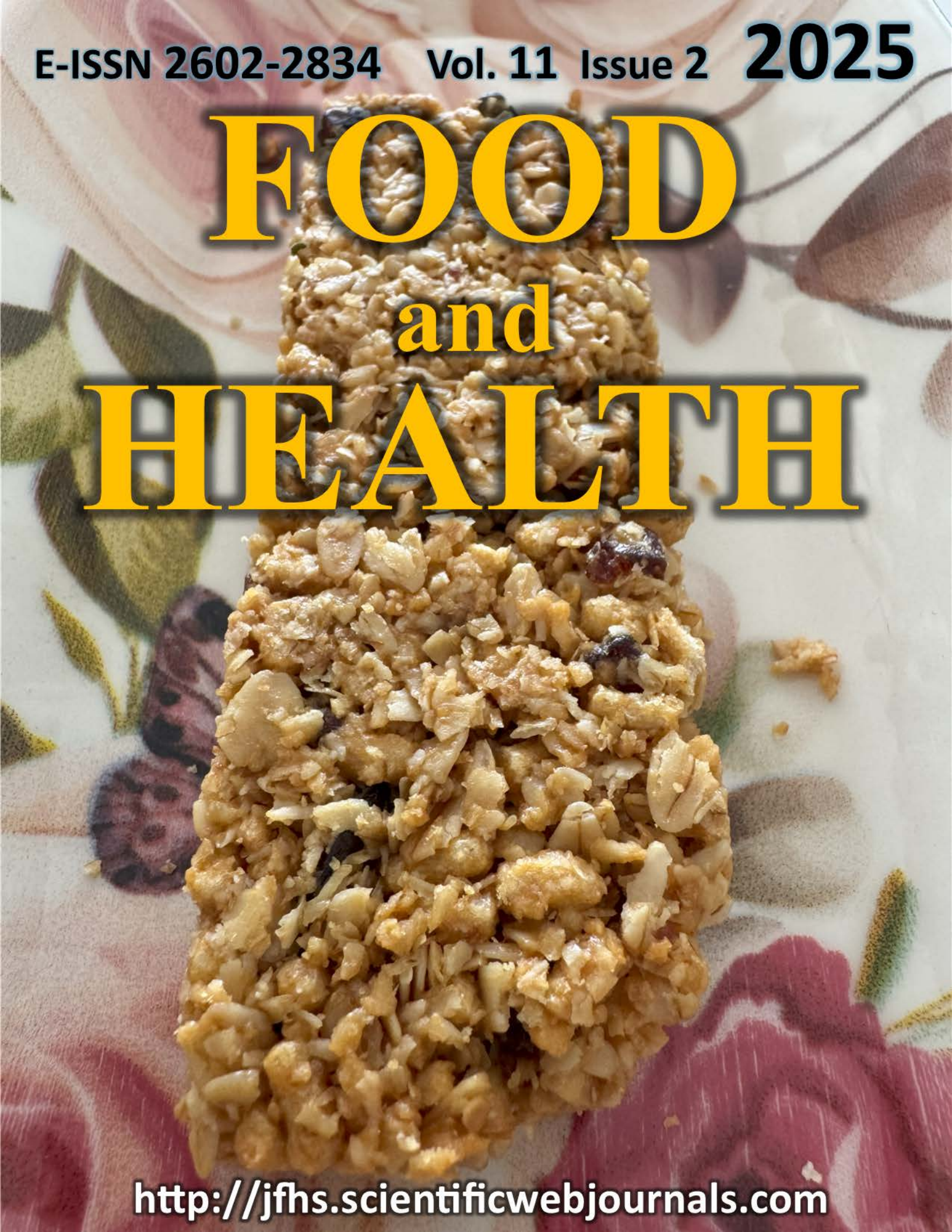


E-ISSN 2602-2834 Vol. 11 Issue 2 2025

FOOD and HEALTH

A vertical stack of oatmeal bars, likely granola or energy bars, is the central focus. The bars are golden-brown and textured, with visible ingredients like oats, nuts, and dried fruit. They are arranged in a neat, vertical column. The background is a light-colored surface with a floral pattern in shades of pink, purple, and green. The text 'FOOD and HEALTH' is overlaid in large, bold, yellow letters with a black outline.

<http://jfhscscientificwebjournals.com>

FOOD and HEALTH



**FOOD
and
HEALTH**
E-ISSN 2602-
2834

Chief Editor:

Prof.Dr. Nuray ERKAN, Istanbul-Türkiye
nurerkan@istanbul.edu.tr
Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences

Co-Editor in Chief:

Prof.Dr. Özkan ÖZDEN, Istanbul- Türkiye
ozden@istanbul.edu.tr
Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences

Language Editor:

Dr. İdil CAN TUNÇELLİ, Istanbul- Türkiye
ozden@istanbul.edu.tr
Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences

Cover Photo:

Prof.Dr. Özkan ÖZDEN, Istanbul- Türkiye
ozden@istanbul.edu.tr

Editorial Board:

Prof.Dr. Sencer BUZRUL, Konya-Türkiye
b.bhandari@uq.edu.au
0000-0003-2272-3827
University of Necmettin Erbakan, Faculty of Engineering,
Department of Food Engineering

Prof.Dr. İBRAHİM ÇAKIR, Bolu- Türkiye
ibrahimcakir@ibu.edu.tr
0000-0001-7775-1871
University of Abant İzzet Baysal, Faculty of Engineering, Department
of Food Engineering

Prof.Dr. Stephan G. DRAGOEV, Plovdiv-Bulgaria
logos2000lt@gmail.com
0000-0003-4817-6008
University of Food Technologies

Prof.Dr. Carsten HARMS, Bremerhaven-Germany
charms@hs-bremerhaven.de
0000-0002-8950-1869
Bremerhaven Institute for Applied Molecular Biology

Prof.Dr. Marcello IRITI, Milano-Italy
marcello.iriti@unimi.it
0000-0002-5063-1236
Milan State University, Faculty of Agricultural and Food Sciences,
Department of Agricultural and Environmental Sciences

Prof.Dr. Abdullah ÖKSÜZ, Aksaray- Türkiye
aoksuz@erbakan.edu.tr
0000-0001-8778-9320
University of Aksaray, Faculty of Nutrition and Health

Prof.Dr. Rovnag RZAYEV, Azerbaijan-Baku
Rovnaq.rzayev@unec.edu.az
0000-0003-2531-4914
Azerbaijan State Economy University

Prof.Dr. Aydın YAPAR, Aydın- Türkiye
ayapar@pau.edu.tr
0000-0003-4921-1995
Pamukkale University, Faculty of Engineering,
Department of Food Engineering

Prof.Dr. Serap COŞANSU, Sakarya-Türkiye
scosansu@sakarya.edu.tr
0000-0003-2875-1335
Sakarya University, Faculty of Engineering, Department of Food
Engineering

Assoc.Prof.Dr. Hafize FİDAN, Plovdiv-Bulgaria
hafizefidan@abv.bg
0000-0002-3373-5949
University of Food Technologies



Publisher Özkan Özden

Copyright © 2025 ScientificWebJournals Web Portal

Adress: Abdi Bey Sok. KentPlus Kadıköy Sitesi No:24B D. 435 Kadıköy/İstanbul, Türkiye

E-mail: ozden@istanbul.edu.tr

for submission instructions, subscription and all other information, visit

<http://ifhs.scientificwebjournals.com>

FOOD and HEALTH

Protein Carbohydrate EPA+DHA
Vegetables Seafood Temperature
Toxins Quality Antioxidant
Moisture Vitamin Additives
Pastorization Food Chemistry
Grain
Sugar HACCP Processing Food Safety
Control Microbiology Water Nutrition Sensory
Dietary Supplement
Meat Omega-3m
Antimicrobial
Fruit
Omega-3
Bread
Storage

FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

Aims and Scope

FOOD and HEALTH

Abbreviation: FOOD HEALTH

e-ISSN: 2602-2834

Journal published in one volume of four issues per year by

<http://jfhs.scientificwebjournals.com> web page

The “Food and Health” journal will publish peer-reviewed (double-blind) articles covering all aspects of food science and its health effects, including original research articles (full papers and short communications) and review articles. Their team of experts provides editorial excellence, fast publication processes, and high visibility for your paper.

The journal's general topics are food, Seafood, Food Technology, Food Chemistry, Food Microbiology, Food Quality, Food Safety, Food Contaminants, Food Allergens, Food Packaging, Modified Food, Functional Food, Dietary Supplements, and nutrition and their health effects.

Manuscripts submitted to the "Food and Health" journal will go through a double-blind peer-review process. Each submission will be reviewed by at least two external, independent peer reviewers who are experts in their fields to ensure an unbiased evaluation process. The editorial board will invite an external and independent editor to manage the evaluation processes of manuscripts submitted by editors or by the editorial board members of the journal. Our journal will be published quarterly in English or Turkish language.

The journal's target audience includes specialists and professionals interested in all food and nutrition sciences disciplines.

The journal's editorial and publication processes are shaped by the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), World Association of Medical Editors (WAME), Council of Science Editors (CSE), Committee on Publication Ethics (COPE), European Association of Science Editors (EASE), and National

Information Standards Organization (NISO). The journal conforms with the Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing (doaj.org/bestpractice).

“Food and Health” journal is indexed in the TUBITAK ULAKBIM TR Index, FAO/AGRIS, ERIH PLUS, SciLit, EBSCO, CABI, and Bielefeld Academic Search Engine (BASE).

Processing and publication are free of charge with the journal. No fees are requested from the authors at any point throughout the evaluation and publication process. All manuscripts must be submitted via the online submission system, which is available at

<http://dergipark.gov.tr/journal/1646/submission/start>.

The journal guidelines, technical information, and the required forms are available on the journal's web page.

Statements or opinions expressed in the manuscripts published in the journal reflect the views of the author(s) and not the opinions of the ScientificWebJournals web portal, editors, editorial board, and/or publisher; the editors, editorial board, and publisher disclaim any responsibility or liability for such materials.

All published content is available online, free of charge, at <http://jfhs.scientificwebjournals.com>.

Editor in Chief:

Prof. Dr. Nuray ERKAN

Address: Istanbul University,
Faculty of Aquatic Sciences,
Department of Food Safety,
Kalenderhane Mah. 16 Mart
Şehitleri Cad. No: 2, 34134
Fatih/Istanbul, Türkiye

E-mail: nurerkan@istanbul.edu.tr



Meyveli barlar ve ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri ve toplam antioksidan kapasitelerinin araştırılması

Dilara TURAN¹, İsmail Hakkı TEKİNER², Leila MEHDIZADEHTAPEH³, Serap ANDAÇ¹, Dilek YALÇIN⁴

Cite this article as:

Turan, D., Tekiner, İ.H. Mehdizadehtapeh, L., Andaç, S., Yalçın, D. (2025). Meyveli barlar ve ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri ve toplam antioksidan kapasitelerinin araştırılması. Food and Health, 11(2), 114-126. <https://doi.org/10.3153/FH25009>

¹ İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

² Bağımsız Araştırmacı, İstanbul, Türkiye

³ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Rize, Türkiye

⁴ Başkent Üniversitesi, Kahramankazan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Ankara, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

D.K. 0000-0002-2560-5458

İ.H.T. 0000-0002-7248-2446

L.M. 0000-0001-8759-5016

S.A. 0000-0002-6253-4118

D.Y. 0000-0003-2127-8186

Submitted: 20.11.2024

Revision requested: 17.12.2024

Last revision received: 17.12.2024

Accepted: 24.12.2024

Published online: 05.03.2025

Correspondence:

İsmail Hakkı TEKİNER

E-mail: ihatekner@gmail.com



© 2025 The Author(s)

Available online at
<http://jfh.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Meyveli barlar, tüketicilerin günlük nütrisyonel gereksinimlerini karşılamak amacı ile, farklı meyvelerin doğal şekerler, vitaminler ve mineraller ile bir araya getirildiği ürünlerdir. Bu çalışmada, meyveli barlar ve ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri (TFİ) ve toplam antioksidan kapasitelerinin (TAK) araştırılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda, 3 yerli markadan 5'er adet olmak üzere toplam 15 adet meyveli bar tedarik edilmiştir. Toplanan örneklerde ve ekstraktlarında, TFİ (mg GAE/100 g) ve TAK (mg TE/100 g) ortalama değerleri sırasıyla, Folin-Ciocalteu ve DPPH yöntemleri ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, meyve barlarının TFİ ve TAK ortalamaları, 6.87 ± 1.92 mg GAE/100g ve 14.45 ± 0.55 mg TE/100g; ekstraktlarında ise 4.88 ± 0.21 mg GAE/100g ve 4.92 ± 0.53 mg TE/100g olarak tespit edilmiştir. İstatistik değerlendirmeye göre, ürünlerin ve ekstraktlarının TFİ ve TAK değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Özetle, atıştırılabilir meyveli bar ürünlerinin TFİ ve TAK biyoyararlanım akıbetleri ile sitotoksik etkilerinin *in vitro* ve moleküler tabanlı teknikler ile hücresel düzeyde daha ayrıntılı incelenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beslenme, Meyveli bar, Fenolik içerik, Antioksidan kapasite

ABSTRACT

Investigation of total phenolic contents and total antioxidant capacities of fruit bars and their extracts

Fruit bars are the products manufactured to meet the daily nutritional needs of consumers by combining various fruits with natural sugars, vitamins and minerals. The objective of this study was to investigate the total phenolic Contents (TPC) and total antioxidant capacities (TAC) of fruit-based bars and their extracts. Therefore, a total of 15 fruit bars, 5 each from 3 different domestic brands were collected. The collected samples and their extracts were analyzed for TPC (mg GAE/100 g) by Folin-Ciocalteu and TAC (mg TE/100g) by DPPH methods in pre- and post extracts, respectively. The results showed that the average TFI and TAC values of the samples were determined to be 6.87 ± 1.92 mg GAE/100g and 14.45 ± 0.55 mg TE/100g, while those of their extracts were found to be 4.88 ± 0.21 mg GAE/100g and 4.92 ± 0.53 mg TE/100g, respectively. The statistical evaluation revealed that there was a significant correlation between TIF and TAC values of the fruit bars and their extracts ($p < 0.05$). Overall, we concluded that the bioavailability fate of TFC and TAC as well as their cytotoxic effects in the snack fruit bar products should be investigated in detail at cellular level by *in vitro* and molecular-based techniques.

Keywords: Nutrition, Fruit bar, Phenolic content, Antioxidant capacity

Giriş

Tarihte ilk atıştırılmalık olarak bilinen “Pastéli” geçmişi antik Yunanistan’a kadar uzanmaktadır. Bu geleneksel ürün, tarihi süreç içerisinde beslenme alışkanlıkları ve gıda kültürü açısından önemli bir yer tutmaktadır. Susam tohumları, bal ve fındık içeren bu antik barın yanı sıra, 1869 yılında tesadüfen keşfedilen bir diğer atıştırılmalık bar ise ‘Kendal Naneli Kek’ olarak bilinen üründür. Modern anlamda, atıştırılmalık barlar 1973 yılında askeri personel ve astronotlar için Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Teşkilatı (NASA), Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Hava Kuvvetleri ve Pillsbury ŞTİ. tarafından enerji değeri ve nütrisyonel içeriği yüksek ürünler sunmak amacı ile geliştirilmiştir (Lemon ve Olives, 2024). 1980’li yıllara gelindiğinde PowerBar, The Clif Bar, Deer Valley McHenergy Bar ve Trail Hiker Bar gibi ürünler piyasalara sürülmüştür. Son yıllarda tüketicilerin taleplerine göre, bitkisel proteinler, tahıllar, kuruyemişler ve çeşitli süper gıdalarla zenginleştirilmiş barlar raflarda yer almaya başlamıştır (Barakat ve Alfheaid, 2024).

Atıştırılmalık barlar, özellikle yoğun yaşam temposuna sahip bireyler için pratik bir gıda seçeneği olarak büyük ilgi görmektedir. Birçok atıştırılmalık bar, protein, lif, vitaminler ve mineraller gibi besin öğeleriyle zenginleştirilmiştir (Brown ve ark., 2021). Fenolik bileşikler, bitkisel kaynaklı besinlerde yaygın olarak bulunan ve antioksidan kapasiteleri ile bilinen biyoaktif maddelerdir (Singh ve ark., 2022). Fenolik bileşikler, serbest radikalleri nötralize ederek hücre hasarını önlemekte ve dolayısıyla pek çok kronik hastalığa karşı koruma sağlamaktadır (Manach ve ark., 2004).

Modern yaşam tarzlarındaki değişiklikler atıştırılmalık ürünlerin nütrisyonel değerleri ve sağlık faydaları hakkında ilgi çekmeyi başarmıştır. Gıda endüstrisi, tüketicilerin bu yöndeki beklentilerini karşılayabilmek için, atıştırılmalık ürün yelpazesini zenginleştirmiş ve çeşitlendirmiştir (Lee ve ark., 2024). Atıştırılmalık ürün kategorisinde öne çıkan meyve barları, içerdikleri vitamin, mineral ve lif açısından zengin kuru meyveler ile yağ kaynağı olan kuruyemişlerin birlikte formüle edildikleri ürünlerdir (Munir ve ark., 2016). Kurutulmuş meyveler, ürünlere çok yönlü tat ve aroma kazandırmak için de kullanılmaktadır. Yoğun yaşam tarzı, artan kentleşme ve değişen diyet tercihleri, atıştırılmalık seçeneklerine olan talebi arttırmaktadır (Potter vd., 2013). Dışsal faktörler ve kişisel tercihler, kişinin besin seçimini ve beslenme sonuçlarını etkileyen faktörlerdir (Fandetti ve ark., 2023).

Atıştırma ve sağlıklı beslenme alışkanlıklarının iştah kontrolü, vücut ağırlığının düzenlenmesi, diyabetli birey-

lerde kan şekeri düzeylerinin yönetimi ve diğer sağlık sorunları üzerinde olumlu etkiler yarattığına dair bulgular mevcuttur (Almoraie ve ark., 2021). 1970 ve 2005 yılları arasında, günde üç veya daha fazla atıştırılmalık tüketenlerin sayısı dört kat artmıştır. Günümüzde, atıştırılmalıkların, bireylerin günlük enerji alımının yaklaşık %25-35’ini oluşturduğuna dair son tahminler yapılmıştır (Schlinkert ve ark., 2020). Bu veriler ışığında, ‘ideal atıştırma’ kavramının, bireyler tarafından nasıl algılandığının daha derinlemesine anlaşılması hem sağlıklı beslenme stratejilerinin oluşturulması hem de bu alışkanlıkların sağlık üzerindeki etkilerinin daha iyi değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Küresel atıştırılmalık bar pazar büyüklüğü 2025 yılı itibarıyla 692,5 milyar dolardır. Kuzey Amerika, atıştırılmalık barlar pazarında lider konumda olup, Avrupa da önemli bir pazar payına sahiptir. Avrupa, Asya Pasifik ve Kuzey Amerika bölgelerinde sağlıklı atıştırılmalık pazarının 2025 yılına kadar 32,8 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (Barakat ve Alfheaid, 2023).

Genel olarak, meyve barları taze meyvelerden daha konsantre oldukları için yüksek besin değerine sahiptirler. Antioksidan kapasitesi, bir maddenin ya da organizmanın serbest radikalleri etkisiz hale getirme gücü olup, sağlık açısından son derece kritik bir role sahiptir (Shahidi ve Ambigaipalan, 2015). Bu bileşiklerin sağlık etkileri, vücut tarafından ne derece emilip kullanılabilirliklerine, yani biyoyararlanımlarına bağlıdır (Melini ve ark., 2020). Biyoyararlanım, besin matrisi, sindirim sürecinin doğası ve biyotransformasyon gibi çeşitli etmenlerden etkilenmektedir. Bu nedenle, fenolik bileşiklerin etkinliği ve sağlık üzerindeki yararlarını optimize etmek için bu faktörlerin incelenmesi gereklidir (Pinarli ve ark., 2020). Bu nedenle, meyvelerden atıştırılmalık barlarda faydalanmak sağlıklı beslenme için destek olabilir (Domínguez-Hernández ve ark., 2023).

Bu çalışmada, meyveli barlar ve ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri (TFİ) ve toplam antioksidan kapasitelerinin (TAK) araştırılması amaçlanmıştır. Modern yaşamın hızlı temposunda, sağlıklı atıştırılmalıklar, bireylerin günlük beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için giderek daha fazla tercih edilmektedir. Ancak, bu ürünlerin içerikleri ve biyolojik etkileri hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Bu bağlamda, meyveli barların besinsel değerlerini, fenolik içeriklerini ve antioksidan kapasitelerini değerlendirerek, bu tür atıştırılmalıkların sağlık üzerinde olumlu bir etki sağlayıp sağlamadığını belirlemek amaçlanmıştır. Ayrıca, meyveli barların sindirim süreçleri sonrası biyoyararlanım özelliklerinin incelenmesi, bu

ürünlerin vücutta nasıl etki gösterdiği konusunda daha derin bir anlayış geliştirilmesine olanak tanıyacaktır.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmada kullanılan meyveli barlar, 3 ayrı yerel markadan (Marka 1, Marka 2 ve Marka 3) 5'er adet ve toplam 15 adet olmak üzere İstanbul ilindeki marketlerden tedarik edilmiştir (Tablo 1, Tablo 2).

Toplam Fenolik İçerik (TFİ) Testi

Çözeltilerin Hazırlanışı

5 mL folin reaktifi (sodyum 1,2-naftokinon-4-sülfonat) (Merck 109001, Darmstadt, Almanya) 50 mL distile suya eklenmiştir. 15 g sodyum karbonat (Na_2CO_3) (Merck 1.06392) distile su ile çözündürülerek hacmi 250 mL'ye tamamlanmıştır.

Ekstraksiyon çözeltisi için, %0,1 formik asit (Sigma Aldrich 695076, Darmstadt, Almanya) ve %75 metil alkol (Sigma Aldrich 179957) karıştırılarak, çözelti hacmi distile su ile %100'e tamamlanmıştır.

Örneklerin Hazırlanışı ve TFİ Analizi

Örneklerin Toplam Fenolik İçerik (TFİ) değeri Folin-Ciocalteu yöntemi ve Singleton vd. (1965) çalışması izlenerek belirlenmiştir.

İlk olarak, örneklerden çözeltiler hazırlanmış ve santrifüj edilmiştir. Santrifüj bitiminde, süpernatanttan 0,1 mL pipet ile çekilerek, üzerine sırasıyla 0.75 mL %6'luk Na_2CO_3 (Sigma Aldrich 1.06392) ve 0.75 mL folin reaktifi eklenmiştir.

Ekstraksiyon çözeltisi ile elde edilen ekstraktlar santrifüj edilerek süpernatant kısmından dan 0.1 mL pipet ile çekilerek, üzerine sırasıyla 0.75 mL %6'luk Na_2CO_3 ve 0.75 mL folin reaktifi eklenmiştir.

Kör numune için %80 metanol (Merck 1849-29-2) solüsyonundan 0.1 mL alınmış ve 0,75 mL %6'luk Na_2CO_3 ek-

lenmiştir. Karışıma 0.75 mL folin reaktifi konularak, karanlık ortamda ve oda sıcaklığı koşullarında 90 dk inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon bitiminde, UV spektrofotometre (Shimadzu UV-1700 UV-Vis, Japonya) ile 760 nm dalgaboyunda absorbans okumaları alınmıştır. Elde edilen absorbans okumaları, gallik asit için elde edilen kalibrasyon eğrisi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar mg/100 g gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplanmıştır. TFİ absorbans okuması her örnek için ekstraksiyon öncesi ve ertesi olmak üzere üçer defa tekrar edilmiştir.

Tablo 1. Meyve barları ve içerikleri

Table 1. Fruit bars and contents

Marka/Örnek	Meyve İçeriği	Adeti
Marka 1/1	Vanilya	1
Marka 1/2	Portakal	1
Marka 1/3	Elma	1
Marka 1/4	Çilek	1
Marka 1/5	Bal Kabaklı	1
Marka 2/1	Turna Yemişi	1
Marka 2/2	Yaban Mersini	1
Marka 2/3	Muz	1
Marka 2/4	Portakal	1
Marka 2/5	Elma	1
Marka 3/1	Erik	1
Marka 3/2	Elma	1
Marka 3/3	Kayısı	1
Marka 3/4	İncir	1
Marka 5/5	Portakal	1
	Toplam	15

Tablo 2. Meyve barlarının enerji ve besin içerikleri**Table 2.** Energy and nutritional contents of fruit bars

Enerji/Besin Ögesi (100 g)	Marka 1						
	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	Medyan	Ss (±)
Enerji (kkal)	359	336	344	379	346	353	17
Yağ (g)	11	10	6.3	15	8.2	10.1	3.3
Doymuş Yağ (g)	2.5	2.6	0.6	3	0.9	1.9	1.1
Karbonhidrat (g)	49	49	60	44	52	51	6
Şekerler (g)	34	42	41	38	43	40	4
Lif (g)	15	14	13	16	16	15	1
Protein (g)	8.2	6	5.2	7.8	7.9	7.0	1.3
Tuz (g)	0.01	0	0.01	0.02	0.06	0.02	0.02
Enerji/Besin Ögesi (100 g)	Marka 2						
	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	Medyan	Ss (±)
Enerji (kkal)	370	407	353	344	351	365	25
Yağ (g)	7	14	7	1.3	2	6.3	5.1
Doymuş Yağ (g)	2.2	2.6	4.4	0.7	1.2	2.2	1.4
Karbonhidrat (g)	62	51	36	73	75	59	16
Şekerler (g)	32	29	32	34	43	34	5
Lif (g)	9.6	12	7.8	7.7	7.1	8.8	2.0
Protein (g)	9.8	14	33	6.7	5.1	13.7	11.3
Tuz (g)	0.06	0.06	0.56	0.08	0.09	0.17	0.22
Enerji/Besin Ögesi (100 g)	Marka 3						
	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	Medyan	Ss (±)
Enerji (kkal)	403	423	381	419	387	403	19
Yağ (g)	17	17	15	19	12	16	3
Doymuş Yağ (g)	1.5	1.4	1.7	1.6	6.7	2.6	2.3
Karbonhidrat (g)	50	55	55	52	59	54	3
Şekerler (g)	30	44	41	46	44	41	6
Lif (g)	9.9	10	12	11	12	11	1
Protein (g)	7.3	7.3	1.2	7.3	4.3	5.5	2.7
Tuz (g)	0.20	0.4	0.50	0.50	0.50	0.4	0.1

Toplam Antioksidan Kapasite (TAK) Testi

Çözeltilerin Hazırlanışı

İlk olarak, örneklerden çözeltiler hazırlanmıştır. Bu işlem için, 12 mg 1,1-difenil-2 pikrilhidrazil (DPPH) (Sigma Aldrich D9132) 300 mL metanolde çözülürülerek DPPH solüsyonu hazırlanmıştır.

Ekstraksiyon çözeltisi için, %0,1 formik asit (Sigma Aldrich 695076) ve %75 metil alkol (Sigma Aldrich 179957) içeren çözeltinin hacmi distile su ile %100'e tamamlanmıştır.

Örneklerin Hazırlanışı ve TAK Analizi

Örnekler ve ekstraktlarının Toplam Antioksidan Kapasite (TAK) analizi, DPPH metodu ve Kumaran ve Karunakaran (2006) çalışması takip edilerek gerçekleştirilmiştir.

