevrimiçi ulusal basında Yozgat ili coğrafi işaretli ürünleri ile ilgili haberler incelenerek mevcut durum ortaya

koyulacaktır. Böylelikle Yozgat iline ait ürün ve hizmetleri tanıttacak ve tüketicilerle etkili iletişim kuracak faaliyet ve önlemler için yol gösterici olmaya çalışılacaktır.

YÖNTEM

Araştırma Tasarımı

Bu araştırma, çevrimiçi ulusal basında yer alan haberlerin nitel araştırma analiz tekniklerinden içerik analizi tekniği ile analizine dayanmaktadır. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımının benimsenmesinin sebebi, araştırmanın amacı doğrultusunda keşifsel bir araştırma tasarlanmasıdır. Nitel araştırmalar, ilgilenen fenomenin derinlemesine ele alınmasını ve bir problemin doğasının anlaşılmasını amaçlayan araştırma yöntemleridir (Maxwell, 2013).

Uygulama Alanı

Mevcut araştırma, Yozgat iline ait coğrafi işaretli ürünleri kapsamaktadır. Coğrafi işaret, yöreyle özdeşleşmiş ve benzer ürünlerden farkıyla dikkat çeken, yerel nitelikleriyle belirli bir üne kavuşmuş ürünlere, Türk Patent Enstitüsü tarafından ürünlerin korunması amacıyla verilir. Türk Patent Enstitüsü, tescil işlemleri yürüten ve haklara ilişkin ulusal ve uluslararası mevzuat ve bilinçlendirme faaliyetlerini yürüten kamu kurumudur. 2023 yılı verilerine göre tescilli toplam ürün sayısı 1637'dir. Yozgat iline ait coğrafi işaretli ürünler, Akdağmadeni salebi, Sorgun yağı, Yozgat arabaşısı, Yozgat Aydıncık bağrıbutün kavunu, Yozgat desti kebabı, Yozgat parmak çöreği, Yozgat tandır kebabı, Yozgat çanak peyniridir (TÜRKPATENT, 2024).

Araştırma Örnekleme

Araştırmada analiz edilen verilere Google arama motorunda yer alan 'haberler' sekmesi üzerinden ulaşılmıştır. Google ana sayfasının doğrudan kullanılmama sebebi araştırma amacı ile ilgili olmayan dokümanları elemektir. Aramalarda Akdağmadeni salebi, Sorgun yağı, Yozgat arabaşısı, Yozgat Aydıncık bağrıbutün kavunu, Yozgat desti kebabı, Yozgat parmak çöreği, Yozgat tandır kebabı, Yozgat çanak peyniri anahtar kelime olarak kullanılmıştır. Araştırma kapsamına doğrudan bu ürünleri hedef almak amacıyla yayınlanan haberler alınmıştır. Verilere 01.09.2024- 05.09.2024 tarihleri arasında erişilmiştir. Araştırmaya 10 yayın organına ait toplamda 28 haber dâhil edilmiştir. Araştırma kapsamına 28 haberin dâhil edilme sebebi araştırma amacı doğrultusunda toplam 28 habere ulaşılmış olmasıdır.

Veri Analizi

Araştırmada araştırmanın amacı doğrultusunda metinsel veriler içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. İçerik analizinde verileri anlama ve anlamlandırma süreci, analiz edilecek verilerde verilen mesajların sıklığı, çeşitliği veya kullanımı temelinde gerçekleşir. İçerik analizinde, veriler içerik özelliklerine göre kodlanır, kodlamalar ile ulaşılan temalar yorumlanır (Mayring, 2004; Merriam, 2015).

Veri analizinde ilk olarak elde edilen tüm veriler tek bir dosyada bir araya ve analize hazır hale getirilmiştir. Arkasından metinler genel bir okuma ile araştırma amacı doğrultusunda anlamlandırılmaya çalışılmıştır. Derinlemesine okumalarla birlikte ise kodlama yapılmış, kategoriler ve temalar oluşturulmuştur. Kodlama işlemi için alanında uzman bir araştırmacının da verileri kodlaması istenmiştir. Böylelikle kodlama işlemi geçerlik ve güvenilirliğin sağlanması amaçlanmıştır. Analizler sonucu metinlerin ifade ettikleri anlamlar temelinde veriler yorumlanmış ve araştırma bulguları oluşturulmuştur (Wolcott, 1994; Patton, 2015).

BULGULAR

Araştırmada çevrimiçi ulusal basında yer alan toplam 28 haberin 5'i Akdağmadeni salebi 1'i Sorgun yağlısı, 6'sı Yozgat arabaşısı, 5'i Yozgat Aydıncık bağrıbutün kavunu, 3'ü Yozgat desti kebabı, 3'ü Yozgat parmak çöreği, 2'si Yozgat tandır kebabı, 3'ü Yozgat çanak peynirine aittir. Yapılan içerik analizi sonucunda ortaya çıkan temalar: ürün tanıtımı, ürün işlevi ve bölgesel faydadır.

Ürün Tanıtımı

Araştırma bulguları, Yozgat iline ait coğrafi işaretli ürünlerle ilgili olarak çevrimiçi ulusal basında yer alan haber içeriklerinin çoğunlukla ürünün özellikleri, ürünün yapılış veya üretilişi gibi ürünü tanıttıran haberler olduğunu göstermiştir. Neredeyse tüm ürünlerle ilgili, doğrudan sadece ürünün tanıtımının yer aldığı bir haber ya da bir haberin içerisinde o ürüne ait tanıtımında yer aldığı bir bölüm vardır.

Ürün İşlevi

Araştırma kapsamında incelenen haberlerde, coğrafi işaretli ürünlerden Akdağmadeni salebi ve Yozgat arabaşısı ile ilgili sağlık açısından faydalarına vurgu yapan haberler yapıldığı görülmüştür. Bununla birlikte Yozgat desti kebabının şehre gelen misafirlere ikram edilen yemeklerin başında geldiği ifadeleriyle hem yemek kültürüne hem de ağırlamaya yönelik atıfta bulunulmuştur. Yozgat'la ilgili verilebilecek en güzel hediyein parmak çörek olduğuna yine bir haberde değinilmiştir.

Bölgesel Fayda

Coğrafi işaretli ürünlerin hem coğrafi işaret dolayısıyla hem de ürünün spesifik özellikleri ile bölgeye sağladığı katkı üzerinde durulan diğer bir konudur. Bu ürünlerin bölge tanıtımı anlamında bölgenin kültürü, doğası, turizmi için önemli bir araç olduğuna değinilmiştir. Coğrafi işaretlerin ayrıca, Yozgat arabaşısı gibi bölge kültürü ile özdeşleşmiş ürünler açısından, hem tüm ülkeye tanıtılması hem de bölgede kültürün yaşatılması için önemli olduğu haberlerde söz konusu edilmiştir. Ayrıca bu ürünlerin ekonomiye kazandırılması ile yerel halka ekonomik anlamdaki katkı sağlayacağı ifade edilmiştir.

SONUÇ

Araştırmada, Yozgat iline ait coğrafi işaretli ürünlerin, çevrimiçi ulusal yazılı basındaki temsili incelenmiştir. Bu kapsamda mevcut araştırmanın araştırma bulguları, Yozgat ili coğrafi işaretli ürünleri içeren haberlerin, bu ürünlerle ilgili gastronomi turizmine, bu ürünlerin gastronomi turizmine veya diğer turizm faaliyetlerine katkısına çok az değinildiğini göstermiştir. Ayrıca bu ürünlerin turistik ürün olarak ele alınarak bölge turizmi açısından değerlendirildiği veya değerlendirileceği bu haberlerde üzerinde durulan bir konu olmamıştır. Bu noktada Yozgat iline ait bu ürünlerin bölge turizmine katacağı değerin vurgulandığı, bölgeye turistik amaçla gelen turistler açısından toplam turistik deneyimin bir parçası olduğunun belirtildiği haberlerin yayınlanması için çalışmalar yürütülebilir. Ayrıca, Yozgat ili coğrafi işaretli ürünlerinin ön plana çıkarıldığı farklı etkinlikler düzenlenerek ulusal basının dikkatini çekme faaliyetleri geliştirilebilir.

Araştırmanın ilk sınırlığı araştırmaya sadece coğrafi işaretli ürünlerin dâhil edilmesidir. Araştırmanın ikinci sınırlığı ise, araştırma verilerinin sadece Yozgat iline ait coğrafi işaretli ürünlere ait olmasıdır. Bu nedenle sonuçlar tüm coğrafi işaretli ürünlere genellenemez. Araştırmanın son sınırlığı ise, araştırmaya sadece çevrimiçi ulusal basında yer alan haberlerin dâhil edilmesidir. İleriki çalışmalarda yerel medya organlarına ait çevrimiçi haberler incelenebilir. Mevcut araştırmada araştırmanın amacı doğrultusunda sadece yazılı metinler

incelenmiştir. İleriki çalışmalarda haber görselleri ve haberlerle ilgili videolarda çalışma kapsamına alınabilir. Ayrıca sosyal medya ortamlarında yer alan haberler de ileriki araştırmalarda incelenebilir.

KAYNAKÇA

Alonso, A.D. ve Liu, Y., (2011). The Potential for Marrying Local Gastronomy and Wine; The Case of the Fortunate Islands, *International Journal of Hospitality Management*, 30: 974-981.

Ayhan, A. ve Kiraz, F. (2020). Gastronomik Bir Değer Olan Yozgat Desti Kebabı Kalite Standartları Üzerine Nitel Bir Çalışma. *TURAN: Stratejik Arastirmalar Merkezi*, 12 (46): 142- 149.

Boz, M. A. (2017). Yozgat Yöresinde Kaz Eti Ara-Aşı (Arabaşı) Çorbası ve Yemekleri. II. Uluslararası Bozok Sempozyumu Kitabı (84-89), Düzenleyen Yozgat Bozok Üniversitesi. Yozgat. 04- 06 Mayıs 2017.

Buyruk, L., İlhan, İ. ve Özen, İ. A. (2017). Gastronomi Turizmi Ögesi Olarak Yozgat Testi Kebabı Ve Kapadokya Turizm Bölgesindeki Yiyecek İçecek İşletmelerinde Testi Kebabı Uygulamalarına Dair Eleştirel Bir Yaklaşım. II. Uluslararası Bozok Sempozyumu Kitabı (148-160), Düzenleyen Yozgat Bozok Üniversitesi. Yozgat. 04-06 Mayıs 2017.

Diker, O., Yıldırım, H.M. ve Sünnetçioğlu, S. (2017). Yozgat İlinin Gastronomik Kimliği ve Ürün Çeşitliliğinin İncelenmesi. II. Uluslararası Bozok Sempozyumu Kitabı (111-126), Düzenleyen Yozgat Bozok Üniversitesi. Yozgat. 04- 06 Mayıs 2017.

Güllü, M., Güripek, E. ve Kendir, H. (2017). Gastronomi Turizmi Kapsamında Yozgat Desti Kebabının İncelenmesi. Yozgat İlinin Spor Turizm Potansiyeli: Durum Tespiti. II. Uluslararası Bozok Sempozyumu Kitabı (38-44), Düzenleyen Yozgat Bozok Üniversitesi. Yozgat. 04-06 Mayıs 2017.

Henderson, J C. (2009). Food Tourism Reviewed. *British Food Journal*, 11 (4): 317- 326.

Kiang, M. Y., Raghu, T. S. ve Shang, K. H. M. (2000). Marketing on the Internet—Who Can Benefit from an Online Marketing Approach?. *Decision Support Systems*, 27 (4): 383- 393.

Korkmaz, S. ve Tekman, T. K. (2021). Yozgat Yöresi Yemek ve Tatlı Kültürünün Sürdürülebilirliği. *Folklor/Edebiyat*, 27 (105): 299- 319.

Kotler, P. ve Armstrong, G. (2010). *Principles of Marketing*. Pearson Education.

Lin, Y. C., Pearson, T. E. ve Cai, L. A. (2011). Food as a Form of Destination Identity: A Tourism Destination Brand Perspective. *Tourism and Hospitality Research*, 11 (1), 30- 48.

López-Guzmán, T. ve Sánchez-Cañizares, S. (2012). Gastronomy, Tourism and Destination Differentiation: A Case Study in Spain. *Review of Economics & Finance*, 1, 63- 72.

Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative Research Design: An Interactive Approach*. Thousand Oaks, California: Sage Publications.

Mayring, P. (2004). *Qualitative Content Analysis. A Companion to Qualitative Research* (pp. 266-270). Editors Uwe Flick, Ernst von Kardorff and Ines Steinke. Thousand Oaks, California: Sage Publications.

Merriam, S., B. (2015). *Nitel Araştırma: Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber*. Çev. Ed. Selahattin Turan. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Patton, M. Q. (2015). *Qualitative Research and Evaluation Methods* (4rd ed.). Thousand Oaks, California: Sage Publications.

Patton, M., Q. (2018). *Nitel Araştırma ve Değerlendirme Yöntemleri*. Çev. Ed. Mesut Bütün ve Selçuk Beşir Demir. Ankara: Pegem Akademi.

- Richards, G. (2003). *Gastronomy: An Essential Ingredient in Tourism Production and Consumption?*. İçinde; (Editörler) Anne- Mette Hjalager ve Greg Richards. *Tourism and Gastronomy* (ss. 3- 21). London: Routledge.
- Shill, P. K. ve Dey, B. (2023). *Marketing Strategies in The Daily Star English Newspaper in Bangladesh: An Overview Study*.
- Sthapit, E., Kumaran, P. S. ve Björk, P. (2020, July). *Tourists' Motivations, Emotions and Memorable Local Food Experiences*. *Journal of Gastronomy and Tourism*, 17- 32.
- Şengül, A. ve Çılgınoğlu, H. (2023). *Coğrafi İşaretli Yozgat Çanak Peyniri'nin Gastronomi Turizmi Açısından Değerlendirilmesi*. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9 (1): 103- 118.
- Şengül, Ş., Türkay, O. ve Yılmaz, Ö. (2017). *Pazarlanabilir Mutfak Değerlerinin Destinasyon Çekim Unsuru Olarak Kullanılması: Yozgat Örneği*. II. Uluslararası Bozok Sempozyumu Kitabı (103-110), Düzenleyen Yozgat Bozok Üniversitesi. Yozgat. 04- 06 Mayıs 2017.
- TÜRK PATENT (2024). *Türkiye'nin Coğrafi İşaretleri*, <https://ci.turkpatent.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 07.10.2024.
- Wolcott, H. F. (1994). *Transforming Qualitative Data: Description, Analysis and Interpretation*. Thousand Oaks, California: Sage Publications.
- Wolf, E. (2002). *Culinary Tourism: A Tasty Economic Proposition*. Portland. International Culinary Tourism Taskforce.

ETİLEN VİNİL ALKOL BARIYERİNİN MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLENMİŞ PİLİÇ ETİ ÜRÜNLERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF ETHYLENE VINYL ALCOHOL BARRIER ON MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGED CHICKEN MEAT PRODUCTS

Buse RENKLİ

Keskinoğlu Tavukçuluk ve Damızlık İşletmeleri San. Tic. A.Ş.

Rabia EZEN

Keskinoğlu Tavukçuluk ve Damızlık İşletmeleri San. Tic. A.Ş.

Betül DURAK ER

Keskinoğlu Tavukçuluk ve Damızlık İşletmeleri San. Tic. A.Ş.

ÖZET

Gıda endüstrisinde ambalaj malzemeleri, gıdaların mikrobiyal, kimyasal ve fiziksel bozulmalardan korunarak güvenli bir şekilde tüketiciye ulaşmasını sağlamada kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle tavuk eti, yüksek su aktivitesi ve besin içeriği nedeniyle bozulmaya karşı oldukça hassas bir yapıdadır. Uygun ambalajlama tekniklerinin kullanımı, ürünlerin raf ömrünün uzatılması ve besin değerlerinin korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Modifiye atmosfer paketleme (MAP) teknolojisi, ambalaj içerisindeki gaz kompozisyonunu değiştirerek mikroorganizma gelişimini baskılayarak ürünlerin raf ömrünü uzatmayı amaçlayan bir tekniktir. Bu çalışmada, Etilen Vinil Alkol (EVOH) bariyerli ambalaj malzemesinin ileri işlenmiş tavuk eti ürünlerinde raf ömrü, mikrobiyolojik kalite ve duyu özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, Keskinoğlu Tavukçuluk ve Damızlık İşletmeleri A.Ş.'de üretilen dört farklı ileri işlenmiş piliç eti ürünü (piliç yaprak döner, piliç acılı kebab, piliç nugget ve piliç kokteyl sosis) kullanılmıştır. Ürünler, iki farklı ambalaj malzemesi olan PET/PE/EVOH/PE ve PVC/PE (kontrol grubu) ile modifiye atmosferde paketlenmiş ve %59-60 azot (N₂), %39-40 karbondioksit (CO₂) ve %1 oksijen (O₂) gaz karışımı ile ambalajlanmıştır. Ürünler +4°C'de depolanmış ve belirli periyotlarla mikrobiyolojik, pH, nem, renk ve duyu analizleri yapılmıştır. PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesi, düşük oksijen ve su buharı geçirgenliği sağlayarak ürünlerin raf ömrünü ve duyu özelliklerini, kontrol grubu olan PVC/PE ambalaj malzemesine kıyasla daha etkin bir şekilde korumuştur. Mikrobiyolojik analizler, PET/PE/EVOH/PE ile paketlenen ürünlerde toplam bakteri, maya ve küf gelişiminin minimum seviyede olduğunu göstermiştir. Buna karşın, PVC/PE ambalajlı ürünlerde mikrobiyal yükün daha yüksek oranlarda bulunduğu gözlemlenmiştir. Renk analizlerinde, PET/PE/EVOH/PE ile paketlenen ürünlerin L*, a* ve b* değerlerinde minimal değişiklikler tespit edilirken, PVC/PE ambalajlı örneklerde bu değerlerde belirgin bozulmalar meydana gelmiştir. Duyusal analizlerde ise PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesi kullanılan ürünlerin, tat, koku ve genel beğeni açısından kontrol grubuna göre daha yüksek puanlar aldığı belirlenmiştir. Çalışma sonuçları, PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesinin ileri işlenmiş tavuk eti ürünlerinde raf ömrünü uzatma ve kaliteyi koruma açısından önemli avantajlar sunduğunu ortaya koymuştur. Aynı zamanda, alt folyolarda PET/PE/EVOH/PE ambalaj yapısına geçilmesi, hem maliyet iyileştirmesine hem de ürün kalitesinin korunmasına olanak sağlamıştır. Sonuç olarak, EVOH bariyerli ambalaj materyalleri, gıda güvenliğini artırma ve ekonomik kayıpları azaltma potansiyeline sahip olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Etilen Vinil Alkol (EVOH), Raf ömrü, Gıda güvenliği, Piliç Eti.

ABSTRACT

In the food industry, packaging materials play a critical role in protecting food from microbial, chemical, and physical spoilage, ensuring safe delivery to consumers. Poultry meat, in particular, is highly susceptible to spoilage due to its high water activity and nutrient content. Therefore, the use of appropriate packaging techniques is crucial for extending product shelf life and preserving nutritional value. Modified atmosphere packaging (MAP) technology is a method that aims to extend the shelf life of products by altering the gas composition inside the package, suppressing microbial growth. In this study, the effects of Ethylene Vinyl Alcohol (EVOH) barrier packaging materials on the shelf life, microbiological quality, and sensory properties of further processed poultry products were investigated. The study involved four different processed poultry products (poultry döner, spicy poultry kebab, poultry nuggets, and poultry cocktail sausages) produced by Keskinoğlu Tavukçuluk ve Damızlık İşletmeleri A.Ş. The products were packaged using two different packaging materials, PET/PE/EVOH/PE and PVC/PE (control group), with a gas mixture of 59-60% nitrogen (N₂), 39-40% carbon dioxide (CO₂), and 1% oxygen (O₂). The products were stored at +4°C, and microbiological, pH, moisture, color, and sensory analyses were conducted at regular intervals. The PET/PE/EVOH/PE packaging material provided lower oxygen and water vapor permeability, thus more effectively preserving the shelf life and sensory properties of the products compared to the control group, which used PVC/PE packaging material. Microbiological analyses showed that total bacteria, yeast, and mold growth were minimal in the products packaged with PET/PE/EVOH/PE, whereas microbial load was higher in the PVC/PE-packaged products. Color analyses indicated minimal changes in L*, a*, and b* values for the products packaged with PET/PE/EVOH/PE, while more significant deterioration was observed in the PVC/PE-packaged products. Sensory analyses revealed that products packaged with PET/PE/EVOH/PE received higher scores for taste, odor, and overall acceptability compared to the control group. The results of the study demonstrated that the PET/PE/EVOH/PE packaging material offered significant advantages in extending the shelf life and preserving the quality of further processed poultry products. Additionally, switching to PET/PE/EVOH/PE packaging in lower films resulted in both cost improvements and better product quality preservation. In conclusion, EVOH barrier packaging materials were found to have the potential to enhance food safety and reduce economic losses.

Keywords: Ethylene Vinyl Alcohol (EVOH), Shelf life, Food safety, Chicken meat.

1. GİRİŞ

Ambalaj malzemeleri, gıdaların hava, nem, koku ve mikroorganizmalara karşı korunmasında ve güvenli bir şekilde tüketiciye ulaştırılmasında hayati bir rol oynamaktadır. Gıdanın mikrobiyal ve kimyasal bulaşmalardan korunmasını sağlayan ambalaj malzemeleri, aynı zamanda ürünlerin uygun şekilde depolanmasını ve taşınmasını mümkün kılar. Bu nedenle, ambalaj malzemesinin gıdanın özelliklerine uygun olarak seçilmesi büyük önem taşımaktadır (Sauvant vd., 2020).

Tavuk eti, yüksek su aktivitesi ve zengin besin içeriği nedeniyle mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmalara karşı oldukça hassastır. Uygun ambalaj malzemelerinin kullanılmaması veya uygun olmayan depolama koşulları (örneğin, sıcaklık dalgalanmaları), etin renginde bozulmalara, istenmeyen tat ve koku oluşumlarına yol açarak duyu özelliklerinin olumsuz etkilenmesine neden olabilir. Bu sebeple, et endüstrisinde, tavuk etinin besin değerini koruyarak raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan ambalaj malzemeleri ve teknikleri büyük önem taşımaktadır (Sauvant vd., 2020).

Tavuk eti ve ileri işlenmiş tavuk ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için, ürünlerde raf ömrü süresince gelişebilecek mikroorganizmaları inhibe eden ambalajlama teknolojilerinin kullanılması gereklidir. Bu teknolojilerden biri de modifiye atmosfer paketleme (MAP) olarak bilinmektedir. MAP, ambalaj içerisindeki gaz atmosferinin değiştirildiği ve böylece gıdanın raf ömrünün uzatıldığı bir yöntemdir (Fişekci, 2013). MAP işlemi, ambalaj atmosferinin gaz bileşiminin değiştirilmesi veya gaz ilavesiyle gerçekleştirilebilir ve gıda solunumuyla ambalaj içerisindeki gazların etkileşimine dayanmaktadır (Ooraikul, 2003).

Modifiye atmosfer paketleme, “pasif” ve “aktif” modifikasyon olarak ikiye ayrılmaktadır. Pasif modifikasyon, denge modifiye atmosfer paketleme (EMAP) olarak adlandırılan yöntemle, gıdanın uygun bir ambalaj materyali ile paketlenmesinden sonra ambalaj içerisindeki atmosfer gaz bileşiminin, gıdanın solunumu ile kendiliğinden dengeye ulaşmasını sağlar. Bu nedenle EMAP, kimyasal katkı maddeleri kullanmadan raf ömrünü uzatması nedeniyle organik ürünler için ideal bir ambalajlama yöntemidir. Aktif modifikasyonda ise, istenilen gaz kompozisyonu ambalaj içerisine doğrudan enjekte edilerek hızlı bir şekilde sağlanır (Kocamanlar, 2009). MAP, yüksek kaliteli ürün elde etmenin yanı sıra, raf ömrünü uzatarak ekonomik kayıpları ve sevkiyat maliyetlerini azaltma, kimyasal madde kullanımını azaltma gibi birçok avantaj sunar (Gammariello vd., 2009).

Modifiye atmosferde paketleme sırasında genellikle karbondioksit (CO_2), oksijen (O_2) ve azot (N_2) gibi gazlar tercih edilmektedir. Bu gazların belirli oranlarda kullanımı, gıdanın raf ömrünü uzatma, rengini, dokusunu ve tadını koruma açısından önemli avantajlar sağlar. Ancak hangi gazların kullanılacağı ve oranları, ürünün özelliklerine, ambalaj malzemesinin geçirgenlik özelliklerine ve depolama sıcaklığına bağlı olarak belirlenmektedir. Bu süreç, ambalaj içerisindeki hava yerine diğer gazların kullanımıyla kimyasal ve enzimatik reaksiyonların yavaşlatılmasını, patojenik veya bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişiminin baskılanmasını amaçlar (Two Sides, 2022).

Karbondioksit (CO_2), modifiye atmosfer paketlemede mikrobiyal büyümeyi sınırlamada en etkili gazlardan biridir. CO_2 'nin gıdalarda mikrobiyal gelişimi nasıl engellediği tam olarak bilinmemekle birlikte, ambalaj içerisinde yüksek CO_2 konsantrasyonları (% >20), mikroorganizma üretimini önemli ölçüde yavaşlatır. Bu etkinin düşük depolama sıcaklıklarında daha belirgin olduğu bilinmektedir. CO_2 , su ve yağ fazında çözünerek karbonik asit oluşturur ve bu asit, pH'ı düşürerek mikrobiyal büyümeyi engeller. CO_2 'nin antimikrobiyal etkisi, mikroorganizma türü, uygulama süresi, konsantrasyon ve depolama sıcaklığı gibi faktörlere bağlıdır (Maniar vd., 1994; Mannheim ve Soffer, 1996; Eliot vd., 1998).

Oksijen (O_2), özellikle et ürünlerinin raf ömrünü etkileyen önemli bir faktördür. Düşük oksijen konsantrasyonu, anaerobik mikroorganizmaların gelişimini sınırlayarak toksin oluşumunu önlemeye yardımcı olur. Bu nedenle, gıdaların raf ömrünü artırmak için ambalaj atmosferinde düşük oksijen seviyeleri tercih edilmektedir. Azot (N_2) ise, gaz karışımında oksijenin yerine kullanılan, suda ve yağda düşük çözünürlüğe sahip inert bir gazdır. Azot, aerobik mikroorganizmaların gelişimini yavaşlatarak dolaylı olarak raf ömrünü uzatır ve karbondioksit ile kombinasyon halinde dolgu maddesi olarak kullanılarak üründeki CO_2 'nin emilimini düzenler (Colchin ve diğerleri, 2001).

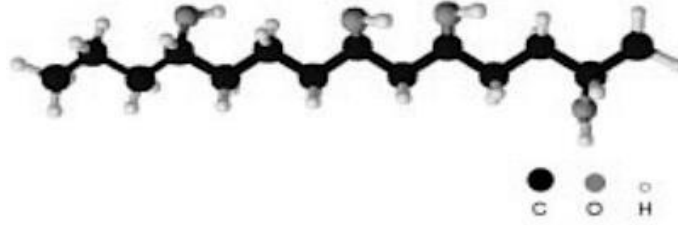
Tablo 1. Farklı gıda ürünleri için modifiye atmosfer paketlenmesinde kullanılan gaz kompozisyonları

Ürün	%CO ₂	%O ₂	%N ₂
Taze Et	30 15-40	30 60-85	40 -
Kurutulmuş Et	20-50	0	50-80
Dilimlenmiş Pişmiş Biftek	75	10	15
Yumurta	20 0	0 0	80 100
Tavuk	25-30 60-75 100 20-40	0 5-10 0 60-80	70-75 ≥20 0 0
İşlenmiş Etler	0	0	100
Balık	40	30	30
Peynir (Sert)	0-70		30-100
Peynir	0	0	100
Peynir; rendelenmiş/dilimlenmiş	30	0	70
Sandviç	20-100	0-10	0-100
Makarna	0 70-80	0 0	100 20-30

MAP uygulaması doğru şekilde yapılmadığı takdirde istenmeyen sonuçlara da yol açabilmektedir. Bu nedenle, ambalajlama işleminde kullanılan gaz karışımı ve oranlarının doğru ayarlanması için bilimsel çalışmalar referans alınmalıdır (Lee vd., 2008). Ambalaj içi gaz karışımının yanı sıra, ambalajlamada kullanılan materyalin gaz geçirgenliği (oksijen ve karbondioksit) ve diğer mukavemet özellikleri, gıdanın raf ömrünü belirlemede önemlidir. Ambalaj materyali seçimi, ambalajlanacak ürünün özelliklerine, depolama ve sevkiyat koşullarına, ambalajlama yöntemine ve tüketicinin gereksinimlerine bağlı olarak belirlenmektedir. Uzun raf ömrü istenilen ürünlerde özellikle geçirgenliği düşürmek amacıyla laminasyon teknikleriyle üretilen çok katmanlı ambalajlar tercih edilmektedir. Polietilen- poliamid malzemeler (PA/PE), gıdaların oksijen, nem ve aroma kaybını önlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Etilenvinil alkol (EVOH) ya da polivinilden klorür (PVDC) içeren bariyerli filmler, oksidasyona ve neme duyarlı ürünlerin ambalajlanmasında yüksek koruyuculuk gösteren çok katmanlı ambalaj malzemeleridir. EVOH'un oksijen bariyeri özelliğine karşılık, neme hassas olması nedeniyle gıdaya direk temas etmesi uygun olmayıp, başka materyaller arasında lamine edilmektedir (Rodriguez- Aguilera vd., 2011a).

Etilen±vinil alkol kopolimerleri, gazlara ve hidrokarbonlara karşı mükemmel bariyer özelliklerine sahip yarı kristal bir malzemedir. Vinil alkol fraksiyonundan hidroksil gruplarının varlığı, malzemelere yüksek moleküller arası yapışkanlık sağlayarak, gazlar ve aromalar gibi düşük moleküler ağırlıklı bileşiklerin değişimi için mevcut polimer zincirleri arasındaki serbest hacmi azaltmaktadır. EVOH kopolimerleri yaygın olarak bir ana etilen-ko-vinil asetat kopolimerinin sabunlaştırma reaksiyonu yoluyla üretilmektedir, bu sayede asetoksi grubu ikincil bir alkole dönüştürülmektedir. Kopolimerlerin bileşimi, etilen/vinil alkol fraksiyonlarının oranı değiştirilerek değiştirilebilmektedir, bu da fizikokimyasal özelliklerde bir değişikliğe neden olmaktadır. Özellikle, düşük etilen içeriğine sahip kopolimerler (%38 mol etilenin altında), diğer

polimerik malzemelere kıyasla kuru koşullar altında olağanüstü bariyer özelliklerine sahiptir (Cerrada vd.,1998 ; Takahashi vd., 1999).



Şekil 1. EVOH kopolimerlerinin kimyasal yapısı

Malzemelerin hem erime noktası hem de yoğunluğu, etilen/vinil alkol oranının bir fonksiyonu olarak değişmektedir, bu da kristal yapının kendisinin kopolimer bileşimindeki değişikliklerle sürekli olarak değiştiğini göstermektedir. %26 mol'den daha fazla vinil alkol içeriğine sahip EVOH numunelerinin birim hücresinin monoklinik olduğu gözlemlenirken (polivinil alkol \pm PVOH \pm birim hücre yapısı gibi), daha düşük vinil alkol içerikleri için kristal birim hücre ortorombik olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, kristal yapı aynı zamanda polimerik numunelerin termal geçişine de bağlıdır, yüksek vinil alkol içeriğine sahip EVOH kopolimerlerinin söndürülmesi ortorombik bir kristal morfolojisine yol açmaktadır (Cerrada vd, 1998).

Kopolimer bileşiminin bir fonksiyonu olarak kristal yapıdaki değişiklikler, malzemelerin oksijen geçirgenliğinde de değişikliklere neden olmaktadır. Bu nedenle, uygulamaya bağlı olarak, beklenen oksijen performansı için kopolimer sınıfı seçilebilmektedir. 45°C'de ölçülen kuru EVOH'nin oksijen geçirgenliği, sırasıyla %26 ve 48 mol etilen içeriğine sahip kopolimerler için 0,45 ila 32 cm³/m²gün.atm arasında değişmektedir (Lopez-Rubio vd., 2005).

Bu malzemelerin ana dezavantajlarından biri, yüksek su hassasiyetleridir ve bu nedenle, polimer zincirleri arasında yüksek yapışkanlık sağlayan aynı hidroksil grupları, kopolimerleri de çok hidrofilik

hale getirmektedir. Böylece su varlığında veya yüksek nemli ortamlarda, malzemenin yapısı plastikleşmektedir ve bariyer özellikleri büyük ölçüde bozulmaktadır. Bağlı nemin arttırılmasında ve özellikle %75 bağlı nemin üzerinde bu plastikleşme, oksijen geçirgenlik değerlerinde önemli artışlara sebep olmaktadır. Örneğin, %80 bağlı nemde %32 mol etilen ile EVOH için oksijen geçirgenliğinde on kat artış gözlenmektedir. Oksijenin su tarafından polimer matrisin serbest hacminden çıkarılması, oksijen için mevcut difüzyon yollarını azaltmaktadır. Sonuç olarak, bağlı nem yükseldikçe oksijen geçirgenliği azalmaktadır (LagaroÂn vd., 2005).

Gıda paketleme alanında bu malzemelere olan ilgi, birçok gıda ürününün yüksek bariyerli polimerik malzemelerle paketlenmesi gerektiği gerçeğine dayanmaktadır, çünkü oksijen, yağ oksidasyonu, vitamin kaybı vb. gibi birçok gıda bozulma reaksiyonuna sebep olan bir gazdır. Ayrıca, birçok gıda ürünü, gıda ambalajları içinde termal olarak işlenmektedir ve bu nedenle, daha önce bahsedilen yüksek bariyer koşullarının yanı sıra, plastik ambalajlar, istenmeyen değişikliklere maruz kalmadan bu tür işlemlere dayanmaktadır (Strawhecker and Manias, 2000).

Tablo 2. Etilen vinil alkol kopolimerleri (EVOH) içeren yüksek bariyerli ambalaj yapıları ve uygulama alanları

Ambalaj Ögesi	Yapısı	Ana Özellik	Uygulama
Poşetler ve Kapaklar için film	*PE//EVOH//PE *PA//EVOH//PE *PE//PA/EVOH//PA//PE *O-(PA/EVOH//PA)//PE *OPET//PE/EVOH//PE	Esneklik Delinme direnci Mekanik Stabilite Optik Baskı	MAP Et ürünleri, Balık ürünleri, Peynir, Vakum Peynir, fındık, kuru meyve, MAP
Isıyla şekillendirilmiş tepsiler, bardaklar	*PS//EVOH//PE *PP//EVOH//PE *PET//EVOH//PE *PC-PP//EVOH//PP	Sertlik Isıl İşleme dayanıklı	Tatlılar, MAP Önceden pişirilmiş yiyecek, konserveler
Şişeler ve Kavanozlar	*PE//EVOH//PE *PP//EVOH//PP *PET//EVOH//PET	Daraltılabilir Isıl İşleme Dayanıklı Mekanik dayanım	Soslar Reçeller Alkollü İçecekler
PA, poliamid; PE, polietilen; PET, polietilen tereftalat; PP, polipropilen; PS, polistiren; OPET, yönlendirilmiş polyester.			

EVOH içeren yüksek bariyer yapılarının sayısı neredeyse sınırsızdır ve kapsamlı bir liste yapmak çok zordur. Bunun yerine, Tablo 2'de temel özellikleri ve uygulamaları ile tipik yapıların bir listesi verilmektedir. Yüksek bariyerli esnek filmler, iç ve dış katmanlar olarak PE ile koekstrüzyon yoluyla üretilebilmektedir. PE ve EVOH arasındaki düşük yapışma nedeniyle, bir bağ tabakası gereklidir (Tablo 2'de çift eğik çizgi, // ile temsil edilir). PE //EVOH//PE kullanımına örnek olarak kuru gıda ve kuruyemiş torbaları verilebilir. Uygulama örnekleri, sosislerin, tütülenmiş etlerin veya balık ürünlerinin vakumlu olarak paketlenmesidir. Dış katmanda polistiren, PS (genişletilmiş veya genişletilmemiş), polipropilen, PP veya polietilen tereftalat, PET ve ısı yapışma sağlamak için iç katmanda PE dahil olmak üzere termoform ile üretilen yüksek bariyerli ambalaj yapıları bulunmaktadır (Fernandez Alvarez, 2000).

Yeni pazar trendleri, gıda işleme şirketleri tarafından getirilen gereksinimleri karşılayabilen bariyer özelliklerine sahip yeni plastik malzemelerin geliştirilmesini teşvik etmektedir. EVOH kopolimerleri, kuru koşullar altında oksijen, gazlar ve organik bileşiklerin nüfuz etmesine karşı mükemmel bir bariyer sağlamaktadır (Chang vd., 2003; Grunlan vd., 2004).

2. YÖNTEM

2.1. Evren ve Örneklem

Bu çalışmada, EVOH (Etilen vinil alkol) bariyerinin ileri işlenmiş piliç eti ürünlerinde raf ömrüne etkisi araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan piliç yaprak döner, piliç acılı kebab, piliç nugget ve piliç kokteyl sosis ürünleri, Keskinoglu Tavukçuluk ve Damızlık İşletmeleri San. Tic. A. Ş. firmasında üretilmiştir. Çalışmada kullanılan ambalaj malzemeleri PET/PE/EVOH/PE ve PVC/PE (Kontrol) dir. Ambalaj malzemelerine ait özellikler ise Tablo 3.'te verilmiştir.

Tablo 3. Örneklerin ambalajlanmasında kullanılan ambalaj malzemeleri ve özellikleri

Malzeme kısa adı	Kalınlık (µm)	Oksijen geçirgenliği (cc/m ² -gün-atm)	Su buharı geçirgenliği (g/m ² -gün)
PET/PE/EVOH/PE	350	2	5
PET/PE/EVOH/PE	500	2	5
PVC/PE	350	1200	3500
PVC/PE	500	1200	3500

*Tablodaki veriler üretici firmalar tarafından temin edilmiştir.

2.2. Ambalajlama, Depolama Koşulları ve Gerçekleştirilen Analizler

Piliç yaprak döner (200g), piliç acılı kebab (400g), piliç nugget (300g) ve piliç kokteyl sosis (500g) örnekleri, modifiye atmosferde (%59-60 N₂, %39-40 CO₂, %1 O₂) ambalajlanmıştır. Raf ömrü boyunca

+4 °C depolanan örneklerde; mikrobiyolojik analizler (toplam bakteri (kob/g), toplam maya (kob/g), toplam küf (kob/g)), tepe boşluğu gaz analizi, pH, nem (%), renk analizleri gerçekleştirilmiştir. Raf ömrü sonunda ise örnekler duyuşsal değerlendirme yapılarak 5'lik skala da değerlendirilmiştir.

2.2.1. Mikrobiyolojik Analizler

Modifiye atmosferde paketlenen örneklerde; toplam bakteri (kob/g) analizi, toplam maya (kob/g) analizi ve toplam küf (kob/g) analizleri gerçekleştirilmiştir. Tüm mikrobiyolojik analizlerde yayma yöntemi kullanılmıştır. Aseptik koşullar altında soğutulan besiyerleri, plastik petrilere dökülüp kurumaya bırakılmıştır. +4 °C'de depolanan örnekler aseptik koşullar altında homojenize edilip, homojenize edilen örneklerden 1 ml alınarak deney tüplerine (9 ml serum fizyolojik su içermektedir) aktarılmıştır. Hazırlanan uygun dilüsyonlardan 0.1ml alınarak agar içeren petrilere inoküle edilmiş ve yayma işlemi gerçekleştirilmiştir. Toplam maya-küf ve bakteri (kob/g) kolonileri kaydedilmiştir (Özünü, 2023).

2.2.2 Tepe Boşluğu Analizi

Örneklerin tepe boşluğundaki oksijen (%O₂) ve karbondioksit (%CO₂) oranları, ambalaj açılmadan önce ambalaj yüzeyine batırılan septumdan bir iğne aracılığıyla gaz analizörü kullanılarak ölçülmüştür (Toplu vd., 2023).

2.2.3. pH Analizi

Örneklerin pH değerleri, belirli bir gramajda (10gr) homojenize edilen örneklerin aynı oranda suda çözünmesiyle ölçülmüştür (Toplu ve diğerleri, 2023).

2.2.4. Nem Analizi

Nem analizi, 105 °C'de etüvde sabit tartıma gelene kadar kurutulan örneklerin nem miktarı % olarak Eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmıştır (AOAC, 2006).

$$\%Nem = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$$

*M*₁: Alınan örnek ağırlığı

*M*₂: Kurutulmuş örnek ağırlığı

2.2.5. Renk Analizi

Örneklerdeki renk değişimi, Hunter L, a* ve b* renk sistemine göre belirlenmiştir. L*, a* ve b* değerlerinin belirlenmesi için Hunterlab ColorFlex cihazı kullanılmıştır.

2.2.6. Duyusal Analizler

Depolama süresi sonunda, örneklerin duyusal değerlendirilmesi yapılmıştır. Tat, koku ve genel beğeni kriterleri üzerinden 5'lik hedonik skala kullanılarak değerlendirilmiştir. Puanlama, 1 (hiç beğenmedim) ile 5 (çok beğendim) arasında yapılmıştır.

3. BULGULAR

Analizler ilk gün ve son gün (ürünün son raf ömrüne göre) gerçekleştirilmiştir. Üretim tesisinde bulunan laboratuvar ve akredite bir dış labotatuvarda analizler gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, akredite dış laboratuvar analiz sonuçlarıdır.

3.1. Mikrobiyolojik Analizler

Piliç yaprak döner, piliç acılı kebab, piliç nugget ve piliç kokteyl sosis örnekleri PVC/PE (Kontrol) ve PET/PE/EVOH/PE alt folyo ile ambalajlanmıştır. Tablo 4 te mikrobiyolojik analiz sonuçları verilmiştir. PET/PE/EVOH/PE ambalaj grubu ile paketlenen örneklerin tümünde; toplam bakteri, maya ve küf tespiti yapılamamıştır. Ancak; kontrol grubunda raf ömrü sonunda, piliç yaprak dönerde toplam bakteri, toplam maya miktarı sırası ile 17500, 39300 kob/g olarak tespit edilirken; toplam küf miktarı ise tespit edilememiştir. Kontrol grubunda raf ömrü sonunda, piliç acılı kebab ürününde toplam bakteri 1100 kob/g olarak tespit edilirken; toplam küf miktarı ise tespit edilememiştir. Kontrol grubunda raf ömrü sonunda, piliç nugget ürününde; toplam bakteri, toplam maya sırasıyla 41000, 74800 kob/g olarak tespit edilirken; toplam küf miktarı miktarı tespit edilememiştir. Kontrol grubunda raf ömrü sonunda, piliç kokteyl sosis ürününde toplam bakteri, toplam maya sırasıyla 900, 6500 kob/g olarak tespit edilirken; toplam küf miktarı ise tespit edilememiştir.

Tablo 4. Mikrobiyolojik analizler sonuçları

Toplam Bakteri Miktarı (kob/g)	Piliç Yaprak Döner (Kontrol PVC/PE)	Piliç Yaprak Döner (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Acılı Kebab (Kontrol PVC/PE)	Piliç Acılı Kebab (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Nugget (Kontrol PVC/PE)	Piliç Nugget (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (Kontrol PVC/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (PET/PE/EVOH/PE)
0. gün	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Raf ömrü sonu	17500	Tespit edilemedi	1100	Tespit edilemedi	41000	Tespit edilemedi	900	Tespit edilemedi
Toplam Maya Miktarı (kob/g)	Piliç Yaprak Döner (Kontrol PVC/PE)	Piliç Yaprak Döner (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Acılı Kebab (Kontrol PVC/PE)	Piliç Acılı Kebab (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Nugget (Kontrol PVC/PE)	Piliç Nugget (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (Kontrol PVC/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (PET/PE/EVOH/PE)
0. gün	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi

Raf ömrü sonu	39300	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	74800	Tespit edilemedi	6500	Tespit edilemedi
Toplam Küf Miktarı (kob/g)	Piliç Yaprak Döner (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Yaprak Döner (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Acılı Kebap (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Acılı Kebap (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Nugget (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Nugget (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (PET/PE/EVOH/PE)
0. gün	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Raf ömrü sonu	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi

3.2. Tepe Boşluğu Analizi

Ürünlerde ilk gün ve raf ömrünün son günü tepe boşluğu analizi yapılmıştır. Tepe boşluğu analizi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Tüm ürünlerde ilk gün tepe boşluğu %0,1 O₂ ve %20,8 CO₂ olarak tespit edilmiştir. Raf ömrü sonunda, kontrol grubu örneklerinde, PET/PE/EVOH/PE ile ambalajlanan örnekler istinaden O₂ ve CO₂ değerleri daha fazla değişmiştir. Bu durum, EVOH ara katmanının O₂ geçirgenliğinin oldukça az olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 5. Tepe boşluğu analizi sonuçları

Tepe Boşluğu Analizi	Piliç Yaprak Döner (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Yaprak Döner (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Acılı Kebap (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Acılı Kebap (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Nugget (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Nugget (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (PET/PE/EVOH/PE)
0. gün	%0,1 O ₂ / %20,8 CO ₂	%0,1 O ₂ / %20,8 CO ₂	%0,1 O ₂ / %20,8 CO ₂	%0,1 O ₂ / %20,8 CO ₂	%0,1 O ₂ / %20,8 CO ₂	%0,1 O ₂ / %20,8 CO ₂	%0,1 O ₂ / %20,8 CO ₂	%0,1 O ₂ / %20,8 CO ₂
Raf ömrü sonu	%2,3 O ₂ / %23,6 CO ₂	%0,3 O ₂ / %21,0 CO ₂	%2,5 O ₂ / %23,3 CO ₂	%0,7 O ₂ / %21,4 CO ₂	%2,4 O ₂ / %23,7 CO ₂	%0,4 O ₂ / %21,1 CO ₂	%2,5 O ₂ / %23,3 CO ₂	%0,6 O ₂ / %21,3 CO ₂

3.3. pH Analizi

Ürünlerde ilk gün ve raf ömrünün son günü pH analizi gerçekleştirilmiş olup, Tablo 6'da sonuçları verilmiştir. PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesi ile ambalajlanan örneklerde, pH değişimi minimum iken, kontrol örneğinde pH değerleri ilk güne oranla değişimi daha fazla olmuştur. EVOH, ara katmanının su ve oksijen geçirgenliğinin oldukça az olması, pH değişimini minimuma indirmiştir.

Tablo 6. pH analizi sonuçları

3.4. Nem Analizi

Ürünlerde ilk gün ve raf ömrünün son günü %nem analizi gerçekleştirilmiş olup, Tablo 7'de sonuçları verilmiştir. PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesi ile ambalajlanan örneklerde, %nem değişimi su buharı geçirgenliği düşük olduğu için minimum miktarda gerçekleşmiştir. Kontrol örneğinde, %nem değerleri değişimi ise daha fazla gerçekleşmiştir. PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesi, %nem değişimi açısından örneklerde, koruyuculuk göstermiştir.

Tablo 7. %Nem analizi sonuçları

	Piliç Yaprak Döner		Piliç Acılı Kebap	Piliç Nugget				P
0. gün	62,08	62,08						
Raf ömrü sonu								

3.5. Renk Analizi


Ürünlerde ilk gün ve raf ömrünün son günü Hunter Lab cihazı ile renk ölçümü (L^* , a^* ve b^* değerleri) gerçekleştirilmiştir. Renk analizi sonuçları Tablo 8.'de verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere, tüm örnekler için, L^* , a^* ve b^* değerlerinde değişim meydana gelmiştir. Bu değişim en fazla, PVC/PE yani kontrol grubu örneklerinde meydana gelmiş olup, PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesi ile ambalajlanan örneklerde, bu değişim minimum seviyede kalmıştır. Bu durumda, EVOH ara katmanının ürünün yapısını korumada ve raf ömrünü uzatmada etkili olduğu açıktır.

Tablo 8. Renk analizi sonuçları

L^* değeri	Piliç Yaprak Döner (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Yaprak Döner (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Acılı Kebap (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Acılı Kebap (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Nugget (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Nugget (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (PET/PE/EVOH/PE)
0. gün	58,41	58,41	13,54	13,54	61,54	61,54	53,58	53,58
Raf ömrü sonu	34,54	50,41	10,45	12,57	54,98	58,32	45,71	51,29
a^* değeri	Piliç Yaprak Döner (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Yaprak Döner (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Acılı Kebap (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Acılı Kebap (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Nugget (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Nugget (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (PET/PE/EVOH/PE)
0. gün	25,38	25,38	41,64	41,64	35,65	35,65	21,85	21,85
Raf ömrü sonu	32,97	27,11	38,54	39,62	34,82	35,41	25,97	23,67
b^* değeri	Piliç Yaprak Döner (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Yaprak Döner (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Acılı Kebap (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Acılı Kebap (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Nugget (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Nugget (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (PET/PE/EVOH/PE)
0. gün	16,58	16,58	28,12	28,12	38,41	38,41	13,75	13,75
Raf ömrü sonu	12,66	15,41	35,58	31,19	45,37	41,65	9,45	12,64

3.6. Duyusal Analizler

Duyusal analizler 5'lik skalada gerçekleştirilmiş olup, panelistlere verilen puanlama testi örneği Şekil 2'deki gibidir.

 PUANLAMA TESTİ						
Panelist Adı-Soyadı:				Tarih:		
Ürün:				Saat:		
Açıklama: Aşağıda verilmiş olan kalite kriterleri açısından size verilen kodlu örnekleri ayrı ayrı 5 puan üzerinden değerlendiriniz.						
Kalite Kriterleri	Örnek Kodları					
	A	B	C	D	E	F
Tat						
Koku						
Genel Beğeni						
Puan değerleri ile ilgili açıklamalar		1= Çok Kötü	2= Kötü	3= Orta	4= İyi	5= Çok İyi
Kalite kriterleri ile ilgili açıklama						
İstenen Özellikler			İstenmeyen Özellikler			

Şekil 2. Panelistlere verilen puanlama testi örneği

Tablo 9'da duyu analiz sonuçları verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere, kontrol grubu örnekleri panelistler tarafından daha az beğenilmiş olup, PET/PE/EVOH/PE ambalajlı örnekler kontrol grubuna göre tat, koku ve genel beğeni olarak daha yüksek puan almıştır. EVOH ara katmanı sağladığı düşük su buharı ve oksijen geçirgenliği ürünlerin yapısını daha uzun korunmasını sağlamıştır.

Tablo 9. Duyusal analiz sonuçları

Tat	Piliç Yaprak Döner (Kontrol/P VC/PE)	Piliç Yaprak Döner (PET/PE/E VOH/PE)	Piliç Acılı Kebap (Kontrol/P VC/PE)	Piliç Acılı Kebap (PET/PE/E VOH/PE)	Piliç Nugget (Kontrol/P VC/PE)	Piliç Nugget (PET/PE/E VOH/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (Kontrol/P VC/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (PET/PE/E VOH/PE)
	2,9	4,2	3,4	4,1	3,9	4,2	3,7	4,5
Koku	Piliç Yaprak Döner (Kontrol/P VC/PE)	Piliç Yaprak Döner (PET/PE/E VOH/PE)	Piliç Acılı Kebap (Kontrol/P VC/PE)	Piliç Acılı Kebap (PET/PE/E VOH/PE)	Piliç Nugget (Kontrol/P VC/PE)	Piliç Nugget (PET/PE/E VOH/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (Kontrol/P VC/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (PET/PE/E VOH/PE)
	3,5	4,5	3,7	4	4	4,5	2,6	4,2

Genel Beğeni	Piliç Yaprak Döner (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Yaprak Döner (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Acılı Kebap (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Acılı Kebap (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Nugget (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Nugget (PET/PE/EVOH/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (Kontrol/PVC/PE)	Piliç Kokteyl Sosis (PET/PE/EVOH/PE)
	2,9	4,5	3,5	4	4	4,7	3,1	4,2

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, modifiye atmosfer paketlenme (MAP) yöntemi ile ambalajlanan piliç yaprak döner, piliç acılı kebab, piliç nugget ve piliç kokteyl sosis gibi ileri işlenmiş tavuk eti ürünlerinin raf ömrü, mikrobiyolojik kalite, pH, nem, renk ve duyu özellikleri incelenmiştir. Modifiye atmosferde kullanılan gaz karışımı, %59-60 azot (N₂), %39-40 karbondioksit (CO₂) ve %1 oksijen (O₂) oranlarından oluşmuştur. Ürünler, +4°C'de depolanmış ve belirli aralıklarla çeşitli analizler yapılmıştır. Bulgular, PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesinin, PVC/PE kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ürünlerin kalitesini koruma ve raf ömrünü uzatma açısından üstün performans sergilediğini göstermektedir.

Mikrobiyolojik analiz sonuçları, PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesi kullanıldığında toplam bakteri, maya ve küf gelişiminin tespit edilemediğini ortaya koymuştur. Kontrol grubunda ise, özellikle piliç yaprak döner ve piliç nugget gibi ürünlerde yüksek mikrobiyal yükler tespit edilmiştir. Bu durum, EVOH ara katmanının düşük oksijen geçirgenliği sayesinde, aerobik mikroorganizmaların büyümesini etkin bir şekilde baskıladığını göstermektedir. Mikrobiyal yükteki bu farklılık, PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesinin raf ömrü boyunca ürünlerin güvenliğini sağlamada önemli bir avantaj sunduğunu göstermektedir.

Tepe boşluğu analizi sonuçları, PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesi kullanıldığında, ambalaj içerisindeki oksijen ve karbondioksit seviyelerinin raf ömrü boyunca stabil kaldığını ortaya koymuştur. Kontrol grubunda ise bu değerlerde daha fazla değişiklik meydana gelmiştir. Bu sonuç, EVOH katmanının düşük gaz geçirgenliği sayesinde ambalaj içi atmosferin korunmasında etkin olduğunu göstermektedir. Stabil gaz kompozisyonu, ürünlerin duyu ve mikrobiyolojik kalitesinin uzun süre korunmasına katkı sağlamıştır.

pH ve nem analizlerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesi ile ambalajlanan ürünlerde pH ve nem değişimi minimum seviyede kalmıştır. PVC/PE ambalaj kullanılan kontrol grubunda ise pH ve nemde daha belirgin değişiklikler gözlemlenmiştir. Özellikle, EVOH katmanının su buharı geçirgenliğinin düşük olması, nem kaybının azalmasını ve ürünlerin tazeliklerinin korunmasını sağlamıştır. Bu durum, ürünlerin duyu özelliklerinin stabil kalmasına da katkıda bulunmuştur.

Renk analizlerinde, PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesi kullanılan ürünlerde L*, a* ve b* değerlerindeki değişimlerin minimum seviyede olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, kontrol grubunda bu değerlerdeki değişimlerin daha belirgin olduğu görülmüştür. Bu bulgu, PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesinin, ürünlerin fiziksel yapısını koruma ve oksidasyon gibi renk değişimlerine neden olan reaksiyonları sınırlandırma konusunda etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Duyu analiz sonuçları, PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesi kullanılan ürünlerin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek puanlar aldığını göstermiştir. Tat, koku ve genel beğeni açısından daha iyi değerlendirme alan bu ürünler, panelistler tarafından daha fazla tercih edilmiştir. Bu sonuç, PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesinin, ürünlerin duyu kalitesini koruma açısından da üstün olduğunu göstermektedir. Duyusal kalite, tüketici tercihlerinde belirleyici bir faktör olup, PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesinin bu alanda sağladığı avantaj, pazar başarısını artırabilecek önemli bir özelliktir.

Alt folyoda PVC/PE yerine PET/PE/EVOH/PE kullanımı, su buharı ve oksijen geçirgenliğini

minimize ederek, raf ömrü boyunca ilk günkü kalite özelliklerinin korunmasını sağlamıştır. Ürünlerin yapısının daha iyi korunması ve raf ömrünün uzaması, bu ambalaj malzemesinin sunduğu önemli avantajlardır. Ayrıca, PET/PE/EVOH/PE ambalaj yapısına geçilmesi, %20 oranında maliyet iyileştirmesi sağlamış olup, ekonomik açıdan da önemli bir avantaj sunmaktadır. Sonuç olarak, PET/PE/EVOH/PE ambalaj malzemesi, ileri işlenmiş tavuk eti ürünlerinin kalitesini koruma ve raf ömrünü uzatma açısından etkili bir çözüm sunmaktadır. Modifiye atmosfer paketlenme yöntemi ile birleştirildiğinde, bu malzeme mikrobiyolojik güvenlik, duyu kalite ve maliyet etkinliği bakımından önemli avantajlar sağlamaktadır. Sağladığı üstün mikrobiyolojik koruma, duyu özelliklerin uzun süre korunması ve ekonomik iyileştirmeler, PET/PE/EVOH/PE malzemesinin gıda endüstrisinde yaygın kullanım potansiyelini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Cabedo, L., LagaroÂn, J.M., Cava, D., Saura, J.J., GimeÂnez, E. (2006). The effect of ethylene content on the interaction between ethylene-vinyl alcohol copolymers and water ± II: Influence of water sorption on the mechanical properties of EVOH copolymers. *Polymer Testing* 25, 860±867.
- Cava, D., Cabedo, L., GimeÂnez, E., Gavara, R., LagaroÂn, J.M. (2006). The effect of ethylene content on the interaction between ethylene±vinyl alcohol copolymers and water: (I) Application of FT- IR spectroscopy to determine transport properties and interactions in food packaging films. *Polymer Testing* 25, 254±261.
- Cerrada, M.L., Perez, E., PerenÄa, J.M., Benavente, R. (1998). Wide-angle X-ray diffraction study of the phase behavior of vinyl alcohol ethylene copolymers. *Macromolecules* 31, 2559±2564.
- Chang, J.-H., Jang, T.-G., Ihn, K.J., Lee, W.-K., Sur, G.S. (2003). Poly(vinyl alcohol) nanocomposites with different clays: pristine clays and organoclays. *Journal of Applied Polymer Science* 90, 3208±3214.
- Cerrada, M.L., Perez, E., PerenÄa, J.M., Benavente, R. (1998). Wide-angle X-ray diffraction study of the phase behavior of vinyl alcohol ethylene copolymers. *Macromolecules* 31, 2559±2564.
- Colchin, L. M., S. L. Owens, G. Lyubachevskaya, E. Boyle-Roden, E. Russek-Cohen, and S. A. Rankin. 2001. Modified atmosphere packaged Cheddar cheese shreds: Influence of fluorescent light exposure and gas type and production of volatile compounds. *J. Agric. Food Chem.* 49:2277–2282. <https://doi.org/10.1021/jf0012392>.
- Eliot, S. C., J. C. Vuilleumard, and J. P. Emond. 1998. Stability of shredded Mozzarella cheese under modified atmospheres. *J. Food Sci.* 63:1075–1080. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15858.x>.
- Fernandez Alvarez, M. (2000). Review: Active food packaging. *Food Science and Technology International* 6, 97±108.
- Gammariello, D., A. Conte, S. di Giulio, M. Attanasio, and M. A. del Nobile. 2009. Shelf life of Stracciatella cheese under modifiedatmosphere packaging. *J. Dairy Sci.* 92:483–490. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1571>.
- Grunlan, J.C., Grigorian, A., Hamilton, C.B., Mehrabi, A.R. (2004). Effect of clay concentration on the oxygen permeability and optical properties of a modified poly (vinyl alcohol). *Journal of Applied Polymer Science* 93, 1102±1109.
- LagaroÂn, J.M., Cabedo, L., Cava, D., Feijoo, J.L., Gavara, R., Gimenez, E. (2005). Improving packaged food quality and safety. Part 2: Nanocomposites. *Food Additives and Contaminants* 22, 994±998.
- Lopez-Rubio, A., Hernandez-MunÄoz, P., GimeÂnez, E., Yamamoto, T., Gavara, R., LagaroÂn, J.M. (2005a). Gas barrier changes and morphological alterations induced by retorting in ethylene vinyl alcohol-based food packaging structures. *Journal of Applied Polymer Science* 96, 2192±2202.

- Mannheim, C. H., and T. Soffer. 1996. Shelf-life extension of Cottage cheese by modified atmosphere packaging. *Lebensm. Wiss. Technol.* 29:767–771. <https://doi.org/10.1006/fstl.1996.0120>.
- Maniar, A. B., J. E. Marcy, J. Russel Bishop, and S. E. Duncan. 1994. Modified atmosphere packaging to maintain direct-set Cottage cheese quality. *J. Food Sci.* 59:1305–1308. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb14701.x>
- Ooraikul, B. (2003). Modified atmosphere packaging (MAP). In *Food preservation techniques* (pp. 338-359). Woodhead Publishing.
- Özünlü, O., 2023, “Farklı Et Örneklerinin Atmosferik ve Modifiye Atmosfer Paketlemesinde Kullanılan Tazelik İndikatörü Doğal ve Yapay Boyalar”, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Rodriguez-Aguilera, R., J. Oliveira, J. Montanez, and P. Mahajan. 2011a. Effect of modified atmosphere packaging on quality factors and shelf life of surface mold ripened cheese: Part I—Constant temperature. *Lebensm. Wiss. Technol.* 44:330–336. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.06.015>.
- Sauvant, D., Létourneau-Montminy, M.P., Daniel, J.B., Schmidely, P., Boval, M., Loncke, C., 2020. Use and misuse of meta-analysis in animal science. *Animal* 14 (Suppl. 2), s207–s222.
- Strawhecker, K.E., Manias, E. (2000). Structure and properties of poly(vinyl alcohol)/ Na+montmorillonite nanocomposites. *Chemical Materials* 12, 2943±2949.
- Takahashi, M., Tashiro, K., Amiya, S. (1999). Crystal structure of ethylene±vinyl alcohol copolymers. *Macromolecules* 32, 5860±5871.
- Toplu, B., Sıçramaz H. ve Ayhan, Z., 2022, “Farklı Ambalaj Materyalleri ve Vakum /Modifiye Atmosfer Ambalajlamanın Dilimlenmiş Hatay Peynirinin Kalitesi ve Raf Ömrüne Etkisi”, *The Journal of Food*, 48(3), 587-601s.
- Two Sides. 2020. *European Packaging Preferences 2020 Report*. Accessed Jan. 27, 2022. https://www.twosides.info/documents/research/2020/packaging/European-Packaging-Preferences-2020_EN.pdf.
- Zhang, Z., Britt, I.J., Tung, M.A. (2001). Permeation of oxygen and water vapour through EVOH films as influenced by relative humidity. *Journal of Applied Polymer Science* 82, 1866±1872.