Ekstraksiyon öncesi, örnek çözeltilerinden ekstraktlar elde edilmiş ve devamında ise santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneklerden 0,1 mL supernatant alınarak, üzerine 2 mL DPPH çözeltisi ilave edilmiştir.

Ekstraksiyon sonrası için, örnekler ekstraksiyon çözeltisi ile muamele edilerek ekstrakte edilmişlerdir. Elde edilen ekstraktlar santrifügasyona maruz bırakılmıştır. Santrifüj bitiminde elde edilen supernatantlardan 0,1 mL alınmış ve üzerine 2 mL DPPH çözeltisi eklenmiştir.

Kör numune için %80 metanol çözeltisinden 0,1 mL pipetlenmiş ve 2 mL DPPH çözeltisi eklenmiştir. Bu işlemin ardından, çözelti, oda sıcaklığı ve karanlık koşullarda 30 dk inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda, çözelti absorbansı 517 nm dalgaboyunda UV spektrofotometre (Shimadzu UV-1700 UV-Vis, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. TAK değeri, Trolox Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi (mg TE/100 g) eşdeğerinden hesaplanmıştır.

İstatistik Analiz

Meyveli barların ve ekstraktlarının TFİ ve TAK değerlerinin medyan ve standart sapma (Ss.) (\pm) değerleri MS Excel ile hesaplanmıştır. Ürünler ve ekstraktlarının ortalamaları karşılaştırmaları grup içi için t-testi ve gruplar arası içinse Pearson Korelasyon Katsayısı testi analiz edilmiştir ($p < 0.05$). İstatistik analiz SPSS 20 (IBM Corporation, NY, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, atıştırmalık meyveli barların ve ekstraktlarının TFİ ve TAK özellikleri araştırılmıştır. Meyve barlarının TFİ ve TAK ortalamaları, 6.87 ± 1.92 mg GAE/100 g ve 14.45 ± 0.55 mg TE/100 g; ekstraktlarında ise 4.88

± 0.21 mg GAE/100 g ve 4.92 ± 0.53 mg TE/100 g olarak tespit edilmiştir. İstatistik değerlendirme, ürünlerin ve ekstraktlarının gruplararası TFİ ve TAK değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir ($p=0.01$).

Enerji ve Nütrisyonel İçerikleri

Toplanan meyveli barların enerji ve nütrisyonel içerikleri etiket bilgileri baz alınarak elde edilmiştir. Buna göre, örneklerin, enerji içeriğinin 353-403 kkal/100 g, yağ düzeyinin 6.3-16 g/100 g, karbonhidrat seviyesinin 51-59 g/100 g, lif miktarının 8.8-15 g/100 g, protein içeriğinin 5.5-13.7 ile tuz düzeyinin ise 0.02-0.22 g/100 g aralıklarında değiştiği görülmüştür. Atıştırmalık üründe yeterli nütrisyonel profil elde etmek için, diğer bileşenlerin yanı sıra, protein, diyet lifi, karbonhidrat, vitaminler ve minerallerden faydalanılmalıdır (Martín-Esparza ve ark., 2023). Meyveler, antioksidanlarca zengin kaynaklar olup, kardiyovasküler sağlık, kilo kontrolü ve bazı hastalıklara karşı koruyucu özellikleri bulunmaktadır (Mihaylova ve ark., 2022). Literatürde, atıştırmalık meyveli barların enerji ve nütrisyonel içerikleri hakkında çalışmalar bulunmaktadır. Hindistan'da satılan ürünlerin toplam enerji içeriği 502 kkal/100 g, doymuş yağ içeriği 49.3 g/100 g ve tuz içeriği 14.6 g/100 g olarak bildirilmiştir (Alhalabi ve ark., 2024). ABD'de ise enerji içeriği 76-214 kkal/100 g olarak değişmektedir (Green ve ark., 2017). İngiltere'de satılan barların nütrisyonel değerleri, 100 g porsiyon başına, 400 kkal, 0,6 g protein, 0,3 g toplam yağ, 0,1 g doymuş yağ, 7.9 g karbonhidrat, 7.4 g şeker ve 0.01 g tuz olarak bildirilmiştir (Reale ve ark., 2019). İspanya'da, atıştırmalık ürünlerin yüksek-orta yağ, doymuş yağ, tuz ve şeker içeriğine sahip oldukları rapor edilmiştir (Lasala ve ark., 2022). Suudi Arabistan'da yürütülen bir incelemede, %25 kuru üzüm, %12.5 incir ve %12.5 kayısı içeren barların enerji içerikleri 376-378 kkal/100 g belirlenmiştir (Alfheaid ve ark., 2023). Pakistan'da ise meyveli barların en yüksek lif oranının %8.1 ile Hindistan cevizi tozu içeren ürünlerde bulunduğu ve 387 kkal/100 g enerji içeriğine sahip oldukları bildirilmiştir (Shaheen ve ark., 2013).

Özetle, bu çalışmada, tüketimi ve ürün çeşitliliği artan meyve barlarının enerji ve nütrisyonel içeriklerinin, dünyada satılan diğer ürünler ile benzerlikler gösterdiği ve sağlıklı atıştırmalık üretiminde meyvelerin önemi ve gelişmeye açık bir alan olduğu anlaşılmıştır.

Toplam Fenolik İçerik (TFİ) Bulguları

Bu araştırmada, atıştırmalık meyve barlarının ve ekstraktlarının TFİ değerleri Folin–Ciocalteu yöntemi ve Singleton vd. (1965) çalışması izlenerek belirlenmiştir. TFİ değerleri, ekstraksiyon öncesi ve sonrası mg GAE/100 g olarak hesaplanmıştır (Tablo 3). Folin–Ciocalteu yöntemi, TFİ tayininde sıklıkla kullanılan bir metottur. Bu

yöntem, yüksek fenolik içerik ile yüksek antioksidan kapasitesi arasındaki bağlantıya dayandığı için tercih edilmektedir. Fenolik bileşikler molekül yapılarındaki hidroksil (OH⁻) grupları sebebiyle etkili elektron donörleridir. Ayrıca, hücre içindeki endojen antioksidan molekülleri stimüle edebilmektedirler (Aryal ve ark., 2019).

Tablo 3. Meyve barlarının TFİ bulguları**Table 3.** TPC findings of fruit bars

Örnek no	Ürün					Ekstraktı				
	1	2	3	Medyan	Ss	1	2	3	Medyan	Ss
Marka	8.59	8.60	8.60	8.59	0	14.02	14.0	14.0	14.02	0.02
Marka	4.93	4.92	4.94	4.93	0.01	16.85	16.8	16.8	16.86	0.01
Marka	8.57	8.59	8.58	8.57	0.01	12.00	12.0	12.0	12.00	0.01
Marka	6.25	6.28	6.27	6.25	0.01	16.03	16.0	16.0	16.04	0.01
Marka	7.90	7.92	7.91	7.90	0.01	15.11	15.1	15.1	15.11	0
Medyan/Ss (±)				7.26	1.49	Medyan/Ss (±)			14.81	1.75
Marka	5.19	5.19	5.18	5.19	0.01	13.89	13.9	13.9	13.90	0.01
Marka	3.69	3.69	3.69	3.69	0	18.31	18.3	18.3	18.30	0.01
Marka	2.65	2.67	2.67	2.65	0.01	19.30	19.3	19.3	19.30	0.01
Marka	5.35	5.36	5.35	5.35	0.01	12.38	12.3	12.3	12.39	0
Marka	7.04	7.05	7.05	7.04	0.01	9.71	9.70	9.70	9.70	0
Medyan/Ss (±)				4.79	1.55	Medyan/Ss (±)			14.72	3.74
Marka	5.68	5.68	5.68	5.68	0	13.35	13.3	13.3	13.34	0.01
Marka	9.14	9.13	9.15	9.14	0.01	13.84	13.8	13.8	13.84	0
Marka	8.91	8.91	8.92	8.92	0	12.65	12.6	12.6	12.65	0
Marka	5.95	5.96	5.97	5.96	0.01	12.39	12.3	12.3	12.38	0.01
Marka	13.18	13.1	13.1	13.18	0.01	16.85	16.8	16.8	16.84	0
Medyan/Ss (±)				8.58	2.81	Medyan/Ss (±)			13.81	1.66

Bu çalışmada, meyve barlarının TFİ ortalaması 6.87 ± 1.92 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir. Toplam 15 adet örnek içerisinde, TİF düzeyi en yüksek olan üç ürün, portakallı (13.18 ± 0.01), elmalı (9.14 ± 0.01) ve kayısı (8.92 ± 0.00) barlar iken, TİF düzeyi en düşük iki ürün ise, muzlu (2.65 ± 0.01) ve yaban mersinli (3.69 ± 0.00) atıştırılmalıklardır. Atıştırılmalık ürünlerde yeterli nutrisyonel profil elde etmek için fenolik bileşiklerce zengin girdileri seçmek önemlidir (Martín-Esparza vd., 2023). Literatürde, portakal, elma, kayısı, muz ve yaban mersininin fenolik içerikleri sırasıyla, 310.2-575.1, 210-300, 57.3-571.9, 75.0-685.6 ve 311 mg GAE/100 g olarak bildirilmiştir (Camacho ve ark., 2022; Kritsi ve ark., 2023). Atıştırılmalıkların nutrisyonel kaliteleri 100 g porsiyon için bileşenlerin ayrıca hesaplanması ve ağırlıklandırılması ile yapılmalıdır. Bu şekilde, bir öğünde atıştırılmalık kalitesi orantılı olarak formüle edilebilecektir (Murakami, 2017). Bu çalışmada, meyve barlarının TFİ değerlerinin kullanılan meyvelerin ham TFİ değerlerinden nispeten düşük olduğu görülmüştür. Özetle, incelenen meyveli barların formülasyonlarında, meyve oranı ile üretim teknolojisinin (ekstrüzyon) yol açtığı nutrisyonel kayıpların dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır.

Literatürde, elmalı barın TFİ değeri 145 mg GAE/100 g ve ekstrakt fenolik seviyesi ise 222-287 mg GAE/100 g olarak rapor edilmiştir (Sun-Waterhouse vd., 2009). Bir diğer çalışmada, hurma ezmesi veya kuru meyve karışımı (%25 kuru üzüm, %12,5 incir ve %12,5 kayısı) içeren ürünün TFİ 1374 ± 173 mg GAE/100 g bildirilmiştir (Alfheaid vd., 2023). İncirli barın TFİ 284,2 mg GAE/100 g tespit edilmiştir (Aslam vd., 2023). Ayrıca, bir diğer araştırma, ürün formülasyonunda kuru kayısı oranını arttırmanın yüksek TFİ ile sonuçlandığını göstermiştir (Aslam vd., 2023). Başka bir incelemede, kayısı ve incir miksi meyve barlarının TFİ değerleri 309.8-975.2 mg GAE/100 g aralığında hesaplanmıştır (Karakas ve Tontul, 2021). Farklı oranlarda mango ekstraktı ile zenginleştirilmiş meyve barlarının TFİ 405.9 mg GAE/100 g ölçülmüştür (Safdar vd., 2021). Özetle, bu çalışmada incelenen meyve barlarının TFİ değerleri Uluslararası literatür ile benzerlikler taşıdığı görülmüştür. Ürünlerin TFİ düzeylerinin değişiminde, ürün reçetelerinde kullanılan meyvelerin oranlarının değişiklik gösterdiğini ifade etmek pek hatalı olmayacaktır.

Bu çalışmada analiz edilen meyve barlarının ekstraktlarının TFİ ortalaması 14.45 ± 0.55 mg GAE/100 g olarak hesaplanmıştır. Her üç marka grubuna ait ürünlerin ekstraktlarının TFİ düzeylerinin yükseldiği ve ortalamalarının 12.00 mg GAE/100 g civarında seyrettikleri tespit

edilmiştir. Ekstraksiyon öncesi TFİ değerleri yüksek çıkan portakallı, elmalı ve kayısı barlarının, ekstraktlarında TFİ verilerinin diğer ürünlere göre nispeten düşük çıkmasının sebebi, markaların formülasyonları ve üretim teknolojileri ile ilişkilendirilebilir.

İncelenen meyveli bar ekstraktlarında TİF düzeyi en yüksek muzlu (19.30 ± 0.01), yaban mersinli (18.30 ± 0.01) ve portakallı (16.86 ± 0.01) bar ekstraktlarıdır. TİF düzeyi düşük çıkanlar ise, elmalı, portakallı, kayısı ve incirli barların ekstraktlarında ölçülmüştür. Bu durum, meyve barlarının ürün matrisleri, kompozisyonlarındaki farklı bileşenlerin aralarındaki etkileşimler, fizyokimyasal özellikleri (pH, sıcaklık, tekstür) ile bileşenlerin solubiliteleri gibi özelliklerden etkilenebilmektedir (Rein ve ark., 2013). Polifenollerin fenolik doğaları bu bileşiklere göreceli olarak hidrofilik yapmaktadır. Bu nedenle, serbest polifenoller su, polar organik çözücüler (metanol, etanol, asetonitril, formik asit ve aseton ya da bu kimyasalların su ile oluşturdukları çözeltiler) kullanılarak ekstrakt edilebilmektedir. Bu çalışmada, çözücü olarak formik asit, metanol ve su karışımı kullanılmıştır. Formik asit, fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda kullanılan etkili bir çözücüdür (Bochi ve ark., 2014). Bu sayede, meyveli barların fenolik içerik ekstraksiyon verimlilikleri %110.2 kadar yükselmiştir. Özetle, bu çalışmada kullanılan çözücünün bileşimi, ekstraksiyon verimliliği bakımından Uluslararası literatür ile benzerlik göstermiştir.

Toplam Antioksidan Kapasite (TAK) Bulguları

Atıştırılmalık meyveli barların TAK değerleri Kumaran ve Karunakaran (2006) çalışması takip edilerek, DPPH assay metodu ile Trolox Eşdeğer (TE) Antioksidan Kapasitesi (mg TE/100g) eşdeğerinden hesaplanmıştır. Her örnekten ve ekstraktından üçer defa absorbans okuması alınmıştır (Tablo 4).

Meyveli barların TAK ortalaması 4.88 ± 0.21 mg TE/100 g olarak belirlenmiştir. Toplam 15 adet örnek içerisinde TAK düzeyi en yüksek üç ürün, erikli (13.18 ± 0.01), muzlu (9.14 ± 0.01) ve incirli (8.92 ± 0.00) barlardır. TAK düzeyi en düşük iki ürün ise, portakallı (2.17 ± 0.01) ve yaban mersinli (2.83 ± 0.01) ürünlerdir. Diğer taraftan, örneklerin ekstraktlarının TAK ortalaması ise 4.92 ± 0.53 mg TE/100 g ölçülmüştür. Literatürde, bazı meyvelerin (çilek, hurma, portakal, kırmızı üzüm, kivi, greylift, beyaz üzüm, muz, elma, armut ve karpuz) TAK değerleri verilmiştir (Wang ve ark., 1996). Bu çalışmada, en yüksek TAK değerleri arasında, muzlu bar (9.14 ± 0.01 mg TE/100 g) gelmektedir. Marka 1 grubunda çilekli ve portakallı barların TAK değerleri yüksek çıkmıştır. Ancak,

bu meyvelerin kullanıldığı diğer marka gruplarında ise TAK bulguları nispeten düşük bulunmuştur. Elde edilen veriler Uluslararası sonuçlar ile örtüşmektedir.

Literatürde meyve barlarının TAK değerleri hakkında çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, kayısı ve incirli bar için 368-454 mg TE/100 g (Karakas ve Tontul, 2021), ejder meyveli bar için 75.3 mg QE/g (Yen ve ark., 2022) ile hibiskuslu ve incirli bar için 411 mg TE/100 g (Aslam ve ark., 2023) ölçümleri rapor edilmiştir. Fenolik bileşikler, özellikle, meyvelerde en çok rastlanan doğal biyoaktif bileşiklerdir. Fenolik bileşikler, insan sağlığı açısından oksidatif stresin olumsuz etkileri minimize etmektedirler. Son çalışmalar, yüksek antioksidan içeriği olan meyvelerin (yaban mersini, nar vd.) formülasyonlarda yer aldığı yeni

meyve barları geliştirmek üzerine odaklanmaktadır (Chang ve ark., 2019; De Moura ve Vialta, 2022). Bir diğer ifadeyle, fenolik bileşikler ne kadar yüksekse, antioksidan aktivite de o kadar yüksek olmaktadır (Zeghoud vd., 2023). Ancak, meyve polifenollerinin ve antioksidan kapasitelerinin konsantrasyonları fenolik konsantrasyonu tam olarak yansıtmayabilmektedir. Bu sebeple, antioksidan kapasitesi hakkında bilgi edinebilmek için, ekstraksiyon sonrası stabiliteleri ve aktivitelerine bakarak karar vermek gerekmektedir (Fawole ve Opara, 2016). Bu araştırma, piyasada satılan, insan sağlığı ve nütrisyonel gereksinimleri için katkı sundukları belirtilen meyve barlarının TAK değerlerini ortaya koymasından dolayı Ulusal literatüre katkıda bulunmuştur.

Tablo 4. Meyve barlarının TAK bulguları

Table 4. TAC findings of fruit bars

Örnek no	Ürün					Ekstraktı				
	1	2	3	Medyan	Ss (±)	1	2	3	Medyan	Ss (±)
Marka 1/1	4.56	4.56	4.57	4.56	0	3.45	3.46	3.54	3.49	0.05
Marka 1/2	6.32	6.32	6.32	6.32	0	4.50	4.49	4.47	4.49	0.01
Marka 1/3	4.19	4.20	4.20	4.20	0.01	5.21	5.22	5.23	5.22	0.01
Marka 1/4	5.80	5.81	5.82	5.81	0.01	4.80	4.79	4.79	4.79	0
Marka 1/5	4.54	4.55	4.55	4.54	0.01	4.76	4.78	4.76	4.77	0.01
Medyan/Ss (±)				5.09	0.85	Medyan/Ss (±)			4.55	0.60
Marka 2/1	5.53	5.55	5.54	5.54	0,01	5.58	5.56	5.57	5.57	0.01
Marka 2/2	2.83	2.84	2.82	2.83	0,01	3.57	3.56	3.59	3.57	0.02
Marka 2/3	7.05	7.07	7.06	7.06	0,01	5.41	5.43	5.39	5.41	0.02
Marka 2/4	3.12	3.14	3.13	3.13	0,01	6.27	6.31	6.26	6.28	0.03
Marka 2/5	4.79	4.81	4.80	4.80	0,01	6.79	6.81	6.78	6.79	0.01
Medyan/Ss (±)				4.67	1.62	Medyan/Ss (±)			5.53	1.13
Marka 3/1	7.79	7.76	7.77	7.77	0.01	4.07	4.07	4.07	4.07	0
Marka 3/2	4.40	4.39	4.40	4.40	0	4.71	4.62	4.65	4.66	0.05
Marka 3/3	3.69	3.68	3.69	3.69	0.01	3.79	3.81	3.78	3.79	0.01
Marka 3/4	6.45	6.46	6.45	6.45	0	6.34	6.35	6.33	6.34	0.01
Marka 3/5	2.18	2.17	2.18	2.17	0.01	4.57	4.52	4.48	4.53	0.05
Medyan/Ss (±)				4.90	2.06	Medyan/Ss (±)			4.68	0.92

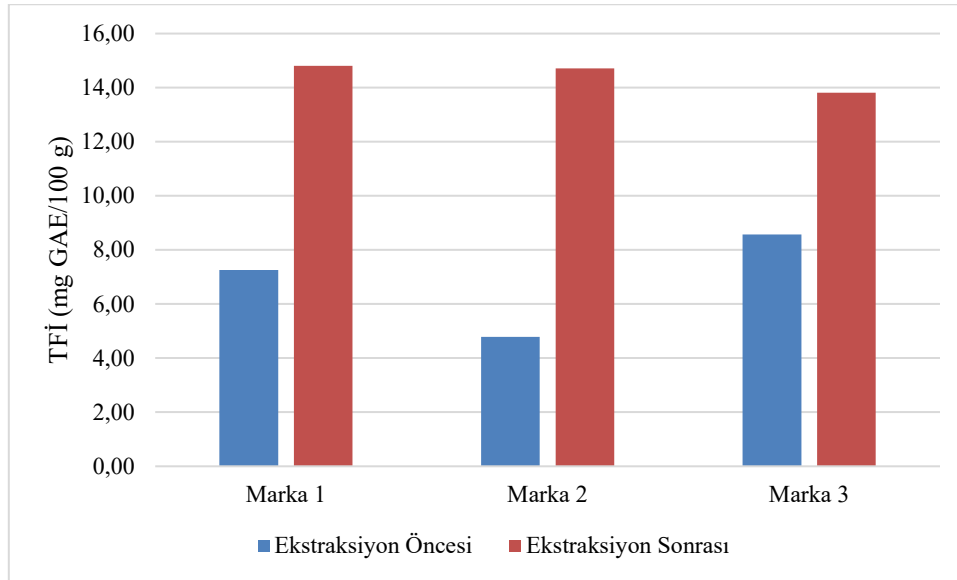
Ürünlerin ve ekstraktlarının ortalama TFİ değerleri sırasıyla, 6.87 ± 1.92 ve 14.45 ± 0.55 mg GAE/100 g olarak hesaplanmıştır (Şekil 1). Diğer taraftan TAK değerleri ortalamaları ise 4.88 ± 0.21 ve 4.92 ± 0.53 mg TE/100 g belirlenmiştir (Şekil 2) (Tablo 5). İstatistik analiz bulgularına göre, meyveli barların ve ekstraktlarının, grup içi TFİ

($p=0.44$) ve TAK değerleri ($p=0.93$) arasında anlamlı bir bağlantı tespit edilemezken; gruplar arası TİF ve TAK değerleri ($p=0.01$) arasında anlamlı bir korelasyon olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Meyve barlarının ortalama TFİ ve TAK bulguları

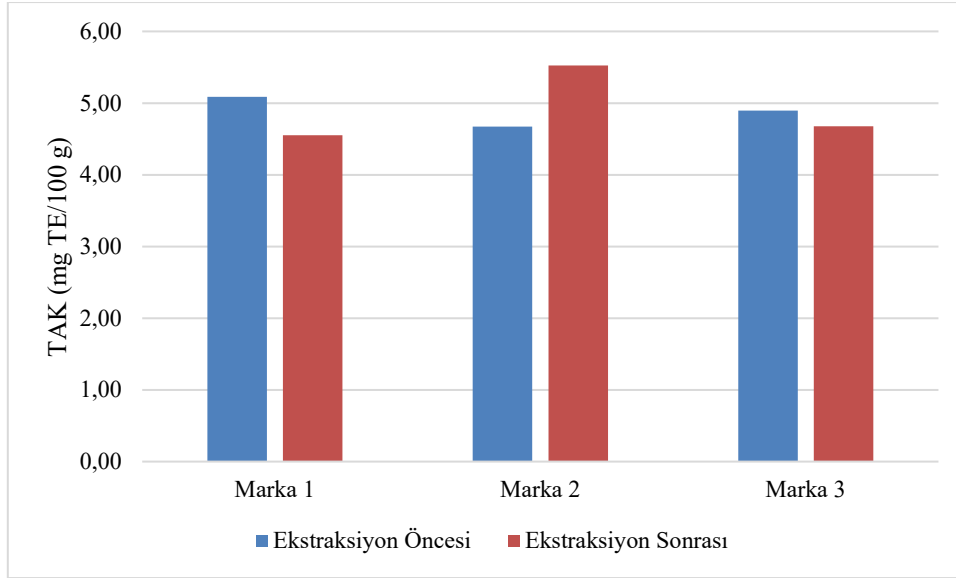
Table 5. Average TPC and TAC findings of fruit bars

Örnek Grubu	TFİ (mg GAE/100 g) Medyan \pm Ss.		TAK (mg TE/100 g) Medyan \pm Ss.	
	Ürün	Ekstraktı	Ürün	Ekstraktı
Marka 1	7.26 ± 1.49	14.81 ± 1.75	5.09 ± 0.85	4.55 ± 0.60
Marka 2	4.79 ± 1.55	14.72 ± 3.74	4.67 ± 1.62	5.53 ± 1.13
Marka 3	8.58 ± 2.81	13.81 ± 1.66	4.90 ± 2.06	4.68 ± 0.92
Medyan \pm Ss.	6.87 ± 1.92	14.45 ± 0.55	4.88 ± 0.21	4.92 ± 0.53



Şekil 1. Ürün gruplarının ekstraksiyon öncesi ve sonrası karşılaştırmalı TFİ değerleri

Figure 1. Comparative pre- and post extraction TPC values of product groups



Şekil 2. Ürün gruplarının ekstraksiyon öncesi ve sonrası karşılaştırmalı TAK değerleri

Figure 2. Comparative pre- and post extraction TAC values of product groups

Sonuç

Bu çalışmada, atıştırmalık meyveli barların ve ekstraktlarının TFİ ve TAK özellikleri araştırılmıştır. İstatistik analiz, meyveli bar ürünleri ve ekstraktlarının gruplar arası TFİ (mg GAE/100 g) ve TAK (mg TE/100 g) değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Meyveli barlar, tüketicilerin günlük nütrisyonel gereksinimlerini karşılamak amacı ile, farklı meyvelerin doğal şekerler, vitaminler ve mineraller ile bir araya getirildiği ürünlerdir. Bu araştırma, polifenolik içerikçe zengin antioksidan meyve bazlı atıştırmalıkların geliştirme süreçlerinin düşünülenden daha karmaşık olduğunu ortaya koymuştur. Özetle, bu çalışmada elde edilen bulgular ışığında, atıştırmalık meyveli bar ürünlerinin TFİ ve TAK biyoyararlanım akıbetleri ile sitotoksik etkilerinin *in vitro* ve moleküler tabanlı teknikler ile hücresel düzeyde incelenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda, atıştırmalık meyve barlarının ilerleyen dönemlerde artarak tüketileceği dikkate alınarak, nütrisyonel

kaliteleri ve sağlık etkileri geniş kapsamlı çalışılması, regülasyonlarda yer alan boşlukların bilimsel verilere dayanarak giderilmesi, üretim teknolojileri geliştirilmesi ve konu hakkında multidisipliner araştırmaların özendirilmesi önerilmektedir.

Etik Standartlar ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Veri erişilebilirliği: Veriler talep üzerine sağlanacaktır.

Finansal destek: -

Teşekkür: Doç. Dr. Mustafa YAMAN ve Uzm. Arş. Ömer Faruk MIZRAK 'a analiz destekleri için teşekkür ederiz.

Açıklama: -

Kaynaklar

Alfheaid, H.A., Barakat, H., Althwab, S.A., Musa, K.H., & Malkova, D. (2023). Nutritional and physicochemical characteristics of innovative high energy and protein Fruit- and Date-Based Bars. *Foods*, 12(14), 2777.

<https://doi.org/10.3390/foods12142777>

Alhalabi, B., Joseph, A., & Venkatasubramanian, P. (2024). Nutritional values of ready-to-eat snacks available in the Indian E-market—a comparative study based on the health star rating system. *Discover Food*, 4(1), 16.