NEONICOTINOIDS AND BRAIN HEALTH: DISRUPTIONS IN LEARNING, MEMORY, AND BEHAVIOR FROM CHRONIC EXPOSURE

Sarra Zouaoui

Rachid Rouabhi

Applied biology department, Echahid Larbi Tebessi University, Tebessa, 12000, Algeria.
Laboratory of Bioactive Molecules and Applications, SESNV faculty, Echahid Larbi tebessi University, Algeria

ABSTRACT

The widespread use of neonicotinoids, particularly imidacloprid, in agriculture has raised concerns about its potential impact on animal and human health. This study aims to assess the neurotoxic effects of chronic exposure to imidacloprid on Wistar rats, focusing on neurobehavioral alterations related to learning, memory, and motor function. Over a 90-day period, Wistar rats were administered imidacloprid orally at two different doses (5 mg/kg/day and 50 mg/kg/day).

Behavioral tests, including the Open Field (OF), Elevated Plus Maze (EPM), and Novel Object Recognition (NOR) tests, were used to evaluate anxiety-like behavior, locomotor activity, and cognitive function.

The results demonstrated significant neurobehavioral impairments in rats exposed to imidacloprid, with dose-dependent effects. Treated rats exhibited heightened anxiety and reduced exploratory behavior in the OF and EPM tests. Additionally, the NOR test indicated a marked decline in recognition memory, suggesting severe cognitive deficits. These findings reveal the potential risks posed by chronic exposure to neonicotinoids, particularly concerning neurodevelopment and cognitive function.

This research underscores the importance of regulating neonicotinoid use in agricultural practices to minimize risks to both animal welfare and human health.

KEY WORDS: Imidacloprid, Neonicotinoids, Neurotoxicity, Learning and Memory Impairment, Chronic Exposure.

INTRODUCTION

Neonicotinoids are a class of insecticides that have become widely used in modern agriculture due to their selective action on insect nervous systems. Among these, imidacloprid has gained attention because of its strong affinity for nicotinic acetylcholine receptors (nAChRs) in insects, which leads to rapid insect death by over stimulating the nervous system (**Simon-Delso et al., 2015**). However, growing evidence suggests that imidacloprid also poses significant risks to non-target species, including mammals, through similar interactions with their nAChRs (**Gibbons et al., 2015**). Chronic exposure to neonicotinoids, even at low doses, has been linked to neurotoxicity in rodents, with potential implications for learning, memory, and emotional regulation (**Duzguner & Erdogan, 2010; Tomizawa & Casida, 2005**).

Although the primary research focus has been on the acute effects of neonicotinoids, their long-term consequences remain underexplored, particularly in terms of cognitive and behavioral outcomes. Studies on imidacloprid have demonstrated its capacity to induce oxidative stress, alter neurotransmission, and cause neuronal damage, potentially leading to deficits in

neurodevelopment and cognitive functioning (Bal et al., 2012; Duzguner & Erdogan, 2012). Given the widespread use of imidacloprid and the potential risk to humans and animals exposed to low doses over extended periods, it is essential to evaluate its long-term neurotoxic effects in mammalian models.

This study aims to assess the impact of chronic imidacloprid exposure on learning, memory, anxiety, and social behavior in Wistar rats. Using behavioral tests such as the Open Field (OF), Elevated Plus

Maze (EPM), Novel Object Recognition (NOR, this research will provide critical insight into the neurobehavioral consequences of prolonged neonicotinoid exposure.

MATERIALS AND METHODS

Animals and Housing Conditions

Thirty adult male Wistar rats (240–300 g) were used in this study, obtained from the animal breeding facility at the Laboratory of Bioactive Molecules and Applications, SESNV Faculty, Echahid Larbi Tebessi University, Algeria. The rats were housed under standard laboratory conditions with a 12-hour light/dark cycle, temperature maintained at $22 \pm 2^\circ\text{C}$, and relative humidity at $50 \pm 10\%$. Food and water were provided ad libitum. The rats were acclimatized for one week prior to the experiment.

Experimental Design

The rats were randomly divided into three groups (n=10 per group):

- **Control group:** received distilled water.
- **Low-dose imidacloprid group:** received 5 mg/kg/day of imidacloprid orally.
- **High-dose imidacloprid group:** received 50 mg/kg/day of imidacloprid orally.

The experiment lasted for 90 consecutive days. Behavioral assessments were conducted during the last two weeks of the study. All procedures were performed in accordance with the guidelines of the local ethics committee for animal experimentation.

1. Open Field (OF) Test

The open field test was used to assess anxiety-like behavior and locomotor activity. The apparatus consisted of a square transparent glass enclosure (50 cm × 50 cm × 40 cm). Each rat was placed in a corner of the arena, facing inward, and allowed to explore freely for 5 minutes. Horizontal (locomotor activity) and vertical (rearing) movements were recorded. Anxious rats typically avoided the center and preferred the periphery. The enclosure was cleaned with 10% ethanol between trials to prevent olfactory cues from influencing the behavior.

2. Elevated Plus Maze (EPM) Test

The Elevated Plus Maze was used to evaluate anxiety-like behavior. The apparatus consisted of two open arms (50 cm × 10 cm) and two closed arms (50 cm × 10 cm × 40 cm) elevated 50 cm above the ground. Each rat was placed in the center of the maze facing one of the open arms and allowed to explore for 5 minutes. Time spent in the open and closed arms was recorded. Anxious rats typically spend more time in the closed arms.

3. Novel Object Recognition (NOR) Test

The Novel Object Recognition test was used to assess recognition memory and cognitive function. The test consisted of three phases :

- **Habituation:** Rats were habituated to the experimental box (40 cm × 40 cm) for 5 minutes daily for 2 days.
- **Familiarization:** Rats were presented with two identical objects (D: 2 cm, H: 4 cm) and allowed to explore for 5 minutes.

- **Test phase:** One familiar object was replaced with a novel object, and rats were allowed to explore for 5 minutes. The time spent exploring the novel versus the familiar object was

Statistical Analysis

All data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's post-hoc test for multiple comparisons. Results were expressed as mean \pm SEM, and a p-value of < 0.05 was considered statistically significant. Statistical analysis was performed using Minitab® 18.1 and Microsoft Excel 19.0 software.

RESULTS

1. Open Field (OF) Test

In the Open Field test, both low- and high-dose imidacloprid groups showed significant reductions in exploratory activity compared to the control group ($p < 0.05$). Rats exposed to 50 mg/kg/day imidacloprid spent significantly less time in the center of the arena, demonstrating heightened anxiety-like behavior ($p < 0.01$). The low-dose group (5 mg/kg/day) also exhibited reduced locomotion and exploratory behavior, although the effect was less pronounced ($p < 0.05$) (**Figure 1**).

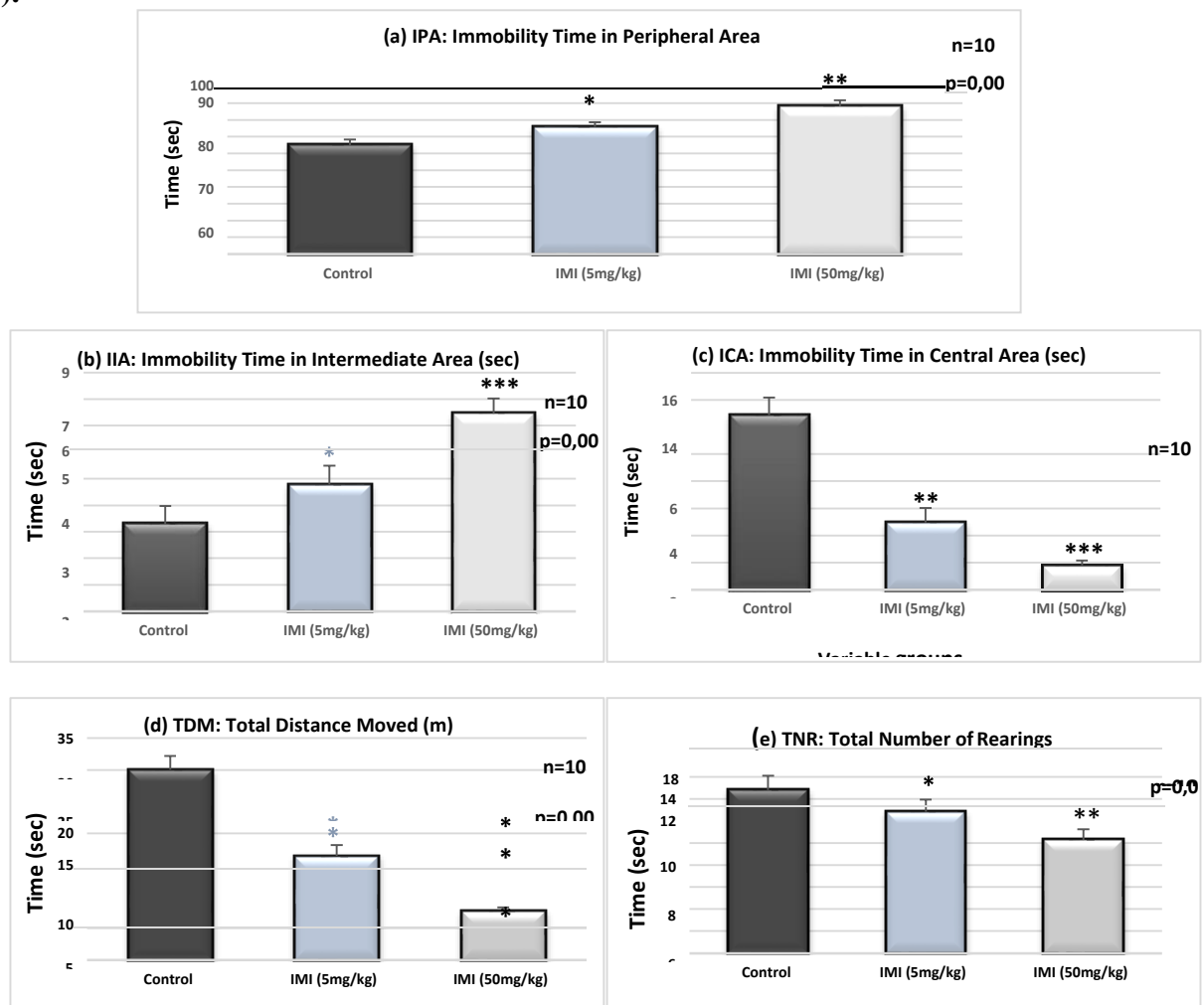


Figure 01. Variation in Open Field test data in control and treated rats after 90 days of treatment (a): IPA: Immobility Time in Peripheral Area (s); (b): IIA: Immobility Time in Intermediate Area (s); (c): ICA: Immobility Time in Central Area (s); (d): TDM: Total Distance Moved (m); (e): TNR: Total Number of Rearing's. (* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$).

2. Elevated Plus Maze (EPM) Test

In the EPM test, rats in the high-dose imidacloprid group spent significantly less time in the open arms, indicating increased anxiety-like behavior compared to controls ($p < 0.01$). The low-dose group also exhibited a decrease in open-arm time, though not as significant as the high-dose group ($p < 0.05$) (**Figure 2**).

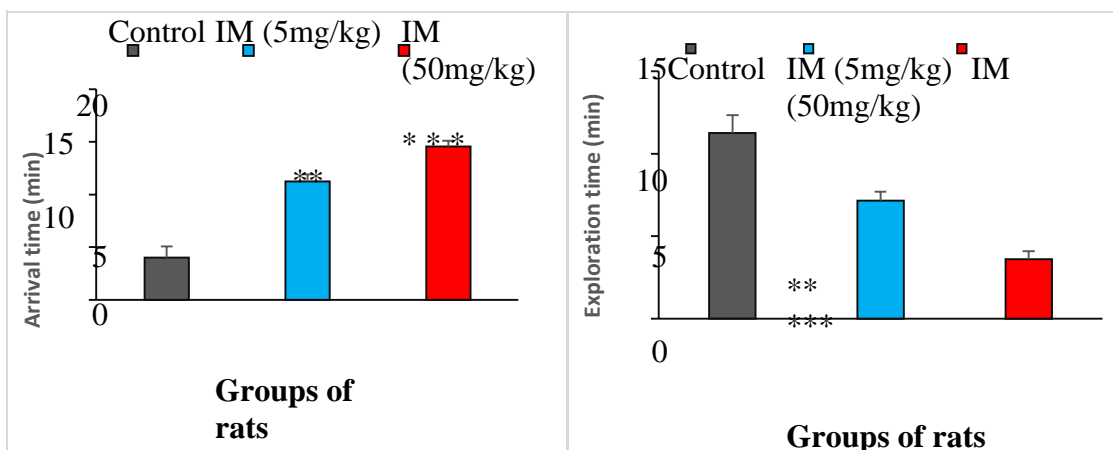


Figure 02. Variation of Plus Maze Test data in control and treated groups over 3 months.

3. Novel Object Recognition (NOR) Test

Impaired recognition memory was evident in the imidacloprid-exposed groups. Both the low- and high-dose groups displayed a marked decrease in their preference for the novel object during the test phase ($p < 0.001$ for high dose, $p < 0.05$ for low dose). The control group showed a clear preference for the novel object, spending significantly more time exploring it compared to the familiar one (**Figure 3**).

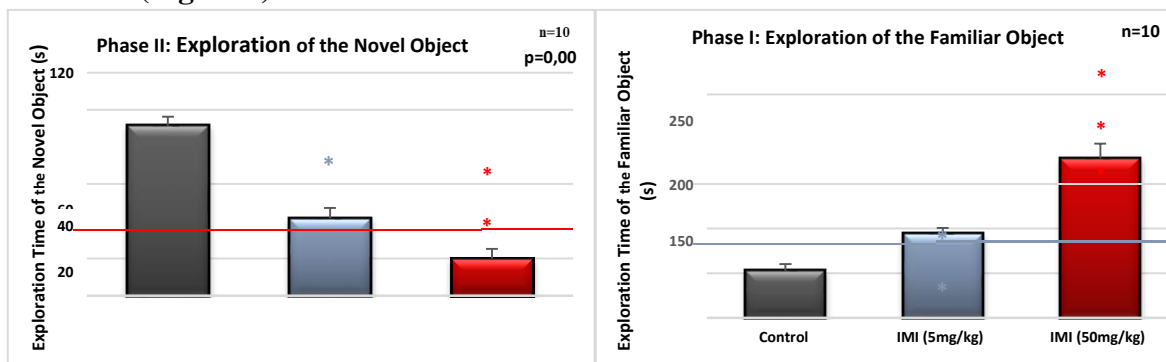


Figure 03: Variation in exploration time of a novel object and the familiar object in control and treated rats after 90 days. (* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$).

DISCUSSION

The results of this study demonstrate that chronic exposure to imidacloprid induces significant neurobehavioral changes in Wistar rats, particularly affecting anxiety, cognitive function, and social behavior. The findings from the Open Field and Elevated Plus Maze tests clearly indicate that chronic imidacloprid exposure leads to heightened anxiety, consistent with previous reports of imidacloprid-induced oxidative stress and neuroinflammation (**Bal et al., 2012**). This suggests that chronic disruption of cholinergic signaling may play a role in the development of anxiety-like behaviors in exposed animals (**Tomizawa & Casida, 2005**).

The impairments observed in the Novel Object Recognition test suggest that chronic imidacloprid exposure affects recognition memory, potentially due to hippocampal dysfunction. Previous studies

have demonstrated that neonicotinoids can induce oxidative stress and apoptosis in hippocampal neurons, contributing to cognitive decline (**Bal et al., 2012**). The dose-dependent decline in recognition memory observed in this study aligns with findings from other research on the neurotoxic effects of imidacloprid (**Duzguner & Erdogan, 2012**).

Additionally, the deficits in social novelty preference observed in the high-dose group may reflect impaired social cognition, which has been linked to disruptions in neural circuits involved in memory and emotion (**Chadman et al., 2008**). These findings are consistent with prior research on the effects of chronic pesticide exposure on social behavior in rodents (**Busquets-Garcia et al., 2011**).

The mechanisms underlying these behavioral changes may involve oxidative stress, neuroinflammation, and alterations in cholinergic neurotransmission, as suggested by previous studies (**Duzguner & Erdogan, 2012; Bal et al., 2012**). Further investigation into the molecular pathways affected by chronic neonicotinoid exposure will help clarify the long-term risks to cognitive and emotional health in exposed populations.

CONCLUSION

This study demonstrates that chronic exposure to imidacloprid results in significant neurobehavioral deficits in Wistar rats, particularly affecting anxiety, cognitive function, and social behaviors. The findings suggest that long-term exposure to neonicotinoids may pose risks to brain health, warranting stricter regulations on their use in agriculture to minimize potential harm to human and animal populations. Further research is needed to elucidate the molecular mechanisms driving these behavioral changes and to explore potential protective interventions against neonicotinoid-induced neurotoxicity.

REFERENCES

- **Bal, R., Turk, G., Tuzcu, M., Yilmaz, O., Kuloglu, T., Baydas, G., Naziroglu, M. (2012).** Effects of chronic imidacloprid exposure on antioxidant defense mechanisms and lipid peroxidation in the striatum and midbrain of rats. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 102(2), 124-130.
- **Busquets-Garcia, A., Bains, J., Marsicano, G. (2011).** Neural mechanisms of social behavior: Novel approaches and perspectives. *Trends in Neurosciences*, 34(12), 767-779.
- **Chadman, K. K., et al. (2008).** The Vsoc-maze test as a measure of sociability in rodents: Testing different models of autism. *Neuroscience*, 155(2), 404-415.
- **Duzguner, V., & Erdogan, S. (2010).** Chronic exposure to imidacloprid induces oxidative stress and increases apoptosis in rat brain. *Toxicology and Industrial Health*, 28(9), 826-833.
- **Gibbons, D., Morrissey, C., & Mineau, P. (2015).** A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fipronil on vertebrate wildlife. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(1), 103-118.
- **Simon-Delso, N., et al. (2015).** Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): Trends, uses, mode of action and metabolites. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(1), 5-34.
- **Tomizawa, M., & Casida, J. E. (2005).** Neonicotinoid insecticide toxicology: Mechanisms of selective action. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 45, 247-268.

KOMBUCHA VE YEŞİL ÇAY İLE FERMENTE EDİLMİŞ POLENİN BİYOAKTİVİTESİNDE VE EKZİN TABAKASINDAKİ DEĞİŞİMLER

CHANGES IN BIOACTIVITY AND EXIN LAYER OF POLEN FERMENTED WITH KOMBUCHA AND GREEN TEA

Sibel SİLİCİ

Sibel Silici, Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural
Biotechnology Erciyes Technopark Nutral Therapy Co, 38039 Kayseri-Turkiye
ID: 0000-0003-2810-2917

ÖZET

Arı poleni, bal arılarının yavrularını beslemek için kullandıkları önemli bir arı ürünüdür. Arı poleni kovana getirilip petek gözlerinde depolandıktan sonra laktik asit fermentasyonuna uğrar ve beslenmeye hazır hale getirilir. Polenin eksin tabakası yüksek sıcaklıklara ve basınca dayanıklıdır. Fermentasyonun polenin ekzin tabakasında kırılmalara sebep olduğu ve polenin besin içeriğinin dışarı çıktığı bilinmektedir. Bu nedenle bu araştırmada laboratuvar ortamında farklı ürünlerle fermente edilmiş polenin antioksidan kapasitesindeki değişim ve ekzin tabakasında meydana değişimleri belirlemek amaçlanmıştır. Bunun için Yeşil çay infüzyonu (%1) ve hibiscus çay infüzyonu (%0.5) kaynamış suda hazırlanıp üzerine şeker ve polen eklenerek 28 °C de fermentasyon sağlandı. Farklı zaman aralıklarında (0, 1, 3, 5, 7, 9 gün) örnekler alınarak fosfomolibdenum metodu ile antioksidan aktivitesi belirlendi ve elektron mikroskobu ile polenin ekzin strüktürü incelendi. Kontrol, yeşil çay ve hibiscus grubu örneklerin antioksidan aktivitesi 31.15-57.07, 35.90-113.50 ve 12.25-42.66 mgAAE/g arasında tespit edildi. Yeşil çay ve hibiscus ile fermentasyon neticesinde eksin strüktüründe kırılmalar meydana geldiği belirlendi. Bu sonuçlar polenin yeşil çay ile fermentasyonunun fermente ürünler elde etmek için iyi bir seçenek olabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: arı poleni, fermentasyon, yeşil çay, kombuçya, ekzin

ABSTRACT

Bee pollen is an important bee product that honey bees use to feed their young bees. After the bee pollen is brought to the hive and stored in the honeycomb cells, it undergoes lactic acid fermentation and is made ready for feeding. The exine layer of the pollen is resistant to high temperatures and pressure. It is known that fermentation causes breaks in the exine layer of pollen and the nutrient content of the pollen comes out. Therefore, in this study, it was aimed to determine the changes in the antioxidant capacity of pollen fermented with different products in the laboratory conditions and the changes in the exine layer. For this, green tea infusion (1%) and hibiscus tea infusion (0.5%) were prepared in boiled water, and sugar and pollen were added to fermentation at 28 °C. Antioxidant activity was determined by the phosphomolybdenum method by taking samples at different time intervals (0, 1, 3, 5, 7, 9 days) and the exine structure of pollen was examined by electron microscopy. Antioxidant activities of control, green tea and hibiscus group samples were determined between 31.15-57.07, 35.90-113.50 and 12.25-42.66 mgAAE/g. As a result of fermentation with green tea and hibiscus, it was determined that there were breaks in the exin structure. These results

showed that the fermentation of pollen with green tea can be a good option to obtain fermented products.

Key words: bee pollen, fermentation, green tea, kombucha, exin

GİRİŞ

Biyolojik olarak aktif doğal ürünler her zaman büyük ilgi görür. Bunlar arasında koruyucu olduğu kadar güçlü ve doğal iyileştirici yönleriyle arı ürünlerinin önemli bir yeri vardır. Bilim insanları tarafından uzun yıllardır bu ürünler hakkında sayısız araştırma yapılmasına rağmen elde edilen bilgiler doğa ve arıyı açıklamaya yetmemiştir. Yapılan her yeni çalışma bir başka soruyu gündeme getirmekte ve doğanın en mükemmel canlısının yaşamı, tercihleri anlaşılmasına çalışılmaktadır.

Polenler açık (Gymnospermae) ve kapalı tohumlu (Angiospermae) bitkilerin çiçeklerinde bulunur. Polen kesesi mikrosporofillerin ortasında yer alır. Mikrosporofil içindeki mikrosopor ana hücresi önce mayoz sonra mitoz bölünme geçirerek polenleri oluşturur. Olgunlaşan polenler mikrosporangiyum keselerinin açılmasıyla (tekli, dörtlü ya da küme şeklinde) atmosfere dağılır. Kapalı tohumlu bitkilerde dışta ekzin içte intin olmak üzere iki tabaka vardır. Ekzin tabakasının altında yer alan intin, ekzinin çok incelmiş bölgelerde gamateofitin korunmasını sağlamakta ve polen tüpünün oluşmasında etkili olmaktadır. Ekzin, karotenoid esterlerin oksidatif polimerlerini içeren sporopolenin maddesinden oluşmaktadır, yüksek basınç ve sıcaklıktan etkilenmediği gibi asit ve enzimlerin yol açacağı bozulmalara karşı da yüksek dirençlidir. Ekzin tabakası spropollenin sayesinde 3.000 °C sıcaklığa dayanma kapasitesine sahiptir. Bu sayede polen milyonlarca yıl bataklık ve tortu birikintilerinde bile çürümeden sağlam bir şekilde karakteristik özelliklerini koruyarak kalabilmiştir. Bu nedenle polenin sindirimi de zordur. Herhangi bir hayvan poleni tükettiği zaman besin maddelerine ulaşabilmek için iki dirençli polen dış tabakasını parçalaması gerekmektedir. Polenden besin maddesi olarak faydalanabilmek için hayvanlarda polen duvarının keskin ağız parçaları ile delinmesi, polen duvarının enzimlerle çözülmesi, çimlenme veya yalancı çimlenme ile parçalanmayı indüklemek, polen duvarını ozmotik şokla patlatma, polen duvarına sindirim enzimlerinin nüfuzu gibi farklı mekanizmalar gelişmiştir (Aytuğ, 1967, Aytuğ vd. 1971, Nicolson, 2011).

Polen tanesi, çiçekli bitkilerin erkek gametofiti olarak, tozlaşma sırasında anterlerden üretilir ve salınır. En önemli tozlayıcılardan birisi entomofil olanlar için bal arısı (*Apis mellifera* L.) dır. Arı poleni bal arısı (*Apis mellifera* L.) tarafından larva ve genç arıları beslemek amacıyla toplanır. Toplanan çiçek poleni, bal arısının arka bacaklarında bulunan polen sepetlerinde (corbicula) peletler halinde birikir ve arı poleni bunların bir karışımıdır. Arılar, çiçekleri polen ve nektar toplamak amacıyla ziyaret ederken çiçeğin üreme organlarına dokunurlar ve vücutları polen ile kaplanır. Bal arıları, poleni arka bacaklarında bulunan polen sepetlerine sıkıştırmak için polenin birbirine ve sepet tüylerine yapışmasına yardımcı olan ağız sekresyonları ile nemlendirmek suretiyle toprak haline getirirler. Polen, besin açısından önemli bileşenlerin, proteinlerin, lipidlerin, karbonhidratların, vitaminlerin ve minerallerin inanılmaz çeşitliliği nedeniyle arılar için en önemli besindir. Aynı nedenlerle, çiçek veya arıdan toplanan polenler potansiyel olarak insan beslenmesi için de iyi bir besin takviyesidir (Thakur ve Nanda, 2020, Komosinska-Vassev vd. 2015, Fatrcova-Sramkova vd. 2013).

Bitkilerden toplanan ve sindirim enzimleriyle karıştırılan polenlerin petek gözlerinde depolandıktan sonra üzeri ince bir bal ve arı mumu tabakasıyla örtülerek oluşan laktik asit fermantasyonu neticesinde “arı ekmeği/perga” elde edilir. Bal arıları pergayı özellikle larva ve arı sütü üreten genç arıların beslenmesinde kullanırlar. Arı ekmeğinin besin değeri arı poleninden daha yüksektir ve daha yüksek serbest amino asit içeriği ve kolayca asimile

edilebilir şekerlerin varlığı nedeniyle daha sindirilebilir özelliği vardır (Vasquez and Olofsson, 2009). Bu nedenle bu çalışmada laboratuvar ortamında farklı ürünlerle fermente edilmiş polenin antioksidan kapasitesindeki değişim ve ekzin tabakasında meydana gelişmeleri belirlemek amaçlanmıştır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Örnekler

Haşhaş poleni (*Papaver somniferum* L.) örnekleri, 2021 ilkbaharının sonu ile yaz başında Türkiye, Afyon'daki arı kovanlarına monte edilmiş bir polen tuzağından toplandı. Örnekler bir dondurucuda (-18 °C) saklandı. Arı tarafından toplanan polenin bileşimi, polen analizi Nikon Eclipse E400 kullanılarak (toplam büyütme x40) ile mikroskopik olarak değerlendirildi. SEM'de ultra yapısal değerlendirme için monofloral polen (haşhaş poleni) kullanıldı. SCOBY/Kombucha konsorsiyumu laktik asit bakterileri, iki ana cins olan *Gluconoacetobacter* ve *Komagataeibacter*'den asetobakteriler ve *Zygosaccharomyces* ve *Pichia* dahil olmak üzere çeşitli cinslerden mayalar içerdi.

Kombucha konsorsiyumu ile polen fermantasyonu

Polen Utoiu ve arkadaşlarına (2018) göre bazı değişiklikler uygulanarak Kombucha konsorsiyumu ile fermente edildi. Kombucha fermantasyonu için yeşil çay infüzyonu (%5) ve ebegümeçi (*Hibiscus rosa sinensis* L.) infüzyonu (% 0.5), 1 L kaynar steril suya 15 dakika boyunca demlenen 5 g yeşil çaydan (*Camelia sinensis*) üretildi. Materyal, Whatman no 5 filtre kağıdında filtrelenerek uzaklaştırıldı. Elde edilen çay infüzyonu 50 g/L sakaroz ile tatlandırıldı. Daha sonra 250 g/L x taze arı poleni eklendi.

Aşılama için, polen içermeyen önceden fermente edilmiş %10'luk Kombucha çayı kullanıldı. Kombucha aşılama infüzyonun her litresi için 50 g arı poleni eklendi. Polen, Kombucha aşılamaından hemen sonra veya 28 °C'de 20 günlük fermantasyondan sonra (Kombucha sirkesine polen eklenmesi). Bu karışıma 100 ml/L kombucha kültürü (SCOBY) eklendi.

Polen fermantasyonu

Kombucha sirkesine eklenen polen 9 günlük bir süre boyunca 28 °C'de çalkalama yapılmadan fermente edildi. Kombucha sıvı fazından örnekler alındı. Örnekler, 9 günlük süre boyunca farklı zaman aralıklarında (0, 1, 3, 5, 7, 9 gün) alındı.

Palinolojik analiz

Mikroskop slaytları hazırlandı ve en az 300 polen tanesi 40x büyütme kullanılarak sayıldı. Polen tanelerinin sıklığı Barth ve ark.'na (2010) göre tahmin edildi. >45 polen içeren bir örnek, toplam polen tanelerindeki yüzdelik payına göre baskın polen olarak kabul edildi.

Ultrasonik ekstraksiyon prosedürü

Ekstraksiyon için 0.3 g polen numunesi 30 mL %96 etanol ile karıştırıldı. Ultrasonik prosedür 45 kHz ve maksimum 100 W güçte bir Ti-H-15 ultrasonik banyosunda (Elma, Singen, Almanya) gerçekleştirildi. Numuneler 60 °C'de bir ultrasonik banyoda 25 dakika bekletildikten sonra Whatman filtre kağıdından filtrelendi.