<https://doi.org/10.1007/s44187-024-00087-7>

Almoraie, N.M., Saqaan, R., Alharthi, R., Alamoudi, A., Badh, L., & Shatwan, I.M. (2021). Snacking patterns throughout the life span: potential implications on health. *Nutrition Research*, 91, 81–94.

<https://doi.org/10.1016/j.nutres.2021.05.001>

Aryal, S., Baniya, M.K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R., & Koirala, N. (2019). Total Phenolic Content, Flavonoid Content and Antioxidant Potential of Wild Vegetables from Western Nepal. *Plants*, 8(4), 96.

<https://doi.org/10.3390/plants8040096>

Aslam, H., Nadeem, M., Shahid, U., Ranjha, M.M.A.N., Khalid, W., Qureshi, T.M., Nadeem, M.A., Asif, A., Fatima, M., Rahim, M.A., & Awuchi, C.G. (2023). Physicochemical characteristics, antioxidant potential, and shelf stability of developed roselle-fig fruit bar. *Food Science & Nutrition*, 11(7), 4219–4232.

<https://doi.org/10.1002/fsn3.3436>

Barakat, H. & Alfheaid, H.A. (2023). Date Palm Fruit (Phoenix Dactylifera) and Its Promising Potential in Developing Functional Energy Bars: Review of Chemical, Nutritional, Functional, and Sensory Attributes. *Nutrients*, 15(9), 2134.

<https://doi.org/10.3390/nu15092134>

Barakat, H., & Almutairi, A.S. (2024). The organoleptic and nutritional characteristics of innovative high-fiber khalas date-based bar. *Italian Journal of Food Science*, 36(2), 13–29.

<https://doi.org/10.15586/ijfs.v36i2.2494>

Bochi, V.C., Barcia, M.T., Rodrigues, D., Speroni, C.S., Giusti, M.M., & Godoy, H.T. (2014). Polyphenol extraction optimisation from Ceylon gooseberry (*Dovyalis hebecarpa*) pulp. *Food Chemistry*, 164, 347–354.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.031>

Camacho, M.D.M., Zago, M., García-Martínez, E., & Martínez-Navarrete, N. (2022). Free and Bound Phenolic Compounds Present in Orange Juice By-Product Powder and Their Contribution to Antioxidant Activity. *Antioxidants*, 11(9), 1748.

<https://doi.org/10.3390/antiox11091748>

Chang, S.K., Alasalvar, C., & Shahidi, F. (2019). Superfruits: phytochemicals, antioxidant efficacies, and health effects – a comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(10), 1580-1604.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1422111>

De Moura, S.C.S.R., & Vialta, A. (2022). Review: use of fruits and vegetables in processed foods: consumption trends and technological impacts. *Food Science and Technology*, 42, e66421.

<https://doi.org/10.1590/fst.66421>

Domínguez-Hernández, E., Gutiérrez-Urbe, J.A., Domínguez-Hernández, M.E., Loarca-Piña, G.F., & Gaytán-Martínez, M. (2023). In search of better snacks: ohmic-heating nixtamalized flour and amaranth addition increase the nutraceutical and nutritional potential of vegetable-enriched tortilla chips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(6), 2773–2785.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.12424>

Fandetti, S.M., Dahl, A.A., Webster, C., Bably, M.B., Coffman, M.J., & Racine, E.F. (2023). Healthy food policies documented in university food service contracts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(16), 6617.

<https://doi.org/10.3390/ijerph20166617>

Fawole, O.A., & Opara, U.L. (2016). Stability of total phenolic concentration and antioxidant capacity of extracts from pomegranate co-products subjected to in vitro digestion. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16, 358.

<https://doi.org/10.1186/s12906-016-1343-2>

Green, H., Siwajek, P., & Roulin, A. (2017). Use of nutrient profiling to identify healthy versus unhealthy snack foods and whether they can be part of a healthy menu plan. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism*, 9, 1–5.

<https://doi.org/10.1016/j.jnim.2017.07.001>

- Karakas, Z.F., & Tontul, İ. (2020). Influence of composite edible coating on the quality of fruit bars. *Gıda*, 46(1), 21-31. <https://doi.org/10.15237/gida.GD20116>
- Kritsi, E., Tsiaka, T., Sotiroidis, G., Mouka, E., Aouant, K., Ladika, G., Zoumpoulakis, P., Cavouras, D., & Sinanoglou, V.J. (2023). Potential Health Benefits of Banana Phenolic Content during Ripening by Implementing Analytical and In Silico Techniques. *Life*, 13(2), 332. <https://doi.org/10.3390/life13020332>
- Kumaran, A., & Joel Karunakaran, R. (2006). Antioxidant activities of the methanol extract of *Cardiospermum halicabum*. *Pharmaceutical Biology*, 44(2), 146-151. <https://doi.org/10.1080/13880200600596302>
- Lasala, C., Durán, A., Lledó, D. & Soriano, J.M. (2022). Assessment of Nutritional Quality of Products Sold in University Vending Machines According to the Front-of-Pack (FoP) Guide. *Nutrients*, 14(23), 5010. <https://doi.org/10.3390/nu14235010>
- Lee, J.H., Kim, M.J., & Kim, C.Y. (2024). The Development of New Functional Foods and Ingredients. *Foods*, 13(19), 3038. <https://doi.org/10.3390/foods13193038>
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C. & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: Food Sources and Bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>
- Martín-Esparza, M.E., Raigón, M.D., García-Martínez, M.D., & Albors, A. (2023). Toward the Development of Potentially Healthy Low-Energy-Density Snacks for Children Based on Pseudocereal and Pulse Flours. *Foods*, 12(15), 2873. <https://doi.org/10.3390/foods12152873>
- Melini, V., Melini, F., & Acquistucci, R. (2020). Phenolic Compounds and Bioaccessibility Thereof in Functional Pasta. *Antioxidants*, 9(4), 343. <https://doi.org/10.3390/antiox9040343>
- Mihaylova, D., Popova, A., Goranova, Z. & Doykina, P. (2022). Development of healthy vegan bonbons enriched with lyophilized peach powder. *Foods*, 11(11), 1580. <https://doi.org/10.3390/foods11111580>
- Munir, M., Nadeem, M., Qureshi, T.M., Jabber, S., Atif, F. A. & Zeng, X.X. (2016). Effect of Protein Addition on The Physicochemical and Sensory Properties of Fruit Bars. *Journal of Food Processing Preservation*, 40(3), 559-566. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12635>
- Murakami, K. (2017). Nutritional quality of meals and snacks assessed by the Food Standards Agency nutrient profiling system in relation to overall diet quality, body mass index, and waist circumference in British adults. *Nutrition Journal*, 16(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s12937-017-0283-0>
- Pinarli, B., Karliga, E. S., Ozkan, G., & Capanoglu, E. (2020). Interaction of phenolics with food matrix: In vitro and in vivo approaches. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 13(1), 63-74. <https://doi.org/10.3233/mnm-190362>
- Potter, R., Stojceska, V. & Plunkett, A. (2013). The use of fruit powders in extruded snacks suitable for children's diets. *LWT - Food Science and Technology*, 51(2), 537-544. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.11.015>
- Reale, S., Marr, C., Cecil, J.E., Hetherington, M.M. & Caton, S.J. (2019). Maternal decisions on portion size and portion control strategies for snacks in preschool children. *Nutrients*, 11(12), 3009. <https://doi.org/10.3390/nu11123009>
- Rein, M. J., Renouf, M., Cruz-Hernandez, C., Actis-Goretta, L., Thakkar, S.K., & da Silva Pinto, M. (2013). Bioavailability of bioactive food compounds: a challenging journey to bioefficacy. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75(3), 588-602. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04425.x>
- Safdar, M.N., Kausar, T., Nadeem, M., Murtaza, M., Sohail, S., Mumtaz, A., Siddiqui, N., Jabbar, S. & Afzal, S. (2021). Extraction of phenolic compounds from (*Mangifera indica* L.) and kinnow (*Citrus reticulata* L.) peels for the development of functional fruit bars. *Food Science and Technology*, 42, e09321. <https://doi.org/10.1590/fst.09321>
- Schlinkert, C., Gillebaart, M., Benjamins, J., Poelman, M. & De Ridder, D. (2020b). The snack that has it all: People's associations with ideal snacks. *Appetite*, 152, 104722. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104722>

Shaheen, B., Nadeem, M., Kauser, T., Mueen-Ud-D, G. & Mahmood, S. (2013). Preparation and nutritional evaluation of date based fiber enriched fruit bars. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12(12), 1061–1065.

<https://doi.org/10.3923/pjn.2013.1061.1065>

Shahidi, F. & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: antioxidant activity and health effects—a review. *Journal of Functional Foods*, 18, 820-897.

<https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>

Singh, A., Kumari, A., & Chauhan, A. K. (2022). Formulation and evaluation of novel functional snack bar with amaranth, rolled oat, and unripened banana peel powder. *Journal of Food Science and Technology*, 59(9), 3511–3521.

<https://doi.org/10.1007/s13197-021-05344-6>

Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

<https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>

Sun-Waterhouse, D., Teoh, A., Massarotto, C., Wibisono, R. & Wadhwa, S., (2010). Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. *Food Chemistry*, 119(4), 1369-1378.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.016>

Wang, H., Cao, G., & Prior, R.L. (1996). Total antioxidant capacity of fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(3), 701–705.

<https://doi.org/10.1021/jf950579y>

Yen, T.T., Quan, T.H., Nhung, H.T.H., Tram, G.P.N., Karnjanapratum, S., & Benjakul, S. (2022). Development of antioxidative red dragon fruit bar by using response surface methodology for formulation optimization. *Applied Food Research*, 2(2), 100173.

<https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100173>

Zeghoud, S., Seghir, B.B., Kouadri, I., Hemmami, H., Amor, I.B., Tliba, A., Nani, S., Awuchi, C.G., Messaoudi, M. & Rebiai, A. (2023). Classification of plants medicine species from Algerian regions using UV Spectroscopy, HPLC chromatography, and chemometrics analysis. *Malaysian Journal of Chemistry*, 25(1), 126–142.

<https://doi.org/10.55373/mjchem.v25i1.126>

Impacts of milk processing and fermentation on microRNA levels in cow's milk and kefir

Dilek PİRİM^{1,2}, İrem Nur GÖZÜDOK³, Özden ÇOBANOĞLU³, Metin GÜLDAŞ^{5,6}, Ozan GÜRBÜZ^{6,7}

Cite this article as:

Pirim, D., Gözüdok, İ.N., Çobanoğlu, Ö., Gültaş, M., Gürbüz, O. (2025). Impacts of milk processing and fermentation on microRNA levels in cow's milk and kefir. Food and Health, 11(2), 127-138. <https://doi.org/10.3153/FH25010>

¹ Bursa Uludag University, Faculty of Arts & Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Bursa, 16059 Türkiye

² Bursa Uludag University, Institute of Health Sciences, Department of Translational Medicine, Bursa, 16059 Türkiye

³ Bursa Uludag University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Molecular Biology and Genetics, Bursa, 16059 Türkiye

⁴ Bursa Uludag University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Genetics, Bursa, 16059 Türkiye

⁵ Bursa Uludag University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Bursa, 16059 Türkiye

⁶ Bursa Uludag University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Biotechnology, Bursa, 16059 Türkiye

⁷ Bursa Uludag University, Agricultural Faculty, Department of Food Engineering, Bursa, 16059 Türkiye

ORCID IDs of the authors:

D.P. 0000-0002-8247-9347

İ.N.G. 0000-0001-5846-7648

Ö.Ç. 0000-0002-8247-9347

M.G. 0000-0002-5187-9380

O.G. 0000-0001-7871-1628

Submitted: 28.11.2024

Revision requested: 24.12.2024

Last revision received: 25.12.2024

Accepted: 27.12.2024

Published online: 19.03.2025

Correspondence:

Dilek PİRİM

E-mail: dilekpirim@uludag.edu.tr



© 2025 The Author(s)

Available online at

<http://jfh.scientificwebjournals.com>

ABSTRACT

Recent evidence suggests that milk-derived microRNAs (miRNAs) are bioactive components of milk that can influence host cells through cross-kingdom miRNA transfer mechanisms. Therefore, it is essential to assess the content and stability of these miRNAs in drinking milk and milk products to explore their potential roles in human health. Here, we examined the small RNAs and microRNA levels in raw and processed milk samples, including plain and prebiotic-rich kefir. Total RNA was isolated from milk samples processed with different heat treatments and fermentation. The effects of milk processing on specific miRNAs were investigated by RT-qPCR, which evaluated the quantities of four miRNAs related to human diseases. We found that miR-21 and miR-125b could resist harsh conditions applied in milk processing plants. However, no detectable amounts of the tested miRNAs were found in kefir samples by qPCR. Our study highlights the miRNA-specific effects of milk processing methods on milk miRNA content. Future studies focusing on total small RNA content in kefir and other milk products may offer valuable insights into the functional role of milk-derived miRNA. Overall, miRNAs in drinking milk warrant further attention for their potential importance for public health.

Keywords: microRNA, Milk, Milk-derived miRNAs, Kefir, Biomarker

Introduction

Small RNAs abundantly exist in biofluids and show a remarkable ability to endure harsh conditions and resist the activity of RNases. This resilience makes them outstanding candidates for biomarker research, offering significant advantages in detection and analysis. MicroRNAs (miRNA) are a class of small RNAs that play a pivotal role in various biological processes by targeting messenger RNA (mRNA) and causing suppression of mRNA translation and mRNA destabilisation (O'Brien et al., 2018; Jonas et al., 2015). In 2012, the evidence indicating cross-kingdom transfer of miRNAs was presented for the first time, suggesting that plant miRNAs can transfer the bloodstream and regulate gene expression by targeting host genes (Zhang et al., 2012). This groundbreaking discovery led to a surge of interest in food-derived miRNAs, resulting in significant findings about their potential to pass into human cells and circulation (López de Las Hazas et al., 2022; Li et al., 2019; Zhang et al., 2019; Fabris et al., 2016; Zhu et al., 2017). More recently, the SID-1 transmembrane family member 1 (SIDT) gene was suggested to be the key mediator of the food-derived miRNA absorption into the mammalian stomach and circulation (Chen et al., 2021). These findings indicated that cross-kingdom miRNA-mediated gene regulation may have positive/adverse effects on human health. Thus, it is of utmost importance for human health to determine the miRNA content and stability in food. In this context, milk miRNAs mainly carried in exosomes are recognised as a novel bioactive nutrient component of consumable milk that may influence the host cellular process (Golan-Gerstl et al., 2017; Baier et al., 2014; Zempleni et al., 2015; Melnik et al., 2016; Liao et al., 2017; Benmoussa et al., 2016; Benmoussa et al., 2019). Bovine milk contains a considerable amount of miRNAs, which exist in free form and are packaged in extracellular vesicles that enable them to resist acidic conditions and survive in the intestine (Weber et al., 2010; Shandilya et al., 2017; Izumi et al., 2012). Milk miRNAs have high sequence similarity and are conserved across mammals. Hence, the knowledge of the transferability of miRNAs between species draws great attention among researchers to elucidate the miRNA content in commercial milk, their bioavailability, and possible health concerns (Baier et al., 2014; Manca et al., 2018; Izumi et al., 2015; van Herwijnen et al., 2018; Myrzabekova et al., 2021; Abou el Qassim et al., 2022). Baier et al. (2014) reported that cow milk-derived miRNAs contained in the extracellular vesicles are absorbed by human cells and exert function in a biologically significance manner. Additionally, the distinct effects of miR-200c and miR-29b were shown against milk processing and storage conditions (Howard et al., 2015). Recent

evidence supports the functionality of cow milk-derived miRNAs, indicating that miR-223 derived from commercial pasteurised milk (PM) can influence host gene expression by transferring it to human cells (Benmoussa et al., 2020). Furthermore, a significant reduction in specific miRNA levels was detected in ultra-high-temperature (UHT) treated milk compared to raw and PM samples collected from healthy cows (Zhang et al., 2022). The miR-17-5p, miR-25, and miR-9-5p levels were not significantly different between raw and PM milk, yet miR-27b appeared to be affected by pasteurisation (Zhang et al., 2022). Considering the published literature, it is well-known that heat treatments affect the stability of the milk miRNA to some extent, and these effects were likely to depend on specific physical properties of miRNAs found in milk. Nevertheless, the stability of the miRNAs in cultured dairy products such as kefir has yet to be thoroughly investigated. Here, we selected four miRNAs (miR-21, miR-421, miR-125b, and miR-487b) that have a similar sequence with human miRNAs and were previously reported to be involved in certain human diseases. However, the presence of these miRNAs in drinking milk and fermented products remains unexplored. The miR-21, highly expressed in milk, contributes to the pathogenesis of distinct human diseases, including autoimmune diseases, atherosclerosis, kidney disease, and cancer (Larrue et al., 2022). The miR-421 and miR-125b have been suggested to be potential oncomiRs for multiple cancers as they promote cell proliferation and carcinogenesis (Xu et al., 2022; Wang et al., 2020). Moreover, increased levels of miR-487b were observed in patients with hepatocellular carcinoma and osteosarcoma cells (Wang et al., 2020; Cao et al., 2020). Therefore, the possible absorption of these milk-derived miRNAs into human circulation may affect human health.

The study aimed to investigate the effects of different milk processing steps and kefir fermentation on selected miRNAs that participate in crucial pathways involved in human diseases.

Materials and Methods

Samples

Milk samples were collected from healthy Holstein cows and processed in commercial SUTAŞ dairy processing plants (Bursa, Türkiye). Samples were transferred to our laboratory on the same day for molecular analysis, and the remaining samples were stored at -80°C . Seven samples were used in the study (Figure 1). The first sample was taken from the raw milk in the milk processing line. Then, the second sample was

taken from the homogenised milk. The homogenised milk was obtained through the following stages of the raw milk: clarification (cleaning by centrifugation), fat separation, and homogenisation at 60°C under 200 bar pressure. Homogenised milk was divided into three groups and subjected to different heat treatments: 1) pasteurisation at 85°C for 5 min, 2) pasteurisation at 95°C for 5 min, and 3) Ultra high temperature (UHT) treatment at 140°C for 2-4 sec. Finally, 95°C/5 min pasteurised milk (sample 4) was divided into two aliquots to produce plain kefir and kefir rich in prebiotics (with

2% inulin added). Milk aliquots with and without inulin were inoculated with 1% kefir starter culture (Christian Hansen Inc., Denmark). After inoculating kefir cultures, samples were incubated at 22-25°C for 24 hours. Once fermentation was complete, kefir samples were stored at 4°C before processing within 24 hours. All samples were centrifuged at 1,200g for 10 min (4°C) to remove milk fat and somatic cells, and the supernatant was centrifuged at 20,000g for 30 min to remove the remaining cell residues and fat debris before RNA isolation.

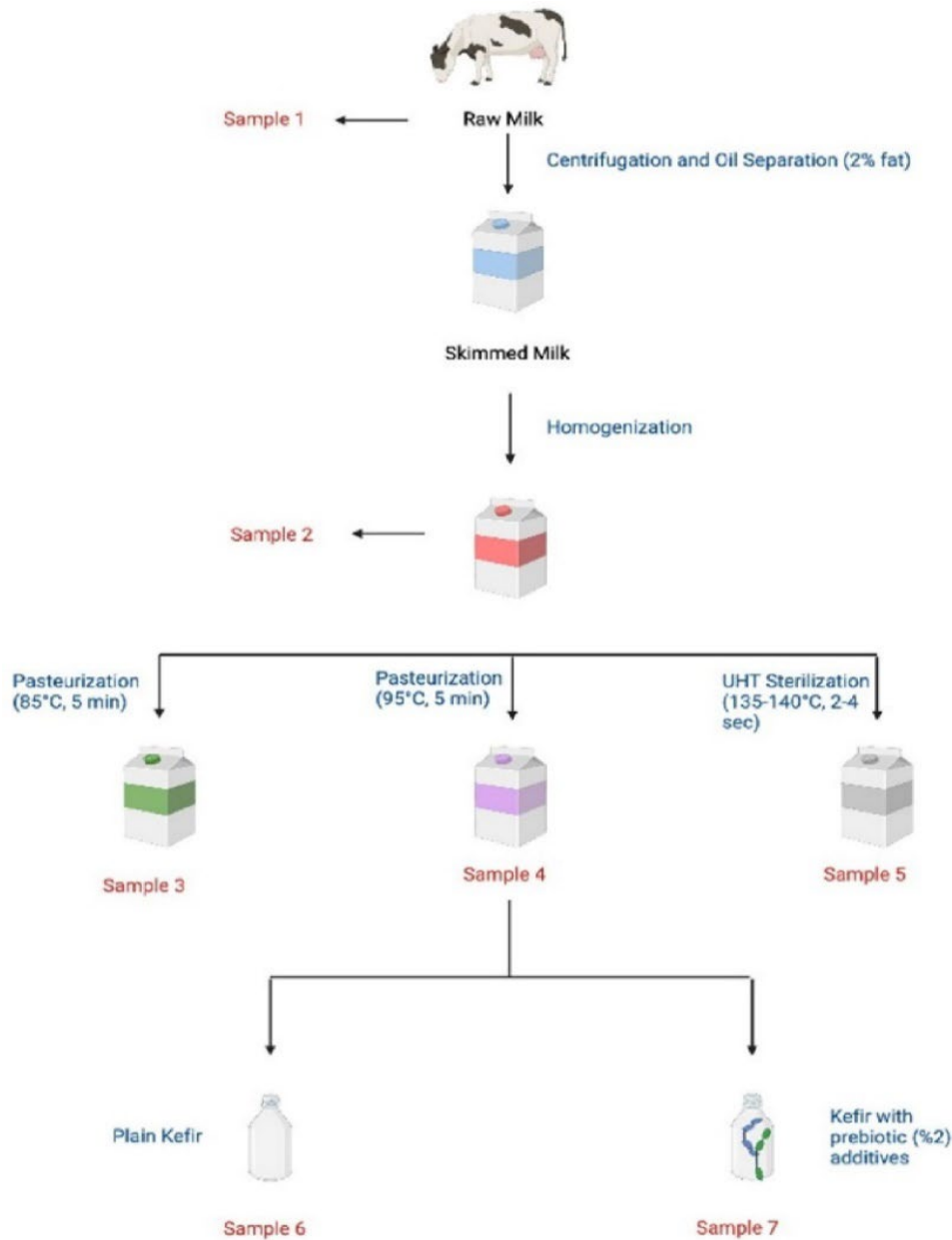


Figure 1. The flow diagram depicts the milk processing steps and sample properties

Total RNA Isolation

MiRNeasy Serum/Plasma Advanced Kit (Qiagen, Hilden, Germany) was used to extract the total RNA from 600 μ L starting sample, and the cel-miR-39 was added to the sample as a spike-in control for normalisation by following the manufacturer's protocol. The concentration and quality of the extracted RNA were assessed using a Nanodrop 2000 Spectrophotometer (Thermo Fisher Scientific, Darmstadt, Germany) and Qubit RNA HS (High Sensitivity) Assay Kit by Qubit 4.0 Fluorometer (Thermo Fisher Scientific, Darmstadt, Germany).

miRNA Quantification by Agilent Bioanalyzer and RT-qPCR

Small RNA size and total miRNA content in each sample were determined by using Small RNA Kit (Agilent Technologies, Palo Alto, CA) on Agilent 2100 Bioanalyzer (Agilent Technologies, Palo Alto, CA) with default settings (miRNA=10-40 nucleotides; small RNA=0-270 nucleotides). We also used the RT-qPCR method to assess the quantity of the four bovine miRNAs (miR-21, miR-421, miR-125b, miR-487b) in raw milk and processed milk samples. Sequences of the bovine miRNAs and their similarities with human miRNAs are given in Table 1. Extracted total RNA (5ng/ μ L) was reverse transcribed to cDNA using miRCURY LNA RT kit

(Qiagen, Hilden, Germany) following manufacturer protocol. cDNA was diluted in 1:10 by nuclease-free water and miRCURY LNA SYBR Green PCR (Qiagen, Hilden, Germany) kit and miRCURY LNA miRNA PCR assays (Qiagen, Hilden, Germany) for bta-miR-487b-3p (YP00204489, Qiagen, Hilden, Germany), bta-miR-421 (YP00204603, Qiagen, Hilden, Germany), bta-miR-125b-5p (YP00205713, Qiagen, Hilden, Germany), bta-miR-21-5p (YP02114798, Qiagen) were used for real-time PCR protocol (Initial denaturation; 2 min at 95°C, denaturation; 10 sec at 95°C, annealing and extension; 1 min at 58°C for 40 cycles) on Rotor-Gene Q PCR machine (Qiagen, Hilden, Germany). Briefly, 10 μ L reactions were prepared by adding 2 μ L of diluted cDNA, 1 μ L assay, 5 μ L of the SYBR Green PCR master mix, and 1 μ L RNase-free water. Each PCR reaction was run in quadruplicate. Melt curve analysis was conducted to assess the specificity of the primers and amplification. Samples with a cycle threshold (Ct) value >35 were considered undetected.

Statistical Analysis

Statistical analysis was conducted using GraphPad Prism Statistical Software (Version 6.0). One-way ANOVA and t-test were performed to assess the mean differences of miRNA contents among the samples. The p-value was considered as <0.05 for the level of statistical significance.

Table 1. Comparison of the miRNA sequences in human and bovine and their homology.

miRNA	Sequence in Bovine	Sequence in Human	Homology
miR-21-5p	UAGCUUAUCAGACUGAUGUUGAcu*	UAGCUUAUCAGACUGAUGUUGA	91.7%
miR-125b-5p	UCCUGAGACCCUAACUUGUGA	UCCUGAGACCCUAACUUGUGA	100%
miR-421	AUCAACAGACAUUAAUUGGGCGC	AUCAACAGACAUUAAUUGGGCGC	100%
miR-487b-3p	AAUCGUACAGGGUCAUCCACUU	AAUCGUACAGGGUCAUCCACUU	100%

*Lowercase nucleotides indicate the difference between bovine and human sequences.

Results and Discussion

Total miRNA Content of the Samples

Agilent Bioanalyzer measured Total Small RNA and miRNA content in 7 samples, and the miRNA/Small RNA Ratio was calculated (Table 2). The highest miRNA/Small RNA Ratio was determined for raw milk. Homogenised milk (HM) was treated with three different heat processes, and our results highlight that the UHT sample lost a majority of its small RNA content (160 pg/ μ L), including miRNA (65 pg/ μ L). However, miRNA concentrations of the heat-treated samples (P-85, P-95, and UHT) are relatively lower than HM, which supports the impact of heat temperature and time on miRNA stability. The lowest miRNA concentration was observed in plain kefir (3.2 pg/ μ L). Bioanalyzer electropherograms depicted in Figure 2 show distributions of small RNA fractions with corresponding nucleotide lengths. The electropherogram signals representing miRNAs are expected to be received in the 20-40 nt interval.

Effects of Different Processing Steps on miRNA Levels

RT-qPCR determined the quantities of the four miRNAs, and their stability to different processing steps was evaluated. The

determined Ct range was 23-32, yet miR-125b and miR-21 were found to have higher levels in raw milk than miR-421 and miR-487b (Figures 3 and 6). However, we did not detect miR-421 and miR-487 in P-95 (pasteurisation at 95°C for 5 min), UHT sample, plain kefir, and probiotic-rich kefir (PrK), so the data is not included in the analysis. In addition, the Ct value for miR-421 in P-85 (pasteurisation at 85°C for 5 min) was also undetectable, and high Ct values (>35) for all analysed miRNAs were observed in kefir samples; thus, they were excluded from the data analysis. Normalisation of Ct values with cel-miR-39 revealed that raw milk homogenisation significantly impacts all miRNAs (Figure 4a-4d). We also determined that pasteurisation at different temperatures and times (P-85 and P-95 samples) and UHT cause statistically significantly reduced levels of miR-21b and miR-125b compared to levels in HM (Figure 7a-b). The reductions after heat treatments were different for each miRNA; the pasteurisation at 95°C, 5 min appeared to have the worst effect on miR-21 (reduced 87.6 %) and miR-125b (reduced 91.1 %) compared to the pasteurisation at 85°C, 5 min and UHT treatment (140°C, 2-4 sec) (Table S1). However, pasteurisation [at 85°C, 5 min] of the HM caused no statistically significant reduction for miR-487 (Figure 5a-5b and Table S1).

Table 2. Results of small RNA analyses using the Agilent Bioanalyzer.

Sample	Small RNA Concentration (pg/ μ L)	miRNA Concentration (pg/ μ L)	miRNA/Small RNA Ratio (%)	
Sample 1	Raw Milk	5.456	2.684	49
Sample 2	Homogenized 60°C/200 bar	10.309	3.262	32
Sample 3	Pasteurized 85°C/5 min	2.480	1.102	44
Sample 4	Pasteurized 95°C/5 min	2.042	449	22
Sample 5	UHT 140°C/2-4 sec	160	65	41
Sample 6	Plain Kefir	217	3.2	1
Sample 7	Prebiotic-rich Kefir	2.061	506	25

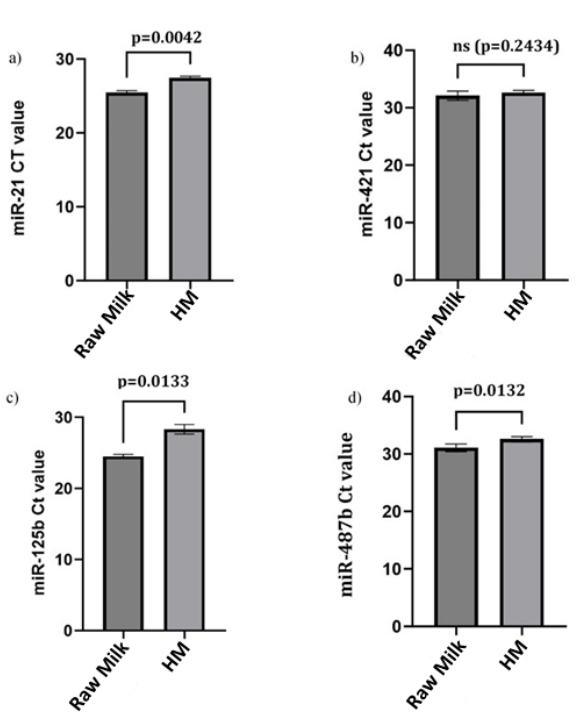


Figure 3. Comparison of Ct values detected in raw milk and homogenised milk (HM) in a) miR-21, b) miR421, c) miR-125b and d) miR-487b

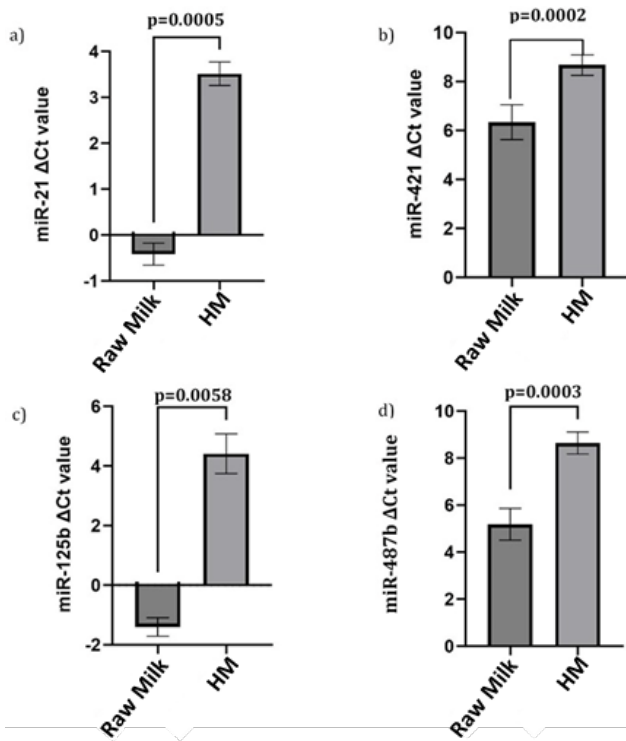


Figure 4. Comparison of Δ Ct values detected in raw milk and homogenised milk (HM) in a) miR-21, b) miR421, c) miR-125b and d) miR-487b.

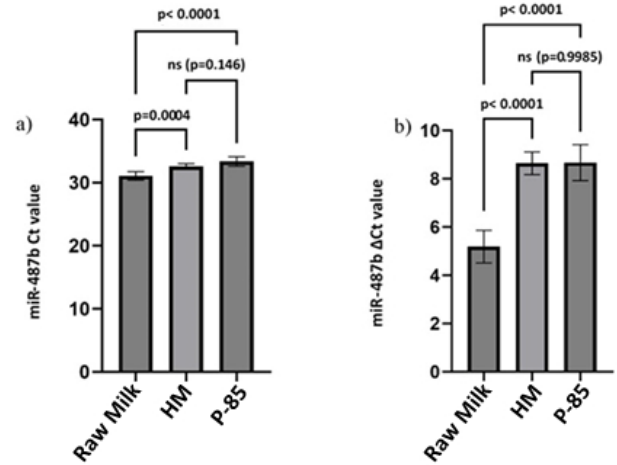


Figure 5. Comparison of a) Ct and b) Δ Ct values detected in raw milk, homogenised milk (HM) and pasteurised milk in 85°C/5min (P-85) in miR-487b

This study analysed the small RNA content and stability of 5 milk (raw and heat-treated milk samples) and two kefir samples. We specifically determined the quantities of the four miRNAs (miR-21, miR-125b, miR-421, miR-487b) were determined to show the effects of heat treatments and fermentations on miRNA levels. Previous studies have also found that UHT significantly impacts total miRNA content more than pasteurisation treatments (Table 2). Zhang et al. (2022) previously assessed the effects of pasteurisation and UHT treatment on total RNA content by RNA sequencing, and validation of the results by qPCR revealed that the majority of the milk miRNAs, except miR-27b, remained stable after the pasteurisation (85°C/15 sec). However, a significant loss was observed after UHT treatment (140°C/15 sec). Our study, in line with these findings, supports the notion that specific miRNAs are more stable under the harsh conditions used in the processing methods of dairy products (Howard et al., 2015; Abou el Qassim et al., 2023; Kirchner et al., 2016; Li et al., 2016; Shome et al., 2021; Sohel, 2016; Abou el Qassim et al., 2022). Howard et al. (2015) reported miRNA-specific effects of pasteurisation and homogenisation, with 63% and 67% of loss seen in miR-200c and miR-29b, respectively, after subsequent treatments. The choice of pasteurisation norms (time/temperature combinations) used in the milk industry and the processing methods can significantly impact the miRNA contents of the milk products available in the markets. Our findings could influence these choices and be utilised to enhance quality control and assurance of dairy products. For instance, specific milk miRNAs were more resilient when pasteurised at 75°C for 15 seconds compared to other treatments at 63°C for 30 minutes or 120-130°C for 0.5-4 seconds (Oh et al., 2015). Furthermore, higher levels of miR-

148a-3p were detected by RT-qPCR after pasteurisation of the raw milk. However, some studies did not show a significant effect of pasteurisation on miRNA content, which indicates more research is needed to enhance our understanding of miRNA preservation against heat procedures (Kirchner et al., 2016; Melnik et al., 2019; Torrez Lamberti et al., 2023).

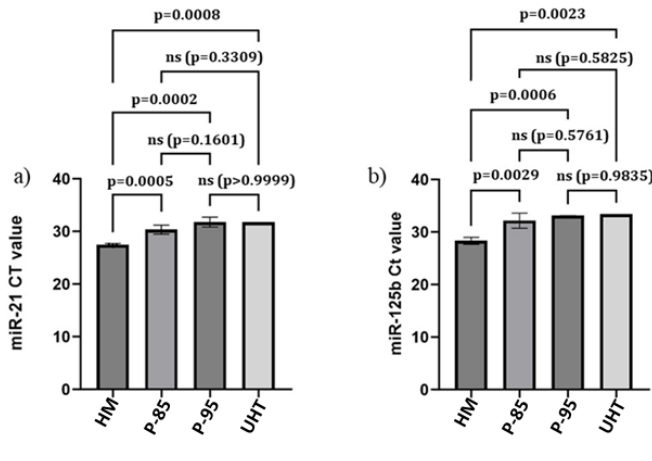


Figure 6. Comparison of Ct values detected in homogenised milk (HM), pasteurised milk in 85°C/5min (P-85), pasteurised milk in 95°C/5min (P-95) and UHT milk in a) miR-21, b) miR-125b

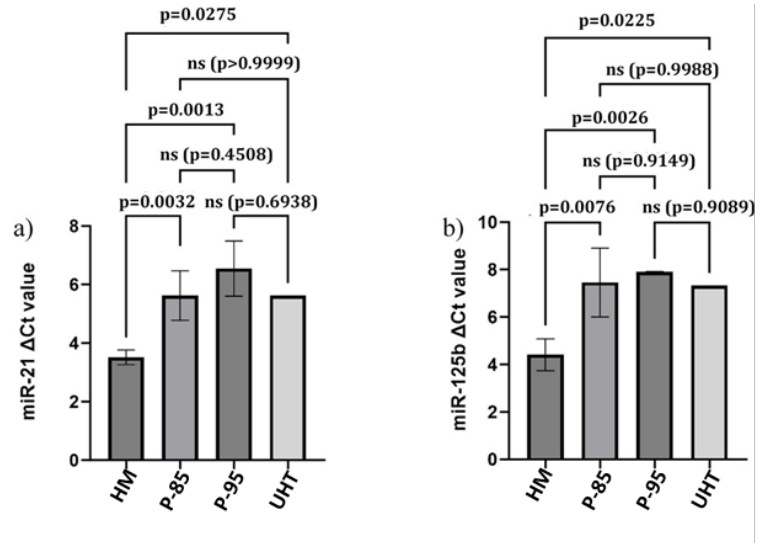


Figure 7. Comparison of ΔCt values detected in homogenised milk (HM), pasteurised milk in 85°C/5min (P-85), pasteurised milk in 95°C/5min (P-95) and UHT milk in a) miR-21, b) miR-125b

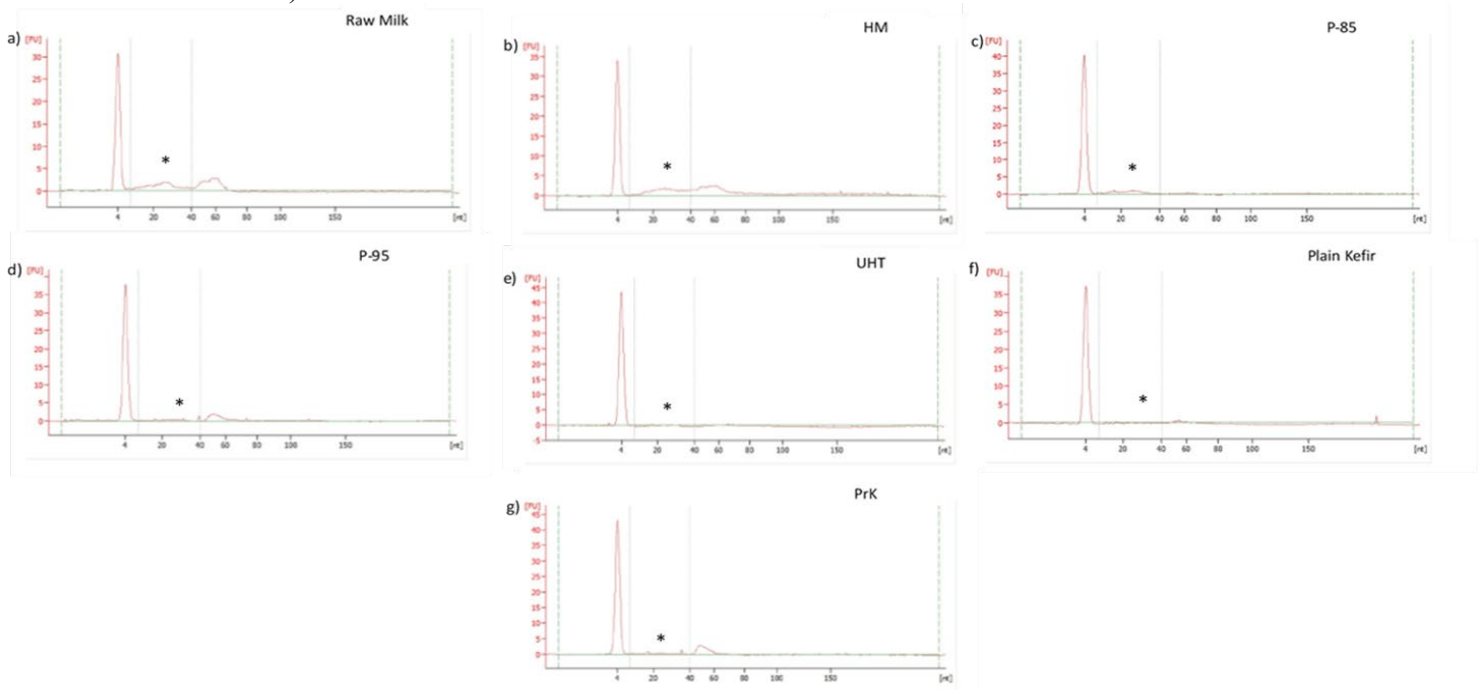


Figure 2. Bioanalyzer electropherogram traces showing miRNA content in processed milk samples: a) raw milk b) homogenised milk (HM) c) pasteurised milk in 85°C/5min (P-85) d) pasteurised milk in 95°C/5min (P-95) e) UHT sterilised milk f) plain kefir g) prebiotic-rich kefir (PrK)*Asterisk indicates the expected region (20-40 nt) of the miRNA in the traces

The kefir samples in this study encompass various aerobic and anaerobic microorganisms recognised for their beneficial roles as probiotics for human health. In this context, pasteurised milk at 95°C for 5 min was fermented, and inulin was added to a portion of this fermented sample to produce PrK. Notably, miRNA concentrations determined in Agilent Bio-analyzer indicate plain kefir has the lowest levels of miRNAs (3.2 pg/μL) than the other tested milk samples and PrK (Table 2). Additionally, the total miRNA concentrations of PrK (conc: 506 pg/μL) were similar to P-95 (conc: 449 pg/μL). However, none of the quantified miRNAs passed the CT threshold in kefir samples and were not included in the statistical analysis. The fermentation process may cause adverse effects on mechanisms required for miRNA stabilisation. It has been demonstrated that fermentation affects the stability of milk exosomes and yields a significant loss of miR-29b and miR-21 in yoghurt samples compared to raw milk (Yu et al., 2017). Recently, milk samples were subjected to microwave heating and fermentation to produce cheese and yoghurt to assess the miRNA levels and the effects of the treatment processes (Abou el Qassim et al., 2023). In the study mentioned above, seven miRNAs (miR-148a, miR-301-5p, miR-21a-5p, miR-451, miR-29b, miR-215, miR-7863) were analysed using total RNA isolated from total milk, and all miRNAs were reported to be significantly reduced by fermentation of pasteurised milk (85°C for 30 min) during yoghurt production. Unlike previous work, in our study, we produced kefir samples from the pasteurisation milk at 95°C (5 min); thus, it is suspected that selected miRNAs were degraded after applying multiple steps (homogenisation, pasteurisation at higher temperatures, and fermentation). In addition, expression levels of miRNAs were known to differ in different milk fractions (whey, cells, and fats), so milk whey used in our study may not include higher levels of analysed miRNAs (Li et al., 2016; Sohel et al., 2016; Abou el Qassim et al., 2022; Le et al., 2012). However, we did not expect similar stabilities of milk miRNAs against treatments due to variability in their secondary structures (Yang et al., 2018). It is also noteworthy to mention that miRNA concentrations in PrK are found to be higher than in plain kefir (Table 2), which may be due to the growth stimulated of microorganisms available in the kefir culture by the prebiotic (inulin) incorporation and enrichment of microorganismal small RNA populations, including microRNA-sized RNAs (Yu et al., 2022).

This finding is similar to results obtained from an RNA sequencing study indicating the upregulation of miRNAs in cultured buttermilk compared to raw milk due to the possible production of exosomes of lactic acid bacteria leading to small RNA abundance (Shome et al., 2021).

Moreover, two earlier studies showed higher concentrations of milk miRNAs in fresco queso dip and camembert cheese compared to pasteurised whole milk (Howard et al., 2015; Oh et al., 2015). Taken together, findings obtained in ours and previous works imply variations in the stabilities of milk miRNAs in dairy products may depend on intrinsic and extrinsic factors, including miRNA abundance in the analysed milk fractions, structural properties of miRNAs, and treatment protocols used in processed products. Nevertheless, due to limited research in this field, reported implications need to be confirmed and clarified by prospective studies.

This is the first study investigating the miRNA levels in plain and prebiotic-rich kefir samples. Our qPCR analyses did not detect a meaningful amount of analysed miRNAs in kefir samples, and the total miRNA content in our samples still needs to be characterised. However, RNA sequencing of the kefir samples is planned, providing worthwhile information regarding the RNA distribution in the kefir samples.

Conclusion

In conclusion, we determined that specific miRNAs may stay stable in UHT, a standard sterilisation method used in dairy plants. To develop functional milk in the future dairy industry, the detrimental and beneficial effects of these miRNAs in the case of transfer to human circulation need to be explored. Also, further RNA sequencing studies and quantifying different miRNAs will enhance the understanding of miRNA profiles in kefir samples.

Compliance with Ethical Standards

Conflict of interest: The author(s) declares that they have no actual, potential, or perceived conflict of interest for this article.

Ethics committee approval: The authors declare that this study does not include experiments with human or animal subjects, so ethics committee approval is not required.

Data availability: Data will be made available at the request of the author(s).

Funding: This research was funded by the projects (FYL-2022-1233 and FGA-2022-820) of the Bursa Uludag University Scientific Research Projects Unit, Türkiye

Acknowledgements: We thank Ms. Özlem Kaner, R&D Coordinator, for her cooperation in obtaining the processed milk samples from the SÜTAŞ dairy processing plants and her contributions to our research (Bursa, Turkey). We also thank our lab members Fatih Atilla Bağcı and Ceren Gümüş for their help in the project management.

Disclosure: -

References

- Abou el Qassim, L., Alonso, J., Zhao, K., Le Guillou, S., Diez, J., Vicente, F., ... Royo, L.J. (2022). Differences in the microRNAs Levels of Raw Milk from Dairy Cattle Raised under Extensive or Intensive Production Systems. *Veterinary Sciences*, 9(12), 661. <https://doi.org/10.3390/vetsci9120661>
- Abou el Qassim, L., Le Guillou, S., & Royo, L.J. (2022). Variation of miRNA content in cow raw milk depends on the dairy production system. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(19), 11681. <https://doi.org/10.3390/ijms231911681>
- Abou el Qassim, L., Martínez, B., Rodríguez, A., Dávalos, A., López de las Hazas, M.-C., Menéndez Miranda, M., & Royo, L.J. (2023). Effects of cow's milk processing on microRNA levels. *Foods*, 12(15), 2950. <https://doi.org/10.3390/foods12152950>
- Baier, S.R., Nguyen, C., Xie, F., Wood, J.R., & Zemleni, J. (2014). MicroRNAs are absorbed in biologically meaningful amounts from nutritionally relevant doses of cow milk and affect gene expression in peripheral blood mononuclear cells, HEK-293 kidney cell cultures, and mouse livers. *The Journal of Nutrition*, 144(10), 1495–1500. <https://doi.org/10.3945/jn.114.196436>
- Benmoussa, A., Gotti, C., Bourassa, S., Gilbert, C., & Provost, P. (2019). Identification of protein markers for extracellular vesicle (EV) subsets in cow's milk. *Journal of Proteomics*, 192, 78–88. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2018.08.010>
- Benmoussa, A., Laugier, J., Beauparlant, C.J., Lambert, M., Droit, A., & Provost, P. (2020). Complexity of the microRNA transcriptome of cow milk and milk-derived extracellular vesicles isolated via differential ultracentrifugation. *Journal of Dairy Science*, 103(1), 16–29. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16880>
- Benmoussa, A., Lee, C.H.C., Laffont, B., Savard, P., Laugier, J., Boilard, E., ... Provost, P. (2016). Commercial dairy cow milk microRNAs resist digestion under simulated gastrointestinal tract conditions. *The Journal of Nutrition*, 146(11), 2206–2215. <https://doi.org/10.3945/jn.116.237651>
- Cao, X., Yang, Q., & Yu, Q. (2020). Increased expression of mir-487b is associated with poor prognosis and tumor progression of HBV-related hepatocellular carcinoma. *Open Forum Infectious Diseases*, 7(12), ofaa498. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofaa498>
- Chen, Q., Zhang, F., Dong, L., Wu, H., Xu, J., Li, H., ... Zhang, C.-Y. (2021). SIDT1-dependent absorption in the stomach mediates host uptake of dietary and orally administered microRNAs. *Cell Research*, 31(3), 247–258. <https://doi.org/10.1038/s41422-020-0389-3>
- Fabris, L., & Calin, G.A. (2016). Circulating free xeno-microRNAs—The new kids on the block. *Molecular Oncology*, 10(3), 503–508. <https://doi.org/10.1016/j.molonc.2016.01.005>
- Fox, P.F., Cogan, T.M., & Guinee, T.P. (2017). Chapter 25—Factors That Affect the Quality of Cheese. In P.L.H. McSweeney, P.F. Fox, P.D. Cotter, & D.W. Everett (Eds.), *Cheese (Fourth Edition)* (pp. 617–641). San Diego: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00025-9>
- Golan-Gerstl, R., Elbaum Shiff, Y., Moshayoff, V., Schecter, D., Leshkowitz, D., & Reif, S. (2017). Characterization and biological function of milk-derived miRNAs. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(10), 1700009. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201700009>
- Herwijnen, M.J.C. van, Driedonks, T.A.P., Snoek, B.L., Kroon, A.M.T., Kleinjan, M., Jorritsma, R., ... Wauben, M. H.M. (2018). Abundantly present mirnas in milk-derived extracellular vesicles are conserved between mammals. *Frontiers in Nutrition*, 5.
- Howard, K.M., Jati Kusuma, R., Baier, S.R., Friemel, T., Markham, L., Vanamala, J., & Zemleni, J. (2015). Loss of miRNAs during processing and storage of cow's (Bos taurus) milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(2), 588–592. <https://doi.org/10.1021/jf505526w>
- Izumi, H., Kosaka, N., Shimizu, T., Sekine, K., Ochiya, T., & Takase, M. (2012). Bovine milk contains microRNA and messenger RNA that are stable under degradative conditions. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 4831–4841. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5489>

Izumi, Hirohisa, Tsuda, M., Sato, Y., Kosaka, N., Ochiya, T., Iwamoto, H., ... Takeda, Y. (2015). Bovine milk exosomes contain microRNA and mRNA and are taken up by human macrophages. *Journal of Dairy Science*, 98(5), 2920–2933.

<https://doi.org/10.3168/jds.2014-9076>

Jonas, S., & Izaurralde, E. (2015). Towards a molecular understanding of microRNA-mediated gene silencing. *Nature Reviews. Genetics*, 16(7), 421–433.

<https://doi.org/10.1038/nrg3965>

Kirchner, B., Pfaffl, M.W., Dumpler, J., von Mutius, E., & Ege, M.J. (2016). microRNA in native and processed cow's milk and its implication for the farm milk effect on asthma. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 137(6), 1893–1895.e13.

<https://doi.org/10.1016/j.jaci.2015.10.028>

Larrue, R., Fellah, S., Van der Hauwaert, C., Hennino, M.-F., Perrais, M., Lionet, A., ... Cauffiez, C. (2022). The Versatile role of miR-21 in renal homeostasis and diseases. *Cells*, 11(21), 3525.

<https://doi.org/10.3390/cells11213525>

Le, T.T., Van de Wiele, T., Do, T.N.H., Debyser, G., Struijs, K., Devreese, B., ... Van Camp, J. (2012). Stability of milk fat globule membrane proteins toward human enzymatic gastrointestinal digestion. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2307–2318.

<https://doi.org/10.3168/jds.2011-4947>

Li, J., Lei, L., Ye, F., Zhou, Y., Chang, H., & Zhao, G. (2019). Nutritive implications of dietary microRNAs: Facts, controversies, and perspectives. *Food & Function*, 10(6), 3044–3056.

<https://doi.org/10.1039/c9fo00216b>

Li, R., Dudemaine, P.-L., Zhao, X., Lei, C., & Ibeagha-Awemu, E.M. (2016). Comparative Analysis of the miRNome of Bovine Milk Fat, Whey and Cells. *PLOS ONE*, 11(4), e0154129.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154129>

Liao, Y., Du, X., Li, J., & Lönnerdal, B. (2017). Human milk exosomes and their microRNAs survive digestion in vitro and are taken up by human intestinal cells. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(11).

<https://doi.org/10.1002/mnfr.201700082>

López de Las Hazas, M.-C., Del Pozo-Acebo, L., Hansen, M. S., Gil-Zamorano, J., Mantilla-Escalante, D.C., Gómez-Coronado, D., ... Dávalos, A. (2022). Dietary bovine milk miRNAs transported in extracellular vesicles are partially stable during GI digestion, are bioavailable and reach target tissues but need a minimum dose to impact on gene expression. *European Journal of Nutrition*, 61(2), 1043–1056.

<https://doi.org/10.1007/s00394-021-02720-y>

Manca, S., Upadhyaya, B., Mutai, E., Desaulniers, A.T., Cederberg, R.A., White, B.R., & Zemleni, J. (2018). Milk exosomes are bioavailable and distinct microRNA cargos have unique tissue distribution patterns. *Scientific Reports*, 8(1), 11321.

<https://doi.org/10.1038/s41598-018-29780-1>

Melnik, B.C., Kakulas, F., Geddes, D.T., Hartmann, P.E., John, S.M., Carrera-Bastos, P., ... Schmitz, G. (2016). Milk miRNAs: Simple nutrients or systemic functional regulators? *Nutrition & Metabolism*, 13(1), 42.

<https://doi.org/10.1186/s12986-016-0101-2>

Melnik, B.C., & Schmitz, G. (2019). Exosomes of pasteurized milk: Potential pathogens of Western diseases. *Journal of Translational Medicine*, 17(1), 3.

<https://doi.org/10.1186/s12967-018-1760-8>

Myrzabekova, M., Labeit, S., Niyazova, R., Akimniyazova, A., & Ivashchenko, A. (2021). Identification of Bovine miRNAs with the Potential to Affect Human Gene Expression. *Frontiers in Genetics*, 12, 705350.