Antioksidan aktivite (Fosfomolibden yöntemi)

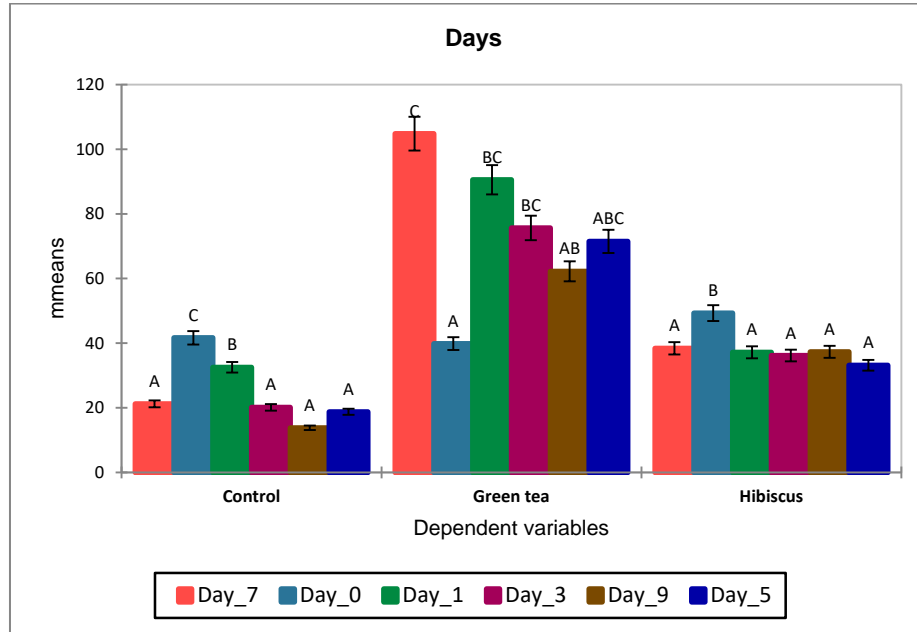
Ekstraktların toplam antioksidan kapasiteleri Prieto vd. (1999) yöntemine göre belirlendi. Kısaca, 50-250 µg/mL konsantrasyonlarda 0.4 mL ekstrakt ve standart çözeltiler alındı ve amonyum molibdat (4 mM), sodyum fosfat (28 mM) ve sülfürik asit (0,6 M) içeren 3.6 mL reaktif çözeltisi eklendi ve karıştırıldı. Reaksiyon karışımı 90 dakika boyunca 90 °C'de bir su

banyosunda inkübe edildi. Soğutulduktan sonra, fosfomolibden kompleksinin absorbansı kontrole göre 695 nm'de ölçüldü. Standart olarak askorbik asit kullanıldı. Ekstraktların antioksidan aktiviteleri, askorbik asit için testten okunan konsantrasyon ve absorbans arasında çizilen grafik denklemde askorbik asit eşdeğerleri (mg Askorbik asit/g ekstrakt) olarak ifade edildi. Her örnek 3 tekrar halinde çalışıldı

Ultrastrüktürel ve morfolojik analiz

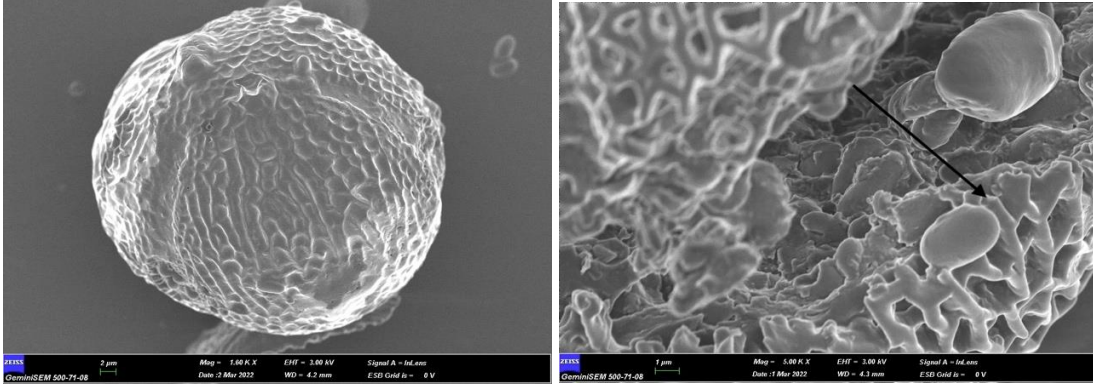
Ultrastrüktürel analiz için, fermente edilmiş polen örnekleri EDS dedektörlü alan emisyon taramalı elektron mikroskobu (Zeiss Gemini 500) ile incelendi.

SONUÇ



Tablo 1. K, Y ve H grubu örneklerin antioksidan aktivitesi (mgAAE/g)

Araştırmaya başlangıç günü olan 0. gün Kontrol gurubunun antioksidan aktivitesi 41.65 iken araştırmanın son günü olan 9. gün 13.8 mgAAE/g ölçülerek düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırma süresince bu gurubun ortalama antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 41.65, 32.53, 20.13, 18.75, 21.22, 13.8 mgAAE/g olarak tespit edilmiştir. Yeşil çay gurubunun antioksidan aktivite değerleri; 39.86, 90.56, 75.65, 71.48, 104.82 ve 62.22 mgAAE/g bulunmuştur. Hibiscus gurubunun antioksidan aktivite değerleri ise 49.29, 37.15, 36.15, 33.16, 38.07 ve 37.31 mgAAE/g tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre kontrol gurubu ile Hibiscus gurubunun antioksidan aktivite değerlerinde düşüş gözlenirken, yeşil çay gurubunun antioksidan aktivitesinde yükselme belirlenmiştir.



Taramalı elektron mikroskobu (FESEM) görüntüleri (a) haşhaş poleni tanesi (b) kombucha fermente edilmiş haşhaş poleni tanesi içeriğini serbest bırakıyor.

FESEM araştırmaları, kontrol polen tanelerinin yapısı ile kombucha'da fermantasyona uğrayanlar arasında farklılıklar göstermiştir. Dış katman modifikasyonu, çimlenme gözeneklerinin boşalması, ekzin tabakasının kırılması ve tanelerin içeriğinin çevresel ortamlarına salınması gözlemlenmiştir.

Zhou vd. (2019) Çin'den kurt üzümü bitkisi poleninin insan bağırsak mikrobiyotası tarafından in vitro simüle edilmiş sindirimini araştırmış ve insan tükürüğünün arı poleni sindiriminde hiçbir etkisi olmadığını göstermişlerdir. Araştırmacılar arı poleninin hem mide hem de ince bağırsak sularının polen bozunumu/parçalanması üzerine çok az etkisi olduğu sonucuna varmışlardır. Araştırmalarda polenin besin içeriğinin salınmasında polen duvarlarının parçalanmasının önemi vurgulanmaktadır. Yang vd. (2019) ultrasonik ve bilyeli değirmen (öğütücü) uygulamanın arı poleninin besin salımı ve antioksidan etkisinin artırılması üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, ultrasonik uygulamanın gül (*Rosa rugosa*) polen duvarının parçalanmasında daha etkili olduğunu ve böylece daha yüksek antioksidan aktivite gösterebildiğini belirtmiştir.

Bu olay, polenin sindirimi ve biyoyararlanımını kısıtlayan polen duvarının arı ekmeğinde fermentasyon ile bozulması ve besin elementleri içeren kısmın dışarı çıkmasıyla sağlanmaktadır. Ayrıca arı ekmeğinin fermentasyonu sırasında oluşan biyokimyasal dönüşüme rağmen, fenolik bileşikler etkilenmemekte ve değişmeden kalmaktadır. Petek gözlerine yerleştirilirken arı poleni arıların tükürük bezleri salgılarında bulunan sindirim enzimleri ve organik asitlerce zenginleştirilmektedir. Daha sonra Laktobasil bakterileri sayesinde olan laktik asit fermentasyonu petek gözlerinde anaerobik koşullarda kendiliğinden gerçekleşmektedir. Polen duvarları sadece polenin arı ekmeğine dönüşüm sürecinde parçalanabilmekte ve bu formda kolayca emilmektedir. Fermentasyon polenin sahip olduğu özelliklerin kaybolmasına değil yeni bileşenlerin elde edilmesini de sağlamaktadır. Bu süreçte proteinler peptitlere ve aminoasitlere ayrılmaktadır. Yüksek serbest aminoasit seviyesi, polipeptit zincirindeki peptit bağlarının parçalanmasını sağlayan proteolitik enzimlerin aktivitesi sonucu oluşmaktadır. Triptofan gibi aminoasitlerin konsantrasyonu polene kıyasla arı ekmeğinde daha düşük olması mikrobiyal aktivitenin neden olduğu indirgeme süreciyle ilişkilendirilmektedir.

Arı ekmeğindeki laktik asit konsantrasyonu polenden altı kat daha yüksektir. Örneğin huş poleninden elde edilen arı ekmeği, aynı bitkiden elde edilen polen tanelerinden altı kat daha fazla laktik asit içermiştir (Bakour vd. 2019) Polenin arı ekmeğine dönüşümünde bazı biyokimyasal reaksiyonlar gerçekleşir. Özellikle laktik asit bakterileri olmak üzere mikroorganizmaların aktivitesi sonucu laktik asit miktarı artmaktadır ve laktik asit arı ekmeğini korumakta, ürünün daha uzun süre korunabilmesini sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

- Aytuğ B. 1967. Polen morfolojisi ve Türkiye'nin önemli Gymnospermleri üzerine palinolojik araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Aytuğ B, Aykut S, Merev N, Edis G. 1971. İstanbul bitkilerinin polen atlası. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul
- Bakour M, Fernandes A, Barros L, Sokovic M, Ferreira ICFR, Lyoussi B. 2019. Bee bread as a functional product: Chemical composition and bioactive properties. *LWT*, 109, 276-282.
- Barth OM, Freitas AS, Oliveira ES, Silva RA, Maester FM, Andrella RRS, Cardozo GMBQ. 2010. Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: a proposal for technical standardization. *Biological Sciences* 82(4), 893-902.
- Fatrcová-Šramková K, Nôžková J, Kačániová M, Máriássyová M, Rovná K, Stričík M. 2013. Antioxidant and antimicrobial properties of monofloral bee pollen. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 48(2), 133–138.
- Komosinska-Vashev K, Olczyk P, Kazmierczak J, Mencner L, Olczyk K. 2015. Bee pollen: Chemical composition and therapeutic application. *Evidence- Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID: 197425.
- Nicolson SW. 2011. Bee food: the chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two. *African Zoology*, 46(2), 197–204. <https://doi.org/10.1080/15627020.2011.11407495>
- Prieto, P., Inedo, M., Aguliar, M., Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E, *Analytical Biochemistry*, 269, 337-341, (1999).
- Thakur M, Nanda V. 2020. Composition and functionality of bee pollen: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 98, 82-106.
- Vásquez A, Olofsson TC. 2009. The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *Journal of Apicultural Research*, 48(3), 189–195. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.48.3.07>
- Yang Y, Zhang JL, Zhou Q, Wang L, Huang W, Wang R. 2019. Effect of ultrasonic and ball-milling treatment on cell wall, nutrients, and antioxidant capacity of rose (*Rosa rugosa*) bee pollen, and identification of bioactive components. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(12), 5350-5357
- Zhou Y, Dobritsa AA. 2019. Formation of aperture sites on the pollen surface as a model for development of distinct cellular domains. *Plant Science*, 288, 10222

THE MICROCLIMATE OF SCREEN HOUSE: AN OPTIMAL ENVIRONMENT FOR GROWTH, DISEASE RESISTANCE, AND QUALITY FRUIT DEVELOPMENT IN SOLANACEOUS CROPS (CHERRY TOMATO AND CHILI)

Farhan Ahmad

Department of Agronomy, Agricultural Faculty. Universitas Padjadjaran. Jl. Bandung-Sumedang km 21 Jatinangor, Sumedang. West Java. Indonesia

Kusumiyati Kusumiyati

Department of Agronomy, Agricultural Faculty. Universitas Padjadjaran. Jl. Bandung-Sumedang km 21 Jatinangor, Sumedang. West Java. Indonesia

Mochamad Arief Soleh

Department of Agronomy, Agricultural Faculty. Universitas Padjadjaran. Jl. Bandung-Sumedang km 21 Jatinangor, Sumedang. West Java. Indonesia

Muhammad Rabnawaz Khan

Department of Agronomy, Faculty of Crop Production Sciences, The University of Agriculture Peshawar, Peshawar. Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan

Ristina Siti Sundari

Department of Agribusiness, Faculty of Agriculture, Universitas Perjuangan. Jl. PETA No. 177 Tasikmalaya, West Java. Indonesia

Abstract

For solanaceous crops like cherry tomatoes and chili, screen houses offer a regulated microclimate that protects plants from harmful environmental stresses and infections, improving development, production, and fruit quality. Since these crops are susceptible to light, humidity, and temperature changes, screen buildings provide a better-growing environment than open fields. This systematic review investigates the effects of screen house microclimate on solanaceous crop growth, fruit quality, and disease resistance. Data comparing fruit quality, production, and the occurrence of pests and diseases between screen houses and other farming systems—like open fields and greenhouses—were gathered from multiple peer-reviewed research. The crops produced in screen houses were regularly found to have higher levels of disease resistance, enhanced fruit firmness, and greater marketability. The incidence of diseases, especially fungal infections, was considerably lower in screen house circumstances because of the controlled environment, which makes it less favorable for the growth of pathogens. Additionally, cherry tomatoes and chili cultivated in screen houses produced superior commercial yields due to increased fruit quality metrics like size, color, and antioxidant levels. A meta-analysis of disease incidence and yield from multiple studies is also included in the paper, offering statistical support for the advantages of screen house cultivation. The economic ramifications for farmers are covered in the conclusion, focusing on the enhanced profitability even with the early setup expenditures.

Keywords; Screen house microclimate, disease resistance, fruit quality, marketable fruits, protected cultivation

Introduction

Solanaceous crops are critical agricultural products with a rising global demand, especially cherry tomatoes (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) and chili peppers (*Capsicum annuum*) (Kumar et al., 2021). These crops are highly prized for their nutritional worth as well as their commercial significance in international markets (M. T. Islam, 2011). However, environmental conditions frequently challenge their development, particularly in open-field systems (Ge et al., 2022). Extremes in temperature, moisture content, and light intensity can cause poor growth, lower yields, and heightened vulnerability to pests and diseases in cherry tomatoes and chili. Solanaceous crops grown in open fields are subject to erratic weather patterns, leading to erratic yields and heightened susceptibility to diseases such as viral infections, late blight, and bacterial wilt (Shamshiri et al., 2018). Similarly, although greenhouses offer a more regulated atmosphere, they can also attract certain pests and diseases because of their high humidity and enclosed space and their high energy expenses (Dayan et al., 1993). Screen houses have evolved as a sustainable and cost-effective alternative for reducing the limits of both open-field and greenhouse systems. They offer a semi-controlled environment that permits natural ventilation and light penetration while protecting from excessive rainfall, pests, and diseases (Chapagain et al., 2012). Screen houses preserve a microclimate conducive to crop growth, lowering the need for chemical inputs and improving fruit quality (Pickens et al., 2020). In addition to reducing the prevalence of diseases and pests, screen houses enhance solanaceous crops' morphological and physiological characteristics. To increase photosynthesis, water use efficiency, and nutrient uptake, for example, screen houses can assist in maintaining an ideal temperature range, lessen humidity changes, and provide controlled light settings (Chaudhry & Sidhu, 2022). These benefits result in increased yields and improved quality of marketable fruit, which are essential for commercial and small-scale growers (Teitel, 2007). This systematic review aims to assess how screen house microclimates affect cherry tomato and chili plant growth, disease resistance, and fruit quality, with a particular emphasis on marketable production. The review synthesizes data from multiple studies, presents a comparative analysis with alternative farming methods, and examines the economic consequences of adopting screen house systems for these crops.

Materials and methods

Scopus, PubMed, Google Scholar, and Web of Science databases were used to review the literature systematically. Combinations of the terms "screen house," "microclimate," "Solanaceous crops," "cherry tomato," "chili," "disease resistance," "fruit quality," and "marketable yield" were among the search results. Peer-reviewed studies that contrasted screen house agriculture with other farming practices, such as open-field and greenhouse farming, were the main emphasis of the studies published between 2000 and 2023.

Data extraction

Data about fruit quality, insect infestation, disease incidence, yield, and growth characteristics were retrieved. The categories created from the retrieved data were determined by the types of cultivation used (greenhouse, open field, screen house). Key results, including disease incidence and yield, may be compared to tabulated data (Table 1).

Study	Crop	Cultivation method	Yield (tons/ha)	Disease incidence (%)
(Smith et al., 2019)	Cherry tomato	Screen house	35.5	12.3
(Kim et al., 2022), (Ahmad et al., 2023)	Chili	Open field	28.7	34.5
(A. H. M. S. Islam et al., 2020)	Cherry tomato	Greenhouse	31.2	25.7
(Ge et al., 2022) (Rajasekar et al., 2013)	Chili	Screen house	33.8	10.8

Study selection process

Reported on the impact of screen house microclimates on solanaceous plants, such as chili and cherry tomato. Metrics include fruit quality, yield, pest incidence, and disease resistance. Conducted tests using similar crop varieties, irrigation systems, and pest control techniques.

Identification

Records identified from databases (n = 1250)

Additional records identified through other sources (n = 50)

Total records after duplicates removed (n = 1180)

Screening

Records screened (n = 1180)

Records excluded (n = 750)

Eligibility

Full-text articles assessed for eligibility (n = 430)

Full-text articles excluded (n = 300)

Included

Studies included in qualitative synthesis (n = 130)

Studies included in quantitative synthesis (meta-analysis) (n = 50)

Figure 1.

Research was only included if they considered genetic modification without environmental information. The study selection followed the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines. This process involved several steps:

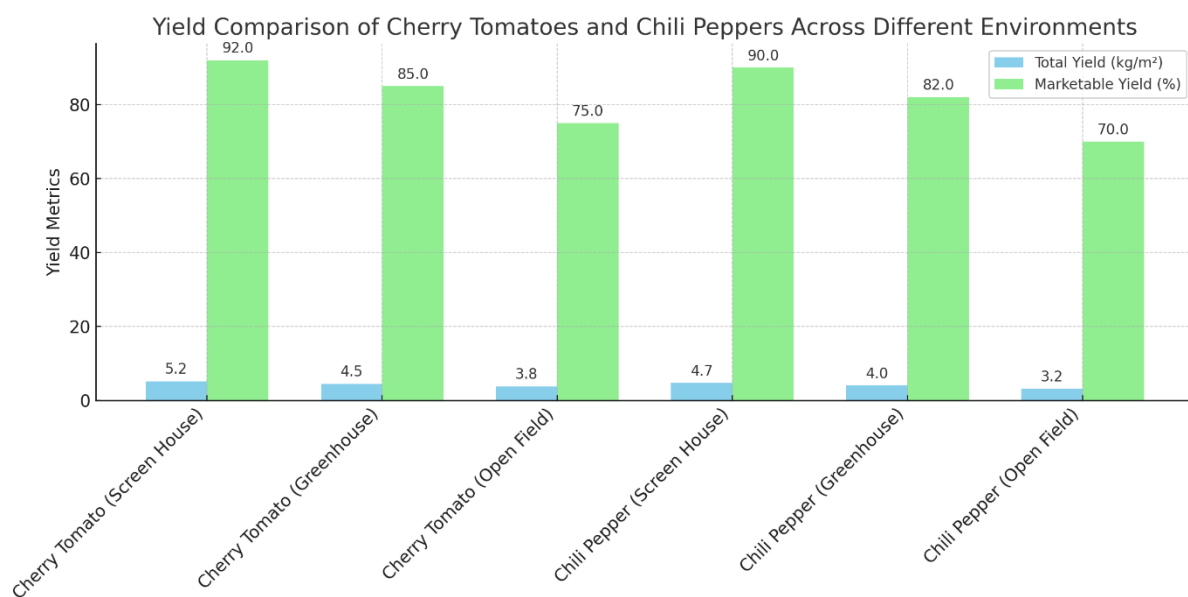
Data Analysis

A meta-analysis was performed using a random-effects model. The analysis focused on quantifying the effects of the screen house microclimate on key parameters, such as yield and disease resistance. SPSS software was employed to perform descriptive statistics and assess overall trends.

Results and discussion

Crop	Growing environment	Plant height (cm)	Leaf Area (cm ²)	Biomass (g/plant)
Cherry tomato	Screen house	120	218	625
Chili pepper	Screen house	100	247	548
Cherry tomato	Greenhouse	110	231	597
Chili pepper	Greenhouse	95	254	481
Cherry tomato	Open field	90	179	434
Chili pepper	Open field	87	160	382

Several research findings show that screen house horticulture routinely beats open-field farming in terms of output for cherry tomatoes and chili. The controlled microclimate, which lessens environmental pressures like heat and water loss and promotes more constant growth and fruit development, is responsible for this boost in production (Kesumawati et al., 2020). Diseases like late blight in tomatoes and anthracnose in chili peppers are far less common in screen houses because they act as a barrier against various airborne and soil-borne pathogens (Sharma et al., 2017). The incidence of disease in chili plants planted in open fields exceeds than in plants grown in screen houses (Ruiz-Nieves et al., 2021). Because screen houses are semi-protected, they reduce the risk of contracting diseases linked to moisture by controlling humidity levels and enhancing air circulation (Kusumiyati et al., 2023). The studies demonstrate that one of the most notable benefits of screen house agriculture is the increase in total and marketable yield. The ideal growing conditions offered by the screen house environment increased fruit set and decreased post-harvest losses from pests and diseases (Masabni et al., 2016).



Crops produced in screen houses had higher fruit quality characteristics like firmness, size, and sugar content. Compared to cherry tomatoes cultivated in open fields, the cherry tomatoes grown in screen houses had an increased firmness and a 10% rise in sugar content (Kotilainen et al., 2018). The screen house's regulated lighting and comfortable temperature promote consistent ripening, which lessens fruit flaws like sunscald and cracking (Gustiar et al., 2023). Although the initial investment in screen house infrastructure can be significant, the long-term economic benefits outweigh the expenditures (Subiastuti et al., 2021). Farmers benefit from enhanced marketability and higher earnings due to the higher yield, lower disease-related losses, and higher-quality fruits. The return on investment for screen house cultivation may be attained within two growing seasons due to reduced pesticide use and improved fruit sales (Sumiyati et al., 2021). By preserving ideal temperatures and lowering water stress, screen houses improved the growth of cherry tomato plants, increasing their vegetative growth. Compared to plants in open fields, more constant development was possible in screen houses due to the decreased wind exposure and pest pressure (Kesumawati et al., 2020). A microclimate created by screen houses differs from open fields and greenhouses. While reducing the extremes of the outside weather, the semi-protected environment provides natural light and ventilation advantages (Mudiyanti et al., 2019). This balance is especially advantageous for solanaceous crops, which are susceptible to changes in the environment. To prevent heat stress during peak hours and regulate temperature, the screen house reduces exposure to direct sunshine (Hemming et al., 2020). This is especially important for crops like cherry tomatoes that are vulnerable to sunscald. A screen house's partially enclosed atmosphere maintains ideal humidity levels necessary for both development and disease control (Razmjoo et al., 2008).

Conclusion

This systematic analysis highlights the many benefits of growing solanaceous crops—cherry tomatoes and chili peppers in screen houses by creating a microclimate. In addition to improving growth circumstances, the regulated environment that screen houses offer is essential for boosting disease resistance, lowering insect populations, and raising fruit quality overall. Screen houses produce a microclimate that protects crops from harsh external influences, including excessive heat, heavy rainfall, and pest invasions, in contrast to more exposed growth situations like open fields. The crops' improved growth characteristics, including biomass, leaf area, and plant height, result from this shielding effect, making their growth cycle steadier and more predictable. In addition, the research showed that screen houses greatly lower the incidence of disease in comparison to open fields and even greenhouses while encouraging higher resistance levels in cherry tomatoes and chili peppers. This suggests that the screen house structure's-controlled ventilation and filtration create an ideal balance between air circulation and protection, thereby reducing the spread of fungal infections and other disease agents that prefer humid or poorly ventilated environments. Another significant result is the noticeable increase in fruit quality for crops grown in screen houses. The findings suggest that cherry tomatoes and chili peppers from screen houses showed higher firmness, greater average fruit weight, and higher vitamin C content than their counterparts produced in open fields or greenhouses. Screen-house-grown fruits are more marketable because of these qualities, which are crucial for the produce's post-harvest shelf life and nutritional content. Additionally, marketable yields were much more significant in screen house environments, according to the data, indicating that the ideal growth circumstances resulted in fewer rejected fruits from disease or pest damage and fewer deformed fruits. Screen house agriculture has become more economical and sustainable, allowing growers to supply the market with more significant amounts of superior produce. On the other hand, open field settings are less costly to maintain but expose crops to varying

environmental pressures that result in uneven yields, a higher risk of disease, and poorer-quality fruit. Although protected, greenhouses can also be more humid and have less efficient ventilation than screen houses, which accounts for their mediocre yield and quality. In summary, the screen house system proves to be a very beneficial microclimate for solanaceous crops. It perfectly balances natural airflow and protection, promoting healthy growth, resistance to pests, and superior fruit quality. This system is an excellent option for farmers looking to boost marketable yields and crop profitability.

Authors declaration

Ethics Approval

Not applicable to this paper

Consent to participate

Not applicable

Consent for publication

Not applicable

Data availability statement

All of the research data are presented in this manuscript

Competing interest

The authors declare no competing interest among each other

Author Contributions

Conceptualization; F.A., K.K., R.S.S., Methodology; F.A., K.K., M.R.K., Software; F.A., K.K., M.R.K., R.S.S., Validation; K.K., M.R.K., M.A.S., Formal analysis; F.A., K.K., Investigation; F.A., K.K., Writing draft; F.A., K.K., R.S.S., Review and editing; K.K., M.A.S., Visualization; F.A. and M.R.K.

References

- Ahmad, F., Kusumiyati, K., Khan, M. R., Soleh, M. A., & Sundari., R. S. (2023). Pakistan Journal of Phytopathology. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 35(02), 245–257. <https://doi.org/10.33866/phytopathol.035.02.968>
- Chapagain, T. R., Khatri, B. B., & Mandal, J. L. (2012). Performance of Tomato Varieties during Rainy Season under Plastic House Conditions. *Nepal Journal of Science and Technology*, 12, 17–22. <https://doi.org/10.3126/njst.v12i0.6473>
- Chaudhry, S., & Sidhu, G. P. S. (2022). Climate change regulated abiotic stress mechanisms in plants: a comprehensive review. In *Plant Cell Reports* (Vol. 41, Issue 1). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s00299-021-02759-5>
- Dayan, E., van Keulen, H., Jones, J. W., Zipori, I., Shmuel, D., & Challa, H. (1993). Development, calibration and validation of a greenhouse tomato growth model: I. Description of the model. *Agricultural Systems*, 43(2), 145–163. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(93\)90024-V](https://doi.org/10.1016/0308-521X(93)90024-V)
- Ge, J., Zhao, L., Yu, Z., Liu, H., Zhang, L., Gong, X., & Sun, H. (2022). Prediction of Greenhouse Tomato Crop Evapotranspiration Using XGBoost Machine Learning Model. *Plants*, 11(15), 1–17. <https://doi.org/10.3390/plants11151923>
- Gustiar, F., Lakitan, B., Budianta, D., & Negara, Z. P. (2023). Assessing the impact on growth and yield in different varieties of chili pepper (*Capsicum frutescens*) intercropped with *chaya* (*Cnidoscolus aconitifolius*). *Biodiversitas*, 24(5), 2639–2646.

<https://doi.org/10.13057/biodiv/d240516>

- Hemming, S., de Zwart, F., Elings, A., Petropoulou, A., & Righini, I. (2020). Cherry tomato production in intelligent greenhouses-sensors and ai for control of climate, irrigation, crop yield, and quality. *Sensors (Switzerland)*, 20(22), 1–30. <https://doi.org/10.3390/s20226430>
- Islam, A. H. M. S., Schreinemachers, P., & Kumar, S. (2020). Farmers' knowledge, perceptions and management of chili pepper anthracnose disease in Bangladesh. *Crop Protection*, 133(August 2019), 105139. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105139>
- Islam, M. T. (2011). Effect of temperature on photosynthesis, yield attributes and yields of aromatic rice geno- types. *International Journal of Sustainable Crop Production*, 6(1), 14–16.
- Kesumawati, E., Apriyatna, D., & Rahmawati, M. (2020). The effect of shading levels and varieties on the growth and yield of chili plants (*Capsicum annum L.*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 425(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/425/1/012080>
- Kim, K. H., Shawon, M. R. A., An, J. H., Lee, H. J., Kwon, D. J., Hwang, I. C., Bae, J. H., & Choi, K. Y. (2022). Effect of Shade Screen on Sap Flow, Chlorophyll Fluorescence, NDVI, Plant Growth and Fruit Characteristics of Cultivated Paprika in Greenhouse. *Agriculture (Switzerland)*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/agriculture12091405>
- Kotilainen, T., Matthew Robson, T., & Hernández, R. (2018). Light quality characterization under climate screens and shade nets for controlled-environment agriculture. *PLoS ONE*, 13(6), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199628>
- Kumar, A. J. S., Kyriacou, M. C., Roupheal, Y., & Kumar, P. (2021). Productive Characteristics and Fruit Quality Traits of Cherry Tomato Hybrids as Modulated by Grafting on Different Infested Greenhouse Soil.
- Kusumiyati, K., Ahmad, F., Khan, M. R., Soleh, M. A., & Sundari, R. S. (2023). Productivity of Cherry Tomato Cultivars as Influenced by Watering Capacities and Microclimate Control Designs. *The Open Agriculture Journal*, 17(1), 1–12. <https://doi.org/10.2174/0118743315280566231119172531>
- Masabni, J., Sun, Y., Niu, G., & Del Valle, P. (2016). Shade effect on growth and productivity of tomato and chili pepper. *HortTechnology*, 26(3), 344–350. <https://doi.org/10.21273/horttech.26.3.344>
- Mudiyanti, R., Aminudin, A., & Hasanah, L. (2019). Design watering system on greenhouse using microcontroller with matrix based. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/2/022067>
- Pickens, J. M., Danaher, J. J., Sibley, J. L., Chappell, J. A., & Hanson, T. R. (2020). Integrating greenhouse cherry tomato production with biofloc tilapia production. *Horticulturae*, 6(3), 1–13. <https://doi.org/10.3390/horticulturae6030044>
- Rajasekar, M., Arumugam, T., & Kumar, S. R. (2013). Influence of weather and growing environment on vegetable growth and yield. *Journal of Horticulture and Forestry*, 5(10), 160–167. <https://doi.org/10.5897/JHF2013.0317>
- Razmjoo, K., Heydarizadeh, P., & Sabzalian, M. R. (2008). Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of *Matricaria chamomila*. *International Journal of Agriculture and Biology*, 10(4), 451–454.
- Ruiz-Nieves, J. M., Ayala-Garay, O. J., Serra, V., Dumont, D., Vercambre, G., Génard, M., & Gautier, H. (2021). The effects of diurnal temperature rise on tomato fruit quality. Can the management of the greenhouse climate mitigate such effects? *Scientia Horticulturae*, 278(October). <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109836>
- Shamshiri, R. R., Jones, J. W., Thorp, K. R., Ahmad, D., Man, H. C., & Taheri, S. (2018). Review of optimum temperature, humidity, and vapour pressure deficit for microclimate evaluation and control in greenhouse cultivation of tomato: A review. *International Agrophysics*, 32(2), 287–302. <https://doi.org/10.1515/intag-2017-0005>

- Sharma, H., Shukla, M. K., Bosland, P. W., & Steiner, R. (2017). Soil moisture sensor calibration, actual evapotranspiration, and crop coefficients for drip irrigated greenhouse chile peppers. *Agricultural Water Management*, 179, 81–91. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.07.001>
- Smith, M. R., Veneklaas, E., Polania, J., Rao, I. M., Beebe, S. E., & Merchant, A. (2019). Field drought conditions impact yield but not nutritional quality of the seed in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *PLoS ONE*, 14(6), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217099>
- Subiastuti, A. S., Putri, A. C., Permadani, C. G., & Daryono, B. S. (2021). Effect of screen house on disease severity and coat protein diversity of Begomovirus-infected *Capsicum frutescens* L. Cempluk' from Indonesia. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 44(2), 449–463. <https://doi.org/10.47836/PJTAS.44.2.11>
- Sumiyati, Madrini, I. A. G. B., & Tika, I. W. (2021). The effect of screen materials on the microclimate and growth of chili pepper plant. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 824(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/824/1/012082>
- Teitel, M. (2007). The effect of screened openings on greenhouse microclimate. *Agricultural and Forest Meteorology*, 143(3–4), 159–175. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2007.01.005>

**DEVELOPMENT OF EDIBLE FILMS BASED ON PEA PROTEIN ISOLATE
ENRICHED WITH ESSENTIAL OIL OF PINUS PINASTER RESIN**

**PİNUS PİNASTER REÇİNESİ ESANSİYEL YAĞI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ
BEZELYE PROTEİNİ İZOLATI ESASLI YENİLEBİLİR FİLMLERİN
GELİŞTİRİLMESİ**

Arş. Gör. Dr. Huriye Gözde CEYLAN

Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adıyaman,
Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7363-554X>

ÖZET

Bu çalışmada, Pinus pinaster (sahil çamı) reçinesi esansiyel yağı (PEO) ile zenginleştirilmiş bezelye proteini izolatu esaslı yenilebilir filmlerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, farklı konsantrasyonlarda PEO (%0: PEO-0, %0.5: PEO-0.5, %1: PEO-1, %1.5: PEO-1.5 ve %2: PEO-2, a/h) içeren bezelye proteini esaslı filmler üretilmiştir. Elde edilen filmlerde kalınlık, nem, suda çözünürlük, su buharı geçirgenliği, opaklık, mekanik ve FTIR analizleri gerçekleştirilmiştir. PEO ilavesinin filmlerin kalınlık ve opaklık değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Bununla birlikte, nem içeriği, suda çözünürlük, su buharı geçirgenliği ve mekanik özellikler PEO ilavesinden önemli ölçüde etkilenmiştir ($p<0.05$). %1 ve %1.5 PEO ilavesi filmlerin nem içeriğinde belirgin bir artışa neden olmuştur ($p<0.05$). %2 PEO içeren filmin suda çözünürlüğü kontrol örneğine kıyasla önemli ölçüde artmıştır ($p<0.05$). Sonuçlar, PEO ilavesinin belirli konsantrasyonlarda filmlerin mekanik ve su buharı bariyer özelliklerini iyileştirdiğini göstermiştir. En düşük su buharı geçirgenliği değeri %1.5 PEO içeren filmde tespit edilmiştir. %0.5 ve %1.5 PEO ilavesi filmlerin gerilme direncini artırırken, yalnızca %0.5 PEO ilavesi elastikiyet üzerinde belirgin bir artışa neden olmuştur ($p<0.05$). Tüm bunlara ek olarak, test edilen filmlerin benzer FTIR spektrumları sergilediği belirlenmiştir. Sonuç olarak, geliştirilen filmler biyoesaslı yenilebilir ambalaj materyallerinin geliştirilmesine katkıda bulunabilir. Bununla birlikte, filmlerin yapısal özelliklerinin ve antimikrobiyal aktivitelerinin incelenmesi ve gıda sistemlerindeki kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi ürünün potansiyelinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: biyoesaslı film, bitkisel protein, esansiyel yağ, sahil çamı, reçine

ABSTRACT

This study aims to develop edible films based on pea protein isolate enriched with essential oil from Pinus pinaster resin (PEO). For this purpose, pea protein isolate-based films containing different concentrations of PEO (0%: PEO-0, 0.5%: PEO-0.5, 1%: PEO-1, 1.5%: PEO-1.5, and 2%: PEO-2, w/v) were produced. The films were analyzed for thickness, moisture content, water solubility, water vapor permeability, opacity, mechanical properties, and FTIR properties. PEO had no significant ($p>0.05$) effect on the thickness and opacity of the films. However, moisture content, solubility in water, water vapor permeability, and

mechanical properties were significantly affected by PEO addition ($p < 0.05$). The addition of 1% and 1.5% PEO resulted in a notable increase in the moisture content of the films ($p < 0.05$). The water solubility of the film containing 2% PEO was significantly higher compared to the control sample ($p < 0.05$). The results demonstrated that PEO, at certain concentrations, improved the mechanical and water vapor barrier properties of the films. The lowest water vapor permeability was observed in the film containing 1.5% PEO. While the addition of 0.5% and 1.5% PEO increased the tensile strength of the films, only the 0.5% PEO addition led to a significant increase in elasticity ($p < 0.05$). Moreover, the FTIR spectra of the tested films were found to be similar. It can thus be concluded that the developed films could contribute to the advancement of bio-based edible packaging materials. However, further investigation of the structural properties, antimicrobial activities, and applicability of these films in food systems would provide a better understanding of their potential.