<https://doi.org/10.3389/fgene.2021.705350>

O'Brien, J., Hayder, H., Zayed, Y., & Peng, C. (2018). Overview of MicroRNA Biogenesis, Mechanisms of Actions, and Circulation. *Frontiers in Endocrinology*, 9.

Oh, S., Park, M.R., Son, S.J., & Kim, Y. (2015). Comparison of total RNA isolation methods for analysis of immune-related microRNAs in market Milks. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35(4), 459–465.

<https://doi.org/10.5851/kosfa.2015.35.4.459>

Shandilya, S., Rani, P., Onteru, S.K., & Singh, D. (2017). Small Interfering RNA in Milk Exosomes Is Resistant to Digestion and Crosses the Intestinal Barrier In Vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(43), 9506–9513.

<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b03123>

- Shome, S., Jernigan, R.L., Beitz, D.C., Clark, S., & Testroet, E.D. (2021). Non-coding RNA in raw and commercially processed milk and putative targets related to growth and immune-response. *BMC Genomics*, 22(1), 749. <https://doi.org/10.1186/s12864-021-07964-w>
- Sohel, M.H. (2016). Extracellular/Circulating MicroRNAs: Release Mechanisms, Functions and Challenges. *Achievements in the Life Sciences*, 10(2), 175–186. <https://doi.org/10.1016/j.als.2016.11.007>
- Torrez Lamberti, M.F., Parker, L.A., Gonzalez, C.F., & Lorca, G.L. (2023). Pasteurization of human milk affects the miRNA cargo of EVs decreasing its immunomodulatory activity. *Scientific Reports*, 13(1), 10057. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-37310-x>
- Wang, F., Ye, B.-G., Liu, J.-Z., & Kong, D.-L. (2020). miR-487b and TRAK2 that form an axis to regulate the aggressiveness of osteosarcoma, are potential therapeutic targets and prognostic biomarkers. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 34(8), e22511. <https://doi.org/10.1002/jbt.22511>
- Wang, Y., Zeng, G., & Jiang, Y. (2020). The emerging roles of miR-125b in cancers. *Cancer Management and Research*, 12, 1079–1088. <https://doi.org/10.2147/CMAR.S232388>
- Weber, J.A., Baxter, D.H., Zhang, S., Huang, D.Y., Huang, K.H., Lee, M.J., ... Wang, K. (2010). The microRNA spectrum in 12 body fluids. *Clinical Chemistry*, 56(11), 1733–1741. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2010.147405>
- Xu, Y., Wang, G., Hu, W., He, S., Li, D., Chen, P., ... Zong, L. (2022). Clinical role of miR-421 as a novel biomarker in diagnosis of gastric cancer patients. *Medicine*, 101(19), e29242. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000029242>
- Yang, J., Elbaz-Younes, I., Primo, C., Murungi, D., & Hirschi, K.D. (2018). Intestinal permeability, digestive stability and oral bioavailability of dietary small RNAs. *Scientific Reports*, 8(1), 10253. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28207-1>
- Yu, S., Zhao, Z., Hao, P., Qiu, Y., Zhao, M., Zhou, G., ... Li, P. (2022). Biological Functions and Cross-Kingdom Host Gene Regulation of Small RNAs in Lactobacillus plantarum-Derived Extracellular Vesicles. *Frontiers in Microbiology*, 13.
- Yu, S., Zhao, Z., Sun, L., & Li, P. (2017). Fermentation Results in Quantitative Changes in Milk-Derived Exosomes and Different Effects on Cell Growth and Survival. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(6), 1220–1228. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b05002>
- Zempleni, J., Baier, S.R., Howard, K.M., & Cui, J. (2015). Gene regulation by dietary microRNAs. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 93(12), 1097–1102. <https://doi.org/10.1139/cjpp-2014-0392>
- Zhang, L., Chen, T., Yin, Y., Zhang, C.-Y., & Zhang, Y.-L. (2019). Dietary microRNA—a novel functional component of food. *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)*, 10(4), 711–721. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy127>
- Zhang, L., Hou, D., Chen, X., Li, D., Zhu, L., Zhang, Y., ... Zhang, C.-Y. (2012). Exogenous plant MIR168a specifically targets mammalian LDLRAP1: Evidence of cross-kingdom regulation by microRNA. *Cell Research*, 22(1), 107–126. <https://doi.org/10.1038/cr.2011.158>
- Zhang, Y., Xu, Q., Hou, J., Huang, G., Zhao, S., Zheng, N., & Wang, J. (2022). Loss of bioactive microRNAs in cow's milk by ultra-high-temperature treatment but not by pasteurization treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(7), 2676–2685. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11607>
- Zhu, K., Liu, M., Fu, Z., Zhou, Z., Kong, Y., Liang, H., ... Chen, X. (2017). Plant microRNAs in larval food regulate honeybee caste development. *PLoS Genetics*, 13(8), e1006946. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1006946>

Supplementary Table 1. Effects of different milk treatments on miRNA levels

	miR-21			miR-125b			miR-421			miR-487		
	Fold Change	Decrease %	p-value	Fold Change	Decrease %	p-value	Fold Change	Decrease %	p-value	Fold Change	Decrease %	p-value
Sample 2: Homogenized 60°C/200 bar	0.065	93.5 %	<0.0001	0.018	98.2 %	<0.0001	0,16	84 %	<0.0001	0.091	90.9 %	<0.0001
Sample 3: Pasteurized 85°C/5 min	0.301	69.9 %	<0.0001	0.185	81.5 %	<0.0001	-	-	-	0.985	1.5 %	0.8052
Sample 4: Pasteurized 95°C/5 min	0.124	87.6 %	<0.0001	0.089	91.1 %	<0.0001	-	-	-	-	-	-
Sample 5: UHT 140°C/2-4 sec	0.233	76.7 %	<0.0001	0.216	78.4 %	<0.0001	-	-	-	-	-	-

Introduction

People's lifestyles have changed due to increasing globalisation and industrial progress. With these changes, the demand for products that are easy to prepare and take less time (fast food) has increased instead of the traditional diet (Wang et al., 2016; İncili et al., 2020). The variety of fast-food products is increasing daily, and different fast-food products are becoming more popular in different countries. It has been reported that the most consumed fast-food meat product in China is meat burgers (Khan et al., 2019), while the most preferred fast-food meat product in Turkey is lahmacun (Arslan et al., 2023).

Although fast-food diets are increasing daily, they continue to be a concern regarding food safety. In particular, fast-food meat products can be exposed to microbial contamination during production, processing, distribution and preparation. Contaminated meat and meat products may be microbiologically spoiled due to the activity of different saprophytic microorganism species. They may also cause foodborne infections and poisoning due to contamination with pathogenic microorganisms (*Escherichia coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, etc.) (Bingöl et al., 2018; Šovljanski et al., 2022). Foodborne diseases affect millions of people annually and are reported to cause about 5000 deaths (Lee & Yoon, 2021). Foods containing raw or undercooked ground beef in fast food restaurants cause significant outbreaks of salmonellosis and *E. coli* infections. In recent years, there has been an increasing trend in reporting outbreaks and sporadic cases associated with meat and meat products contaminated with pathogenic bacteria (Matle et al., 2020).

Lahmacun is a popular traditional fast-food style food. It is widely consumed in Türkiye and served in many EU restaurants. It is also available as a frozen ready meal in large chain markets. Lahmacun is a fast-food style meat product obtained by mixing the filling prepared from the mixture of minced meat, parsley, onion, garlic, black pepper, salt and spices such as isot on the dough made by mixing flour, yeast, salt and water, rolled out in an oval shape and cooking it. Its name comes from 'Lahm-i acun' (meat and dough), which means meat dough in Arabic. The history of lahmacun, also called Turkish pizza, dates back to the Babylonian period (Durmaz et al., 2019; Altun et al., 2020). Lahmacun, which many consumers prefer due to its fast and practical consumption, can cause foodborne diseases in consumers due to uncontrolled production, keeping the lahmacun filling for several days under inappropriate conditions, especially in restaurants, and the lack of a standard application regarding cooking time and

temperature. Therefore, lahmacun can be considered risky regarding infections caused by *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*, and other pathogens.

The most important antibacterial barrier in lahmacun production is the cooking process. Indeed, it is well known that foodborne pathogenic microorganisms can survive in undercooked meat and meat products and cause foodborne outbreaks. Cooking is a critical control point in the food processing industry (Öksüztepe et al., 2013). Cooking of lahmacun varies depending on the chef's experience, consumer preference (medium or well done), oven temperature, production speed, cooking time and cooking method.

Air fryer cooking is when hot air is circulated evenly around the food, using less or no oil (Cano et al., 2022). This method has recently become popular due to the proliferation of air fryers in the market and consumers looking for alternatives to healthier cooking methods (Zaghi et al., 2019). The air fryer achieves high convection velocities through an air blower, radiant heat transfer and high transfer rates between air and food using specially designed cooking chambers. The air fryer cooking method is widely used because it is fast, convenient, low in oil and looks healthy. People use the air fryer to cook and consume frozen food (fast food), which they practically buy from the market. However, since the air fryer is a new household appliance, very few studies have investigated the inactivation of pathogens that may be present in food using this technology in the home environment (Rao et al., 2020).

In literature searches regarding this product, no published data exists on the thermal inactivation of *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium* or other pathogens in lahmacun in an air fryer. In addition, the lack of any standard for lahmacun production reveals the risk of contamination with these pathogens. Therefore, the main objective of this study is to obtain standardised data on cooking time and temperatures of lahmacun, which will be consumed as fast food, in an air fryer, and to determine the thermal inactivation of *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium* in an air fryer in an experimental environment.

Materials and Methods

Lahmacun Preparation

All ingredients used in the lahmacun mixture, and the dough were obtained from the local market in Şanlıurfa province.

Then, the ingredients were brought to the laboratory in a sterile and cold chain, and lahmacun was produced. The formulation of the lahmacun mixture was as follows: 500 gr raw ground beef, 200 g onion, 10 g isot spice, 120 g pepper paste (Öncü Salça, Turkey), 20 g parsley, 25 g garlic, 100 mL sunflower oil (Yudum, Turkey), 5 g black pepper (Bağdat, Baharat, Turkey), 20 g salt (Billur Tuz, Turkey). The dough was formulated: 700 g wheat flour, 280 mL water, 10 g salt (Billur Tuz, Turkey) and 10 g sugar (Torku, Turkey). After inoculating pathogenic bacteria, as mentioned above, 100 g of the dough was taken and rolled out as an oval with a diameter of 15 cm and a thickness of 3 mm. On the dough, 100 g of lahmacun mortar was spread to cover the entire surface. On the test day of each repetition, 10 lahmacuns were prepared after the materials were obtained. A total of 30 lahmacuns were prepared in the study.

Preparation of Inoculum of Pathogenic Bacteria

E. coli O157:H7 (ATCC 35150, 43984 and 43895), *Salmonella* Typhimurium (NCTC 74, 12416 and ATCC 14028), and *L. monocytogenes* (N 7144, RSKK 474 and 476) reference strains were used in this study. All strains were incubated for growth in Tryptic Soy Broth (Merck, Darmstadt, Germany) at 37°C. After incubation, the liquids were centrifuged (Nuve, NF 400, Turkey) at 4200xg for 10 minutes, and the supernatants were discarded. After centrifugation, the pellets were washed twice with sterile 0.1% peptone water (PW) (Merck, Darmstadt, Germany), mixed in a tube, and the final volume was adjusted to 10 mL using 0.1% sterile PW (Merck, Darmstadt, Germany). The tube was used as a stock inoculation cocktail. It was diluted decimally with PW to reach approximately 6.0 log₁₀ for inoculation of the lahmacun mixture and doughs.

Experimental Contamination of Lahmacuns and Preparation of Treatment Groups

On the day of the experiment, lahmacun mixture was prepared under sterile conditions and 10 mL of *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium* and *L. monocytogenes* cocktail was added to the lahmacun dough (approximately 1 kg) and mixed by hand for 5 minutes to reach a target level of approximately 6.0 log₁₀ CFU/g (Karyotis et al., 2017) 100 g of lahmacun dough was taken and prepared in an oval shape, and 0.5 mL of diluted bacterial cocktail was added by spreading it over all surfaces of the dough. The lahmacun mixture and dough were kept at room temperature for 10 minutes to allow the bacteria to attach. Then, 100 g of lahmacun mixture was applied to cover the dough surface.

Cooking of Lahmacuns

The prepared lahmacuns were cooked in an air fryer (Kara, 153.03.06.7771, Türkiye) at 180, 190, and 200°C for 3 min, 5 min and 8 min. Each group of lahmacun is cooked separately. The internal temperature of the samples was monitored using K-type thermocouples (HI 9057 KJT Thermocouple, Hanna instruments, Portugal). Upon reaching the target time at the specified baking temperatures, the samples were removed from the oven, kept at -18°C for 2 min, and cooled to < 10°C in a deep freezer.

Analyses

Microbiological analyses

After cooling, the sample was homogenised under sterile conditions, and 25 g was taken and placed in a sterile stomacher bag. 225 mL of 0.1% peptone water (Merck, Darmstadt, Germany) was added and homogenised in a Stomacher (Stomacher 400, France) for 3 minutes to prepare a 10⁻¹ dilution. From this dilution, other dilutions of the sample up to 10⁻⁷ were prepared using the same diluent and inoculated by smear plate method to determine the number of pathogenic bacteria (in grams) in the samples (USDA/FSIS, 2011).

S. Typhimurium count

The *S. Typhimurium* count was performed on Xylose Lysine Tergitol-4 (XLT-4) agar (Merck, Darmstadt, Germany) medium. *The plates were incubated at 35°C for 24-48 hours, and specific colonies (black-coloured colonies) were counted.*

L. monocytogenes count

Oxford agar (Merck, Darmstadt, Germany) medium was used for *L. monocytogenes* count. After incubating the plates at 35°C for 24-48 hours, specific colonies (blackish green, brown colonies with black zone and sunken centre) were counted.

E. coli O157: H7 count

The *E. coli* O157: H7 count was performed using Cefixime Tellurite sorbitol MacConkey (BT-SMAC) agar (Merck, Darmstadt, Germany) medium. The plates were incubated at 35°C for 24-48 hours, and specific colonies (white-coloured colonies) were counted.

pH analysis

The pH values (25 ± 1°C) of the mince, lahmacun mixture, dough and lahmacun samples used in the composition of lahmacun were measured using a pH meter (HI 11310, Hanna Instruments, USA).

Thermal resistance (D-values) calculation

The numbers of *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium* and *L. monocytogenes* detected as a result of the study were converted into logarithmic units for each temperature value. Survival curves (log CFU/g vs time) were generated using Microsoft Excel 2010 software (Karyotis et al., 2017).

Statistical analysis

All analyses were performed in three separate and independent replicates. Data sets obtained from replicates after logarithm transformation of microbiological data were presented as mean \pm standard error. Data were subjected to variance analysis (ANOVA) using the general linear model (GLM) in statistical analyses. Paired comparisons between the groups were determined using post-hoc Tukey's test ($P < 0.05$).

Results and Discussion

The pH value of the lahmacun mortar was 5.3 ± 0.10 , and the dough was 5.63 ± 0.14 . The counts of *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium*, and *L. monocytogenes* in lahmacun samples after inoculation were 5.69 ± 0.08 , 5.40 ± 0.29 , and 5.15 ± 0.15 log₁₀ CFU/g, respectively. The changes in *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium*, and *L. monocytogenes* counts in lahmacun samples according to the cooking process are shown in Table 1 and Figure 1.

The number of *E. coli* O157:H7 decreased by 2.19, 2.29 and 3.24 logs in lahmacun samples cooked at 180, 190 and 200°C

for 3 min, respectively, and decreased below 1 log at all other temperatures and times (Table 1). The number of *S. Typhimurium* decreased by 1.53, 2.97 and 3 log in lahmacun samples cooked at 180, 190 and 200 °C for 3 min, respectively, and decreased below 1 log at all other temperatures and times (Table 1). *L. monocytogenes* decreased by 1.92, 2.07 and 2.2 log in lahmacun samples cooked at 180, 190 and 200 °C for 3 min, respectively, and decreased below 1 log at all other temperatures and times (Table 1).

Heat treatment of meat and meat products is one of the most effective methods to inactivate important pathogenic microorganisms in foods and ensure food safety (Huang, 2019). Subjecting meat (including ground meat) to an internal temperature of 70°C for 2 minutes or heat treatment equivalent to 2 minutes at 70°C inactivates pathogens (5 log reduction), making the meat edible (ACMSF, 2007). In the study, except for the lahmacun samples cooked for 3 minutes at all temperatures, the number of *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium* and *L. monocytogenes* in the lahmacun samples cooked at other cooking times and temperatures decreased by approximately 5 logs (< 1.0 log₁₀), making them edible (Table 1). This can be explained by the fact that the thermal degradation of pathogens is significantly affected by many factors such as pH, aw, fat and salt content, changes in bacterial strains, humidity, temperature, cooking time, etc. (Charimba et al., 2010; Ilhak et al., 2013).

Table 1. *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium* and *L. monocytogenes* counts in cooked lahmacuns (log₁₀ CFU/g)

Cooking temperature (°C)	Cooking time (min)	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	<i>Salmonella</i> Typhimurium	<i>Listeria monocytogenes</i>
Control		$5.69 \pm 0.08^*$	$5.40 \pm 0.29^*$	$5.15 \pm 0.15^*$
180	3	3.50 ± 0.10^a	3.81 ± 0.03^a	3.23 ± 0.23^a
180	5	$< 1.0^c$	$< 1.0^c$	$< 1.0^b$
180	8	$< 1.0^c$	$< 1.0^c$	$< 1.0^b$
190	3	3.40 ± 0.09^a	2.43 ± 0.06^b	3.08 ± 0.48^a
190	5	$< 1.0^c$	$< 1.0^c$	$< 1.0^b$
190	8	$< 1.0^c$	$< 1.0^c$	$< 1.0^b$
200	3	2.45 ± 0.15^b	2.40 ± 0.10^b	2.95 ± 0.18^a
200	5	$< 1.0^c$	$< 1.0^c$	$< 1.0^b$
200	8	$< 1.0^c$	$< 1.0^c$	$< 1.0^b$
Statistics	H	$P \leq 0.01$	$P \leq 0.01$	$P \geq 0.05$
	T	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P < 0.001$
	HxT	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \geq 0.05$

^{a-c}: Different superscripts indicate the statistical significance among the groups ($P < 0.05$). **H**: Lahmacun cooking temperature; **T**: Cooking time; **HxT**: Interaction between temperature and time. *Post-inoculation count

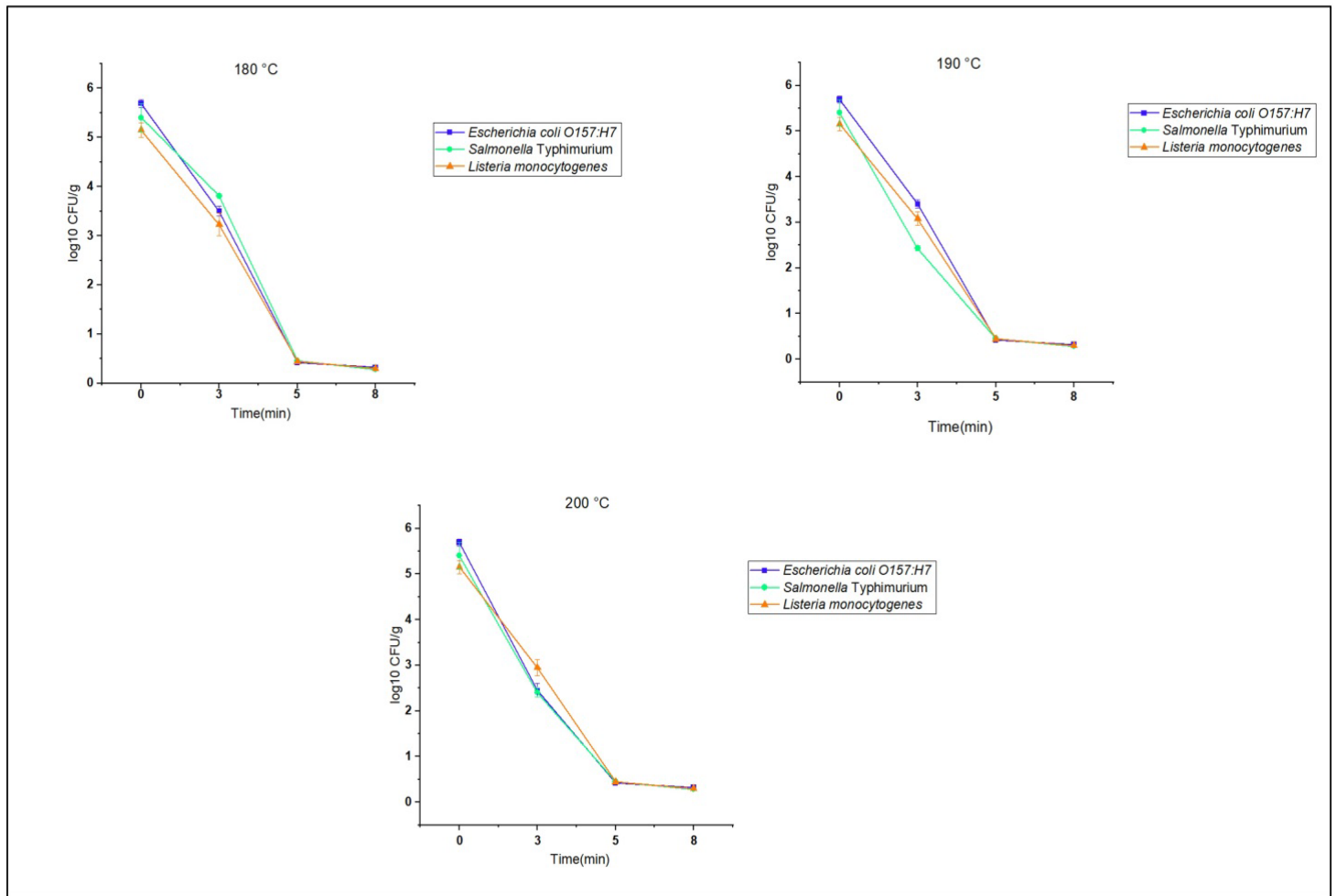


Figure 1. *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium and *Listeria monocytogenes* counts in 180, 190 and 200°C cooked lahmacun (log₁₀ CFU/g)

The fact that the number of *L. monocytogenes* did not decrease as much as that of *E. coli* O157:H7 and *S. Typhimurium* at 3 min of cooking at all temperatures can be explained by the fact that gram-positive bacteria show more heat resistance than most non-spore-forming gram-negative pathogens (Lahou, 2015). In support of the results of the present study, Huang et al. (2019) reported that *E. coli* O157:H7 was potentially the least heat resistant, while *L. monocytogenes* was the most heat resistant in their global analysis of the effect of temperature and fat on the thermal resistance of *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 and *S. Typhimurium* in meat.

While the number of bacteria decreased by 5 logs at other cooking times, this decrease was not observed at 3 minutes. The most important reason is that the lahmacuns' internal temperature remained below 70°C during this period. The internal temperature of the lahmacuns was measured at a maximum of 68.4°C at 3 minutes of cooking time and above 75°C at other cooking times at all temperatures. Even at 180°C for 5 minutes, it was not surprising that the product's internal temperature was over 75°C. This is because the fryer is designed for extremely high heat transfer rates. The excellent insulation of the fryer prevents heat loss and ensures a rapid rise in the product's internal temperature. Therefore, high product temperatures can be expected quickly during the cooking process in an air fryer (Teruel et al., 2015).

Table 2. D-values of *E. coli O157:H7*, *S. Typhimurium* and *L. monocytogenes* in lahmacun at 180, 190 and 200°C

	Temperature (°C)	D-values (min)	R ²
<i>E. coli O157:H7</i>	180	1.29±0.05 ^a	0.862±0.024
	190	1.30±0.10 ^a	0.864±0.030
	200	1.34±0.08 ^a	0.856±0.032
<i>S. Typhimurium</i>	180	1.33±0.09 ^a	0.845±0.035
	190	1.41±0.07 ^a	0.860±0.040
	200	1.41±0.11 ^a	0.859±0.027
<i>L. monocytogenes</i>	180	1.42±0.13 ^a	0.861±0.026
	190	1.44±0.10 ^a	0.866±0.020
	200	1.43±0.06 ^a	0.864±0.032

^{a-c}: Different superscripts indicate the statistical significance among the groups ($P < 0.05$), **R²**: Regression of determination, **D-values**: Time required to reduce the microbial population by 90%

When the literature is examined, the number of studies investigating the viability of pathogenic bacteria in cooking foods with an air fryer is limited to our knowledge. In a study, the effect of cooking chicken wings in an air fryer at different temperatures (176, 190 or 204°C) and times (2, 5, 10, 15, 20, 22 and 25 minutes) on the viability of Salmonella was investigated. It was reported that the internal cooking temperature of chicken wings (73.8°C) was reached after an interval of 7.5 to 8.5 minutes. Salmonella counts decreased by 6.5 log 10 CFU/wing when this temperature was reached. It also reported that chicken wings reached an internal temperature rise earlier and faster in the fryer than in the conventional oven (Cano et al., 2022). However, in the present study, the internal temperature of the lahmacun exceeded this value after 5 min. This difference between the two studies, albeit at low rates, is thought to be due to the difference in the air fryer device used and that lahmacun is thinner than chicken wings.

The thermal resistance (D-values in minutes) of *E. coli O157:H7*, *S. Typhimurium* and *L. monocytogenes* obtained by linear regression in lahmacun samples cooked at 180 and 200°C are presented in Table 2. D-value for *E. coli O157:H7* decreased with increasing temperature. There was no significant difference between the temperatures for *S. Typhimurium* and *L. monocytogenes*.

The thermal resistance of microorganisms is usually determined by calculating D-values to study their survival when exposed to heat treatment. No studies investigate thermal resistance parameters (D-values) for lahmacun served in many restaurants in Turkey and the EU countries. In the study, the D-values of *E. coli O157:H7*, *S. Typhimurium* and *L. monocytogenes* when the lahmacun samples were cooked at different temperatures and times are given in Table 2. Thermal inactivation of *E. coli O157:H7*, *S. Typhimurium* and *L. mon-*

ocytogenes in different meat and meat products has been determined by other researchers (Murphy et al., 2002; Murphy et al., 2004a; Murphy et al., 2004b; Murphy et al., 2004c; Osaili et al., 2007; Osaili et al., 2007; Karyotis et al., 2017; Osaili et al., 2020), but the thermal resistance parameters (D-values) reported in the literature were found to vary from one study to another, including the findings of our study. This can be explained by the fact that many factors affect the thermal resistance of bacteria, including heating time and temperature, cooking method (grill, pan, etc.), bacterial species and strains, fat content, moisture, pH, salt content, and the presence of antimicrobials (Osaili et al., 2007; Karyotis et al., 2017; Osaili et al., 2020).

Conclusion

It was found that *E. coli O157:H7*, *L. monocytogenes* and *S. Typhimurium* bacterial counts were reduced (approximately 5 log) and became edible when lahmacun was cooked in an air fryer at 180, 190 and 200°C (5 and 8 min). However, it was found that cooking at these temperatures (3 min) did not reduce *E. coli O157:H7*, *L. monocytogenes* and *S. Typhimurium* counts by < 1.0 log₁₀, although the lahmacun became sensory edible. The results of the study show that if the specified temperatures and times are followed, it can be said that cooking lahmacun in an air fryer does not pose a risk in terms of pathogenic bacteria. However, it should be noted that even low numbers of pathogens can pose significant public health risks if undercooked or consumed by people from a high-risk population. In conclusion, besides the fact that lahmacun is a popular food, the results of this study indicate that uncontrolled heat treatment during cooking with an air fryer increases the risk of pathogenic bacteria in lahmacun. The data obtained from this study may help to design appropriate processing times and temperature/cooking regimes to ensure food safety when cooking lahmacun in an air fryer.

Compliance with Ethical Standards

Conflict of interest: The author(s) declares that they have no actual, potential, or perceived conflict of interest for this article.

Ethics committee approval: The authors declare that this study does not include experiments with human or animal subjects, so ethics committee approval is not required.

Data availability: Data will be made available at the request of the author(s).

Funding: The Technological Research Council of Türkiye (TUBITAK) partly supported this study through Project 2209A (1919B012321794).

Acknowledgements: We thank the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK).

Disclosure: -

References

- ACMSF (2007). Report on safe cooking of burgers. Food Standards Agency. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/acmsfburgers0807.pdf> (accessed 09.12.2024).
- Altun, S.K., Aydemir, M.E., Durmaz, H. (2020). Sensorial and microbiological Comparison of lahmacunes prepared by using isot (pepper) spices and pasta produced by traditional and fabrication methods. *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 5(1), 6-10. <https://doi.org/10.24880/maevfd.657303>
- Arslan, N., Aslan Ceylan, J., Hatipoğlu, A. (2023). The relationship of fast food consumption with sociodemographic factors, body mass index and dietary habits among university students. *Nutrition & Food Science*, 53(1), 112-123. <https://doi.org/10.1108/NFS-01-2022-0003>
- Bingol, E.B., Akkaya, E., Hampikyan, H., Cetin, O., Colak, H. (2018). Effect of nisin-EDTA combinations and modified atmosphere packaging on the survival of *Salmonella enteritidis* in Turkish type meatballs. *CyTA-Journal of Food*, 16(1), 1030-1036. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1523810>
- Cano, C., Wei, X., Etaka, C.A., Chaves, B.D. (2022). Thermal inactivation of *Salmonella* on chickenwings cooked in domestic convection and air fryer ovens. *Journal of Food Science*, 87(8), 3611-3619. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.162>
- Charimba, G., Hugo, C.J., Hugo, A. (2010). The growth, survival, and thermal inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 in a traditional South African sausage. *Meat Science*, 85(1), 89-95. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.12.010>
- Durmaz, H., Altun, S.K., Aydemir, M.E. (2018). Farklı çözdürme yöntemlerinin lahmacunun mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7, 33-36.
- Huang, L., Hwang, C.A., Fang, T. (2019). Improved estimation of thermal resistance of *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella* spp., and *Listeria monocytogenes* in meat and poultry-The effect of temperature and fat and a global analysis. *Food Control*, 96, 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.08.026>
- İlhak, O.İ., Dikici, A., Can, Ö.P., Şeker, P., Öksüztepe, G., Çalicioğlu, M. (2013). Effect of cooking procedures of kymali pide, a traditional Turkish fast food, on destruction of *Escherichia coli* O157:H7. *Meat Science*, 94(2), 159-163. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.02.003>
- İncili, G.K., Akgöl, M., Aydemir, M.E., Alan, S., Mutlu, M., İlhak, O. İ., Öksüztepe, G. (2020). Fate of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Typhimurium* in homemade marinade and on marinated chicken drumsticks, wings and breast meat. *LWT*, 134, 110231. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110231>
- Karyotis, D., Skandamis, P.N., Juneja, V.K. (2017). Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. in sous-vide processed marinated chicken breast. *Food Research International*, 100, 894-898. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.078>
- Khan, I.A., Yiqun, C., Zongshuai, Z., Ijaz, M.U., Brohi, S.A., Ahmad, M.I., Huang, M. (2019). Occurrence of heterocyclic amines in commercial fast-food meat products available on the Chinese market and assessment of human exposure to these compounds. *Journal of Food Science*, 84(1), 192- 200. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14418>

Lahou, E., Wang, X., De Boeck, E., Verguldt, E., Geeraerd, A., Devlieghere, F., Uyttendaele, M. (2015). Effectiveness of inactivation of foodborne pathogens during simulated home pan frying of steak, hamburger or meat strips. *International journal of food microbiology*, 206, 118-129.

<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.04.014>

Lee, H., Yoon, Y. (2021). Etiological agents implicated in foodborne illness world wide. *Food Science of Animal Resources*, 41(1), 1.

<https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e75>

Matle, I., Mbatha, K.R., Madoroba, E. (2020). A review of *Listeria monocytogenes* from meat and meat products: Epidemiology, virulence factors, antimicrobial resistance and diagnosis. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 87(1), 1-20.

Murphy, R.Y., Beard, B.L., Martin, E.M., Duncan, L.K., & Marcy, J.A. (2004a). Comparative study of thermal inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in ground pork. *Journal of Food Science*, 69(4), FMS97-FMS101.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb06351.x>

Murphy, R.Y., Duncan, L.K., Johnson, E.R., Davis, M.D., Smith, J.N. (2002). Thermal inactivation D- and z-values of *Salmonella* serotypes and *Listeria innocua* in chicken patties, chicken tenders, franks, beef patties, and blended beef and turkey patties. *Journal of Food Protection*, 65(1), 53-60.

<https://doi.org/10.4315/0362-028X-65.1.53>

Murphy, R.Y., Martin, E.M., Duncan, L.K., Beard, B.L., Marcy, J.A. (2004b). Thermal process validation for *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in ground turkey and beef products. *Journal of Food Protection*, 67(7), 1394-1402.

<https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.7.1394>

Murphy, R.Y., Osaili, T., Duncan, L.K., Marcy, J.A. (2004c). Effect of sodium lactate on thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* in ground chicken thigh and leg meat. *Journal of food protection*, 67(7), 1403-1407.

<https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.7.1403>

Osaili, T.M., Griffis, C.L., Martin, E.M., Beard, B.L., Keener, A.E., Marcy, J.A. (2007). Thermal inactivation of

Escherichia coli O157: H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in breaded pork patties. *Journal of Food Science*, 72(2), M56-M61.

<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00264.x>

Osaili, T.M., Hasan, F., Dhanasekaran, D.K., Obaid, R.S., Al-Nabulsi, A.A., Rao, S., Holley, R. (2020). Thermal inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 strains and *Salmonella* spp. in camel meat burgers. *LWT*, 120, 108914.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108914>

Rao, M., Klappholz, A., Tamber, S. 2020. Effectiveness of preparation practices on the inactivation of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in frozen breaded chicken strips. *Journal of Food Protection*, 83(8), 1289-1295.

<https://doi.org/10.4315/JFP-19-601>

Šovljanski, O., Pezo, L., Tomić, A., Ranitović, A., Cvetković, D., Markov, S. (2022). Formation of Predictive-Based Models for Monitoring the Microbiological Quality of Beef Meat Processed for Fast-Food Restaurants—International *Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 16727.

<https://doi.org/10.3390/ijerph192416727>

Teruel, M.D.R., Gordon, M., Linares, M.B., Garrido, M.D., Ahromrit, A., Niranjana, K. (2015). A comparative study of the characteristics of French fries produced by deep fat frying and air frying. *Journal of Food Science*, 80(2), E349-E358.

<https://doi.org/10.1111/1750-3841.127>

USDA/FSIS (2011). Microbiology Laboratory Guidebook. Method 3.01. Quantitative analysis of bacteria in foods as sanitary indicators. *United States Department of Agriculture/Food Safety and Inspection Service*.

https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2021-03/MLG-3.pdf (accessed 09.12.2024).

Wang, Y., Wang, L., Xue, H., Qu, W. (2016). A review of the growth of the fast food industry in China and its potential impact on obesity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(11), 1112.

<https://doi.org/10.3390/ijerph13111112>

Zaghi, A.N., Barbalho, S.M., Guiguer, E.L., Otoboni, A.M. (2019). Frying process: From conventional to air frying technology. *Food Reviews International*, 35(8), 763-777.

<https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600541>

Kahvaltılık margarinlerin üretiminde meydana gelen fiziko-kimyasal değişimlerin beslenme ve sağlık açısından değerlendirilmesi

Mustafa YILDIZ

Cite this article as:

Yıldız, M. (2025). Kahvaltılık margarinlerin üretiminde meydana gelen fiziko-kimyasal değişimlerin beslenme ve sağlık açısından değerlendirilmesi. Food and Health, 11(2), 147-155. <https://doi.org/10.3153/FH25012>

İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi,
Doğa Bilimleri ve Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölüm, Halkalı
Kampüsü, K. Çekmece, İstanbul, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

M.Y. 0000-0002-8232-5655

Submitted: 30.01.2025

Revision requested: 18.02.2024

Last revision received: 28.02.2025

Accepted: 05.03.2025

Published online: 20.03.2025

Correspondence:

Mustafa YILDIZ

E-mail: m.yildiz@izu.edu.tr



© 2025 The Author(s)

Available online at
<http://jfhns.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Bu çalışmada, yemeklik bitkisel kahvaltılık margarinlerin üretiminde uygulanan hidrojenasyon, interesterifikasyon ve fraksiyonel kristalizasyon gibi modifikasyon tekniklerinin margarinlerin fiziksel yapısında ve kimyasal bileşiminde meydana getirdiği değişimlerin beslenme, sağlık, gıda güvenliği açısından değerlendirilmiştir. Bu kapsamda kahvaltılık margarin örneklerinin iyot sayısı, toplam polar bileşikler (TPC), erime noktası, yağ asitleri ve sterol kompozisyonları incelenmiştir. İncelenen örneklerde iyot sayısı 69.33 ± 0.58 ile 75.33 ± 0.58 arasında, erime noktaları $33.00 \pm 1.04^\circ\text{C}$ ile $36.00 \pm 1.00^\circ\text{C}$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Yağ asitleri kompozisyonunda doymamış yağ asitleri ağırlıklı olarak oleik asit ($C_{18:1}$) (40.33 ± 0.15 ; 54.30 ± 0.20) oluşmakta, bunu linoleik asit ($C_{18:2}$) ($11.05-26.52$) ve linolenik asit ($C_{18:3}$) ($0.83-3.50$) izlediği tespit edilmiştir. Sterol kompozisyonunda β -Sitosterol (60.28 ± 0.19 ; 73.90 ± 0.20) en baskın bileşenler olarak tespit edilmiş bunu Campesterol (12.30 ± 0.33 ; 27.05 ± 0.15), Stigma sterol (3.82 ± 0.18 ; 11.30 ± 0.70), $\Delta 7$ -stigma sterol (2.47 ± 0.03 ; 6.00 ± 0.50) takip ettiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, kahvaltılık margarin örneklerinde toplam polar bileşiklerin Dünya sağlık örgütünün belirlediği üst sınıra yakın olduğu ve omega-3 yağ asidinin oldukça düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu parametreler kapsamında sağlıklı beslenme ve gıda güvenliği açısından uzun vadede riskler oluşturacağı düşünülmektedir. Kahvaltılık margarinlerin değerlendirilmesinde ilk defa kullanılan bu parametreler sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesinde gerek üretici ve gerek tüketiciler arsında farkındalık oluşturulmasına katkıda bulunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kahvaltılık margarin, Beslenme, Sağlık, Erime noktaları, Polar bileşikler, Omega-6, Omega-3

ABSTRACT

Evaluation of physico-chemical changes in the production of breakfast margarines in terms of nutrition and health

In this study, the changes in the physical structure and chemical composition of margarine caused by modification techniques such as hydrogenation, interesterification and fractional crystallisation applied in the production of edible vegetable breakfast margarine were evaluated in terms of nutrition, health and food safety. In this context, iodine number, total polar compounds (TPC), melting point, fatty acid and sterol compositions of breakfast margarine samples were analysed. It was determined that the iodine number ranged between 69.33 ± 0.58 and 75.33 ± 0.58 , and the melting points ranged between $33.00 \pm 1.04^\circ\text{C}$ and $36.00 \pm 1.00^\circ\text{C}$. In the fatty acid composition, unsaturated fatty acids are mainly oleic acid ($C_{18:1}$) (40.33 ± 0.15 ; 54.30 ± 0.20), followed by linoleic acid ($C_{18:2}$) ($11.05-26.52\%$) and linolenic acid ($C_{18:3}$) ($0.83-3.50\%$). In sterol composition, β -Sitosterol (60.28 ± 0.19 ; 73.90 ± 0.20) was the most dominant component followed by Campesterol (12.30 ± 0.33 ; 27.05 ± 0.15), Stigma sterol (3.82 ± 0.18 %; 11.30 ± 0.70 %), $\Delta 7$ -stigma sterol (2.47 ± 0.03 %; 6.00 ± 0.50 %). In conclusion, it was determined that total polar compounds in breakfast margarine samples were close to the upper limit determined by the World Health Organisation, and omega-3 fatty acids were very low. Within the scope of these parameters, it is thought to pose long-term risks regarding healthy nutrition and food safety. These parameters, which are used for the first time in the evaluation of breakfast margarine, will contribute to the development of healthy nutrition scientists and raise awareness among producers and consumers.

Keywords: Breakfast margarine, Nutrition, Health, Melting points, Polar compounds, Omega-6, Omega-3

Giriş

Yağlar, günlük diyetimizin temel besin bileşenlerinden biri olup sadece gıdalara tat ve lezzet kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda birçok hayati fonksiyonu da yerine getirirler. Vücuda enerji sağlama, A, D, K ve E vitaminleri gibi yağda çözünen vitaminlerin emilimini destekleme ve esansiyel yağ asitlerini temin etme, yağların önemli biyolojik rolleri arasındadır (Burlingamea, ve ark, 2009; Çakmancı & Kahyaoğlu, 2012)

Yağlar bu kritik fonksiyonlarının yanında, gıdalardaki tat ve duyuşsal özelliklerin iyileştirilmesinde de belirleyici bir rol oynar. Modern gıda teknolojisi, tüketici ihtiyaçlarını karşılamak, yağların çeşitli kullanım alanlarında uygulanabilirliğini artırmak ve taşıma ile depolama şartlarını iyileştirmek amacıyla margarin gibi sertleştirilmiş yağ ürünlerini geliştirmiştir. Margarinler, bir ya da birden fazla yağın fiziksel ve kimyasal yapısını değiştirerek üretilen fonksiyonel yağ ürünleridir (Taşan & Dağlıoğlu, 2005). Bu ürünlerin üretiminde, yağların fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerini iyileştirmek amacıyla hidrojenasyon, interesterifikasyon ve fraksiyonel kristalizasyon gibi farklı modifikasyon teknikleri kullanılmaktadır.

Margarin üretiminde uygulanan bu teknikler, yağların oksidasyon dayanıklılığını artırmak, taşıma ve depolama şartlarını optimize etmek ve nihai ürünlerin beslenme ve sağlık açısından daha işlevsel hale gelmesini sağlamak için büyük önem taşır. Özellikle trans yağ asitlerinin miktarını azaltma, ürün kalitesini iyileştirme ve fonksiyonel yağ profillerini geliştirme konularında bu tekniklerin katkısı büyüktür (Hashempour-Baltork ve ark., 2016; Senanayake & Shahidi, 2020). Kahvaltılık margarinler, tüketim alışkanlıklarında tereyağına benzeyen bir alternatif olarak geliştirilmiştir ve bu ürünlerin yapısal özellikleri, Türk Gıda Kodeksi'ne göre en az %82 oranında yağ içermelidir. Bu şart, ürünün hem duyuşsal kalitesini hem de fonksiyonel özelliklerini karşılamasını sağlamaktadır.

Hidrojenasyon, interesterifikasyon ve fraksiyonel kristalizasyon teknikleri margarin üretiminde yaygın olarak kullanılan modifikasyon yöntemleridir (Yıldız, 1996; Taşan & Dağlıoğlu, 2005).

- 1. Hidrojenasyon:** Bu teknik, doymamış yağ asitlerindeki çift bağların hidrojene eklenerek doyurulmasını sağlar. Hidrojenasyonun temel amacı, yağların erime noktasını yükselterek katı yağ formunu oluşturmak ve oksidasyon dayanıklılığını artırmaktır. Ancak, tam olmayan hidrojenasyon sürecinde trans yağ asitleri oluşabilir. Trans yağ asitleri, kötü kolesterol (LDL) düzeylerini yükseltip iyi kolesterol (HDL) düzey-

lerini düşürebileceği için kardiyovasküler hastalıkların riskini artırır (Baysal, 1996; Oteng & Kersten 2020). Bu nedenle, hidrojenasyon süreci dikkatle kontrol edilmelidir.

- 2. Interesterifikasyon:** Bu yöntem, yağ asitlerinin trigliserit molekülü üzerindeki pozisyonlarını yeniden düzenler. Bu düzenleme, yağın fiziksel ve fonksiyonel özelliklerini geliştirerek trans yağ asidi oluşumunu en aza indirir (Yıldız, 1996). Interesterifikasyon ile margarinler, daha stabil ve homojen bir yapı kazanırken, beslenme açısından da daha sağlıklı bir profil sunar.
- 3. Fraksiyonel Kristalizasyon:** Bu teknik, yağı oluşturan trigliseritlerin çeşitli fiziksel özelliklerine göre ayrıştırılmasına dayanır. Fraksiyonel kristalizasyon, ürünün yapısal özelliklerini optimize ederek, doku, sürülebilirlik ve sağlıklı beslenme gibi özellikleri iyileştirici (Timms, 2005).

Bu çalışmanın temel amacı, kahvaltılık margarinlerin üretiminde kullanılan modifikasyon tekniklerini detaylı bir şekilde inceleyerek bu tekniklerin yağların fiziko-kimyasal yapısında meydana getirdiği değişiklikleri ortaya koymak ve bu değişikliklerin beslenme ile sağlık üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Çalışma, özellikle hidrojenasyon, interesterifikasyon ve fraksiyonel kristalizasyon tekniklerinin trans yağ asidi oluşumuna etkilerini, ürün kalitesi üzerindeki yansımalarını ve fonksiyonel özelliklere katkılarını ele almaktadır.

Bu doğrultuda, kahvaltılık margarinlerin hem besinsel hem de fonksiyonel açıdan daha sağlıklı hale getirilmesi için yürütülen bilimsel ve teknolojik gelişmelerin önemi vurgulanmış, gelecekteki çalışmalar için bir temel oluşturulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışma, Türkiye'de üretilen ve en büyük pazar payına sahip 7 firmanın kahvaltılık margarinlerini incelemek üzere tasarlanmıştır. Numuneler, Gebze piyasasındaki marketlerden birer hafta arayla, 3 hafta boyunca toplanmış ve toplandıkları zamana göre gruplandırılmıştır. Her firma için 1-7 arasında numaralandırılan numunelerden toplam 21 adet örnek elde edilmiştir. Numuneler, analiz öncesine kadar 4°C'de buzdolabında saklanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan yöntemler aşağıda detaylandırılmıştır:

İyot Değeri (İWijs Metodu): Analiz, AOCS (1986) Cd 1c-85, protokolüne uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Beher içine 5 g margarin tartılıp su banyosunda eritildikten sonra filtre edilmiş, süzüntüden 0.5-1 g yağ 250 mL'lik bir erlene hassas şekilde tartılmıştır. Daha sonra, 15 mL karbon tetraklorür (CCl₄) ve 25 mL Wijs çözeltisi eklenerek erlenin ağzı kapatılmış ve karanlık bir ortamda 1 saat bekletilmiştir. Süre sonunda örneğe 150 mL saf su, %20'lik 20 ml potasyum iyodür (KI) ve taze hazırlanmış %1'lik nişasta çözeltisi eklenmiş, ardından 0.1 N sodyum tiyosülfat ile renk sabit kalana kadar titre edilmiştir. İyot değeri, harcanan tiyosülfat hacmine göre aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\text{İyot Değeri} = (\text{Vk} - \text{Vö}) \times \text{N} \times 12,69 / m$$

N: titrasyon çözeltisinin sodyum tiyosülfat (Na₂S₂O₃)

Vk: kör için harcanan, 0,1N Na₂S₂O₃ mL

Vö: örnek için harcanan, 0,1N Na₂S₂O₃ mL

m: tartılan örnek (g)

Kayma (Erime) Noktası: TES 2812 Revizyon (1988) standardına göre ölçülmüştür. Eritilip filtre edilen margarin örneklerinden alınan yağ, kapiler boruya doldurulup 16 saat boyunca 4°C'de bekletilmiştir. Sonrasında su banyosunda yavaşça ısıtılarak yağın ilk kayma anındaki sıcaklık ölçülmüştür.

Toplam Polar Bileşikler (%): IUPAC (1992) Metodu 2.507 kullanılmıştır. Kolon kromatografisi yöntemi ile polar bileşik oranı hesaplanmıştır. Özetle, 25 g silikajel ve petrol eter/dietileter (87/13) karışımıyla hazırlanan bir kolon dolgu maddesi kullanılmış ve margarin örneklerinden hazırlanan yağ solvent karışımıyla kolondan geçirilerek polar bileşikler ekstrakt edilmiştir. Toplanan ekstrakt geri soğutucuda buharlaştırılmış ve elde edilen ekstraktan polar bileşik oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Polar bileşikler (%): $\frac{m - m_1 \times 100}{m}$, m: tartılan yağ, m₁: toplanan ekstrakt

Yağ Asitleri Kompozisyonu: IUPAC (1987) Metodu 2.301'e göre yapılmıştır. Eritilmiş ve filtre edilmiş margarin örneklerinden 150-200 mg alınarak 5 mL 0.5 N metanolik NaOH çözeltisi eklenmiş, 90°C'de sabunlaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından, BF₃ ile metilasyon sağlanmış ve yağ asidi metil esterleri n-heptan fazına alınarak GC cihazına enjekte edilmiştir. GC cihazında enjektör sıcaklığı 220°C, kolon sıcaklığı 200°C ve dedektör sıcaklığı 240°C olarak ayarlanmış, taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır.

Sterol Kompozisyonu: IUPAC (1987) Metodu 2.403'e göre analiz edilmiştir. Margarin örneklerinden alınan yağ, 0.5 N etanolik NaOH ile sabunlaştırılmış ve sabunlaşmayan fraksiyon dietileter ile ekstrakt edilmiştir. Elde edilen sabunlaşmayan kalıntı, silikajel plakalar üzerine aktarılmış ve doygun solvent karışımıyla yürütülmüştür. Sterol bandı kazanıp tekrar ekstrakt edildikten sonra silil reaktifi ile inkübasyon yapılmış ve GC cihazında analiz edilmiştir. GC' de kullanılan kolon, sıcaklık ve dedektör parametreleri yukarıdaki yağ asitleri kompozisyonuna benzer şekilde ayarlanmıştır.

İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen verilerin analizi için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Gruplar arasında anlamlı farklılıkların belirlenmesi amacıyla, çoklu karşılaştırma testi olarak Duncan testi kullanılmıştır. Veriler ortalama ± standart sapma (ortalama ± SD) formatında sunulmuş olup, istatistiksel anlamlılık düzeyi p<0.05 olarak kabul edilmiştir. Analizler, SPSS 26.0 (Statistical Package for Social Sciences) yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Margarinlerin fiziko-kimyasal özelliklerinin değerlendirilmesinde erime noktası, iyot sayısı ve polar bileşikler oranı önemli parametreler olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu parametrelerin margarinlerin beslenme ve sağlık açısından değerlendirilmesinde de kritik role sahiptirler. Ayrıca iyot sayısı ve erime noktası margarinlerin üretiminde uygulanan modifikasyon tekniğinin değerlendirilmesinde bir indikatör olarak kullanılabilir.

Tablo 1. Kahvaltılık Margarin Gruplarının İyot sayısı, Polar bileşikler (%), Kayma (Erime) Noktası (KN) (°C)

Table 1. Iodine number, Polar compounds (%), Melting Point (KN) (°C) of Breakfast Margarine Groups

Gruplar	İyot Sayımı	Polar Bileşikler	Kayma (Erime) Noktası (°C)
1	71.00 ^b ±1.00	14.20 ^d ±0.40	34.83±1.76
2	75.33 ^a ±0.58	16.10 ^b ±0.20	35.57±1.50
3	72.00 ^b ±1.00	15.43 ^c ±0.35	33.87±1.21
4	69.33 ^c ±0.58	15.30 ^c ±0.30	36.00±1.00
5	69.33 ^c ±0.58	17.10 ^a ±0.20	33.50±0.50
6	72.00 ^b ±1.00	16.23 ^b ±0.15	35.33±1.04
7	71.67 ^b ±2.52	16.00 ^b ±0.20	33.17±1.04
F	8.419	33.495	2.497
p	0.001*	0.000*	0.074

P <0.05 güven aralığında a, b, c, d farklı harfler gruplar içinde belirlenmiş parametreler arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğunu belirtmektedir.

Tablo 1’de kahvaltılık margarin gruplarının iyot sayısı, toplam polar bileşikler ve erime noktası analiz sonuçları verilmiştir. İyot sayısı (değeri), yağların doymamışlık derecesinin belirlenmesinde, oleik (C_{18:1}), linoleik (C_{18:2}) ile linolenik (C_{18:3}) gibi doymamış yağ asitlerinin varlığını gösteren önemli bir indikatördür. Linoleik (ω-6) ve linolenik (ω-3) yağ asitleri, margarinlerin besinsel nitelikleri ve fonksiyonel özellikleri açısından büyük öneme sahiptir (Baker ve ark., 2016). Ayrıca iyot sayısı (değeri) bitkisel yağların modifikasyon derecesinin hesaplanmasında, tağışın belirlenmesinde ve yağların oksidatif stabilitenin hesaplanmasında önemli bir parametre olarak kullanılmaktadır (Can, 2019).

Tablo 1’de iyot sayısı ve toplam polar bileşikler (%) parametreleri açısından margarin grupları arasında istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. İyot sayısı incelendiğinde, Grup 2’nin en yüksek değere sahip olduğu (75.33 ±0.58), Grup 4 ve Grup 5’in ise en düşük değerlere (69.33 ±0.58) sahip olduğu tespit edilmiştir.