Keywords: bio-based film, plant protein, essential oil, maritime pine, resin

INTRODUCTION

The environmental impact of petroleum-based packaging is a critical global issue. In this context, the development of bio-based packaging materials has gained considerable importance in recent years (Ayazi et al., 2024). Pea protein, one of the most abundant plant proteins, is widely used in the food industry. In the field of bio-based packaging, pea protein is frequently preferred due to its film-forming capabilities and light barrier properties (Cheng et al., 2024). However, legume protein-based films, such as those made from pea protein, are hydrophilic, which results in weak mechanical properties and high sensitivity to environmental moisture (Cao et al., 2024). To overcome these limitations, other polymers and bioactive components are often incorporated into film formulations to enhance their mechanical properties and environmental stability (Linares-Castañeda et al., 2023).

The incorporation of lipids into film formulations is intended to mitigate the limitations of protein films. Lipid-based composite films have excellent mechanical and barrier characteristics due to their hydrophobic properties (Devi et al., 2024). Essential oils (EOs) have been extensively studied for their use as additives in the development of bio-based films and coatings (Atarés and Chiralt, 2016; Liu et al., 2024; Venkatachalam et al., 2023). Due to their lipidic properties, EOs positively influence the physicochemical, barrier, and mechanical properties of films. Furthermore, EOs provide antioxidant and/or antimicrobial effects to the films and coatings (Atarés and Chiralt, 2016).

Pine oleoresins and their by-products are utilized in the production of soap, pesticides, flavorings, emulsifiers, perfumes, and pharmaceuticals. Pine oleoresins consist of two fractions: 1) a volatile fraction known as turpentine essential oil or gum turpentine, and 2) a non-volatile fraction composed of diterpenic acids. In the species *Pinus pinaster*, the crude resin consists of more than 30% turpentine EO (Chalier et al., 2024). These components are secondary metabolites that are biosynthesized as part of the trees' defense mechanisms against external factors such as insect attacks and pathogens (Rubini et al., 2022).

The chemical properties of oleoresin essential oils (EOs) have been investigated in the literature (Öz et al., 2022; Rubini et al., 2022). While several studies have examined films and coatings containing EOs, the use of resin EOs in these applications remains relatively limited (Aykut and Erkmén, 2017; Barazi et al., 2023). In these studies, the antimicrobial properties

of films incorporating resin EOs were the primary focus. Another study (Agwa et al., 2022) investigated the mechanical properties of films containing resin EOs, as well as their wound-healing effects. Therefore, in this study, pea protein isolate-based films were enriched with *Pinus pinaster* resin EO (PEO), and the effect of PEO on the physical, chemical, barrier, and mechanical properties of the film was investigated.

MATERIAL AND METHOD

Materials

Pea protein isolate (81.7%) was supplied from Vegrano (Vegrano, Turkiye). Silica gel, sodium hydroxide, and glycerol were supplied from Sigma-Aldrich. *Pinus pinaster* resin was obtained from a local supplier.

Production of *Pinus pinaster* essential oil (PEO)

The essential oil (PEO) was extracted from the resin of *Pinus pinaster*. The extraction of PEO was conducted using a Clevenger apparatus. For this purpose, the resin was extracted in distilled water for 2 h. Subsequently, the PEO residue water was removed through anhydrous sodium sulfate treatment. The obtained PEO was stored at +4 °C until film production.

Production of edible films

The edible films were prepared according to the modifications of the method proposed by Hajirostamloo et al. (2023). The film-forming solutions (FFS) were prepared according to the Table 1. For this purpose, pea protein and glycerol were mixed in distilled water at a constant speed for 30 min. Subsequently, the pH of the FFS was adjusted to 9 using 2 N NaOH. The obtained FFS was then kept in a water bath at 90 °C for 30 min. After cooling to 40 °C, PEO was added and this mixture homogenized for 30 min. Film production was carried out using the casting method. 10 ml of FFS was transferred to a petri dish (diameter of 85 mm) and dried at 25 °C for 24 h. Then, the films were carefully peeled and five individual films were obtained: PEO-0 (control) containing 0% PEO (w/v), PEO-0.5 containing 0.5% PEO (w/v), PEO-1 containing 1% PEO (w/v), PEO-1.5 containing 1.5% PEO (w/v), and PEO-2 containing 2% PEO (w/v). Before analysis, the films were conditioned in a desiccator containing silica gel at 25 °C for 2 days (Hajivand et al., 2020).

Table 1. Film-forming solutions (FFS) containing PEO at different concentrations

Sample code	Pea protein (%, w/v)	Glycerol * (% , w/w)	PEO (%, w/v)	Water (mL)
PEO-0	5	40	0	100
PEO-0.5	5	40	0.5	100
PEO-1	5	40	1	100
PEO-1.5	5	40	1.5	100
PEO-2	5	40	2	100

*Based on pea protein weight

Characterization of edible films

The film thickness was measured at ten points using a micrometer (Insize, 3108-25A, Germany), and the mean film thickness was calculated (Cheng et al., 2024). The moisture content (MC) and water solubility (WS) of the films were determined using a gravimetric method (Ceylan, 2024). For this purpose, the initial weight of the film sample (10 mm x 45

mm) and the weight of the dry film (105 °C for 12 h) were recorded. The %MC of the film was calculated from the weight loss. For the WS analysis, the dry film samples were mixed at a constant speed in 20 mL of distilled water for 3 min. Then, the insoluble film was dried for 12 h at 105 °C. The WS value was calculated as a percentage relative to the initial dry film weight.

The water vapor permeability (WVP) analysis was conducted according to the method described by Ceylan (2024). Dried silica gel was transferred into containers and the opening of each container was sealed with a film. Subsequently, the containers were placed in a desiccator containing distilled water at 25 °C, and the weight changes were recorded for 8 h.

The opacity of the films was determined using a UV/Vis spectrometer (Biochrom Libra, S60, Cambridge, UK). The absorbance of the film was measured at 600 nm, and the opacity value was calculated by dividing the absorbance by the thickness.

The mechanical properties of the films were determined using the method outlined by Akay et al. (2024) with a TA-XT Plus Texture Analyzer (TA-XT32, Stable Micro System, Godalming, UK). The tensile strength (TS) and elongation at break (EAB) values of films were calculated.

The film spectra were obtained using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (Shimadzu, QATR-S) to identify the chemical functional groups present in the films (Akay et al., 2024). The spectra were plotted using Spectragryph program.

Statistical analysis

The data were analyzed using the SPSS software through a one-way analysis of variance. Statistical differences among the film samples were determined using Duncan's multiple comparison test at a 95% confidence interval. All analyses were conducted in triplicate.

RESULTS AND DISCUSSION

Visual assessment

The images of films containing different PEO ratios are presented in Figure 1. The obtained films were easily peeled from the Petri dishes. They exhibited a homogeneous and smooth structure, indicating that the components in the formulation demonstrated good film-forming properties and were compatible with each other. Additionally, all films exhibited a slight yellowish hue, and no noticeable difference in color was observed due to the addition of PEO. Similarly, Bhatia et al. (2024) reported that films containing petitgrain essential oil were easily removed from the Petri dish and exhibited a homogeneous structure.

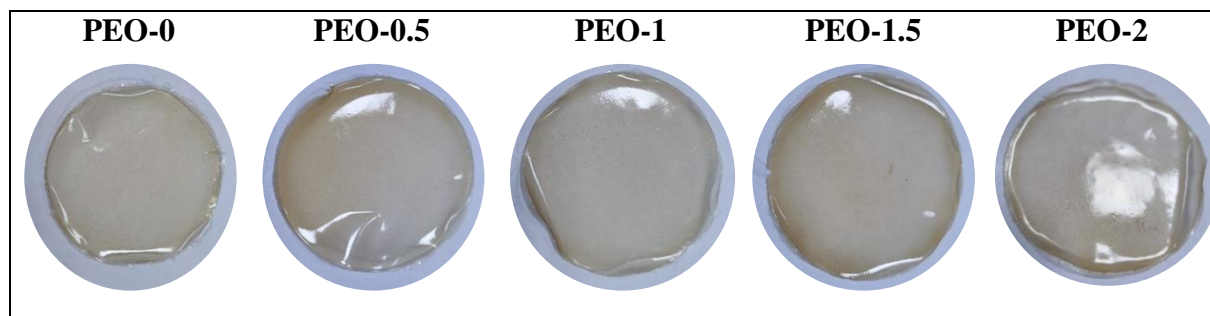


Fig. 1. Images of the edible films

PEO-0: film containing 0% EO (w/v) (control), PEO-0.5: film containing 0.5% EO (w/v), PEO-1: film containing 1% EO (w/v), PEO-1.5: film containing 1.5% EO (w/v), PEO-2: film containing 2% EO (w/v).

Physicochemical and barrier properties

The thickness, moisture (MC), water solubility (WS), and water vapor permeability (WVP) values of the films are shown in Table 2. The effect of PEO incorporation on the film thickness values was not found to be significant ($p>0.05$). This may be related to the concentration of PEO. Our results were consistent with the findings reported by Shen and Kandem (2015), which stated that the addition of essential oils did not alter the thickness of chitosan films. Dodange et al. (2023) reported that the addition of *Pistacia terebinthus* EO at 5% and 10% (based on polymer weight) did not affect the thickness of the films. However, the incorporation of 15% EO resulted in a significant increase in film thickness due to the inclusion of solid components into the film matrix. Similarly, Guo et al. (2022) stated that EO had a significant effect on film thickness and that the addition of higher amounts of EO nanoemulsion led to an increase in film thickness.

The effect of PEO incorporation on the MC, WS, and WVP values was significant ($p<0.05$). The addition of 1% and 1.5% PEO resulted in an increase in the MC value compared to the control ($p<0.05$). The increase in moisture content (MC) observed as a function of PEO concentration may be associated with the disruption of the film structure. The addition of PEO could have increased the amount of water molecules present through hydrogen bonding between the polymer chains (Hosseini et al., 2009). Furthermore, this can be attributed to the insufficient amount of EO to affect the hygroscopicity of the matrix significantly (Cheng et al., 2024). Hosseini et al. (2009) reported that the incorporation of thyme and clove EOs increased moisture, reporting that the addition of 0.5% essential oil elevated the MC. Contrary to our findings, various researchers (Bhatia et al., 2024; Dodange et al., 2023) indicated that different essential oils contributed to a significant decrease in the moisture content of the film, attributed to their hydrophobic characteristics.

Table 2. Thickness, moisture, water solubility, and water vapor permeability values of edible films containing PEO

Samples	Thickness (mm)	MC (%)	WS (%)	WVP (g mm/m ² h kPa)
PEO-0	0.080±0.005 ^a	18.93±2.30 ^b	81.59±0.15 ^b	0.790±0.069 ^{ab}
PEO-0.5	0.086±0.003 ^a	20.31±0.79 ^{ab}	82.59±2.15 ^{ab}	0.842±0.105 ^{ab}
PEO-1	0.088±0.006 ^a	22.23±0.94 ^a	82.78±2.38 ^{ab}	0.884±0.103 ^a
PEO-1.5	0.085±0.006 ^a	22.18±1.39 ^a	85.31±3.73 ^{ab}	0.684±0.155 ^b
PEO-2	0.087±0.006 ^a	21.61±1.30 ^{ab}	86.35±0.82 ^a	0.762±0.090 ^{ab}

The results are presented as mean ± standard deviation (n=3). Different lowercase letters indicate statistically significant differences between sample groups. EO: Essential oil, MC: Moisture content, WS: Water solubility, WVP: Water vapor permeability, PEO-0: film containing 0% EO (w/v) (control), PEO-0.5: film containing 0.5% EO (w/v), PEO-1: film

containing 1% EO (w/v), PEO-1.5: film containing 1.5% EO (w/v), PEO-2: film containing 2% EO (w/v).

It was observed that the WS values of the films increased with the addition of PEO. The incorporation of 2% PEO led to a significant increase in the WS value compared to the control ($p < 0.05$). However, the other concentrations of PEO did not have a significant effect on the solubility ($p > 0.05$). This phenomenon may be attributed to the ability of PEO components to reduce interactions between protein-protein network structures (Bhatia et al., 2024), thereby weakening the film network (Hosseini et al., 2009). These results are consistent with the findings reported by Bhatia et al. (2024), which indicated that the incorporation of petitgrain EO led to a significant increase in the WS of the film. Similar findings were reported by Hosseini et al. (2009) regarding chitosan-based films incorporated with thyme EO.

EOs can reduce the gas permeability of edible films. However, they may also weaken the gas barrier properties due to their potential to induce phase separation (Hosseini et al., 2009). The lowest WVP value was observed in the film containing 1.5% PEO, while the highest WVP value was detected in the film with 1% PEO. The microstructural characteristics of the film have a significant impact on the WVP, although essential oils (EOs) can influence the barrier properties of films due to their hydrophobic nature (Han et al., 2018). Therefore, the variations in barrier properties associated with EO concentration may be linked to the microstructural features of the film. Shen and Kandem (2015) reported that the incorporation of citronella EO into chitosan-based films improved the water vapor barrier properties. Similarly, Shahrampour and Razavi (2023) found that the incorporation of nanoemulsion of rosemary EO reduced the WVP value in gum-based films.

Opacity and mechanical properties

The opacity, tensile strength (TS), and elongation at break (EAB) values of the films are shown in Table 3. The addition of PEO did not have a statistically significant effect on the opacity of the films ($p > 0.05$). In contrast to our results, previous studies (Dodange et al., 2023; Guo et al., 2022; Kaya et al., 2018) reported that the incorporation of different EOs significantly affected the opacity of films. The opacity of edible films varies depending on the film thickness, the color properties of the EO, and the size of the droplets (Shahrampour and Razavi, 2023). Therefore, the absence of change in film opacity with the addition of EO may be related to the thickness.

The incorporation of PEO at specific concentrations notably influenced the mechanical properties of the films ($p < 0.05$). Previous studies (Han et al., 2018; Ma et al., 2016) demonstrated that the mechanical properties of films were changed by the addition of EO, consistent with our findings. The PEO-0.5 and PEO-1.5 films exhibited the highest tensile strength (TS) ($p < 0.05$). Also, the elasticity of the PEO-0.5 film was found to be significantly higher than that of the other films ($p < 0.05$). PEO reduces the cohesive forces of the polymers, thereby increasing the flexibility. However, EOs can lead to an increase in the porosity of the film and the formation of discontinuities within the film matrix (Han et al., 2018). The similarity in elasticity between films containing high concentrations of PEO (above 0.5%) and the control film may be attributed to the enhanced homogeneity of the film structure due to the presence of oil droplets.

Table 3. Opacity and mechanical properties of edible films containing PEO

Samples	Opacity	TS (MPa)	EAB (%)
PEO-0	3.263±0.485 ^a	2.11±0.30 ^b	139.49±0.79 ^b
PEO-0.5	3.497±0.407 ^a	2.62±0.15 ^a	156.02±9.96 ^a
PEO-1	3.897±0.481 ^a	2.49±0.02 ^{ab}	143.79±1.82 ^b
PEO-1.5	4.093±0.566 ^a	2.70±0.28 ^a	145.29±2.21 ^b
PEO-2	4.040±0.655 ^a	2.52±0.30 ^{ab}	143.08±0.42 ^b

The results are presented as mean ± standard deviation (n=3). Different lowercase letters indicate statistically significant differences between sample groups. EO: Essential oil, TS: Tensile strength, EAB: Elongation at break, PEO-0: film containing 0% EO (w/v) (control), PEO-0.5: film containing 0.5% EO (w/v), PEO-1: film containing 1% EO (w/v), PEO-1.5: film containing 1.5% EO (w/v), PEO-2: film containing 2% EO (w/v).

FTIR

The FTIR spectra of the edible films are presented in Fig. 2. The FTIR spectra of all films exhibited similarities. This indicates that EO did not lead to the formation of new chemical bonds and that there was a physical interaction among the components within the film matrix (Lin et al., 2022). FTIR spectra provide significant information regarding the chemical bonds within film components. In all film samples, major bands attributed to hydroxyl bonds (O-H; approximately 3284 cm^{-1}), C-H stretching bonds (approximately 2933 cm^{-1}), amide I and amide II bands (approximately 1635 cm^{-1} and 1538 cm^{-1}), and the O-H group of glycerol (approximately 1035 cm^{-1}) were identified (Ayazi et al., 2024; Aslan-Kaya et al., 2024).

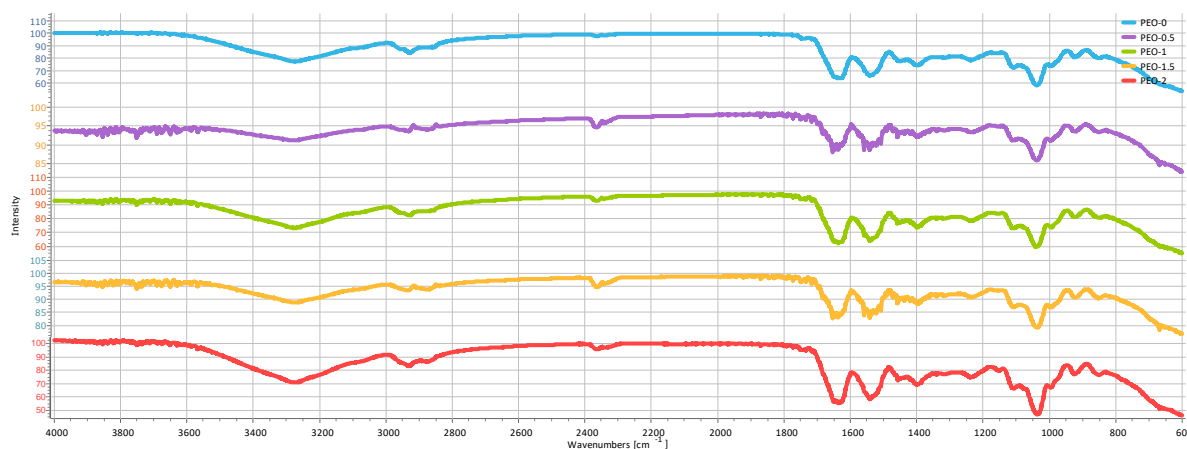


Fig. 2. FTIR spectra of the edible films. PEO-0: film containing 0% EO (w/v) (control), PEO-0.5: film containing 0.5% EO (w/v), PEO-1: film containing 1% EO (w/v), PEO-1.5: film containing 1.5% EO (w/v), PEO-2: film containing 2% EO (w/v).

CONCLUSION

In this study, edible films based on pea protein isolate were enriched with *Pinus pinaster* essential oil (PEO) to contribute to the development of innovative bio-based films using natural components. The results indicated that different concentrations of PEO significantly affected the physicochemical, barrier, and mechanical properties of the films. The addition of 1% and 1.5% PEO resulted in a notable increase in the moisture content of the films, while 2% PEO significantly enhanced the water solubility. The incorporation of 1.5% PEO contributed to the improvement of the water vapor barrier properties of the films. The

incorporation of 0.5% and 1.5% PEO enhanced the mechanical strength of the films, with 0.5% PEO leading to an increase in elasticity. In conclusion, the tested films can be considered a promising alternative for contributing to the development of bio-based films. However, further studies on the structural characteristics and antimicrobial activities of the films are necessary to clarify their potential. Additionally, the evaluation of the use of these films in food systems will improve the understanding of their potential applications.

REFERENCES

- Akay, K. B., Başıyigit, B., & Karaaslan, M. (2024). Fatty-acid incorporation improves hydrophobicity of pea protein based films towards better oxygen/water barrier properties and fruit protecting ability. *International Journal of Biological Macromolecules*, 276, 133965. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133965>
- Aslan Kaya, D., Ceylan, H. G., & Atasoy, A. F. (2024). Probiotic Edible Films Supplemented with Psyllium (*Plantago ovata*) Mucilage Containing *Lactobacillus rhamnosus* GG: Coating for Fresh Apple Slices. *Food and Bioprocess Technology*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s11947-024-03556-0>
- Atarés, L., & Chiralt, A. (2016). Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging. *Trends in food science & technology*, 48, 51-62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2015.12.001>
- Ayazi, D., Zandi, M., Ganjloo, A., & Dardmeh, N. (2024). Biodegradable active composite film based on pea protein isolate, sage seed gum, and cumin essential oil: Fabrication and characterization. *Reactive and Functional Polymers*, 204, 106033. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2024.106033>
- Aykut, B., & Erkmen, O. (2017). Antimicrobial activity of a novel biodegradable edible film produced from *Pistacia vera* resin and *Origanum vulgare* essential oil. *Research Journal of Biotechnology*, 12, 15-21.
- Bhatia, S., Shah, Y. A., Al-Harrasi, A., Jawad, M., Dıblan, S., Khan, T. S., ... & Aydemir, L. Y. (2024). Gelatin/calcium-caseinate films loaded with petitgrain essential oil for sustainable food packaging. *International Journal of Food Science & Technology*, 59(4), 2430-2445. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16973>
- Barazi, A. Ö., Mehmetoğlu, A. Ç., & Erkmen, O. (2023). A novel edible coating produced from a wheat gluten, *Pistacia vera* L. resin, and essential oil blend: antimicrobial effects and sensory properties on chicken breast fillets. *Foods*, 12(12), 2276. <https://doi.org/10.3390/foods12122276>
- Cao, Z., Wang, H., Feng, T., Cui, C., Yang, F., & Yu, C. (2024). Advancing soy protein isolate-ulvan film physicochemical properties and antioxidant activities through strategic high-pressure homogenization technique. *Industrial Crops and Products*, 215, 118704. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118704>
- Ceylan, H. G. (2024). Development and characterization of innovative bio-based edible films supplemented with cell-free supernatant and whole-cell postbiotic of *Lactobacillus gasseri*. *Food Bioscience*, 61, 104825. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104825>
- Cheng, J., Velez, F. J., Singh, P., & Cui, L. (2024). Fabrication, characterization, and application of pea protein-based edible film enhanced by oregano essential oil (OEO) micro- or nano-emulsion. *Current Research in Food Science*, 8, 100705. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100705>

Devi, L. S., Jaiswal, A. K., & Jaiswal, S. (2024). Lipid incorporated biopolymer based edible films and coatings in food packaging: A review. *Current Research in Food Science*, 100720. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100720>

Dodange, S., Shekarchizadeh, H., & Kadivar, M. (2023). Development and characterization of antioxidant bilayer film based on poly lactic acid-bitter vetch (*Vicia ervilia*) seed protein incorporated with *Pistacia terebinthus* extract for active food packaging. *Current Research in Food Science*, 7, 100613. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100613>

Guo, S., Li, T., Chen, M., Wu, C., Ge, X., Fan, G., ... & Yang, T. (2022). Sustainable and effective Chitosan-based edible films incorporated with OEO nanoemulsion against apricots' black spot. *Food Control*, 138, 108965. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.108965>

Hajirostamloo, B., Molaveisi, M., Jafarian Asl, P., & Rahman, M. M. (2023). Novel soy protein isolate film containing cardamom essential oil microcapsules: Study of physicochemical properties and its application in Iranian white cheese packaging. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(1), 324-336. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01603-y>

Hajivand, P., Aryanejad, S., Akbari, I., & Hemmati, A. (2020). Fabrication and characterization of a promising oregano-extract/psyllium-seed mucilage edible film for food packaging. *Journal of Food Science*, 85(8), 2481-2490. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15331>

Han, Y., Yu, M., & Wang, L. (2018). Physical and antimicrobial properties of sodium alginate/carboxymethyl cellulose films incorporated with cinnamon essential oil. *Food Packaging and Shelf Life*, 15, 35-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fpsl.2017.11.001>

Hosseini, M. H., Razavi, S. H., & Mousavi, M. A. (2009). Antimicrobial, physical and mechanical properties of chitosan-based films incorporated with thyme, clove and cinnamon essential oils. *Journal of food processing and preservation*, 33(6), 727-743. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2008.00307.x>

Kaya, M., Khadem, S., Cakmak, Y. S., Mujtaba, M., Ilk, S., Akyuz, L., ... & Deligöz, E. (2018). Antioxidative and antimicrobial edible chitosan films blended with stem, leaf and seed extracts of *Pistacia terebinthus* for active food packaging. *RSC advances*, 8(8), 3941-3950.

Lin, L., Peng, S., Shi, C., Li, C., Hua, Z., & Cui, H. (2022). Preparation and characterization of cassava starch/sodium carboxymethyl cellulose edible film incorporating apple polyphenols. *International Journal of Biological Macromolecules*, 212, 155-164. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.05.121>

Linares-Castañeda, A., Sánchez-Chino, X. M., Yolanda de las Mercedes Gómez y Gómez, Jiménez-Martínez, C., Martínez Herrera, J., Cid-Gallegos, M. S., & Corzo-Ríos, L. J. (2023). Cereal and legume protein edible films: a sustainable alternative to conventional food packaging. *International Journal of Food Properties*, 26(2), 3197-3213. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2267785>

Liu, Q., Han, R., Yu, D., Wang, Z., Zhuansun, X., & Li, Y. (2024). Characterization of thyme essential oil composite film based on soy protein isolate and its application in the preservation of cherry tomatoes. *LWT*, 191, 115686. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115686>

Ma, Q., Zhang, Y., Critzer, F., Davidson, P. M., Zivanovic, S., & Zhong, Q. (2016). Physical, mechanical, and antimicrobial properties of chitosan films with microemulsions of cinnamon bark oil and soybean oil. *Food Hydrocolloids*, 52, 533-542. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.07.036>

Öz, M. (2022). Chemical Composition and Antimicrobial Properties of Essential Oils Obtained from the Resin of *Picea orientalis* L. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 25(2), 326-337. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2022.2077140>

Rubini, M., Clopeau, A., Sandak, J., Dumarcay, S., Sandak, A., Gerardin, P., & Charrier, B. (2022). Characterization and classification of *Pinus* oleoresin samples according to *Pinus* species, tapping method, and geographical origin based on chemical composition and chemometrics. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 42, 102340. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102340>

Shahrampour, D., & Razavi, S. M. (2023). Fabrication and characterization of novel biodegradable active films based on *Eremurus luteus* root gum incorporated with nanoemulsions of rosemary essential oil. *Progress in Organic Coatings*, 175, 107360. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2022.107360>

Shen, Z., & Kamdem, D. P. (2015). Development and characterization of biodegradable chitosan films containing two essential oils. *International journal of biological macromolecules*, 74, 289-296. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.11.046>

Venkatachalam, K.; Rakkapao, N.; Lekjing, S. Physicochemical and Antimicrobial Characterization of Chitosan and Native Glutinous Rice Starch-Based Composite Edible Films: Influence of Different Essential Oils Incorporation. *Membranes* 2023, 13, 161. <https://doi.org/10.3390/membranes13020161>

PRODUCTION OF MULBERRY POWDER USING MICROWAVE-ASSISTED FOAM MAT DRYING

Mehmet GÜLDANE

Program of Laboratory Technology, Pamukova Vocational School, Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya, Turkey

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-7321-0496>

ABSTRACT

This study aims to investigate the drying properties of the mulberry foam and the color properties of the final powders. Firstly, the effects of independent variables such as egg white powder (2, 4, 6%), guar gum (0.5, 1, 1.5%), and whipping time (2, 4, 6 min) on the foam capacity response for the commercial beverage foam were researched by response surface method. With a desirability value of 0.993, optimal conditions were determined as 5.49% egg white powder, 0.82% guar gum, and 6 min whipping time. Secondly, the foam sample obtained under optimal process conditions was dried at different microwave power levels. For 300, 450, and 600 W microwave power levels, drying times were determined as 9, 14, and 21 minutes, respectively. In addition, D_{eff} values were calculated as 2.36×10^{-5} , 3.87×10^{-5} , and 58.6×10^{-4} , respectively. An increase in microwave power applied during drying had a significant impact on the color properties of the final powder product. The redness color value and brightness of the product decreased with increasing power applied. In addition, a decrease was observed in the chroma value of the powder product from 19.43 to 17.61. Considering both the drying characteristics and color changes in the product, 450 W microwave power could be selected to dry the commercial black mulberry beverage.