Margarin gruplarının erime noktası değerleri 33.17 ±1.04°C ile 36.00 ±1.00°C arasında değişmiştir. Erime noktası, modifikasyon yöntemi, yağ türü, kombinasyon oranları ve katı yağ içeriği gibi faktörlerden etkilenmektedir. Çalışmada, erime noktası açısından gruplar arasında p<0.05 düzeyinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Tüm margarin örneklerinin erime noktası, vücut sıcaklığının (36°C) altında olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, margarinlerin sindirilebilirliği ve yağlardan yararlanılması açısından önem taşımaktadır. Kahvaltılık margarin gruplarında toplam polar bileşikler (TPC) oranı incelendiğinde, en düşük değerin Grup 1’de (%14.20 ±0.40), en yüksek değerin ise Grup 5’te (%17.10 ±0.20) olduğu belirlenmiştir. Diğer gruplarda TPC oranları şu şekilde sıralanmıştır: Grup 2 (%16.10 ±0.20), Grup 6 (%16.23 ±0.15), Grup 7 (%16.00 ±0.20), Grup 3 (%15.43 ±0.35) ve Grup 4 (%15.30 ±0.30). Polar bileşiklerin oluşumunda sıcaklık ve zaman faktörleri kadar, kimyasal özellikler (iyot sayısı, yağ asitleri kompozisyonu, doymamışlık derecesi gibi) de etkili olmaktadır. Margarin örneklerinde polar bileşik oranı ile kimyasal

parametreler arasında tam bir korelasyon saptanamasa da bu parametreler arasında yakın bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Çalışmada analiz edilen tüm margarin örneklerinin polar bileşik oranlarının Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirlenen maksimum sınırın altında olduğu görülmüştür. Ancak sonuçlar, sınır değerine yakın (%15-17) bulunmuştur. Bu durum, margarin üretim süreçlerindeki rafinasyon ve modifikasyon işlemleri sırasında sıcaklık ve zaman ilişkilerinin yeterince optimize edilmediğinden kaynaklanıyor olabilir.

Polar bileşikler, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) açısından zengin bitkisel yağların yüksek sıcaklıklara maruz kalması sonucu oluşan hidroliz, oksidasyon ve polimerizasyon gibi termal bozulma reaksiyonları sırasında meydana gelmektedir. Bu süreçte aldehitler, ketonlar, peroksitler, hidroperoksitler ve uçucu olmayan bileşikler gibi maddeler oluşur (Márquez-Ruiz, 2009; Grootveld ve ark., 2020). Polar bileşiklerin oranı, kızartma yağlarının beslenme ve sağlık kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte polar bileşiklerin yalnızca yüksek sıcaklıklarda değil, düşük sıcaklık derecelerinde (örneğin, depolama sıcaklıklarında) de meydana gelebileceği belirtilmiştir (Dobarganes ve Márquez-Ruiz, 2007). Özellikle rafinasyon sırasında düşük molekül ağırlıklı maddelerin uzaklaştırıldığı, ancak triasilgliseritlerin (TAG) oksidasyonu ve polimerizasyonuna bağlı bozulma ürünlerinin yağda kalabilmesi belirtilmiştir (Gomes ve ark., 2012).

Sağlık uzmanları, polar bileşiklerin sağlık üzerindeki etkilerinin yağ türüne bağlı olarak değişiklik gösterebileceğini vurgulamaktadır. Uzun süreli polar bileşik alımı; kardiyovasküler hastalıklar, Alzheimer, kanser ve sindirim sistemi rahatsızlıkları gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Yuan ve ark., 2020; Soriguer ve ark., 2003). Ayrıca polar bileşiklerin karbonhidrat, protein ve lipid metabolizmasını etkileyerek enzim sistemleri üzerinde toksikolojik ve sitotoksik etkiler gösterdiği, bu nedenle birçok hastalığın oluşumunda katalizör görevi gördüğü ifade edilmektedir (Li ve ark., 2016; Yuan ve ark., 2020; Ağagündüz, 2020).

Table 2. Kahvaltılık Margarin Gruplarının Yağ Asitleri Kompozisyonları (%)**Table 2.** Fatty Acid Composition of Breakfast Margarine Groups (%)

	Laurik C _{12:0}	Miristik C _{14:0}	Palmitik C _{16:0}	Palmitoleik C _{16:1}	Stearik C _{18:0}	Oleik C _{18:1}	Linoleik C _{18:2}	Linolenik C _{18:3}	Arahidik C _{20:0}	Behenik C _{22:0}	Σ Doymuşlar	Σ Doymamışlar	Doymamışlar / Doymuşlar	Linoleik/ Linolenik
1	1.5 ^a ±0.01	0.60±0.20	23.64 ^a ±0.11	0.10 ^d ±0.02	7.07 ^a ±0.08	54.30 ^a ±0.20	11.05 ^a ±0.15	2.40 ^a ±0.20	0.45 ^a ±0.05	0.25 ^b ±0.05	31.71 ^a ±0.20	68.29 ^c ±0.20	2.15 ^d ±0.02	4.62 ^e ±0.32
2	0.35 ^b ±0.05	0.50±0.10	19.80 ^a ±0.15	0.40 ^a ±0.05	5.40 ^a ±0.20	46.47 ^b ±0.23	25.15 ^b ±0.05	1.10 ^a ±0.10	0.67 ^b ±0.08	0.20 ^b ±0.03	26.25 ^c ±0.28	73.33 ^a ±0.65	2.75 ^a ±0.09	22.99 ^b ±2.05
3	0.30 ^b ±0.03	0.62±0.08	22.55 ^a ±0.05	0.10 ^d ±0.02	5.30 ^a ±0.10	40.33 ^a ±0.15	26.52 ^a ±0.08	3.20 ^b ±0.10	0.85 ^a ±0.10	0.20 ^b ±0.05	28.97 ^a ±0.21	71.03 ^a ±0.21	2.45 ^c ±0.03	22.99 ^b ±2.05
4	0.15 ^c ±0.03	0.50±0.10	23.68 ^a ±0.43	0.10 ^d ±0.00	5.20 ^a ±0.05	40.58 ^a ±0.23	25.23 ^b ±0.15	3.50 ^a ±0.05	0.76 ^a ±0.60	0.25 ^b ±0.05	29.78 ^b ±0.50	70.22 ^a ±0.50	2.35 ^c ±0.06	7.21 ^b ±0.06
5	0.29 ^b ±0.04	0.65±0.05	23.50 ^a ±0.30	0.29 ^b ±0.04	7.00 ^a ±0.10	48.47 ^b ±0.28	18.33 ^a ±0.61	0.83 ^d ±0.08	0.22 ^c ±0.08	0.48 ^a ±0.03	31.92 ^a ±0.14	68.08 ^a ±0.14	2.13 ^c ±0.01	22.09 ^a ±1.44
6	0.22 ^b ±0.08	0.62±0.08	21.83 ^a ±0.25	0.11 ^d ±0.01	5.10 ^c ±0.95	41.93 ^a ±0.15	26.08 ^a ±0.23	3.20 ^b ±0.10	0.72 ^{ab} ±0.13	0.20 ^b ±0.05	27.97 ^a ±0.76	72.03 ^a ±0.76	2.57 ^b ±0.10	8.15 ^b ±0.18
7	0.45 ^a ±0.05	0.62±0.13	23.03 ^b ±0.13	0.18 ^c ±0.03	6.30 ^b ±0.10	49.65 ^b ±0.15	16.92 ^d ±1.18	2.05 ^c ±0.05	0.35 ^c ±0.05	0.45 ^a ±0.09	30.85 ^a ±0.05	69.15 ^b ±0.05	2.24 ^d ±0.01	8.25 ^b ±0.37
F	17.884	0.852	105.657	50.872	15.831	2032.772	401.852	290.918	2.918	16.586	88.933	59.773	50.726	180.460
p	0.000*	0.552	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.046*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000

P<0.05, güven aralığında, a, b, c, d, farklı harfler belirlenmiş yağ asitleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğunu belirtmektedir.

Yağ asitleri kompozisyonu yağların karakterize edilmesinde kullanılan en önemli indikatörlerden biridir. Beslenme ve sağlık açısından yağların özelliklerini ortaya koyması yanında oksidatif stabilitelelerinin belirlenmesinde önemli rol oynarlar (Can, 2019). Tablo 2’de kahvaltılık margarin gruplarına ait örneklerde yağ asitleri kompozisyonları, toplam doymuş ve tekli doymamış, çoklu doymamış yağ asitleri verilmiştir. Gruplar arasında yağ asitleri bakımından istatistiksel olarak p<0.005 düzeyinde anlamlı farklar bulunmuştur. Margarinlerde toplam doymamış/doymuş yağ asitleri oranı, ürünün sürülebilirliği, yumuşaklığı, erime derecesi gibi fiziksel özelliklerin yanı sıra sağlıklı beslenme niteliklerini de etkilemektedir. Bu nedenle margarinlerin fiziksel ve besinsel değerlendirilmesinde bu oran önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir.

Çalışma kapsamında incelenen kahvaltılık margarin örneklerinde toplam doymuş yağ asitleri %27.97 ±0.76 ile %31.92 ±0.14 arasında, toplam doymamış yağ asitleri ise %68.08 ±0.14 ile %73.33 ±0.6, toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) %13.45 ±0.4; %29.72 ±0.18 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Tüm örneklerde doymuş yağ asitleri ağırlıklı olarak palmitik asit (C16:0) (%19.80 ±0.15-23.64 ±0.11) ve stearik asitten (C18:0) (%5.10 ±0.95-7.07 ±0.08) oluşmaktadır. Ergönül (2013) tarafından yapılan bir çalışma, bu bulgularla benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Çalışmamızda margarin gruplarında toplam doymamış yağ asitlerinin toplam doymuş yağ asitlerine oranının %2.13 ±0.01 ile %2.75 ±0.09 arasında değiştiği belirlenmiştir. Alpaslan & Karaali (1998) tarafından yapılan bir çalışmada bu oran %2.72 olarak rapor edilmiştir. Arıcı ve ark. (2002) tarafından Türkiye’de üretilen margarinler üzerinde yapılan çalışmada toplam doymuş yağ asitleri içeriğini %23.90-32.30; tekli doymamış yağ asidi oranını %44.00-61.90 ve çoklu doymamış (PUFA) yağ asidi oranını %14.20-24.10 arasında tespit etmişlerdir. Doymamış/doymuş oranı en yüksek Grup 2’de (%2.75 ±0.09), en düşük ise Grup 5’te (%2.13 ±0.01) tespit

edilmiştir. Bu sonuçlar, grupların iyot sayıları ile uyum göstermektedir. Doymamış yağ asitlerinin yüksek olduğu Grup 2’de polar bileşikler oranı %16 olarak belirlenmiştir.

Kahvaltılık margarinlerde doymamış yağ asitleri ağırlıklı olarak oleik asit (C_{18:1}) (%54.30 ±0.20-40.33 ±0.15), linoleik asit (C_{18:2}) (%11.05 ±0.15-26.52 ±0.08) ve linolenik asit (C_{18:3}) (%0.83 ±0.08-3.20 ±0.10) olarak tespit edilmiştir. Ancak, örneklerde linolenik (C_{18:3}) yani omega-3 yağ asidinin oldukça düşük seviyelerde olduğu görülmüştür. Bu durum, kullanılan yağ hammaddelerinden ve uygulanan modifikasyon tekniklerinden kaynaklanıyor olabilir.

Yağların beslenme ve sağlık açısından değerlendirilmesinde en önemli parametrelerden biri, içerdiği esansiyel yağ asitleri miktarları ve bunların birbirleriyle olan oranıdır. Linoleik (omega-6) ve linolenik (omega-3) yağ asitleri vücutta sentezlenemediği için dışarıdan alınması gereklidir. Omega-6/omega-3 oranının 4/1’den büyük olması durumunda kardiyovasküler hastalıklar, kanser, inflamatuvar ve otoimmün hastalıkların oluşumunu desteklediği; omega-3 seviyelerinin artırılması durumunda ise bu hastalıkları önleyici etkiler gösterdiği belirtilmiştir (Simopoulos, 1998). Ayrıca, yüksek omega-6/omega-3 oranının vücutta iltihaplanmayı aktive ettiği, tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi bazı metabolik hastalıkların riskini artırdığı kanıtlanmıştır (Bishekolaei & Pathak, 2024). Esansiyel yağ asitleri (EFA), vücut içerisinde birbirine dönüştürülemediği için omega-3 yağ asitleri sağlıklı beslenme açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle yağların besinsel ve sağlık açısından optimal fayda sağlaması için omega-6/omega-3 oranının ≤4/1 olması gereklidir (Simopoulos, 2002).

Çalışmada incelenen kahvaltılık margarin örneklerinde omega-3 yağ asidinin en yüksek Grup 4’te (%3.50 ±0.05) ve en düşük Grup 5’te (%0.83 ±0.08) olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, tüm örneklerde omega-6/omega-3 oranının 4/1’in oldukça üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, kahvaltılık margarinlerin beslenme ve sağlık açısından yeterince faydalı olmadığını göstermektedir. Sürdürülebilir sağlıklı bir yaşam için margarin üretiminde omega-6/omega-3

oranının maksimum yarar sağlayacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir.

Steroller, fonksiyonel gıda bileşeni olarak değerlendirilen önemli biyoaktif bileşiklerdir (Tetik ve ark., 2007). Bitkisel yağlar, en önemli sterol kaynağıdır. Bitkilerde bulunan sterollere fitosterol olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde özel üretilen bazı gıdaların (dondurma, margarin, çikolata, mayonez ve yoğurt gibi) üretiminde kullanılmaktadırlar. Fizyolojik olarak, fitosteroller veya fitosterol türevleri sindirim sisteminde kolesterol ile rekabet ettikleri için vücut tarafından hemen hemen hiç emilmezler.

Bitkisel kaynaklı fitosteroller önce stanollere hidrojenize edilir, daha sonra yağ asitleri ile trans esterifiye edilerek elde edilen sterol esterleri Ayçiçek ve Kolza yağından üretilen margarinlere katılmaktadır (Laakso, 2005; Soupas, 2006). Her yağ tıpkı yağ asitleri kompozisyonunda olduğu gibi kendine özgü sterol kompozisyonuna sahiptir. Bu nedenle sterol kompozisyonu yağların ayırt edilmesinde bir indikatör olarak kullanılmaktadır.

Tablo 3'te kahvaltılık margarin gruplarında sterol kompozisyonu incelenmiş ve bu kompozisyonun ağırlıklı olarak sırasıyla β -sitosterol (%60.28-73.90), kampesterol (%12.30-26.32), stigmasterol (%3.82-10.45) ve 7-stigmasterol (%2.47

- 6.00) olduğu tespit edilmiştir. Sterol kompozisyonu açısından margarin örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p<0.05$). Kolesterol Grup 3, 5 ve 7'de çok düşük düzeyde tespit edilirken, Grup 1, 2, 4 ve 6'da tespit edilmemiştir. En yüksek kolesterol seviyesi Grup 7'de (0.65 ± 0.15) bulunmuştur. Brassikasterol içeriği Grup 1'de en yüksek, Grup 7'de ise en düşük seviyede ölçülmüştür. Kampesterol ise Grup 1 ve 7'de en yüksek düzeyde (27.05 ± 0.15 ve 26.32 ± 0.38) tespit edilmiştir. Kampesterol seviyeleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar göstermiştir ($p<0.05$). Stigmasterol Grup 2 ve 5'te (11.30 ± 0.70 ve 10.95 ± 0.15) en yüksek seviyede bulunurken, β -sitosterol Grup 2'de en yüksek (73.90 ± 0.20), Grup 7'de ise en düşük (60.28 ± 0.19) düzeyde belirlenmiştir. 7-stigmasterol Grup 3 ve 5'te en yüksek oranda (6.00 ± 0.50) ölçülmüştür.

Kolesterol seviyelerinin belirli gruplarda tespit edilmesi, margarin formülasyonunda kullanılan süt fazından kaynaklanıyor olabilir. Bu bulgular, margarinlerin sterol içeriklerinde gruplar arasında farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır. Sterol kompozisyonundaki bu farklılıkların, kahvaltılık margarin üretiminde kullanılan bitkisel yağ hammaddeleri veya yağ kombinasyonlarından ileri geldiği düşünülmektedir.

Tablo 3. Kahvaltılık margarin gruplarının sterol kompozisyonları (%)

Table 3. Sterol Composition of breakfast margarine groups (%)

Gruplar	Kolestrol	Brassika sterol	Kampesterol	Stigmasterol	β -Sitosterol	7-Stigmasterol
1		7.13 \pm 0.06	27.05 ^a \pm 0.15	3.82 ^d \pm 0.18	62.00 ^d \pm 0.10	
2			12.30 ^c \pm 0.33	11.30 ^a \pm 0.70	73.90 ^a \pm 0.20	2.47 ^b \pm 0.03
3	0.42 \pm 0.03		13.45 ^c \pm 0.25	10.45 ^b \pm 0.05	69.49 ^b \pm 0.54	6.00 ^a \pm 0.50
4			16.03 ^b \pm 0.13	10.40 ^b \pm 0.20	73.55 ^a \pm 0.20	
5	0.32 \pm 0.03		16.65 ^b \pm 0.15	10.95 ^{ab} \pm 0.15	65.60 ^c \pm 0.30	6.00 ^a \pm 0.50
6			16.35 ^b \pm 0.05	10.45 ^b \pm 0.15	68.80 ^b \pm 1.30	4.40 ^{ab} \pm 0.30
7	0.65 \pm 0.15	3.55 \pm 0.25	26.32 ^a \pm 0.38	9.43 ^c \pm 0.85	60.28 ^c \pm 0.19	
F	10.897	585.127	1983.208	105.787	269.048	57.252
p	0.010*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*

P<0.05, güven aralığında, a, b, c, d farklı harfler belirlenmiş steroller arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğunu belirtmektedir.

Fitosterollerin bağırsak sisteminde kolesterolün emilimini engelleyerek kan kolesterol seviyesini düşürdüğü ve kardiyovasküler hastalıklar ile inme riskini azalttığı belirtilmiştir (Taşan ve ark., 2006; Taşan, 2008). Ayrıca, fitosterollerin bağırsak sisteminde kolesterol emilimini engelleyerek kolesterol seviyesini düşürmesi yanında antikanserojen, antifungal ve antibakteriyel özellikler gösterdiği de tespit edilmiştir (Quilez ve ark., 2003; Jones & AbuMweis, 2009). Günlük sterol alımında β -sitosterol %65, kampesterol %30 ve stigmasterol %5 oranında dağılım önerilmektedir (Glueck ve ark., 1991). Steroller (fitosteroller) kolesterol gibi insan vücutta sentezlenemezler bitkisel gıdalardan alınmalıdır (Sopas, 2006). İnsan oğlunun sağlıklı ve uzun yaşama arzusu daha nitelikli gıdalar tüketmek için esansiyel yağ asitleri ($C_{18:2}$ - $C_{18:3}$) ve fitosteroller mikrokapsülasyon teknikleri ile kaplayarak fonksiyonel gıda üretimleri yapılmaktadır. Mikrokapsülasyon oksidasyona hassas olan esansiyel yağ asitleri ve fitosterollerin oksidasyon hızını azaltarak, fonksiyonel özelliklerinden daha yüksek oranda ve uzun sürede yararlanmak amacıyla uygulanan bir tekniktir. Fitosterollerin hiperkolesterolemik, hipoglisemik, anti-inflamatuvar gibi faydalı etkilerinden yararlanmak için gerekli günlük dozu elde etmek amacıyla fitosterollerle zenginleştirilmiş yeni fonksiyonel gıdaların üretilmesine gereksinim vardır (Jimenez ve ark, 2024; Tolve, ve ark. 2020)

Sonuç

Çalışmamızda incelenen bitkisel kahvaltılık margarinlerin hazırlanmasında kullanılan hammaddeler ve üretim süreçleri; ürünlerin fiziksel yapısı ve kimyasal kompozisyonundaki değişimler bağlamında beslenme, sağlık ve gıda güvenliği açısından değerlendirilmiştir. Margarin örneklerinde yağ asidi kompozisyonları, özellikle esansiyel yağ asitlerinden omega-6 (linoleik asit) oranı yeterli bulunmuş ancak omega-3 (linolenik asit) seviyesi oldukça düşük tespit edilmiştir. Yağların besinsel ve sağlık açısından maksimum fayda sağlayabilmesi için omega-6/omega-3 oranının $\leq 4/1$ olması önerilmektedir. İncelenen margarin örneklerinin hiçbirinin bu oranı sağlamadığı gözlemlenmiştir. Bu durum, sağlıklı beslenme ve gıda güvenliği açısından risk oluşturmaktadır. Steroller/ fitosteroller kardiyovasküler ve inme gibi hastalıkların oluşmasını engellemesi ile birlikte antikanserojen, antibakteriyel, antifungal özellik göstermeleri sağlıklı bir yaşam için önemli bileşimler olduğunu göstermektedir. Sağlıklı bir yaşam için günlük alınan toplam sterol miktarında β -sitosterol %65, kampesterol %30, stigmasterol %5, oranında olması önerilmektedir. Sonuç olarak kahvaltılık margarinlerin sterol kompozisyonu bakımından değerlendirildiğinde beş önemli sterol fraksiyonu (β -sitosterol, kampesterol, stigmasterol, 7-stigmasterol, Brasikka sterol) içerdiği tespit edilmiş olup günlük

sterol ihtiyacının karşılanmasında önemli bir kaynak oldukları görülmektedir. Bununla birlikte ω -3 yağ asitleri ve fitosteroller bakımından zenginleştirilmiş ve fonksiyonel gıda haline getirilmiş kahvaltılık margarin üretiminin yaygın hale getirilmesi toplumsal sağlığın gelişmesine önemli katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Etik Standartlar ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Veri erişilebilirliği: Veriler talep üzerine yazarca sağlanacaktır.

Finansal destek: -

Teşekkür: Doç. Dr. Mustafa YAMAN ve Uzm. Arş. Ömer Faruk MIZRAK 'a analiz destekleri için teşekkür ederiz.

Açıklama: Bu makale, Prof. Dr. Muammer UĞUR' un Tez danışmanlığını yaptığı, Mustafa YILDIZ'ın "Kahvaltılık Margarinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi" başlıklı yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

Kaynaklar

Ağaçgündüz, D. (2020). Kızartma Yağlarında Oluşan Polar Maddeler: Oluşum Mekanizmaları ve Sağlık Etkileri. Sağlık Bilimleri Alanında Akademik Çalışmalar—II. Gece Kitaplığı Yayınevi. <https://avesis.gazi.edu.tr>

Alpaslan, M., Karaali, A. (1998). The interesterification-induced changes in olive and palm oil blends. *Food Chemistry*, 61(3), 301-305.

[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00081-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00081-2)

ANON (1988). T.S.E. 2812 Revizyon Metodu. Kapiller tüp yöntemi. Kayma (erime) Noktası Tayini

AOCS (1986). Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemists Society. 3th Edition. Volum1. Illinois- USA

Arıcı M., Taşan, M., Geçgel, Ü., & Özsoy, S. (2002). Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids of Turkish margarines by Capillary Gas-Liquid Chromatography. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 79, 439-441.

<https://doi.org/10.1007/s11746-002-0502-x>

Baker, E.J., Miles, E.A., Burdge, G.C., Yaqoob, P., Calder, P.C. (2016). Metabolism and functional effects of plant-derived omega-3 fatty acids in humans. *Progress in Lipid Research*, 64, 30-56.

<https://doi.org/10.1016/j.plipres.2016.07.002>

Burlingame, B., Nishida, C., Uauy, R., Weisell, R. (2009). Fats and Fatty Acids in Human Nutrition: Introduction. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 55, 5-7.

<https://doi.org/10.1159/000228993>

Baysal, A. (1996). Trans yağ asitleri ve kronik kalp hastalığı riski. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 25(2), 1-4.

Beltrán, M., Ruiz De Adana, M.S., Tinahones, F., Gómez-Zumaquero, J.M., García-Fuentes, E., González-Romero, S. (2003). Hypertension is related to the degradation of dietary frying oils. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(6), 1092-1097.

<https://doi.org/10.1093/ajcn/78.6.1092>

Bishekolaei, M., & Pathak, Y. (2024). Influence of omega n-6/n-3 ratio on cardiovascular disease and nutritional interventions. *Human Nutrition & Metabolism*, 37, 200275.

<https://doi.org/10.1016/j.hnm.2024.200275>

Can, N. (2019). Bitkisel yağların muhafazasında oksidatif stabilitenin önemi ve oksidatif stabilitenin belirlenmesinde kullanılan analiz yöntemleri. *ABMYO Dergisi*, 54, 107-124.

Çakmakçı, S. & Kahyaoğlu, T.D. (2012). Yağ asitlerinin sağlık ve beslenme üzerine etkilerine genel bir bakış. *Akademik Gıda*, 10(1), 103-113.

Dobarganes, M.C., Márquez-Ruiz, G. (2007). Chapter 6- Formation and Analysis of Oxidized Monomeric, Dimeric, and Higher Oligomeric Triglycerides. M.D. Erickson (Ed.), *Deep Frying (Second Edition)* s, 87-110). AOCS Press.

<https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-92-9.50012-8>

Ergönül, P.G. (2013). Solid fat contents and instrumental textural attributes of margarines sold in Turkish market. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 5(2), 157-161.

<https://doi.org/10.3920/QAS2012.0122>

Glueck, C.J., Speirs, J., Tracy, T., Streicher, P., Illig, E., Vandegrift, J. (1991). Relationships of serum plant sterols (phytosterols) and cholesterol in 595 hypercholesterolemic subjects, and familial aggregation of phytosterols, choleste-

rol, and premature coronary heart disease in hyperphytosterolemic probands and their first-degree relatives. *Metabolism*, 40(8), 842-848.

[https://doi.org/10.1016/0026-0495\(91\)90013-M](https://doi.org/10.1016/0026-0495(91)90013-M)

Gomes, T., Caponio, F., Durante, V., Summo, C., Paradiso, V.M. (2012). The amounts of oxidized and oligopolymeric triacylglycerols in refined olive oil as a function of crude oil oxidative level. *LWT-Food Science and Technology*, 45(2), 186-190.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.008>

Grootveld, M., Percival, B.C., Leenders, J., Wilson, P.B. (2020). Potential adverse public health effects afforded by the ingestion of dietary lipid oxidation product toxins: Significance of fried food sources. *Nutrients*, 12(4), 974.

<https://doi.org/10.3390/nu12040974>

Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., Savage, G.P. (2016). Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 52-58.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.007>

IUPAC (1992). International Union of Pure and Applied Chemistry Applied Chemistry Division Commission on Oils, Fats and Derivatives. 1St Supplement to the 7th Revised and Enlarged Edition.

IUPAC (1987). International Union of Pure and Applied Chemistry Applied Chemistry Division Commission on Oils, Fats and Derivatives. 1St Supplement to the 7th Revised and Enlarged Edition.

Jones, P.J.H & Suhad, S Abu Mweis, S.S. (2009). Phytosterols as functional food ingredients: linkages to cardiovascular disease and cancer. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 12(2),147-151.

<https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e328326770f>

Jiménez, P., Bustamante, A., Echeverriab, F., Sambraa, V., Rincón-Cerverac, M.A. Farías, C., & Valenzuela, R. (2024). Metabolic benefits of phytosterols: Chemical, nutritional, and functional aspects. *Food Reviews International*, 40(9), 2917–2939.

<https://doi.org/10.1080/87559129.2023.2290489>

Laakso, P. (2005). Analysis of sterols from various food matrices. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107, 402410.

<https://doi.org/10.1002/ejlt.200501134>

Li, J., Li, X., Cai, W., Liu, Y. (2016). Comparison of different polar compounds-induced cytotoxicity in human hepatocellular carcinoma HepG2 cells. *Lipids in Health and Disease*, 15, 30.

<https://doi.org/10.1186/s12944-016-0201-z>

Márquez-Ruiz, G. (2009). Determination of polar compounds in used frying oils and fats by adsorption chromatography. AOCS lipid library. <https://www.aocs.org/resource/determination-of-polar-compounds-in-used-frying-oils-and-fats-by-adsorption-chromatography/>

Quilez, J., García-Lorda, P., Salas-Salvadó, J. (2003). Potential uses and benefits of phytosterols in diet: Present situation and future directions. *Clinical Nutrition*, 22(4), 343-351.