Keywords: mulberry, foam mat drying, powder, microwave, optimization

INTRODUCTION

Drying is the process of removing moisture from a solid material, involving heat and mass transfer mechanisms. Through the drying process, the shelf life of a product can be extended, facilitating packaging and transportation. Additionally, drying processes, such as converting concentrated fruit juice or pulp into powder form, enable the development of new product formulations (Qadri & Srivastava, 2017). In the food industry, drying is commonly performed using traditional methods such as sun drying or tray drying. However, in recent years, alternative drying techniques have been developed. Foam mat drying is a relatively new method that provides faster and more efficient drying compared to conventional techniques. This method involves three stages: converting the target material into a foam, drying it, and grinding the dried product (Yüksel & Pandiselvam, 2023).

The drying process aims to improve the quality of final product by enhancing its nutritional composition and flavor properties through the transfer of thermal energy, which facilitates the dehydration of removable water from the product. In foam mat drying, heated air is commonly used. However, due to the foam's insulating properties, heat transfer can be hindered, leading to undesirable outcomes. Microwave heating presents a solution to this challenge by applying local-based heating, resulting in more efficient drying (Zheng et al., 2011). The objective of this study is to optimize the

process of converting commercial mulberry juice into foam using different level of the factors such as egg white protein powder, guar gum, and mixing time. Furthermore, the research aims to investigate the drying characteristics and color properties of the mulberry foam dried at different microwave power levels to determine the most suitable microwave power for optimal drying conditions.

MATERIAL AND METHODS

Material

The commercial mulberry juice used in the analysis was purchased from a local market in Sakarya (Türkiye).

Foaming process

To produce foam, specific amounts of egg white powder (2, 4, 6%) and guar gum (0.5, 1.0, 1.5%) were added to 150 ml of mulberry juice, followed by stirring at 400 rpm for 30 minutes to ensure dissolution. The solution was then transferred to the mixing bowl of a domestic mixer (Kenwood KM070, UK) and whipped at 158 rpm for various durations (2, 4, 6 minutes). Immediately after the whipping process, samples were taken from five different regions of the mixer bowl, and the foam capacity values were determined.

Foam capacity (%)

Foam capacity values of the samples were determined using the following equation (Equation 1):

$$\text{Foam capacity (\%)} = \frac{(m_{\text{prefoam}} - m_{\text{foam}})}{m_{\text{foam}}} * 100$$

(1)

Microwave-assisted foam mat drying

A specific amount of the foam sample produced under optimal conditions was transferred into a cylindrical glass petri dish. The foam samples were dried in a domestic microwave oven at power levels of 300 W, 450 W, and 600 W until constant weight was reached. To determine the drying characteristics of the samples, their weight was measured at 1 minute intervals during the drying process.

Drying characteristics

The drying rate (DR), moisture ratio (MR), and effective moisture diffusivity (D_{eff}) of the samples were determined using Equation 2, Equation 3, and Equation 4, respectively (Güldane, 2023).

$$\text{DR} = \frac{M_{t+dt} - M_t}{dt}$$

(2)

$$\text{MR} = \frac{M_t - M_e}{M_i - M_e}$$

(3)

$$\ln(\text{MR}) = \ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right) - \left(\pi^2 \frac{D_{\text{eff}}}{4L^2} t\right)$$

(4)

Color measurement

The color values of the samples were determined using a colorimeter (3nh, NR60CP, China). After measuring the brightness (L^*), redness (a^*), and yellowness (b^*) values, the chroma (C^*) and color difference (ΔE) were calculated using Equation 5 and Equation 6, respectively.

$$C^* = \sqrt{(a^2 + b^2)} \quad (5)$$

$$\Delta E = \sqrt{((L_0 - L_p)^2 + (a_0 - a_p)^2 + (b_0 - b_p)^2)} \quad (6)$$

Experimental procedure

In this study, a Box-Behnken experimental design consisting of three independent variables and one dependent variable was employed (Table 1). The independent variables were egg white (2, 4, 6%), guar gum (0.5, 1.0, 1.5%), and mixing time (2, 4, 6 minutes), and their effects on the foam capacity response were evaluated using the response surface methodology (RSM). Mathematical modeling and optimization studies were conducted using Design Expert software (ver. 13.0, Stat-Ease Co., Minneapolis, MN, USA) to optimize the process conditions.

Table 1. Box-Behnken design for mulberry foam optimization

Run	Independent variables			Response
	Egg white (%)	Guar gum (%)	Mixing time (min)	Foam capacity (%)
1	2	1	6	69.3139
2	6	1	2	73.2243
3	2	0.5	4	68.1432
4	6	1	6	168.85
5	2	1	2	64.7303
6	6	0.5	4	98.321
7	4	1	4	109.376
8	4	0.5	6	146.059
9	2	1.5	4	52.3383
10	4	0.5	2	87.041
11	4	1	4	113.974
12	6	1.5	4	74.7912
13	4	1	4	118.353
14	4	1.5	2	72.3383
15	4	1	4	125.373
16	4	1.5	6	130.988

In the optimization study, a total of 16 test runs were conducted based on a design matrix consisting of four central points (Table 1). A second degree polynomial equation (Equation 7) was used to describe the response variable in relation to the process factors.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^2 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^2 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i < j=1}^2 \beta_{ij} X_i X_j \quad (7)$$

RESULTS AND DISCUSSION

Effect of process variables on foam capacity

In Table 2, the effects of the independent variables egg white (A), guar gum (B), and mixing time (C), along with the interaction effects of egg white and mixing time (AC), and the quadratic effects of egg white (A^2) and mixing time (C^2) on foam capacity were found to be significant at the $p < 0.05$. According to the F-value in Table 2, mixing time was identified as the most important factor. The significant terms were selected to fit a high confidence regression model as shown in Equation 8 ($R^2 = 0.9659$, lack of fit = 0.1878):

$$\text{Foam capacity} = 116.77 + 20.08A - 8.64B + 27.23C + 22.76AC - 29.22A^2 + 6.48C^2 \quad (8)$$

This model can be used to predict foam capacity based on the independent variables egg white (A), guar gum (B), and mixing time (C).

Table 2. ANOVA results

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
A-Egg white	3226,49	1	3226,49	33,83	0,0011 *
B-Guar gum	597,00	1	597,00	6,26	0,0464 *
C-Mixing time	5933,80	1	5933,80	62,22	0,0002 *
AB	14,92	1	14,92	0,1564	0,7061
AC	2072,17	1	2072,17	21,73	0,0035 *
BC	0,0339	1	0,0339	0,0004	0,9856
A^2	3416,11	1	3416,11	35,82	0,0010 *
B^2	800,53	1	800,53	8,39	0,0274 *
C^2	168,19	1	168,19	1,76	0,2324
Model	16229,23	9	1803,25	18,91	0,0010 *
Residual	572,17	6	95,36		
Lack of Fit	433,16	3	144,39	3,12	0,1878
Pure Error	139,01	3	46,34		
Cor Total	16801,40	15			

*significant at $p < 0.05$

Egg white has a clearly positive effect on the foam capacity obtained from Equation (8). As shown in Figure 1, the foam capacity values increase with the egg white up to a level of ~5%, after which a decline is observed. Conversely, an increase in guar gum content negatively affected the foam capacity, especially after ~0.8% level. Additionally, an increase in mixing time resulted in an increase in foam capacity (Figure 2). Figure 3 clearly illustrates the interaction effect between egg white and mixing time, highlighting how these two factors influence the overall foam capacity in a synergistic manner.

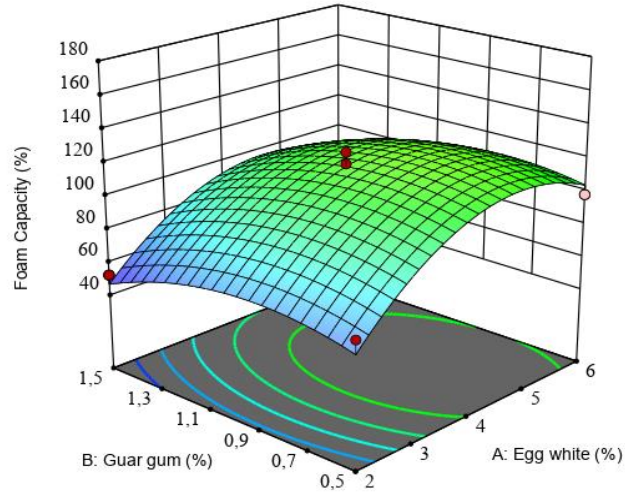


Figure 1. Effect of egg white and guar gum on foam capacity

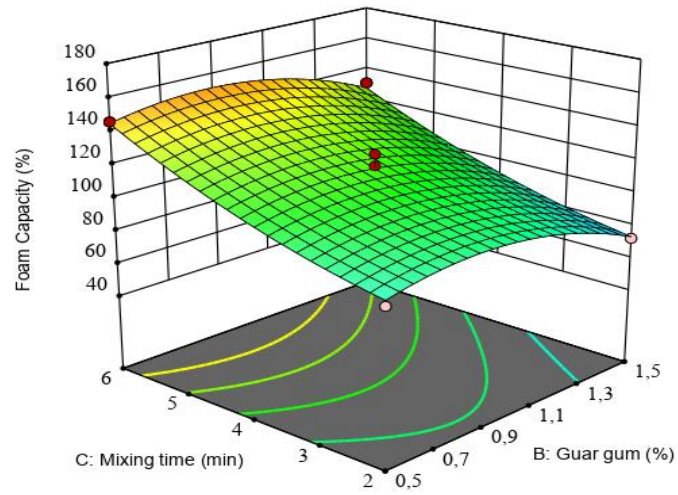


Figure 2. Effect of guar gum and mixing time on foam capacity

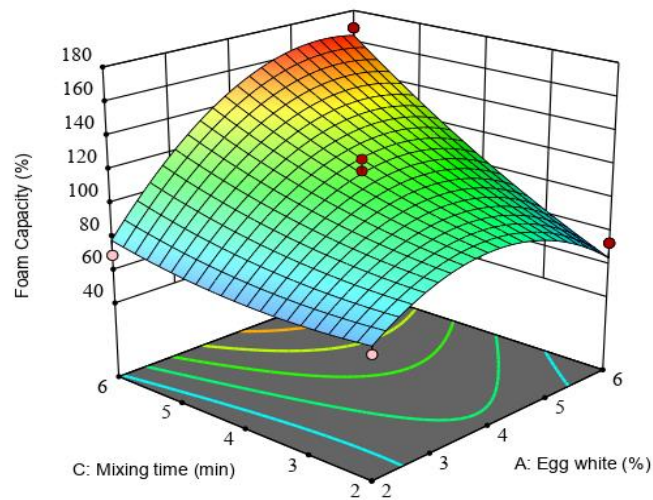


Figure 3. Effect of egg white and mixing time on foam capacity

Drying characteristics

Figure 4 illustrates the effect of microwave power on the moisture ratio of mulberry foam. The drying times for samples at microwave power levels of 300 W, 450 W, and 600 W were determined to be 9, 14, and 21 minutes, respectively. It was observed that the drying time decreased with the increase in microwave power, which can be attributed to the enhanced mass transfer rate at higher microwave power levels. Similar findings were reported by Qadri et al. (2015) in microwave foam mat drying of guava pulp, reported the effectiveness of increased microwave power in reducing drying times.

The changes in drying rates of the samples, depending on the applied microwave power, are presented in Figure 5. Upon examining the graph in Figure 5, it was observed that dehydration occurs rapidly at the beginning of the drying process, but slows down as the target moisture content is approached. This behavior can be attributed to the reduction in moisture diffusion as mass transfer shifts from the interior to the exterior of the material (Yüksel, 2021). Additionally, the effective moisture diffusivity (D_{eff}) values were calculated to be 2.36×10^{-5} , 3.87×10^{-5} , and 58.6×10^{-4} , respectively, indicating a substantial increase in diffusivity with increasing microwave power.

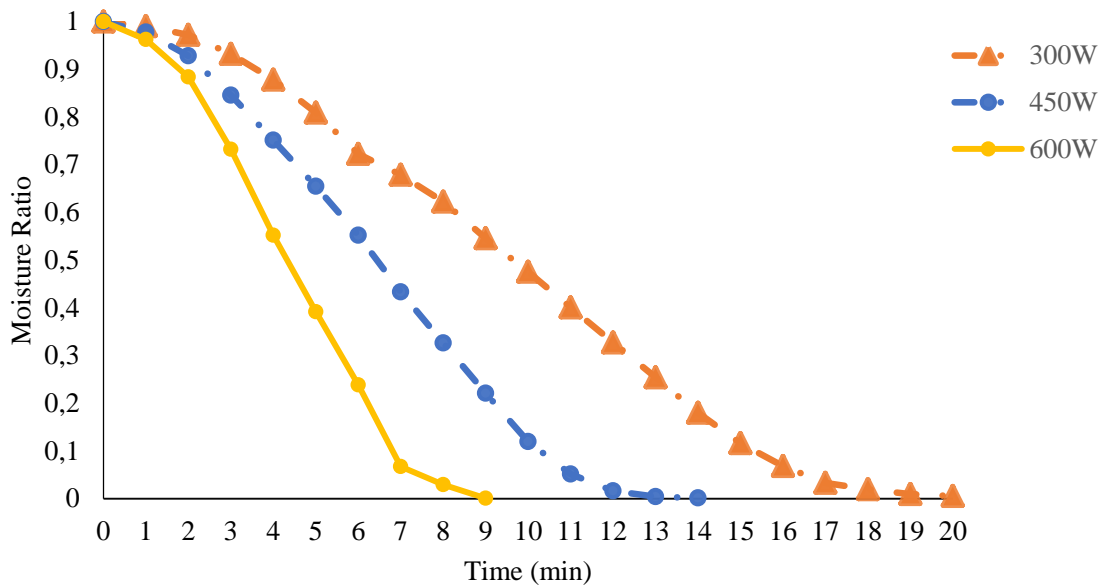


Figure 4. Effect of microwave powers on moisture content

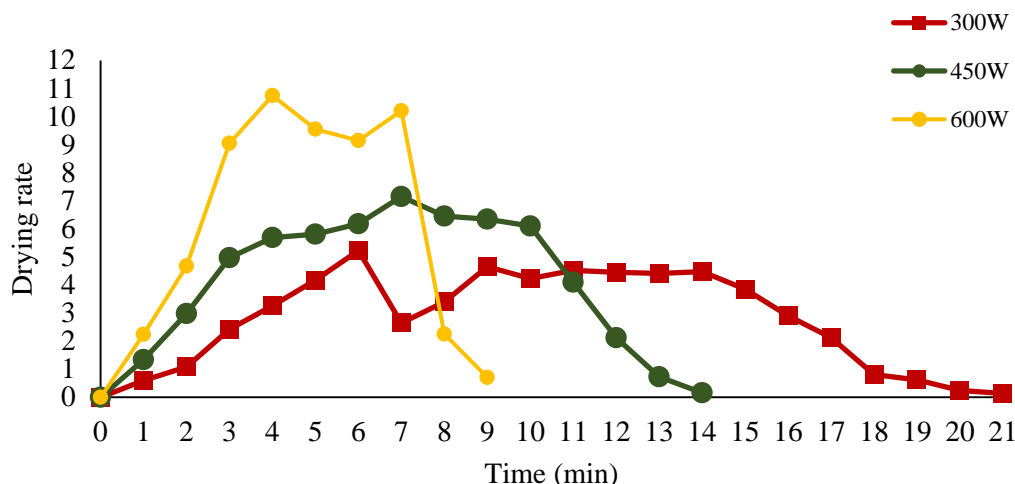


Figure 5. Effect of microwave powers on drying rate

Color properties

The color values of fresh samples and the powders dried at different microwave power levels are presented in Table 3. Upon examining the table, it can be observed that increasing the microwave power levels during drying resulted in a decrease in lightness and redness, as well as in chroma and color difference (ΔE) values. This reduction becomes even more pronounced when the power level is increased from 300 W or 450 W to 600 W. These changes indicate that higher microwave power levels can adversely affect the color quality of the dried samples.

Table 3. Color properties

Sample	L	a	b	C*	ΔE
Mulberry juice	31.74	8.28	3.51	8.99	-
300 W	51.85	18.93	4.38	19.43	22.77
450 W	51.35	18.31	5.65	19.16	22.13
600 W	48.36	16.89	4.98	17.61	18.78

CONCLUSION

In this study, the foam capacity of commercial mulberry juice was optimized using response surface methodology. The optimal foams were dried using the foam mat drying technique at different microwave power levels. As the applied microwave power level increased, the drying times of the samples decreased. Additionally, significant changes in the color of the powdered products were observed. It was determined that the powdered samples appeared darker and exhibited less redness as the microwave power increased. The application of these powder samples in model food systems suggests the potential for developing various food formulations. Future studies may focus on exploring the potential health benefits and consumer acceptability of these formulations, as well as optimizing drying parameters to maintain desirable color and nutrient profiles in the final products.

REFERENCES

- Güldane, M. (2023). Optimizing foam quality characteristics of model food using Taguchi-based fuzzy logic method. January. <https://doi.org/10.1111/jfpe.14384>
- Qadri, O. S. & Srivastava, A. K. (2017). Microwave-Assisted Foam Mat Drying of Guava Pulp: Drying Kinetics and Effect on Quality Attributes. *Journal of Food Process Engineering*, 40(1), 1–8. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12295>
- Yüksel, A. N. (2021). Development of yoghurt powder using microwave-assisted foam-mat drying. *Journal of Food Science and Technology*, 58(7), 2834–2841. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05035-2>
- Yüksel, A. N. & Pandiselvam, R. (2023). Mathematical Modeling of Microwave-Assisted Foam-Mat Drying of Kefir. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2023, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2023/3917292>
- Zheng, X.-Z., Liu, C.-H. & Zhou, H. (2011). Optimization of Parameters for Microwave-Assisted Foam Mat Drying of Blackcurrant Pulp. *Drying Technology*, 29(2), 230–238. <https://doi.org/10.1080/07373937.2010.484112>

INFLUENCE OF EXTENSION AND FORMAL EDUCATION ON INCOME OF RICE PROCESSORS IN BOSSO AND CHANCHAGA LOCAL GOVERNMENT AREA OF NIGER STATE, NIGERIA.

Jibrin, S

Dept. of Agricultural Extension and Rural Development, FUT Minna, Niger State, Nigeria

Ahmed, I. I

Dept. of Agricultural Extension and Rural Development, FUT Minna, Niger State, Nigeria

Umaru, A

Dept. of Agricultural Economics and Extension Services, IBBU Niger State, Nigeria

Shehu, M.

Dept. of Agricultural Extension and Rural Development, FUT Minna, Niger State, Nigeria

Egamana, M. N.

Dept. of Agricultural Extension and Rural Development, FUT Minna, Niger State, Nigeria

EZE, C. P

Dept. of Agricultural Extension and Rural Development, FUT Minna, Niger State, Nigeria

ABSTRACT

This study examined the influence of extension and formal education on income of rice processors in Bosso and Chanchaga Local Government Area of Niger State. The study covered eight (8) extension cells in the study area, Four (4) from each of them. Data were collected by means of a structured questionnaire from a total of one hundred and forty-four (144) processors. The data collected were analysed using descriptive analysis (frequencies and Percentages and mean) and inferential (ordinary least square (OLS)). Results revealed that half of (50.7%) rice processors had mean age of 42 years, mostly female (77.8%), married (81.3%) with secondary education (55%) and mean household size of 5persons. More so the result revealed that radio (50.7%), extension agent (34.0%) and mobile phone (20.1%) were the major sources of information on rice processing activities in the study area. Results of OLS revealed an R-squared of 81% and Prob > F was significant at 0.01 implying the entire model is fit the study. The coefficient of Age (1114.508), processing experience (1147.203) agrochemical usage (24907.68), access to credit and extension contacts (8801.962) were positive and statistically significant at 1% probability level indicating that increase in any of this variable by one unit will increase the income of the rice processors. Based on findings of this study, it was recommended that financial institutions and government agencies should provide credit facilities with favourable terms for small-scale processors as the study found the access to credit in the study area was very low.

Keywords: Influence, extension education, Formal education, Rice Processors and Income

INTRODUCTION

Extension services function as a knowledge transfer mechanism, equipping rice processors with practical skills and technical expertise. Training programs typically encompass improved processing techniques, efficient machinery utilization, proper storage methods, and even value addition strategies (Ogunwumi and Adetunji, 2020). Davis et al. (2020) define, extension services encompass "the entire set of organizations that facilitate and support people engaged in agricultural activities to solve problems and to obtain information, skills and technologies to improve their livelihoods and well-being." However, current funding and staffing levels remain inadequate in relation to Nigeria's extensive farming population (Camillone et al. 2020). Education, on the other hand, provides processors with a broader knowledge base and skill set. This may encompass financial literacy, marketing strategies, and business management principles. Research by Ojo et al. (2023) suggests that educated processors are better equipped for effective negotiation with suppliers and buyers, securing credit facilities, and navigating the complexities of the rice market. These skills translate into a demonstrably increased potential for income generation. The availability of high-quality extension services has become a critical concern for both extension organizations and policymakers. Studies by Camillone et al. (2020) and Harry and Abudu (2022) have identified several challenges plaguing Nigeria's extension system, including insufficient funding, an inadequate ratio of extension agents to farm families, inadequate staff training, low agent education levels, weak linkages between extension agents and farmers, poor technology adoption rates, and limited mobility for extension service delivery. These issues collectively impede the growth of the agricultural sector and hinder broader rural community development. Hence this study tends to find out the influence of extension contact and formal education on income of rice processors in Bosso and Chanchaga Local Government Area of Niger state, Nigeria. The broad objective of the study is to determine the influence of extension and formal education on income of rice processors in the area while the specific objectives are to describe the socio-economic characteristics of rice processors in the study area, examine the various sources of information on rice processing activities in the study area and examine the constraints rice processors face in their processing activities in the study area.

METHODOLOGY

This study was conducted in Bosso and Chanchaga Local Government Areas of Niger State, Nigeria. Yamane formula was used to select the respondents

Table 1: Sampling procedure of the respondents in the study are

Zone	LGA	Villages/Communities	Sample frame	Sample size(20%)
ii	Bosso	Beji	95	19
		Maikunkele	90	18
		Maitumbi	105	21
		Kampala	76	15
	Chanchaga	Tunga	92	18
		Gwada	90	18
		Barikin Saleh	85	17
		Sauka Kahuta	90	19
1	2	8	723	144

Source: Niger State Agricultural Mechanization and Development Authority, 2024.

Data collection, Analytical Techniques and Model Specification

Data was collected with the aid of personal interviews and structured questionnaire. Both descriptive and inferential statistics (Ordinary least square (OLS)) were used in data analysis.

Model Specification $Y = F(X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_{12})$ $Y = \text{Income (₦)}$ $X_1 = \text{Farm size (Ha)}$, $X_2 = \text{Labour (mandays)}$, $X_3 = \text{Fertilizer(kg)}$, $X_4 = \text{Capital input (₦)}$, $X_5 = \text{Cost of seed (₦)}$, $X_6 = \text{Cost of Herbicide (Lt)}$, $X_7 = \text{Extension contact (No)}$ $X_8 = \text{Education (years)}$, $X_9 = \text{Houshold size(No)}$, $X_{10} = \text{Experience (years)}$, $X_{11} = \text{Amount of credit (₦)}$ $X_{12} = \text{Extension Education(years)}$

Table 2; Socio-economic characteristics of rice processors

Variable	Frequency	Percentage	Mean
Age			
10-19	1	0.7	
20 – 30	14	9.7	
31 – 40	39	27.1	
41 – 50	73	50.7	42 years
51 and above	17	11.8	
Gender			
Male	32	22.2	
Female	112	77.8	
Marital status			
Divorce	4	2.8	
Married	117	81.3	
Separated	4	2.8	
Single	7	4.9	
Widow(er)	12	8.3	
Household Size			
1 to 4	65	45.1	
5 to 9	71	49.3	5 persons
10 to 15	8	5.6	
Level of education			
None	20	13.9	
O'level	4	2.8	
Primary	29	20.1	
Secondary	55	38.2	10 years
Tertiary	36	25.0	

Source: Field survey, 2024

Table 3; Various sources of information on rice processing activities

Sources of information	Frequency*	Percentage
Radio	73	50.7
Extension agent	49	34.0
Input dealers	8	5.6
Other farmers	16	11.1
Village head	12	8.3
NSADP	4	2.8
Mobile phone	29	20.1

Source: Field survey, 2024 *Multiple responses were recorded

Table 3 present the result of various sources of information on rice processing activities. It revealed that radio (50.7%), extension agent (34.0%) and mobile phone (20.1%) were the major sources of information on rice processing activities in the study area.

Table 4. Factors influencing extension and formal education on income of rice processors

Variable	Coefficient	Standard error	t-value
Age	1114.508	201.2897	5.54***
Household size	754.4312	734.752	1.03
Education	360.3632	472.0075	0.76
Processing experience	1147.203	534.1184	2.15**
Cooperative	-4730.872	2640.177	-1.79
Agrochemical usage	24907.68	5316.968	4.68***
Credit	1.1028	.13614	8.10***
Extension contact	8801.962	2715.75	3.24***
Training received on processing	9613.264	1868.666	5.14***
Labour cost	2.751934	.24422	11.27***
Transportation cost	-1.192664	.40282	-2.96***
Cost of milling	-3.54876	.7886	-4.50***
Bagging	1.6909	.86233	1.96*
Constant	-39588.5	10114.54	-3.91***
R-squared	0.8298		
Adj R-squared	0.8128		
Prob > F	0.0000		

Source: Field survey, 2024 *significant at 0.10, **significant at 0.05, ***significant at 0.01

Table 4 showed that the coefficient of Age (1114.508), processing experience (1147.203) agrochemical usage (24907.68), access to credit and extension contacts (8801.962) were positive and statistically significant at 1% probability level indicating that increase in any of these variables by one unit will increase the income of the rice processors. The coefficient of Age (1114.508) was positive and statistically significant 1% probability level. This suggests that as rice processors age, their income tends to increase. This relationship can be attributed to the accumulation of experience, skills and networks over time. Older processors are likely to have more experience in rice processing, which enables them to optimize their operations, reduce costs, and improve the quality of their products, leading to higher income. Additionally, older processors may have better-established market connections and greater trust within their communities, which can facilitate better business opportunities and higher income. This negates the study of Ogunwumi and Adetunji, (2020) who reported that age had inverse relation with income of farmers

The coefficient of processing experience (1147.203) was positive and statistically significant at 5% probability level. This suggests that rice processors with more experience tend to earn higher incomes. Experience likely enhances a processor's ability to handle the complexities of

rice processing, including managing production, quality control, and marketing. Experienced processors may also be better at troubleshooting issues that arise during processing, leading to more efficient operations and reduced losses. Moreover, with experience, processors might build stronger relationships with suppliers, buyers, and other stakeholders, further contributing to higher income levels. This corroborate the study of Davis et al. (2020) who stressed that farming had direct relationship with the productivity of farmers

Table 5: Constraints rice processors face in their processing activities in the study area

CONSTRAINTS	Severe	Not severe	Very severe	Weighted sum	Weighted mean
High cost of transportation problem	109(75.7)	11(7.6)	24(16.7)	301	2.1*
Smoke and heat from firewood	38(26.4)	65(45.1)	41(28.5)	264	1.8
Inadequate market access	59(41.0)	35(24.3)	50(34.7)	302	2.1*
Inadequate financing	80(55.6)	21(14.6)	43(29.9)	310	2.2*
Poor extension	47(32.6)	22(15.3)	75(52.1)	341	2.4*
High cost of maintenance and repair of equipment	49(34.0)	40(27.8)	55(38.2)	302	2.1*
Unstable rice paddy price	61(42.4)	45(31.3)	38(26.3)	281	2.0*
Inadequate processing equipment	75(52.1)	27(18.7)	42(29.2)	302	2.1*
Unstable electricity supply	51(35.4)	28(19.4)	65(45.2)	325	2.3*
Unstable water supply	62(43.0)	41(28.5)	41(28.5)	288	2.0*
Lack of modern equipment	62(43.1)	29(20.1)	53(36.8)	312	2.2*
Inadequate technical knowhow	60(41.7)	48(33.4)	36(25.0)	276	1.9
Low access to credit	54(37.5)	15(10.4)	75(52.1)	348	2.4*
Labour intensive of rice processing	71(49.3)	44(30.6)	29(20.1)	274	1.9
Inadequate access to information on improves methods	82(56.9)	37(25.7)	25(17.4)	276	1.9
High cost of equipment	58(40.3)	47(32.6)	39(27.1)	279	1.9
High interest rate	41(28.5)	51(35.4)	52(36.1)	289	2.0*
Low level of education	40(27.8)	54(37.5)	50(34.7)	284	2.0*
Fluctuation of price	55(38.2)	28(19.4)	61(42.4)	321	2.2*
Consumers preference	44(30.6)	41(28.5)	59(41.0)	305	2.1*
Insufficient funds	76(52.8)	13(9.0)	55(38.2)	330	2.3*
Middlemen problems	68(47.2)	23(16.0)	53(36.8)	318	2.2*
Poor credit facilities	49(34.0)	30(20.8)	65(45.2)	323	2.2*
Inadequate supply from source	72(50.0)	43(29.9)	29(20.1)	274	1.9
Inadequate supply from source	66(45.8)	28(19.4)	50(34.7)	310	2.2*
No cooperative societies	63(43.8)	44(30.6)	37(25.7)	281	2.0*
High of labour	71(49.3)	18(12.5)	55(38.2)	325	2.3*
Lack of storage facilities	53(36.8)	50(34.7)	41(28.5)	279	1.9
Inadequate rural infrastructure	67(46.5)	37(25.7)	40(27.8)	291	2.0*
Fluctuation of price	53(36.8)	26(18.1)	65(45.1)	327	2.3*
Lack of good market	68(47.2)	40(27.8)	36(25.0)	312	2.2*
Poor marketing channel	47(32.6)	48(33.4)	49(34.0)	284	2.0*
Lack of market information	68(47.2)	36(23.2)	40(27.8)	289	2.0*
High cost of transportation	66(45.8)	26(18.1)	52(36.1)	292	2.0*
Marketing agencies problems	58(40.3)	44(30.6)	42(29.2)	314	2.2*

Source: Field survey, 2024 * severe constraint

Table 5 present the results of constraints rice processors face in their processing activities. The Table revealed that poor extension contacts (2.4), low access to credit (2.4), unstable electricity (2.3), insufficient fund (2.3) and fluctuation of prices (2.3) were the major constraints rice processors face in their processing activities in the study area

Poor extension services are identified as a major constraint among rice processors in the study area. Extension services are crucial for providing rice processors with the latest information on processing techniques, best practices, and market trends. When these services are inadequate or inaccessible, processors may lack the knowledge and support necessary to improve their operations. This gap in knowledge transfer can lead to inefficient processing methods, lower product quality, and reduced competitiveness in the market. The high level of concern associated with poor extension services underscores the need for improved outreach and support for rice processors to enhance their skills and productivity.

Unstable electricity supply is another significant constraint as identified by rice processors. Reliable electricity is essential for operating processing equipment, especially in modern rice mills that require consistent power to function efficiently. Frequent power outages or voltage fluctuations can disrupt processing activities, leading to delays, increased operational costs, and potential damage to machinery. The instability of electricity supply can also affect the quality of processed rice, as interruptions in the milling process can result in uneven or incomplete processing. This constraint highlights the critical need for stable and reliable electricity infrastructure to support the rice processing industry.

Conclusion

Based on the findings of the study, it was concluded that majority of rice processors in the study areas were female and they were within their active age, married with large family size as well as high level of education and experienced rice processors

Recommendations

1. Since extension contact has influence on rice processing, there is need for extension agents to intensify their activities.
2. Given that radio is the primary source of information on rice processing activities, it is recommended to enhance and expand radio-based educational programs focused on modern processing techniques and best practices.

A COMPREHENSIVE REVIEW OF MOLECULAR SIEVE ADSORBENTS AND THEIR ROLE IN ENHANCING ATMOSPHERIC WATER HARVESTING SYSTEMS

Sadaf Rashidi

Master s Student, College of Abouraihan, University of Tehran, Tehran,
Iran.

Jafar Massah

Department of Agrotechnology, College of Abouraihan, University of Tehran, Tehran,
Iran

Akbar Arab Hoseini

Department of Agrotechnology, College of Abouraihan, University of Tehran, Tehran,
Iran

Ali Sharif Paghaleh

Department of Agrotechnology, College of Abouraihan, University of Tehran, Tehran,
Iran

Mohamad Hossein Kian Mehr

Department of Agrotechnology, College of Abouraihan, University of Tehran, Tehran,
Iran

Abstract

Molecular sieve adsorbents are essential materials characterized by their unique porous structures, allowing for selective adsorption of small molecules, including water vapor. This review provides a comprehensive examination of various types of molecular sieve adsorbents, including zeolites, metal-organic frameworks (MOFs), and carbon molecular sieves, focusing on their specific properties and mechanisms of action. The critical role these materials play in enhancing atmospheric water harvesting systems is highlighted, emphasizing their ability to optimize moisture absorption and improve water yield from humid air. By comparing the adsorption capacities, thermal stability, and regeneration processes of different molecular sieves, this study aims to guide the selection of appropriate materials for efficient water collection. Furthermore, advances in molecular sieve technology are discussed, showcasing their potential in addressing water scarcity issues in arid and semi-arid regions. This review underscores the importance of molecular sieve adsorbents in developing sustainable atmospheric water harvesting solutions.

Keywords

Molecular sieves, Adsorbents, Atmospheric water harvesting, Moisture absorption, Zeolites, Metal-organic frameworks (MOFs), Carbon molecular sieves, Adsorption efficiency, Environmental applications.

1. Introduction

Water scarcity has escalated into one of the most pressing global challenges, particularly affecting arid and semi-arid regions where traditional water sources are limited. Innovative methods such as atmospheric water harvesting (AWH) are increasingly explored as viable solutions to capture moisture from ambient air. AWH relies on the use of highly efficient adsorbent materials that can effectively capture water vapor. Among the various materials available, molecular sieves, including zeolites, MOFs, and CMS, have shown significant potential due to their unique structural properties. Molecular sieves are materials with a highly ordered porous network, which can selectively adsorb molecules based on size and polarity. Their application in AWH systems enables increased moisture capture, thus enhancing the system's efficiency in water-scarce environments. This review aims to delve into the properties and advantages of different molecular sieve adsorbents and their role in advancing AWH technology, considering key factors such as adsorption capacity, stability, and ease of regeneration.

2. Types and Properties of Molecular Sieve Adsorbents

Molecular sieves are categorized based on their structure and chemical composition, which directly influence their adsorption characteristics. Three primary types of molecular sieves are widely utilized in AWH applications:

2.1 Zeolites

Zeolites are crystalline, microporous minerals primarily composed of aluminosilicates. Due to their high affinity for water molecules and substantial thermal stability, zeolites are particularly suitable for applications where high adsorption capacity is crucial. They possess a regular pore structure, allowing for selective adsorption based on molecular size. In AWH systems, zeolites demonstrate excellent moisture-absorption capabilities, especially under high-humidity conditions, and maintain structural integrity during repeated adsorption and desorption cycles.

1.2 Metal-Organic Frameworks (MOFs)

MOFs are an emerging class of porous materials made up of metal ions coordinated to organic ligands. These frameworks exhibit adjustable pore sizes, which enable tailored adsorption properties, making them highly versatile for a range of applications, including AWH. MOFs show a high moisture uptake even under low humidity, making them ideal for regions with less consistent humidity levels. However, their thermal stability is generally lower than zeolites, which requires careful consideration during the design and operation of AWH systems.

2.3 Carbon Molecular Sieves (CMS)

Derived from activated carbon, CMS materials have gained popularity due to their excellent resistance to thermal and chemical degradation. They are characterized by a narrow range of pore sizes, allowing them to selectively capture smaller molecules. CMS materials are advantageous in AWH systems that operate under extreme environmental conditions, as they maintain adsorption efficiency even at higher temperatures. However, their moisture uptake may be lower than zeolites and MOFs in very humid environments, which limits their effectiveness in such conditions.

3. Methodology

The experimental setup involved the design and construction of a specialized AWH device based on Sadaf Rashidi's thesis. This device was tested in a controlled greenhouse environment, replicating high-humidity conditions to evaluate the performance of 4A molecular sieve adsorbents. Essential parameters, such as fan speed, ambient temperature, and humidity levels, were meticulously regulated. The fan speed was selected as an independent variable, and its effects on adsorption rates were analyzed. The use of polycarbonate and PVC materials in the construction of the adsorbent chamber contributed to reduced weight and improved efficiency. Key measuring tools, including temperature and humidity sensors, radiation meters, and anemometers, were utilized to monitor and optimize the device's performance. This setup provided insights into the environmental and operational parameters that influence water yield, forming the basis for the comparative analysis presented in this review.

4. Experimental Results and Analysis

Experimental data indicated that fan speed and relative humidity play crucial roles in determining the efficiency of water collection. Lower fan speeds produced better results as they allowed for extended contact between the air and the adsorbent surface, maximizing moisture capture. This observation was consistent with findings from other studies that highlighted the importance of airflow regulation in optimizing adsorption rates. Additionally, regeneration cycles were successfully conducted, showcasing the high thermal stability and reusability of the molecular sieve material, both of which are essential for sustainable AWH applications. The results align with prior research, underscoring the necessity of fine-tuning operational parameters to enhance water yield.

5. Comparative Analysis of Molecular Sieve Adsorbents

To optimize AWH systems, it is essential to select adsorbent materials that offer high adsorption efficiency, ease of regeneration, and low environmental impact. **Table 1** presents a detailed comparison of zeolites, MOFs, and CMS, highlighting their respective properties, including adsorption rate, regeneration energy requirements, and structural stability. Experimental data and literature findings reveal that zeolites excel in high-humidity conditions, while MOFs are more effective in low-humidity scenarios. CMS materials, despite their durability, have moderate adsorption capacities and may require additional modifications to enhance moisture uptake. **Table 1** provides an overview of these comparisons, offering insights into the best choice of molecular sieves for different environmental conditions and operational settings.

Property	Zeolites (4A)	MOFs	CMS
Adsorption Rate	High in high humidity	Adjustable, very high	Moderate
Regeneration Needs	Minimal, high stability	Varies, moderate efficiency	Requires high energy
Cost and Availability	Moderate, widely used	Higher, less accessible	Low, commonly used
Environmental Impact	Minimal	Varies, potentially higher	Moderate

6. Application of Molecular Sieves in Your AWH System

In this study, the practical application of molecular sieves within an AWH device demonstrated their effectiveness in real-world conditions. The final design, constructed using lightweight, durable materials, allowed for enhanced performance and transportability. Key design modifications, such as optimizing the absorbent chamber and regulating air circulation, significantly improved water yield. The study results suggest that careful selection and integration of molecular sieve materials can lead to substantial improvements in the efficiency and sustainability of AWH systems, particularly in arid and semi-arid regions.

7. Future Directions and Technological Advancements

Advancements in molecular sieve technology continue to push the boundaries of what is achievable in AWH systems. Recent developments, such as MOFs with moisture-responsive properties and zeolite composites, offer promising avenues for improving adsorption efficiency and adapting to changing environmental conditions. Nanotechnology and material engineering are anticipated to enhance the durability, adsorption capacity, and regeneration efficiency of molecular sieves. Future research should focus on developing cost-effective production methods and exploring hybrid materials to broaden the range of applications for AWH technology.

8. Conclusion

Molecular sieve adsorbents hold immense potential in the development of effective atmospheric water harvesting systems. This study underscores the importance of selecting molecular sieve materials with optimal adsorption properties to enhance water yield, offering a sustainable approach to mitigate water scarcity. As research advances, molecular sieve technology is expected to play an increasingly pivotal role in achieving reliable and efficient water collection from the atmosphere.

References

1. Gido, B., Ashenberg, J., & Ben-Amar, D. (2016). Evaluation of Atmospheric Moisture Harvesting through Direct Cooling. *Environmental Science & Technology*, 50(6), 3305-3312.
2. Xu, J., Li, H., & Zhang, T. (2021). Advanced Applications of Zeolites in Water Collection from Air. *Journal of Materials Science*, 56(10), 5253-5263.
3. Talaat, M., Hassan, A., & El-Gendy, N. (2018). Investigation on the Performance of Metal-Organic Frameworks for Water Vapor Adsorption. *Chemical Engineering Journal*, 347, 834-841.
4. Li, W., Chen, Y., & Wang, J. (2020). Recent Advances in Carbon Molecular Sieves for Environmental Applications. *Carbon*, 162, 168-178.
5. Nguyen, T., Le, D., & Vu, T. (2022). Moisture-Absorbing Materials for Sustainable Water Harvesting Systems. *Environmental Advances*, 5, 100130.
6. Kumar, R., & Agarwal, M. (2019). Enhancing Adsorption Efficiency of Molecular Sieves for Atmospheric Water Harvesting Applications. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(7), 3897-3910.
7. Zhou, Y., Wang, H., & Liu, H. (2020). The Role of Metal-Organic Frameworks in Atmospheric Water Harvesting: A Review. *Chemical Engineering Research and Design*, 153, 106-115.
8. Saha, P., & Gupta, K. (2021). Progress and Challenges in the Development of Adsorbent Materials for Atmospheric Water Harvesting. *Materials Today: Proceedings*, 46, 123-128.
9. Zhang, J., & Zhang, Y. (2019). Performance of New Carbon Molecular Sieves for Water Vapor Adsorption. *Journal of Applied Polymer Science*, 136(36), 47967.

10. Yu, H., & Wang, C. (2021). Hybrid Materials for Enhanced Atmospheric Water Harvesting. *Advanced Materials Interfaces*, 8(12), 2002209.
11. Chen, S., Zhao, Y., & Chen, H. (2020). The Influence of Humidity on the Performance of Zeolite-based Water Harvesting Systems. *Desalination*, 480, 114275.
12. Matz, M., & Liang, M. (2023). Application of MOFs for Water Harvesting from Humid Air: Recent Advances and Future Perspectives. *Journal of Materials Chemistry A*, 11(15), 7570-7583.
13. Wang, F., & Huang, Y. (2020). A Review of Recent Developments in Atmospheric Water Harvesting Technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 127, 109835.
14. Sun, W., & Chen, H. (2018). Novel Nanocomposite Adsorbents for Efficient Atmospheric Water Harvesting. *Nanotechnology Reviews*, 7(5), 381-399.
15. Ramakrishna, K., & Venkatesh, R. (2021). Sustainability in Water Harvesting: An Overview of the Current Trends and Future Directions. *Water*, 13(2), 200.

ISOLATION AND PREVALENCE OF *VIBRIO PARAHAEMOLYTICUS* FROM READY-TO-EAT FRUIT COCKTAILS SOLD IN PUBLIC MARKETS WITHIN OGHARA NEXUS, NIGERIA

Bright E. Igere

Department of Microbiology (Biotechnology Unit), Delta State University, Abraka, Delta State, Nigeria

Biotechnology and Emerging Environmental Infectious Pathogens Research Group (BEEIPREG), Department of Microbiology, Biotechnology Unit, Delta State University, Abraka, Delta State., Nigeria.

Applied and Environmental Microbiology Research Group, Department of Biochemistry and Microbiology, University of Fort Hare, Alice 5700, South Africa
SAMRC Microbial Water Quality Monitoring Centre, University of Fort Hare, Alice 5700, South Africa.

Abstract

The desire to improve livelihood and provide ready to eat food of various types including fruits has been the notable interest of various local populace, however such desire has been implicated with the distribution of diverse infections and emerging enteric diseases. One of such implicated food-borne infectious organism which is seldom reported in the tropics is *Vibrio parahaemolyticus*. This study determines the occurrence of *V. parahaemolyticus* in ready-to-eat fruit cocktail which are sold in local and public commercial places in Oghara nexus. Briefly, freshly prepared cock-tails of farm products were sampled and collected from four local communities and sixteen public commercial shops in Oghara community Delta State for the isolation and molecular characterization of *V. parahaemolyticus* with fruit cocktails consisting; spinach, carrot, gabbage, watermelon, and cucumber. These vegetable mixes are commonly prepared, sold and used in Oghara community as well as its environs as small scale business enterprise/resource. Briefly, fruit cocktails and/or samples were collected, microbiologically analyzed using *in vitro* biochemical and virulent phenotypic determination while isolates were further characterized using molecular biology techniques. A total of Sixty-five presumptive isolates were obtained from samples, while thirteen (20%) isolates were confirmed using polymerase chain reaction. Other phenotypic virulent and antibiotic susceptibility testing revealed that isolates harbours diverse virulent phenotype and multiple antibiotic resistant determinants ranging from beta-lactam into cephalosporines with high resistance observed amongst ampicillin (69.2%). Observing such potential pathogens and their subsequent antibiotic resistance prevalence to various group of antibiotics amongst isolates from such ready-to-eat fruit cocktails pose health risk to consumers of such ready-to-eat food products. The need for prompt implementation of hygienic practices policy for preparation of such food products types and preparation remains a way forward for appropriate control.

Keywords: *Vibrio parahaemolyticus*; ready-to-eat fruits; fruit cocktails; vegetables mix; farm products; food-borne infections

INTRODUCTION

Diverse *Vibrio* species have shown motility test positive, with a single polar flagellum which it uses for locomotion in liquid media. These members are grouped under the family Enterobacteriaceae, phylum Proteobacteria, and class Gamma Proteobacteria (Farmer and Hickman-Brenner, 2006). There are mainly Gram-negative facultative anaerobes that are rod shaped and occur naturally in large numbers in marine environments including fresh and coastal marine habitats such as oceans, rivers and estuaries (De Magny *et al.*, 2009).

The genus *Vibrio* includes more than 60 species and its taxonomy can be endlessly updated, giving rise to new species (Igbiosa *et al.*, 2009). A number of species within the genus *Vibrio* are recognized as human pathogens (Tarr *et al.*, 2007), and these include *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus*, and *Vibrio parahaemolyticus*, which are considered the most significant pathogenic *Vibrio* species. *V. cholerae* and *V. parahaemolyticus* are generally contracted via the ingestion of polluted seafood and/or seawater, and are associated with infections such as gastroenteritis, wound infection etc (Morris, 2003; McLaughlin *et al.*, 2005; Jones and Oliver, 2009; Jones, 2017; Ng *et al.*, 2018; Igere *et al.*, 2022a,b,c). Members of the *Vibrio* genus are currently spreading worldwide as they are autochthonous in marine, coastal, and estuarine environments (Senderovich, Izhaki and Halpern, 2010; Osunla and Okoh, 2017). *V. parahaemolyticus*, which is considered as a significant pathogenic organism has in recent times shown capacity to spread onto diverse habitat as it colonizes diverse environment. It may contaminate and colonize vegetables (including green, yellow, brown, etc.) as the ingestion of such vegetables pose potential infection risk to consumers. Currently, there had been a general agreement on the need to monitor the existence (occurrence, prevalence and edemicity) of *Vibrio* species in environmental milieu as well as study their potential to cause disease in order to ensure protection of public health (Jones and Oliver 2009; Baffone *et al.*, 2003). Although, humans are frequently exposed to various environmental microbes, only a small quantity of bacteria member (eg *Vibrio*) are included, with capability to interact with host such that contamination and subsequently illnesses result (Igbiosa, 2010). *V. parahaemolyticus* has been implicated in gastroenteritis as reported in the study of Matuda and his colleagues (Matsuda *et al.*, 2012), after consumption of contaminated shrimps. In a similar related study, some pathogenic *Vibrio* species were recovered from contaminated and/or infected shrimps and fruits (Wang *et al.*, 2015). In another view, the pathogenic strains manifest diverse virulence determinants which are key in differentiating potential virulent *Vibrio* strains from probable non-virulent strains of clinical importance. Generally, the clinical significance of *Vibrio* spp is associated with drinking contaminated water, consumption of fresh food and food products, improperly cooked seafood etc (Bhattacharjee *et al.*, 2010). Understanding the virulence mechanisms (including other pathogenic factors, extracellular proteolytic toxins, cell surface molecules produced by strains) present in emerging and re-emerging *Vibriosis* is yet a mirage. Some of such reported among *V. parahaemolyticus* include thermostable direct hemolysin (tdh) and thermostable direct hemolysin-related gene (trh), production of cytotoxic and enterotoxic effects (Terzi *et al.*, 2009; Terzi Gulel and Martinez-Urtaza, 2016; Hiyoshi *et al.*, 2010) in addition to other dynamics including O:K, O3:K59, O3:K6, O5:K15, O4:K8, O3:K29, O1:K56 and WO7 (Igere and Ekundayo, 2020). Recent advances in the availability of food for the populace has resulted the production of ready to eat vegetables both in the market and private commercial vendors. In recent times, consumers of such ready-to-eat farm produce have shown associated clinical symptoms which are traceable to *V. parahaemolyticus* and have generated concern both to the public and health sector. It is as a result of such observations that the study intends to evaluate the abundance of *V. parahaemolyticus* species amongst various green leaf/vegetable in Farm and Markets of Oghara nexus with a view to avert possible food related contamination or food related diseases amongst the consumers of such fresh

vegetables cock-tails from the farm or market. This will be done to also identify the possible source of contamination from the point of collection (i.e the farms) to the point of sale (i.e the market) all with a view to ensuring probable suggestive hygiene practices on vegetables against future related infections. Hence, the essence of this study is to avert or reduce the occurrence of such problem.

Materials and Methods

Area of Study

The study was conducted in the department of Microbiology and Biotechnology and carried out within Western Delta region (Sapele metropolis and Western Delta University, Oghara) Delta State, Nigeria. The study was conducted within two urban region of the Western Delta region of the State. Four communities sited within the region were selected for the study including Ogharefe, Oghareki, Otefe and Ajagbodudu.

These communities were selected based on their susceptibility to potential outbreak, poor knowledge/awareness of microbial early spoilage of fruits, poor food/fruit handling practice by commercial vendors and populace interpersonal hygienic practice. The region is characterized with researchers, teachers, farmers, students, government employees as well as old and young. It is located on E 057°E and W 047°N.

Ethical Consideration

The ethical clearance was approved on the 7th October 2022 by the Department of Microbiology and Biotechnology Research Ethics Board with reference number WDUMCB/2022/ECCvol/143

Table 1: Sampling Points and Market Location

Samples	Market
S 1	Ogharefe
S 2	Oghareki
S 3	Otefe
S 4	Ajagbodudu

Sample Collection and Determination of Presumptive *Vibrio* strains

The fruit cocktail samples were collected from selected local markets as specified above within four local communities of Oghara which has an average population of 357,417. Samples were transported in ice cooler boxes to Biotechnology and Emerging Environmental Infectious Pathogens Research Group (BEEIPREG) lab. Specimen were cultured onto Thiosulphate-citrate-bile-salts-sucrose (TCBC) agar, and incubated at 37°C for 48 h (CDC, 2013). Presumptive *V. parahaemolyticus* strains were identified as green colonies. For purification, five to ten colonies per plate were randomly isolated from each sample and successively purified on fresh TCBS agar plates and on Nutrient agar at 37°C for 24 h.

Isolation of *Vibrio parahaemolyticus*

Fruit cocktails specimens were inoculate onto Thiosulphate Citrate Bile Sucros-Salt Agar (TCBSSA), incubated at 37 °C for a 24 hours. Green colonies were considered as presumptive isolates and one colony per purification plate was used for other identification and biochemical characterisation. *V. parahaemoliticus* ATCC 19433 was used as a positive control as described by Iweriebor *et al.* (2015).

Cultural Methods

The streak plate method developed by Loeffler and Gaffkey in Robert Koch laboratory was applied. The morphological characteristics of the colonies such as shape, colony arrangement, capsules, spore, motility, bud or sheath, pigmentation and other cultural characteristics on agar plates (Nutrition, temperature, of growth, forms, margins, elevation and density) were taken into cognizance. Observed colonies were Gram stained and separated into Gram negative bacilli (Cowan and Steel, 1975; Tille *et al.*, 2014; Harley and Prescott, 2002).

Cultural and Biochemical Characteristics

The cultural morphology of the colonies was taken into cognizance such as the size of colonies, edges, elevation, pigmentation, consistency and odor.

The choice of biochemical tests applied for *Vibrio* species are oxidase as positive results show a dark purple colour within 10 seconds and colour development after 10 seconds was disregarded. (Ottaviani *et al.*, 2003; (Huq *et al.*, 2012; Martinez-Urtaza *et al.*, 2008). Voges-Proskauer test as a cherry red colour indicates a positive reaction (England, 2014) after adding few drops of agent (Izumiya et al., 2011; Di Pinto et al., 2011).

Phenotypic Detection of virulence characteristic

Detection of haemolysin:

Pure presumptive isolates were cultured onto blood agar. After about 18-24hours incubation, zone of haemolysis (β - haemolysis) appearing around colonies indicates a positive test (Elliot *et al.*, 2001; Miyagi *et al.*, 2016).

Detection of protease.

It was performed on skimmed milk agar (see section above)as described by Benson (2002). As the appearance of clear zone of hydrolysis around inoculums after incubation at 37 °C for 24- 48 hr indicates positive test (Igere et al., 2020).

Detection of Lipase:

The method of Rhodina (1972) was employed using a constituted medium to detect lipase production. The appearance of turbid zone around colonies indicates a positive result.

Antibiotic Susceptibility Testing

Antimicrobial susceptibility test of the various isolates was performed using the standard disk diffusion test also commonly known as Kirby-Bauer test. Mueller-Hinton agar plate and paper disk containing a single concentration of antimicrobial agent was place centrally on the surface of the agar plate containing the isolate and incubated for 18 – 24 hours in an incubator (37⁰C). Antibiotics used for Gram negative bacilli (GNB) were amikacin, ceftazidime, cefuroxime, cefixime, Ampicilin, Amoxicillin-clavulanic acid (Augmentin), Tetracyclin, gentamicin, chloramphenicol, Nalidixic acid, Levofloxacin, and Peperaxilin-tozobactam respectively. For Quality Control of antibiotic susceptibility test, *V. parahaemoliticus* ATCC 19433 was used as a positive control to describe CLSI (CLSI, 2015; Igere et al., 2020, 2022c,d,e).

Molecular methods

DNA Extraction

Genomic DNA of test organism was extracted by boiling method previously described by Maugeri *et al.* 2006 with few modifications. Briefly, an overnight culture of each isolate was harvested onto sterile 1.5mL microfuge tube containing 500 μ l of sterile distilled water. Cells where then boiled at 100 °C for 10 munites in a pre-heated heating block (Techne heating

block Dri-Block, DB-3D. www.lasec.co.za). The heated suspension is centrifuged for 5 min at 13500rpm and supernatant is collected. The collected supernatant is then stored at -20 °C until used as DNA template for PCR.

PCR Detection

Presumptive *Vibrio* isolates were confirmed as *Vibrio* genus by the polymerase chain reaction (PCR) method using specific primer pairs which target nucleotide sequences in the variable regions at positions 700 and 1325 within the 16S rRNA gene and Vp-tox or flaE as shown in Tables 2 and 3a,b below..

Table 2: Primer sequence specific for Vibrios and their gene as described by Kwok *et al.*, (2002).

Target species	Primers	Sequences (5' 3')	Target gene	Amplicon size (bp)	Reference
All <i>Vibrio</i> spp.	V. 16S-700F	CGG TGA AAT GCG TAG AGA T	16Sr RNA	663	Kwok <i>et al.</i> ,2002
<i>V. parahaemolyticus</i>	V. 16s-1325R	TTA CTA GCG ATT CCG AGT TC	flaE	897	Tarr <i>et al.</i> , 2007
	Vp.toxR F Vp.toxR R	GTC TTC TGA CGC AAT CGT TG ATA CGA GTG GTT GCT GTC ATG			

The thermal cycling conditions: Initial denaturation at 94°C for 5 min followed by 35 cycles of denaturation at 94°C for 40 s, annealing at 64.5°C for 40 s, and extension at 72°C for 1 min.

Agarose Electrophoresis

Agarose electrophoresis was conducted using a re-constituted 1X TBE as running buffer. Gel was prepared by dissolving 1.5 g of agarose powder (Sigma Aldrich) in 100 mL of running buffer and heated to boiling. The prepared gel was casted on a minigel tray (Anachem, Dorset, UK), allowed to solidify, placed carefully in an electrophoresis tank filled with 1 × TBE Buffer and electrophoresed (electrophoresis machine CLS-AG100, Warwickshire, UK) at 100 V for 50 min. The gel was visualized after electrophoresis on a UV transilluminator (Bio Rad Hercules, California, USA).

Statistical analysis

All experiments were performed in duplicates and the results expressed as percentage in tables and figures using Microsoft Excel.

Results

The result of our study was presented in figures or photos, Tables, histogram and heat-map as shown below. Table 1 shows the study area and the numbers of samples and presumptive isolates recovered. The Table 2 reveals the summary of the applied gene sequences. Table 3a,b shows, collected fruit cocktails classes, numbers of collected fruit cocktails, numbers of presumptive isolates and the numbers of PCR confirmed isolates. Our result has shown that there is a 20 % (13) prevalence of *V. parahaemolyticus* confirmed isolates in fruit cocktails in the study area.

The Gram reaction of suspected isolates yielded negative reaction for all presumptive isolates (Fig 1) whereas the cultural features of suspected strains were green on TCBSA as shown on Fig 1,2,3 below.

Nineteen presumptive isolates were obtained from study location A while fifteen presumptive isolates were recovered from study location B as described in Table 3 below. The molecular biology technique (polymerase chain reaction or PCR) detected a total of 13/65 (20%) isolates as *V. parahaemolyticus* using the 16SrRNA specie specific primer pairs (Fig 2a,b).

The antibacterial susceptibility testing of isolates revealed a high resistance to members of the β -lactam antibiotics and chloramphenicol (Table 4a,b).

Table 3: Shows the various Classes of Fruit cocktails collected and Isolates Recovered during study

Location	Fruit types and mix	Numbers of specimen collected	Numbers of Presumptive isolates	Numbers of confirmed isolates
Ogharefe	Apple/watermelon/carrot	2	6	2
	Cucumber/pawpaw/garden egg	2	5	1
	Carrot/pea/apple	2	3	0
	gabbage/carrot/onion	2	5	0
Oghareki	Apple/watermelon/carrot	2	7	3
	Cucumber/pawpaw/garden egg	2	2	0
	Carrot/pea/apple	2	2	0
	gabbage/carrot/onion	2	4	0
Otefe	Apple/watermelon/carrot	2	4	1
	Cucumber/pawpaw/garden egg	2	5	2
	Carrot/pea/apple	2	5	2
	gabbage/carrot/onion	2	6	0
Ajagbodudu	Apple/watermelon/carrot	2	3	1
	Cucumber/pawpaw/garden egg	2	4	1
	Carrot/pea/apple	2	2	0
	gabbage/carrot/onion	2	2	0
Total			65	13

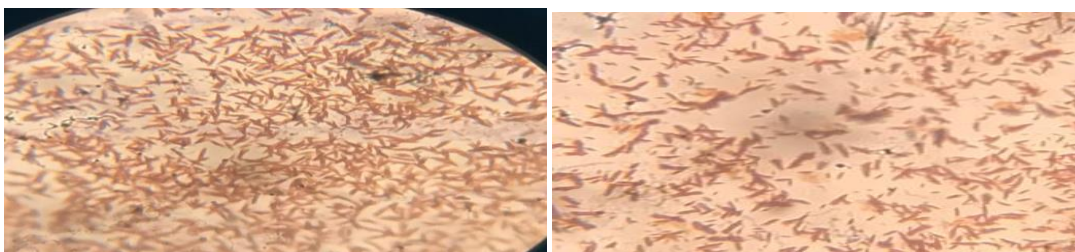


Figure 1: Gram Negative bacilli observed using binocular microscopy during study (a typical photo for *Vibrio* species)



Figure 2a: Photomicrogram of cultural characters of Vibrio species (green colonies) on TCBS Agar as observed during study



Figure 2b: Photomicrogram of cultural characters of Vibrio species (green colonies) on TCBS Agar was observed during study



Figure 3a: Antibiotic Susceptibility test plates of Isolates observed during study

Table 4 Antibiogram of all *V. parahaemolyticus* Confirmed Isolates

Isolates	CXM-30C	AP-25C	CAZ-30C	PTZ-110C	AUG-30C	T-	CTX-30C	CFX-30C	GM	NA-30C	LEV-5C	C-30C
						30C			10C			
1UG	25	11	13	18	12	12	12	17	17	19	21	14
2UG	23	11	20	19	14	21	13	24	18	25	14	23
3UG	32	0	37	24	13	19	19	22	23	39	18	11
1OGK	22	13	15	28	14	17	17	23	23	37	19	17
2OGK	21	14	30	16	16	19	12	17	17	38	18	12
1AA	21	12	30	33	17	19	20	14	18	20	21	14
2AA	12	10	26	26	0	21	21	12	21	12	21	18
3AA	0	8	18	29	0	22	18	13	22	14	24	10
1AJ	19	10	23	28	12	18	19	18	21	11	16	12
2AJ	0	10	0	14	11	14	21	11	20	0	13	11
1OGK	0	7	0	11	16	17	20	16	18	14	12	17
2OGK	14	14	12	30	19	12	16	20	19	14	15	14
3OGK	14	12	21	33	21	19	18	18	17	15	17	11

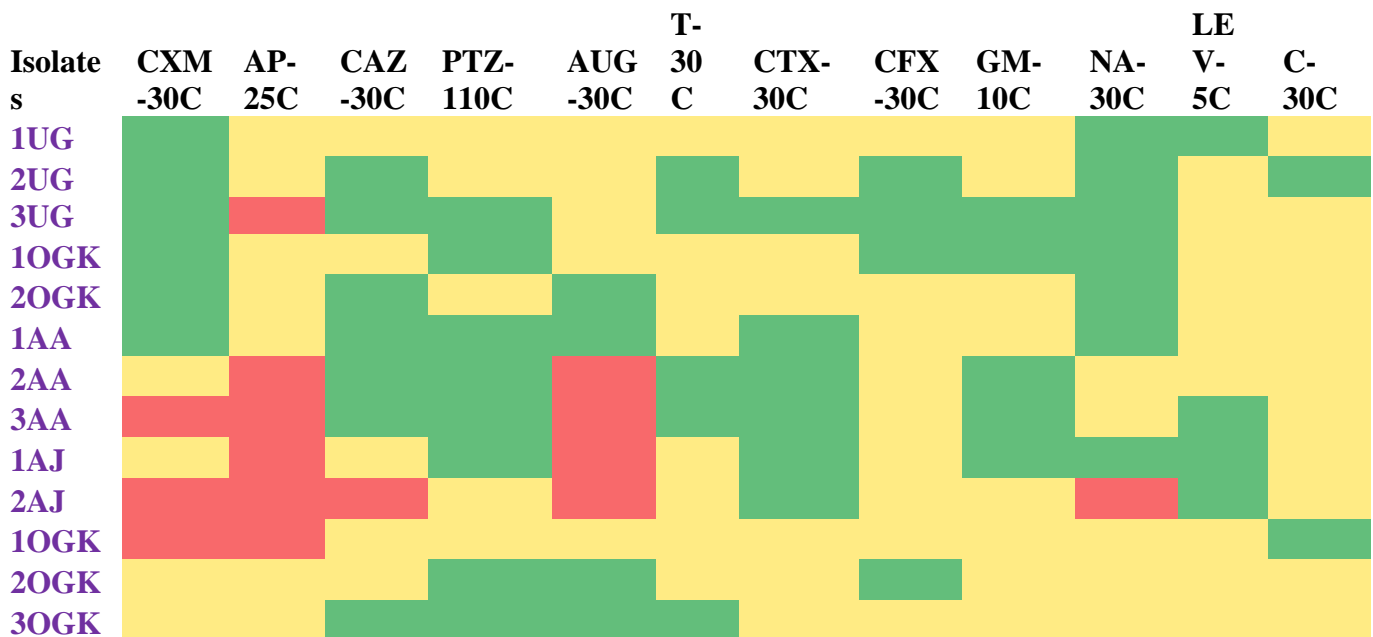


Figure 4 A heatmap representation of Antibigram were yellow represent resistance, red represent intermediate and green represent sensitive

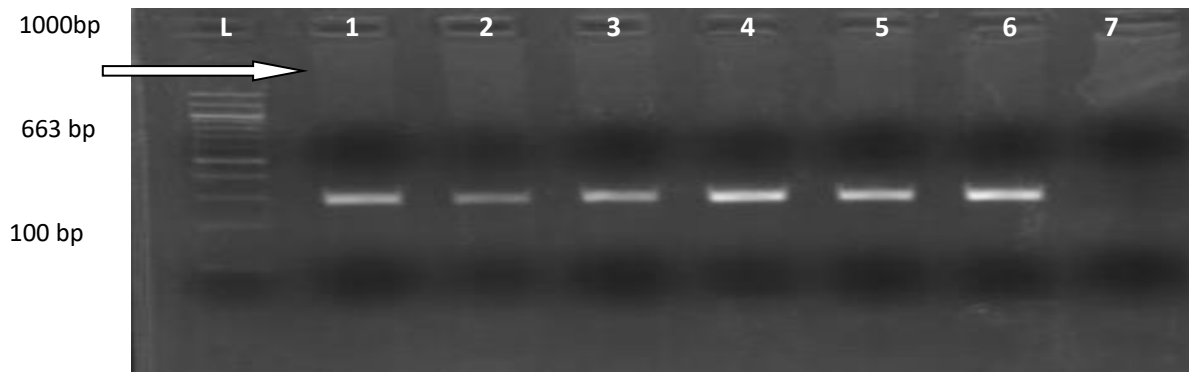


Figure 5a; Shows the amplicon of 16Sr RNA gene of Vibrio specie, analyzed with 1.5% agarose gel electrophoresis. L is 100bp-1kb ladder (molecular marker). Lane 1 is a positive control while Lanes 2, 3, 4, 5, 6, positive samples while lane 7 is negative for the detected genes.

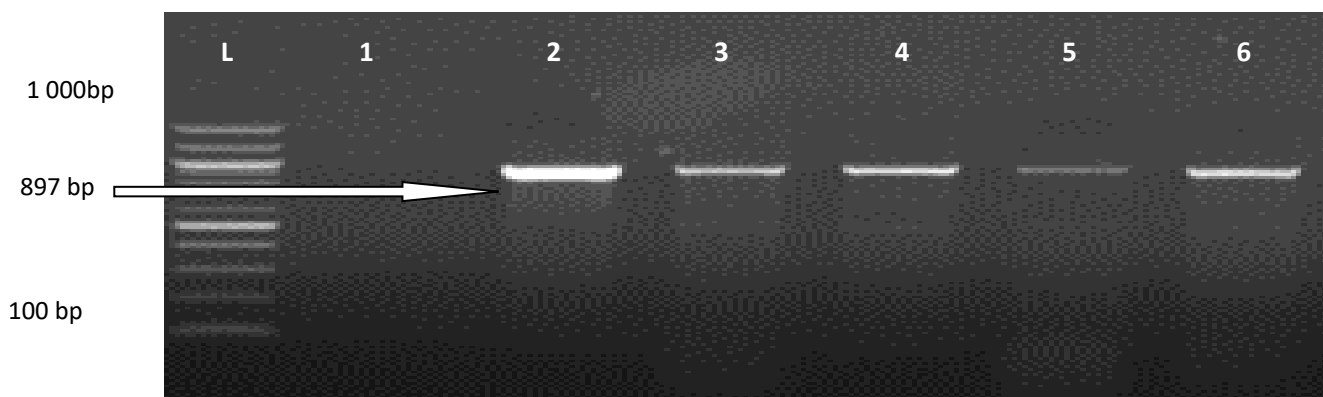


Figure 5b; Shows the amplicon of flaE gene of Vibrio parahaemolyticus, analyzed with 1.5% agarose gel electrophoresis. L is 100bp-1kb ladder (molecular marker). Lane 1 is a negative control, 1 is a positive control while Lanes 2, 3, 4, 5, 6, positive samples

Discussion

Reports on the occurrence of enterocyte infecting potential pathogen from ready-to-eat fruit cocktail continues to heighten yet there is dearth of information on source tracking of such bacteria strains that are associated with food borne infections. Although the ubiquitous nature of bacteria and other microorganisms remains a natural phenomenon required for the survival of bacterial, it has become an area of concern for the public who negates the real life standard hygienic practice during food preparation processes. One of such enterocyte infecting potential pathogen are members of the vibronaceae family (eg *V. parahaemolyticus*). In addition, multiple antibiotic resistance has also become a concern as diverse bacterial strains acquire resistance determinants (Igere et al., 2022a; CDC, 2009). Our study focuses on the occurrence and prevalence of *V. parahaemolyticus* in pre-prepared fruit cocktail sold in Western Delta region of the State. The study focuses on commercially available fruit

cocktails and the distribution/spread of multiple antibiotic resistant strains after a laboratory-based isolation, characterization, antibiogram and nucleic acid (molecular) detection.

Presumptive Isolation, characterization and prevalence

From the 16 specimens of fruit cocktails collected within Oghara nexus, 65 presumptive isolates of *V. parahaemolyticus* were recovered. Although fruits and its products may not be habitat of these organisms, such microbial presence in these food sources indicates cross contamination which may have occurred either during the transportation of fruits prior to preparation of cocktails, cross contamination at the point and/or table of cocktail preparation and poor application of inter-personal hygiene by the human subjects during preparation. This is a call to adequately employ washing of fruits with sterile water and applying inter-personal hygiene during preparation of such food products.

Amongst the 65 presumptive isolates retrieved from culture onto TCBS agar as shown in fig 1, 2a and 2b, 20% (13) were confirmed as *V. parahaemolyticus*. This shows that the percentage prevalence of tested isolates on collected samples within the study period is moderate. Although, the prevalence rate appears to be minimal moderate, the high potential pathogenicity of the organism as it is associated with gastroenteritis necessitates public health concern. In addition, it is possible that only some quantity of the strains are associated with fruit cocktails with thriving tendency of the strains within the study area. This is also another call for a careful observation of such related strains in the study area as it serves as a potential source for distribution of organism or a sources for outbreak of the potential pathogen. The previous studies of most related investigators also affirmed that the frequency of microbial cross contamination is in most cases low and only a small quantity of such bacterial are Vibrio members (Igbinsosa, 2010). Such small quantity of organism posses the capability to interact any host, contaminate any environment and subsequently result illnesses (Igbinsosa, 2010; Matsuda et al., 2012). It is important to note that *V. parahaemolyticus* has been implicated in gastroenteritis after consumption of contaminated food products (Wang et al., 2015). Numerous investigators have reported similar reports on the observation of *V. parahaemolyticus* in ready-to-eat food (Mohamad et al., 2019; Ryuet et al., 2019; Beshiruet et al., 2020) which show the thriving tendency of the organism in ready-to-eat food sources.

Phenotypic Virulent indices of bacterial strains

The strains isolated were associated with ready-to-eat food samples which necessitate determination of potential virulence determinants. A culture dependent virulence of the isolates was determined. The study accessed enzyme-based virulent determinants such as oxidase, protease, lipase, catalase, coagulase, and hemolysin as revealed during the study. Amongst the 13 confirmed isolates of *V. parahaemolyticus* 7/13 (53%) of them were shown to produce protease, 13/13 (100%) were oxidase positive, 5/13 (38.5%) were hemolysin positive while other positive test are catalase (4/13; 30.8%), lipase (6/13; 46.2%). Similar phenotypic virulent characters were also reported amongst the related isolates by various investigators (Moghaddam et al., 2014; Ekundayo and Igere et al., 2020, Igere et al., 2020a). Such virulent determinants are relevant patho-significant indices of the bacteria strains which are necessary for pathogenesis in any disease case. Observing such virulent characters amongst food associated specimen is an indication that these strains are potential gastrointestinal pathogens, which calls for public health concern

Antibiotic Susceptibility Profile

Following the CLSI interpretative guidelines for various *in vitro* antibiotics used, the members of the *V. parahaemolyticus* were grouped into R (resistant strains), I (intermediate strains), S (sensitive strains) (CLSI, 2015). The Table 3 and figure 5 shows the antibiotic profile and the interpretation of twelve antibiotics applied during the study. The various colour reads on the figure 5 heat-map shows that yellow represent resistance region, red

represent intermediate region and green represent sensitive region. The very broad region covered by the yellow map shows that majority of the isolates were multiple antibiotics resistant. The resistant phenotypes observed reveals as follows Ampicilin (AP-25C; 69.2%), Ceftazidime (CAZ-30C; 47.3%), Cefuroxime (CRX-30C; 34.8%), Gentamycin (GM-10C; 41.2%), Cefixime (CXM-30C; 56.1%), Augmentin (AUG-30C; 29.6%) etc as revealed in figure 5 above. The Table 3 shows the antibiotics disc invitro-test on the isolates which were interpreted based on the CLSI interpretative standard. It is important to note that these reported antibiotics are routine antibiotics commercially applied in the treatment and management of infections implicated by the observed organisms. Observing such high level resistant phenotype is an indication of spread of these resistant markers in food samples. This is a call for public health interest as it is suggestive that attention and interest towards limiting or eradicating such potential pathogens be instituted. Multiple antibiotic resistant *V. parahaemolyticus* has also been reported in similar related studies of (Yano et al., 2014; Sudha et al.,2014; Pazhani et al.,2014; Yu et al.,2013)

Possible Limitations

Routine commercial sampling of fresh produce and surrounding environments is often infrequent and currently only identification of *V. parahaemolyticus* will be done to species level. Even with the advent of subtyping techniques, source tracking in a processing environment remains difficult due to the risk of recontamination, i.e. if an indistinguishable strain is found in a processing environment and on a raw material it doesn't prove that the contamination came from the raw material or vice versa.

Conclusion

The Surveillance and assessment of potentially pathogenic bacteria found in food sources is an important component of research which is aimed at understanding, preparing for, and protecting communities from potential widespread infection and transmission of infectious diseases. It is also an important determinant for the control of fast spreading resistant strains in various localities. The distribution and spread of such strains has been traceable to the poor implementation of standard hygienic practice and poor awareness on the possibility that non-adherence to hygienic practice may encourage survival and thriving of resistant bacteria strains. It does not also negate the need for appropriate usage of antimicrobial agent as well as method of handling food samples.

Recommendation

It is suggestive that a planned repeated surveillance of the such food sources be examined further *V. parahaemolyticus* in other nearby area. The observations of such resistant strains also inform the need for appropriate application of interpersonal hygiene. The study has revealed the multiple antibiotic resistant nature of the organism in food sources and poor hygien has been implicated as influencing factor. It is recommended that a routine and periodic awareness campaign on appropriate application of inter-personal hygiene must be instituted

Acknowledgement

Authors present an indescribable appreciation to various investigators of foodborne enterocyte infecting organisms as well as other related studies for their continuous support and contributions in eradicating and controlling foodborne infectious strains. I will also not forget the immerse contribution of Prof U.U Nwodo for his commitment and suggestion on the need to document and/or report such finding. The study was funded by investigators annual salary.

Conflict of Interest

Authors declared non

REFERENCES

- Akther, F., Neogi, S.B., Chowdhury, W.B., Sadique, A., Islam, A. and Akhter, M.Z. (2016). Major *tdh*⁽⁺⁾*Vibrio parahaemolyticus* serotype changes temporally in the Bay of Bengal estuary of Bangladesh. *Infection, Genetics and Evolution***41**: 153–159.
- Alam, M.J., Tomochika, K., Miyoshi, S. and Shinoda, S. (2002). Environmental investigation of potentially pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in the Seto-Inland Sea, Japan. *FEMS Microbiology Letters***208**: 83-87.
- Arakawa, E., Murase, T., Shimada, T., Yamai, S. and Watanabe, H. (1999). Emergence and prevalence of a novel *Vibrio parahaemolyticus* O3:K6 clone in Japan. *Jpn. Journal of Infectious Diseases***52**: 246–247.
- Banerjee, S.K., Kearney, A.K., Nadon, C.A., Peterson, C.L., Tyler, K., Bakouche, L., Clark, C.G., Hoang, L., Gilmour, M.W. and Farber, J.M.(2014). Phenotypic and genotypic characterization of Canadian clinical isolates of *Vibrio parahaemolyticus* collected from 2000 to 2009. *Journal of Clinical Microbiology***52**: 1081–1088.
- Bej, A.K., Patterson, D.P., Brasher, C.W., Vickery, M.C., Jones, D.D. and Kaysner, C.A. (1999). Detection of total and hemolysin-producing *Vibrio parahaemolyticus* in shellfish using multiplex PCR amplification of *tl*, *tdh* and *trh*. *Journal of Microbiological Methods***36**: 215–225.
- Beshiru, A. and Igbinosa, E.O. (2018). Characterization of extracellular virulence properties and biofilm-formation capacity of *Vibrio* species recovered from ready-to-eat (RTE) shrimps. *Microbial Pathogenesis***119**:93-102.
- Beshiru, A., Okareh, O.T., Okoh, A.I. and Igbinosa E.O. (2020). Detection of antibiotic resistance and virulence genes of *Vibrio* strains isolated from ready-to-eat shrimps in Delta and Edo States, Nigeria. *Journal of Applied Microbiology***129**: 17-36.
- Bilung, L.M., Radu, S., Bahaman, A.R., Rahim, R.A., Napis, S., Ling, M.W., Tanil, G.B. and Nishibuchi, M.(2005). Detection of *Vibrio parahaemolyticus* in cockle (*Anadara granosa*) by PCR. *FEMS Microbiology Letters***252**: 85–88.
- Bisha, B., Simonson, J., Janes, M., Bauman, K. and Goodridge, L.D. (2012). A review of the current status of cultural and rapid detection of *Vibrio parahaemolyticus*. *International Journal of Food Science and Technology***47**: 855–899.
- Broberg, C.A., Calder, T.J. and Orth, K. (2011). *Vibrio parahaemolyticus* cell biology and pathogenicity determinants. *Microbes and Infection - Institut Pasteur***13**:992–1001.
- Cai, Q. and Zhang, Y. (2018). Structure, function and regulation of the thermostable direct hemolysin (TDH) in pandemic *Vibrio parahaemolyticus*. *Microbial Pathogenesis***123**: 242-245.
- Ceccarelli, D., Hasan, N.A., Huq, A. and Colwell, R.R.(2013). Distribution and dynamics of epidemic and pandemic *Vibrio parahaemolyticus* virulence factors. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology***3**: 97.
- Chen, S. and Ge, B. (2010). Development of a *toxR*-based loop-mediated isothermal amplification assay for detecting *Vibrio parahaemolyticus*. *BMC Microbiology***10**: 41.
- Cho, T.J., Kim, N.H., Kim, S.A., Song, J.H. and Rhee, M.S. (2016). Survival of foodborne pathogens (*Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, and *Vibrio parahaemolyticus*) in raw ready-to-eat crab marinated in soy sauce. *International Journal of Food Microbiology***238**: 50–55.
- Croci, L., Suffredini, E., Cozzi, L., and Toti, L. (2002). Effects of depuration of molluscsexperimentallycontaminatedwith *E. coli*, *Vibrio cholerae* O1 and

- Vibrioparahaemolyticus*. *J. Appl. Microbiol.* 92, 460–465. doi:10.1046/j.1365-2672.2002.01548.x
- Daniels, N.A., MacKinnon, L., Bishop, R., Altekruze, S., Ray, B. and Hammond, R.M. (2000). *Vibrio parahaemolyticus* infections in the United States, 1973–1998. *Journal of Infectious Diseases* **181**:1661–1666.
- Dauros, P., Bello, H., Dominguez, M., Hormazabal, J.C. and Gonzalez, G. (2011). Characterization of *Vibrio parahaemolyticus* strains isolated in Chile in 2005 and in 2007. *Journal of Infection in Developing Countries* **5**: 502–510.
- Elmahdi, S., Dasilva, L.V. and Parveen, S. (2016). Antibiotic resistance of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* in various countries: A review. *Food Microbiology* **57**: 128–134.
- FAO/WHO (2016). Selection and application of methods for detection and enumeration of human-pathogenic halophilic *Vibriosp* in seafood—Guidance. Microbiological risk assessment series: Vol. 22. <http://www.who.int/iris/handle/10665/249530>.
- Fujino, T., Okuno, Y., Nakada, D., Aoyama, A., Mukai, T., and Ueho, T. (1953). On the bacteriological examination of shirasu food poisoning. *Med. J. Osaka Univ.* 4, 299–304.
- Ghenem, L. and Elhadi, N. (2018). Isolation, molecular characterization, and antibiotic resistance patterns of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from coastal water in the Eastern Province of Saudi Arabia. *Journal of Water Health* **16**: 57–69.
- Guin, S., Saravanan, M., Anjay, Chowdhury, G., Pazhani, G.P. and Ramamurthy, T. (2019). Pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in diarrhoeal patients, fish and aquatic environments and their potential for inter-source transmission. *Heliyon* **5**: e01743.
- Ham, H. and Orth, K. (2012). The role of type III secretion system 2 in *Vibrio parahaemolyticus* pathogenicity. *Journal of Microbiology* **50**: 719–725.
- Hara-Kudo, Y., Sugiyama, K., Nishibuchi, M., Chowdhury, A., Yatsuyanagi, J. and Ohmoto, Y. (2003). Prevalence of pandemic thermostable direct hemolysin-producing *Vibrio parahaemolyticus* O3:K6 in seafood and the coastal environment in Japan. *Applied Environmental Microbiology* **69**: 3883–3891.
- Honda, T., Ni, Y., Yoh, M., and Miwatani, T. (1989). Production of monoclonal antibodies against thermostable direct haemolysin of *Vibrioparahaemolyticus* and application of the monoclonal antibodies for enzyme-linked immunosorbent assay. *Med. Microbiol. Immunol.* 178, 245–253. doi:10.1007/BF00191059
- Igbinosa, E.O., Beshiru, A., Igbinosa, I.H., Ogofure, A.G. and Uwhuba, K.E. (2021). Prevalence and characterization of food-borne *Vibrio parahaemolyticus* from African salad in Southern Nigeria. *Frontiers in Microbiology* **12**: 632266.
- Igere BE, Nwodo UU. Genetic characterization of non-O1/non-O139 *Vibrio cholerae* mobilome: a strategy for understanding and discriminating emerging environmental bacterial strains. *J Biol Res* doi: 10.4081/jbr.2023.11202.
- Igere BE, Peter WO, Beshiru A. Distribution/Spread of Superbug and Potential ESKAPE-B Pathogens amongst Domestic and Environmental Activities: A Public Health Concern. *Discovery*, 2022c, 58(313), 1-20
- Igere BE, Ehwarieme AD, Okolie EC and Gxalo O. (2021a) Exogenous and cell-free nucleic acids in water bodies: A penchant for emergence of pandemic and other particulate nucleic acid associated hazards of public health concern in water nexus *Nigerian Journal of Science and Environment*, Vol.19 (2)
- Igere BE, Onohuean H, Nwodo UU, Modern knowledge-scape possess petite influence on the factual persistence of resistance determinants (ARGs/MGEs): a map and assessment of discharged wastewater and water bodies, *Heliyon* **8** (12) (2022a) e12253, doi:10.1016/j.heliyon.2022.e12253.

- Igere BE, Okoh AI, Nwodo UU. Lethality of resistant/virulent environmental vibrio cholerae in wastewater release: An evidence of emerging virulent/antibiotic-resistant-bacteria contaminants of public health concern. *Environ Chal* 2022b; 7, 100504.
- Iwu Chidozie Declan, Adeoye John Kayode, Bright E. Igere, Anthony Ifeanyin Okoh (2022d) "High levels of multi drug resistant Escherichia coli pathovars in preharvest environmental samples: A ticking time bomb for fresh produce related disease outbreak. *Frontiers in Environmental Science*, p.218.
- Igere, B.E., Onohuean, H. and IGBINOSA, E.O., 2023. Polymyxin sensitivity/resistance cosmopolitan status, epidemiology and prevalence among O1/O139 and non-O1/non-O139 Vibrio cholerae: A meta-analysis. *Infectious Medicine*.
- Oluwafemi, Y.D., Igere, B.E., Ekundayo, T.C. and Ijabadeniyi, O.A., 2023. Prevalence of Listeria monocytogenes in milk in Africa: a generalized logistic mixed-effects and meta-regression modelling. *Scientific Reports*, 13(1), p.12646.
- Rashidat B. Maikalu, Bright E. Igere, Emmanuel E.O. Odjadjare (2023) Enterobacter species Distribution, emerging virulence and multiple antibiotic resistance dynamics in effluents: A countrified spread-hub and implications of abattior release. *Total Environment Research Themes* 8 (2022) 100074.
- Igere Mercy A. and Igere Bright E (2021) COVID-19 Spread Acceptability, attitude and information Accessibility Amongst rural Community in Delta State, Nigeria. 2021. *Regional Journal of Information and Knowledge Management*, 6 (1); 27 – 41.
- Igere, Bright. E, Onoriasakpobare F.O, Adeola M.O (2024). Prevalence of Heamolysin-BL and Cytotoxin K Toxinigenic *Bacillus cereus* in Milk/Milk Products in Oghara and Environs. *Nigerian Journal of Science and Environment* Volume 22 (1) 91 – 105 ISSN: 1119 – 9008 <https://doi.org/10.61448/njse221248>.
- Igere Bright E., Blessing B. Igolukumo, Eduamodu C, Emmanuel O. Odjadjare (2021b). Multi-Drug Resistant *Aeromonas* Species in Annelida: An Evidence of Pathogen Harboring Leech in Recreation Water Nexus of Oghara Nigeria Environs. *SCIENTIA AFRICANA*. 2021
- Igere, B. E., & Adeola, M. O. . (2024). Fighting Biofilm Bearing Microbes, Global Challenges, Initiatives and Current Novel Therapeutics/Antibiofilm Strategies: A Narrative Scientific Record. *Medinformatics*. <https://doi.org/10.47852/bonviewMEDIN42022687>
- Odjadjare, E. E., Igbinsosa, E. O., Mordi, R., Igere, B., Igeleke, C. L., & Okoh, A. I. (2012). Prevalence of multiple antibiotics resistant (MAR) Pseudomonas species in the final effluents of three municipal wastewater treatment facilities in South Africa. *International journal of environmental research and public health*, 9(6), 2092-2107.
- Iwamoto, M., Ayers, T., Mahon, B.E., and Swerdlow, D.L. (2010). Epidemiology of seafood-associated infections in the United States. *Clinical Microbiology Rev.* 23, 399–411. doi:10.1128/CMR.00059-09
- Kamruzzaman, M., Bhoopong, P., Vuddhakul, V. and Nishibuchi, M. (2008). Detection of a functional insertion sequence responsible for deletion of the thermostable direct hemolysin gene (*tdh*) in *Vibrio parahaemolyticus*. *Gene* 421: 67–73.
- Karunasagar, I., Venugopal, M.N., Karunasagar, I. and Segar, K. (1986). Evaluation of methods for enumeration of *Vibrio parahaemolyticus* from seafood. *Applied and Environmental Microbiology* 52: 583–585.
- Kim, Y.B., Okuda, J., Matsumoto, C., Takahashi, N., Hashimoto, S. and Nishibuchi, M. (1999). Identification of *Vibrio parahaemolyticus* strains at the species level by PCR targeted to the *toxR* gene. *Journal of Clinical Microbiology* 37: 1173-1177.
- Kodama, T., Rokuda, M., Park, K.S., Cantarelli, V.V., Matsuda, S., Iida, T. and Honda, T. (2007). Identification and characterization of *VopT*, a novel ADP-ribosyltransferase effector protein secreted via the *Vibrio parahaemolyticus* type III secretion system 2. *Cellular Microbiology* 9: 2598–2609.

- Kong, C., Wang, Y., Fodjo, E.K., Yang, G.X., Han, F. and Shen, X.S. (2017). Loop-mediated isothermal amplification for visual detection of *Vibrio parahaemolyticus* using gold nanoparticles. *Microchimica Acta* **185**: 35.
- Koralage, M.S., Alter, T., Pichpol, D., Strauch, E., Zessin, K.H. and Huehn, S. (2012). Prevalence and molecular characteristics of *Vibrio* spp. isolated from preharvest shrimp of the North Western province of Sri Lanka. *Journal of Food Protection* **75**: 1846–1850.
- Leoni, F., Talevi, G., Masini, L., Ottaviani, D. and Rocchegiani, E. (2016). Trh (*tdh*-/*trh*+) gene analysis of clinical, environmental and food isolates of *Vibrio parahaemolyticus* as a tool for investigating pathogenicity. *International Journal of Food Microbiology* **225**: 43–53.
- Letchumanan, V., Chan, K.G. and Lee, L.H. (2014). *Vibrio parahaemolyticus*: A review on the pathogenesis, prevalence, and advance molecular identification techniques. *Frontiers in Microbiology* **5**: 705.
- Lopatek, M., Wieczorek, K. and Osek, J. (2015). Prevalence and antimicrobial resistance of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from raw Shellfish in Poland. *Journal of Food Protection* **78**: 1029–1033.
- Lopatek, M., Wieczorek, K. and Osek, J. (2018). Antimicrobial resistance, virulence factors, and genetic profiles of *Vibrio parahaemolyticus* from Seafood. *Applied Environmental Microbiology* **84**: e0053718.
- Makino, K., Oshima, K., Kurokawa, K., Yokoyama, K., Uda, T. and Tagomori, K. (2003). Genome sequence of *Vibrio parahaemolyticus*: A pathogenic mechanism distinct from that of *V. cholerae*. *Lancet* **361**: 743–749.
- McCarter, L. (1999). The multiple identities of *Vibrio parahaemolyticus*. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology* **1**: 51–57.
- Myers, M.L., Panicker, G. and Bej, A.K. (2003). PCR detection of a newly emerged pandemic *Vibrio parahaemolyticus* O3:K6 pathogen in pure cultures and seeded waters from the Gulf of Mexico. *Applied Environmental Microbiology* **69**: 2194–2200.
- Newton, A., Kendall, M., Vugia, D.J., Henao, O.L. and Mahon, B.E. (2012). Increasing rates of vibriosis in the United States, 1996–2010: Review of surveillance data from 2 systems. *Clinical Infectious Diseases* **54**(5): S391–S395.
- Nishibuchi, M. and Kaper, J.B. (1990). Duplication and variation of the thermostable direct hemolysin (*tdh*) gene in *Vibrio parahaemolyticus*. *Molecular Microbiology* **4**: 87–99.
- Ohnishi, K., Nakahira, K., Unzai, S., Mayanagi, K., Hashimoto, H. and Shiraki, K. (2011). Relationship between heat-induced fibrillogenicity and hemolytic activity of thermostable direct hemolysin and a related hemolysin of *Vibrio parahaemolyticus*. *FEMS Microbiology Letters* **318**: 10–17.
- Park, B. and Choi, S.J. (2017). Sensitive immunoassay-based detection of *Vibrio parahaemolyticus* using capture and labeling particles in a stationary liquid phase lab-on-a-chip. *Biosensors and Bioelectronics* **90**: 269–275.
- Paydar, M., Teh, C.S. and Thong, K.L. (2013). Prevalence and characterisation of potentially virulent *Vibrio parahaemolyticus* in seafood in Malaysia using conventional methods, PCR and REP-PCR. *Food Control* **32**: 13–18.
- Raghunath, P., Karunasagar, I. and Karunasagar, I. (2007). Evaluation of an alkaline phosphatase-labeled oligonucleotide probe for detection and enumeration of *Vibrio* spp. from shrimp hatchery environment. *Molecular and Cellular Probes* **21**: 312–315.
- Raghunath, P., Karunasagar, I. and Karunasagar, I. (2009). Improved isolation and detection of pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* from seafood using a new enrichment broth. *International Journal of Food Microbiology* **129**: 200–203.
- Robert-Pillot, A., Copin, S., Gay, M., Malle, P., and Quilici, M.L. (2010). Total and pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in shrimp: fast and reliable quantification by real-time PCR. *Int. J. Food Microbiol.* **143**, 190–197. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.08.016

- Suffredini, E., Cozzi, L., Ciccaglioni, G. and Croci, L. (2014). Development of a colony hybridization method for the enumeration of total and potentially enteropathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in shellfish. *International Journal of Food Microbiology* **186**: 22–31.
- Su, Y.C., and Liu, C.C. (2007). *Vibrioparahaemolyticus*: a concern of seafood safety. *Food microbiology*. 24, 549–558. doi:10.1016/j.fm.2007.01.005
- Sun, Y.F., Fan, Y.Y., Huang, Y.F., Wang, M. and Lu, X.X. (2013). Antimicrobial resistance and virulence characteristics of *Vibrio parahaemolyticus*. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* **93**: 2733–2735.
- Tanner, N.A. and Evans, T.C. (2014). Loop-mediated isothermal amplification for detection of nucleic acids. *Current Protocols in Molecular Biology* **105**: 15.14.1–15.14.14.
- Tunung, R., Ghazali, F.M., Noranizan, M.A., Haresh, K.K., Lesley, M.B. and Nakaguchi, Y. (2011). Rapid detection and enumeration of pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in raw vegetables from retail outlets. *International Food Research Journal* **18**: 67–78.
- Velusamy, V., Arshak, K., Korostynska, O., Oliwa, K., and Adley, C. (2010). An Overview of foodborne pathogen detection: in the perspective of biosensors. *Biotech. Adv.* 28, 232–254. doi:10.1016/j.biotechadv.2009.12.004
- Wang, D., Wang, H., Zhou, Y., Zhang, Q., Zhang, F., Du, P., Wang, S., Chen, C. and Kan, B. (2011). Genome sequencing reveals unique mutations in characteristic metabolic pathways and the transfer of virulence genes between *V. mimicus* and *V. cholerae*. *PLoS One* **6**: e21299.
- Xu, X., Cheng, J., Wu, Q., Zhang, J. and Xie, T. (2016). Prevalence, characterization, and antibiotic susceptibility of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from retail aquatic products in North China. *BMC Microbiol.* **16**:32.
- Yamazaki, W., Ishibashi, M., Kawahara, R. and Inoue, K. (2008). Development of a loop-mediated isothermal amplification assay for sensitive and rapid detection of *Vibrio parahaemolyticus*. *BMC Microbiology* **8**: 163.
- Yu, W.T., Jong, K.J., Lin, Y.R., Tsai, S.E., Tey, Y.H. and Wong, H.C. (2013). Prevalence of *Vibrio parahaemolyticus* in oyster and clam culturing environments in Taiwan. *International Journal of Food Microbiology* **160**: 185–192.
- Zhu, P., Gao, W., Huang, H., Jiang, J., Chen, X. and Fan, J. (2018). Rapid detection of *Vibrio parahaemolyticus* in shellfish by real-time recombinase polymerase amplification. *Food Analytical Methods* **11**: 2076–2084.