[https://doi.org/10.1016/s0261-5614\(03\)00060-8](https://doi.org/10.1016/s0261-5614(03)00060-8)

Oteng, A.B. & Kersten, S. (2020). Mechanisms of action of trans fatty acids. *Advances in Nutrition*, 11(3), 697-708.

<https://doi.org/10.1093/advances/nmz125>

Senanayake, S.P.J.N., Shahidi, F. (2020). Modification of Fats and Oils via Chemical and Enzymatic Methods. İçinde F. Shahidi (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products* (1. bs, ss. 1-29). Wiley.

<https://doi.org/10.1002/047167849X.bio062.pub2>

Tolve, R., Cela, N., Condelli, N., Di Cairano, M., Caruso, M.C., & Galgano, F. (2020). Microencapsulation as a tool for the formulation of functional foods: The Phytosterols' case study. *Foods*, 9(4), 470;

<https://doi.org/10.3390/foods9040470>

Simopoulos, A.P. (1998). The return of ω -3 fatty acids into the food supply: Land-based animal food products and their health effects. Karger Medical and Scientific Publishers.

<https://doi.org/10.1159/isbn.978-3-318-00310-9>

Simopoulos, A.P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56(8), 365-379.

[https://doi.org/10.1016/S0753-3322\(02\)00253-6](https://doi.org/10.1016/S0753-3322(02)00253-6)

Soriguer, F., Rojo-Martínez, G., Dobarganes, M.C., García Almeida, J.M., Esteva, I., Soupas, L. (2006). Oxidative stability of phytosterols in food models and foods. EKT-series 1370. University of Helsinki. Department of Applied Chemistry and Microbiology. p, 110 + 58.

Taşan, M. (2008). Fitosterollerin insan beslenmesindeki yeri ve sağlığa etkileri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23.

Taşan, M., Bilgin, B., Geçgel, Ü., Demirci, A. (2006). Phytosterols as functional food ingredients. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 153-159.

Taşan, M., Dağhoğlu, O. (2005). Trans yağ asitlerinin yapısı, oluşumu ve gıdalarla alınması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1), Article 1.

Tetik, N., Erbaş, M., Turhan, İ. (2007). Fonksiyonel gıda bileşeni olarak fitosteroller. *Gıda*, 32(6), Article 6.

Timms, R.E. (2005). Fractional crystallisation-The fat modification process for the 21st century. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107(1), 48-57.

<https://doi.org/10.1002/ejlt.200401075>

Yuan, L., Jiang, F., Cao, X., Liu, Y., Xu, Y.-J. (2020). Metabolomics reveals the toxicological effects of polar compounds from frying palm oil. *Food & Function*, 11(2), 1611-1623.

<https://doi.org/10.1039/C9FO02728A>

Yıldız, M. (1996). Margarin üretiminde yeni bir teknoloji: İnteresterifikasyon. *Gıda Teknolojisi*. 5, 56-62.

Z kuşağının su ürünleri tüketim tercihleri ve gıda güvenliği bilinç düzeyinin belirlenmesi

Furkan COŞKUN, Hande DOĞRUYOL

Cite this article as:

Coşkun, F., Doğruyol, H. (2025). Z kuşağının su ürünleri tüketim tercihleri ve gıda güvenliği bilinç düzeyinin belirlenmesi. Food and Health, 11(2), 156-172. <https://doi.org/10.3153/FH25013>

İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Bölümü, Gıda Güvenliği Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

F.C. 0009-0004-7286-7890

H.D. 0000-0002-0856-3823

Submitted: 21.11.2024

Revision requested: 30.01.2025

Last revision received: 13.03.2025

Accepted: 14.03.2025

Published online: 20.03.2025

Correspondence:

Hande DOĞRUYOL

E-mail: dogruyol@istanbul.edu.tr



© 2025 The Author(s)

Available online at
<http://jfh.sscientificwebjournals.com>



ÖZ

Günümüzde genç yaş aralığında bulunan Z kuşağının, içine doğdukları teknolojik ve sosyolojik gelişmeler göz önüne alındığında, değişen çağın bu neslin tüketim alışkanlıkları, karar alma kalıpları ve değer yargılarını etkilediği gözlenmektedir. Bu çalışma, Z kuşağını temsil eden 18–27 yaş arasındaki 197 bireyin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Çevrimiçi platform üzerinden yapılan ve 33 adet soru içeren anket, katılımcıların demografik özelliklerini, su ürünleri özelinde tüketim tercihlerini ve gıda güvenliği bilinç düzeyini belirleme amacı taşımıştır. Nicel bir araştırma olarak desenlenmiş ve betimsel yöntem kullanılmıştır. Z kuşağının çoğunlukla ayda en az bir kez su ürünleri tükettiği (%26), hamsi gibi küçük yağlı balıkları tercih ettiği (%46) ve besin takviyesi kullanmadığı (%81) belirlenmiştir. Sosyal medya etkinliğine bakıldığında %81'inin su ürünleriyle ilgili içerik üreticilerini takip etmedikleri, sadece %36'sının sosyal medyada gördüklerini uygulamaya çalıştıkları tespit edilmiştir. Su ürünlerini genellikle evde tükettikleri (%63) ve klasik pişirme dışında işlenmiş su ürünlerini tercih etmedikleri (%32) belirlenmiştir. Tüketmeyi tercih etmedikleri durumlarla tüketimi artırmaya yönelik yaklaşımları da incelenmiştir. Gıda güvenliği hakkında %34'ü bilgi sahibi olduğunu ifade etse de sorulara verilen yanıtlarla bilinçli tüketiciler olduklarını göstermişlerdir. Sürdürülebilirliğin sağlanması bakımından farkındalık seviyelerinin çok yüksek olduğu bulunmuştur. Z kuşağının su ürünleri tüketim tercihlerini ve gıda güvenliği farkındalık düzeylerini anlamak gelecekteki çalışmalara da ışık tutacaktır.

Anahtar Kelimeler: Z kuşağı, Jenerasyon, Gıda güvenliği, Su ürünleri, Tüketim

ABSTRACT

Determining the seafood consumption preferences and food safety awareness of generation Z

Generation Z is in the young age group today. Considering the technological and sociological developments, the changing era affects their consumption habits, decision-making patterns and value judgments. This study was conducted with 197 individuals between the ages of 18-27, representing Generation Z. The online survey included 33 questions and aimed to determine the demographic characteristics of the participants, their consumption preferences for seafood products and their level of food safety awareness. It was designed as quantitative research, and a descriptive method was used. It was determined that Generation Z mostly consumed seafood once a month (26%), preferred small oily fish such as anchovies (46%) and did not use dietary supplements (81%). Regarding social media activity, 81% did not follow content creators related to seafood and only 36% tried to imitate what they saw on social media. It was determined that they usually consume seafood at home (63%) and do not prefer processed seafood products other than classical cooking (32%). They were conscious and well-informed about food safety (34%). Their awareness of ensuring sustainability was also high. Understanding the seafood consumption preferences and food safety awareness of Generation Z will shed light on future studies.

Keywords: Generation Z, Food safety, Seafood, Consumption

Giriş

Su ürünleri, en eski çağlardan beri insanların tükettiği besin kaynaklarından biridir. Lezzetinin yanı sıra yüksek protein, çoklu doymamış yağ asitleri, vitamin ve mineraller içermesi ile sağlığa birçok faydası olduğu bilinmektedir (Jayasekara ve diğ., 2020). Kaliteli ve sindirilebilir proteinler ile birçok esansiyel aminoasidi içermesi bakımından besleyici özellikleriyle dikkat çekmektedir (Usydus ve diğ., 2009). Özellikle, omega-3 yağ asitlerinden EPA ve DHA içermesi sebebiyle birçok sağlık sorununu önleme potansiyeline sahiptir. Sağlıklı yaşam şeklinin bir parçası olarak omega-3 kaynağı olan su ürünlerine beslenme yer verilmesi oldukça önemli olup haftada en az iki kez tüketilmesi uzmanlarca önerilmektedir (Mol ve Coşansu, 2022). Bağışıklık sistemi hastalıkları, koroner kalp hastalığı, yüksek tansiyon, meme kanseri, kolon kanseri ve diyabet gibi hastalıklardan koruma sağlamakta, beyin ve göz sağlığını da olumlu etkilemektedir (Lund, 2013; Liu ve Ralston, 2021).

Su ürünleri tüketim açısından oldukça fazla türe sahiptir ve işlendiğinde tüketim çeşitliliği daha da zenginleşir (Allshouse ve diğ., 2003). Günümüzde, gıda sektöründeki çeşitlilik ve sağlıklı beslenme bilinci, ürün kalitesini korumanın bir gereklilik haline gelmesine neden olmuştur (Mol ve Coşansu, 2022). Oldukça hızlı bozulan yapısı ile dayanıksız gıdalar sınıfında olan su ürünlerinde gıda güvenliğinin sağlanması, insanların sağlıklı ve besleyici gıda ürünlerine güvenle erişebilmesi için çok önemlidir. Bu, gıdanın üretiminden sofraya gelene kadarki süreçte kontaminasyon, bozulma, kirlenme gibi risklerin tamamen yok edilmesi veya asgari düzeye indirilmesi olarak ifade edilmektedir (El Sheikha ve Xu, 2017). Toplumdaki gıda güvenliği bilinç düzeyinin artması, gıda kaynaklı hastalıkların neden olduğu sosyal ve ekonomik kayıpların azalması anlamına da gelmektedir. Ancak toplumun farklı kesimlerinin gıda işleme, tüketim ve saklama şekilleri ile gıda güvenliği algısı ve anlayışları da farklı olup etnik köken, cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, gelir ve çeşitli tüketici özelliklerine göre değişiklik göstermektedir (Bolek, 2020).

Toplumsal kuşak farklılıkları, günümüzde yaşam tarzlarını ve davranışlarını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Jenerasyon veya nesil olarak da ifade edilebilen kuşak kavramı, dilimizde aynı zaman aralığında doğan bireylerin oluşturduğu toplulukları ifade eder (Deniz ve Gemlik, 2022). Günümüzde jenerasyonları gruplandırmak için genel olarak kabul gören altı farklı zaman aralığı bulunmaktadır. Bunlardan ilki, Sessiz Kuşak (1925-1945) adı verilen 2. Dünya Savaşı'nın zorlu döneminin ekonomik ve sosyal olumsuzluklarını deneyimlemiş bir kuşaktır. Ardından gelen Bebek Patlaması Kuşağı (1946-1964), savaş sonrası artan nüfusu kapsamaktadır

(Aka, 2018). Kronolojik olarak üçüncü sıradaki X Kuşağı (1964-1979), siyasi, sosyal ve ekonomik zorluklarla karşılaştığı için "kayıp nesil" olarak anılmaktadır (Pekel ve diğ., 2020). Dördüncü sıradaki Milenyum ya da Y kuşağı (1979-1994), öğrenmeyi seven, iletişim teknolojileriyle iç içe, değişime önem veren bir nesildir (Kuyucu, 2017; Pekel ve diğ., 2020). Y kuşağının ardından gelen Z kuşağının doğum tarihleri konusunda farklı bilim insanları farklı görüşler belirtmektedir (Özkan ve Solmaz, 2017). Kuyucu (2017)'ya göre 1995 sonrası doğanları temsil etmekte, Pratminingsih ve diğ., (2021)'ne göre 1997-2012 yılları arasında, Goh ve Lee (2018)'ye göre ise 1995-2009 yılları arasında doğmuş bireyleri temsil etmektedir. Z kuşağı, içinde buldukları dönemin teknolojik gelişmeleriyle büyüdüğü için "İnternet Kuşağı" veya "Yeni Nesil" olarak da adlandırılır (Pekel ve diğ., 2020). Bu nesil, tüm zamanların teknik olarak en gelişmiş nesli olarak kabul edilmektedir (Sramkova ve Sirotiakova, 2021). Son olarak da Alfa jenerasyonu, hala büyümekte olan 2010 yılı ve sonrası doğan bireyleri ifade etmektedir (Demirel, 2021).

Özellikle gıda tercihleri ve beslenme şekilleri konusunda Z kuşağı bireyleri, diğer kuşaklardan farklı tercihler yapabilmekte ve farklı beklentiler içine girebilmektedir (Dilber ve Dilber, 2021). Genç yaş profilinde yer alan Z kuşağı bireyleri (Özkan ve Solmaz, 2017), teknolojik ve sosyolojik gelişmelerin içine doğduğundan, bu gelişmelerin tüketim alışkanlıkları, karar verme biçimleri ve değer yargıları üzerinde etkisi kaçınılmazdır (Gümüş, 2019). Z kuşağı, önemli bir tüketici grubu olarak karşımıza çıkmakta ve onların su ürünleri tüketim tercihlerini ve gıda güvenliği farkındalık düzeylerini anlamak ve üzerine çalışmalar yapmak oldukça önemlidir. Türkiye'de Z kuşağı bireylerinin sayısının artması, gıda üreticileri ve satıcılarının bu kuşağın tüketim tercihlerini ve gıda güvenliği farkındalıklarını göz önünde bulundurmalarını gerektiren önemli bir faktördür (Özkan ve Solmaz, 2017).

Bu çalışmada 1990'lı yılların sonları ile 2000'li yılların başlarında doğan ve "Z Kuşağı" olarak ifade edilen lisans ve üzeri düzeyde eğitim almış neslin su ürünleri tüketim tercihlerini ve gıda güvenliği bilinç düzeylerini belirlemek için bir anket çalışması yapılmıştır. Z kuşağı tüketicilerin su ürünleri satın almadaki motivasyonları, algıları, tutumları ve davranışsal niyetlerini belirlemek amaçlanmıştır. Ülkemizdeki genç neslin sağlıklı ve güvenli bir şekilde su ürünleri tüketmeye yönelik davranışlarının araştırılması ve bilgi düzeyinin belirlenmesi, gelecekte Z kuşağı ile yapılacak olan çalışmalara katkı sağlayacaktır.

Materyal ve Metot

Araştırma, Türkiye'nin Afyonkarahisar, Ankara, Antalya, Aydın, Batman, Bolu, Burdur, Bursa, Çanakkale, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Giresun, Isparta, İstanbul, İzmir, Karabük, Kayseri, Kocaeli, Konya, Kütahya, Malatya, Mersin, Muş, Trabzon, Uşak ve Zonguldak illerinde yaşamakta olan 1996-2005 yılları arasında doğmuş 18 yaş ve üzeri gönüllü olan 197 yetişkin Z kuşağı bireyi ile gerçekleştirilmiştir. Türkiye'nin 2023 yılı toplam nüfusu 85 372 377 kişi olup bunun %15.1'ini genç nüfus oluşturmaktadır. Genç nüfusun ise %69.7'si 18 yaş üzeri Z kuşağı bireyleridir (8 985 187 kişi) (TÜİK, 2023). Örneklem büyüklüğü, %95 güven aralığında ve %7 hata payı ile belirlenmiştir. Gerekli minimum örneklem sayısı 196 kişi olup, Büyüköztürk ve diğ. (2016) tarafından önerilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır. Veriler, belirlenen bu örneklem büyüklüğüne ulaşılmamasının ardından değerlendirilmiştir. Öğrenim düzeyleri lisans veya lisansüstü öğrencileri ile mezunları kapsamaktadır. Çalışmada, Z kuşağı bireylerinin su ürünleri tüketim tercihleri ve gıda güvenliği bilinç düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Kolayda örneklem yoluyla veri toplanmıştır. Kolayda örneklem yöntemi en kolay erişebilen bireylerden veri toplanan ve olasılığa dayalı olmayan bir örneklem yöntemidir. Seçilen örneklemin evreni temsil etme gücü sınırlı olsa da bu yöntem hızlı, kolay ve ekonomik olması sebebiyle tercih edilmiştir (Büyüköztürk ve diğ., 2016). Nicel bir araştırma olarak desenlenmiştir. Betimsel yöntem kullanılmıştır. Betimsel araştırma modeli, geçmişteki veya mevcut durumları gerçekte olduğu gibi betimlemeyi amaçlayan bir araştırma yaklaşımıdır. İncelenen olay, kişi veya nesneyi kendi şartlarıyla etkileme çabasına girmeden tanımlamaya çalışılır (Karasar, 2007). Örneklemden alınan veriler sayısal sonuçlar sağlamıştır.

Çalışmada, amaca uygun olarak hazırlanan ve 33 adet soru içeren anket, bireylere Google Forms platformu üzerinden çevrimiçi (online) olarak gerçekleştirilmiştir. Anketin, dünyada en çok kullanılan mesajlaşma uygulaması olan WhatsApp üzerinden gruplara gönderilerek iletilmesi ve kişilere ulaşması sağlanmıştır (Çeken ve diğ., 2017). Ulaşılabilen üniversite öğrencileri ve onların arkadaş çevresinden olan kişiler içerisinde anket formunu tamamlamayanlar ve eksik cevaplayanlar elenerek nihai sayıya ulaşılmıştır. Anket formunun hazırlanmasında Türkiye'de daha önce gıda güvenliği ile ilgili yapılmış çalışmalardan faydalanılmıştır (Özkan ve Solmaz, 2017; Mol ve diğ., 2018; Dilber ve Dilber, 2021). Anket, üç temel kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda katılımcıların demografik özelliklerini incelemek amacıyla 6 soru yer almaktadır. Anketin ikinci kısmında, katılımcıların su ürünleri özelinde tüketim tercihlerini belirlemek amacıyla 19 soru bulunmaktadır. Anketin üçüncü ve son kısmı ise katılımcıların

gıda güvenliği bilinç düzeyini belirlemek için hazırlanan 7 soru içermektedir. Kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla Su Bilimleri Fakültesi Gıda Güvenliği Anabilim Dalı ve Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Bölümünde görev yapan iki farklı öğretim üyesinden uzman görüşü alınmıştır. Anket formunda yer alan soruların, araştırmanın amacına uygunluk bakımından değerlendirilmesi ve gerekli görülen düzeltmelerin yapılması sağlanmıştır. Çalışma Nisan – Haziran 2023 tarihleri arasında yürütülmüştür.

Sorular çoktan seçmeli veya çoklu yanıtlıdır. Katılımcıların görüş ve bilgi düzeyi tespitine yönelik sorularda ise beşli Likert tipi ölçek kullanılmıştır. Ankete verilen yanıtların ortalaması hesaplanmıştır. Ortalama (\bar{x}) değer 3 puan ve üzerinde ise katılımcıların görüşü olumlu, altında ise olumsuz olarak değerlendirilmiştir. Uygun betimsel değerler ise nitel ve nicel değişkenler için verilmiş olup nitel değişkenler frekans (f) ve yüzde (%) ile gösterilmiştir. Çalışmada toplanan verilerin çözümlenmesinde SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır.

Çalışma için Etik Kurul Onayı, İstanbul Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Başkanlığı tarafından 26.05.2023 tarih ve 1781325 sayılı kararı ile uygun görülerek verilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

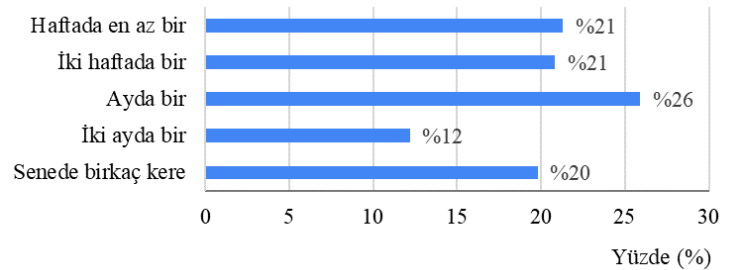
Sosyo-Demografik Özellikler

Ankete Türkiye'nin farklı illerinden toplam 197 kişi katılım sağlamıştır. Katılımcıların sosyo-demografik verilerinin dağılımı Tablo 1'de sunulmuştur. Buna göre ankete katılanların %62 ile çoğunluğu kadın, %37'si erkektir ve %1'i de cinsiyet belirtmek istememiştir. Yaş dağılımları incelendiğinde katılımcıların %43'ünün 18-21 yaş arasında, %40'ının 22-24 yaş arasında ve %17'sinin de 25-27 yaş aralığında olduğu belirlenmiştir. Eğitim düzeyi verileri incelendiğinde ise büyük çoğunluğun (%72) üniversite öğrencisi olduğu saptanmıştır. Katılımcının %20'si mühendislik, %16'sı fen bilimleri ve matematik ile sağlık bilimleri, %13'ü ziraat, orman ve su ürünleri ve %10'u eğitim bilimleri temel alanında eğitim aldıklarını beyan etmişlerdir. Aylık hane gelir düzeyine bakıldığında en çok asgari ücret üzerinde (62 kişi) ve yüksek gelir (63 kişi) düzeyinde bulduklarını bildirmişlerdir. Elli kişi orta gelir grubunda olduğunu, 22 kişi ise asgari ücretin altında haneye gelir girdiğini ifade etmiştir (Tablo 1). 29/12/2022 tarih ve 32058 sayılı Resmî Gazete (2023)'de yayınlanan karar ile 01/01/2023-31/12/2023 tarihleri arasındaki bir günlük normal çalışma karşılığı asgari ücretin 333,60 TL olarak tespit edildiği açıklanmış olup aylık kazanç alt sınırı net 8.506,80 TL'dir.

Tablo 1. Ankete katılan bireylerin sosyo-demografik özellikleri**Table 1.** Socio-demographic characteristics of the participants

Özellik		Frekans (f)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Kadın	122	62
	Erkek	73	37
	Belirtmek istemeyen	2	1
Yaş (\bar{x} = 22)	18 – 21	85	43
	22 – 24	79	40
	25 – 27	33	17
Eğitim düzeyi	Lisans eğitimi görüyor	142	72
	Lisans mezunu	39	20
	Lisansüstü eğitim görüyor	14	7
	Yüksek lisans / Doktora mezunu	2	1
Temel eğitim alanı	Eğitim Bilimleri	19	10
	Fen Bilimleri ve Matematik	32	16
	Filoloji	2	1
	Güzel Sanatlar	7	4
	Hukuk	11	6
	İlahiyat	7	4
	Mimarlık, Planlama ve Tasarım	8	4
	Mühendislik	40	20
	Sağlık Bilimleri	31	16
	Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler	13	7
	Spor Bilimleri	2	1
	Ziraat, Orman ve Su Ürünleri	25	13
Aylık hane geliri	Asgari ücret altı (0 – 8.510 TL)	22	11
	Asgari ücret üzeri (8.510 – 17.000 TL)	62	31
	Orta (17.000 – 25.000 TL)	50	25
	Yüksek (25.000 TL üzeri)	63	32
Toplam		197	100

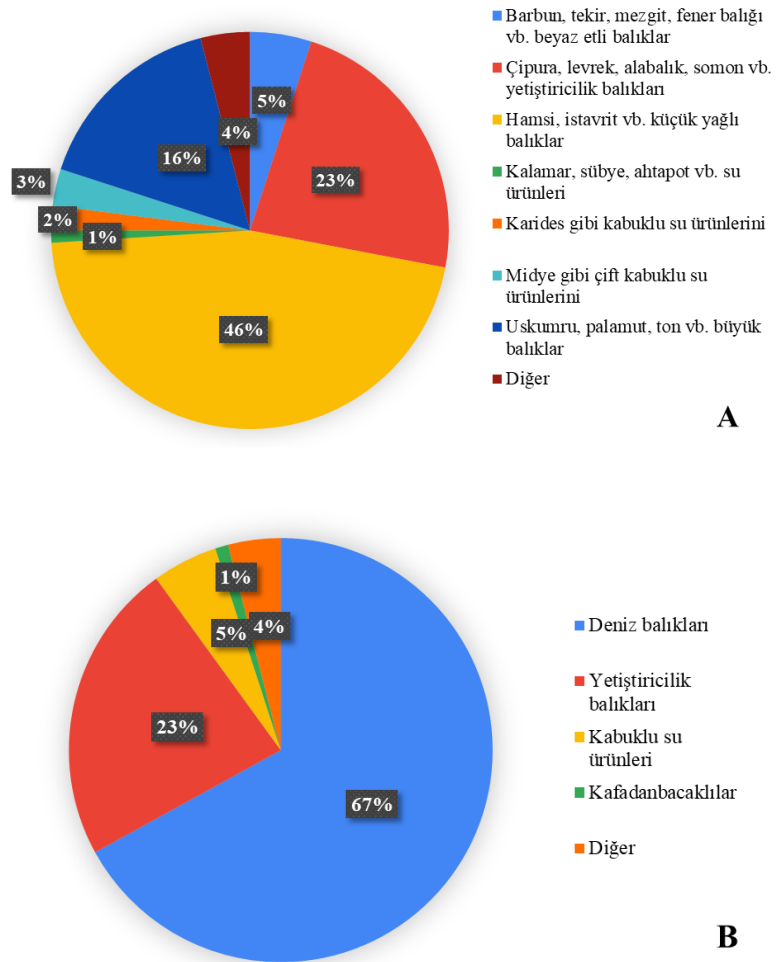
Katılımcıların ana yemek olarak su ürünleri tüketim sıklıkları incelendiğinde, en yüksek oran %26 ile ayda bir kez tüketenlere aittir. Bunu, haftada en az bir ve iki haftada bir kez tüketenler takip etmekte olup oranlarının eşit (%21) olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların %20'si senede sadece birkaç kere tüketirken, en düşük oran iki ayda bir (%12) yanıtı verenlere aittir (Şekil 1). İzmir ve Ankara'da yürütülmüş bir anket çalışmasında, balık tüketim sıklığı incelendiğinde katılımcıların çoğunun (%25) bu illerde sırasıyla haftada bir kez ve on beş günde bir kez balık tükettiği belirlenmiştir (Saygı ve diğ., 2015).

**Şekil 1.** Katılımcıların ana yemek olarak su ürünleri tüketim sıklıkları**Figure 1.** Frequency of participants' consumption of seafood as a main meal

Katılımcıların en çok hangi su ürünlerini tükettikleri araştırıldığında, %46 ile hamsi, istavrit vb. küçük yağlı balıklar ve %23 ile çipura, levrek, somon vb. yetiştiricilik balıklarını çoğunlukla tükettikleri anlaşılmaktadır. En düşük tüketim oranları ise midye gibi çift kabuklular (%3), karides gibi kabuklular (%2) ve kalamar, sübye, ahtapot vb. kafadanbacaklı su ürünlerinde (%1) tespit edilmiştir (Şekil 2A). Konya ilinde %48 hamsi ve %8 levrek ve sazan balığı (Bolat ve Cevher, 2018), Burdur'da tatlı su balığı olarak %67 alabalık, deniz balığı olarak ise %77,3 hamsi ve %73,1 istavrit tercih edilmekte (Orhan ve Yüksel, 2010), Afyonkarahisar'da %81,38 ile hamsi en çok tercih edilen balık olmakta, hamsi dışında %44,88 ile alabalık katılımcıların ikinci tercihi konumunda ve %1,49 somon en az tercih edilen balık türü olarak karşımıza çıkmaktadır (Yiğit ve diğ., 2020). Bununla birlikte Ankara'da deniz balığı olarak en çok %27,3 oranında hamsi, tatlı su balığı olarak ise %56,9 oranında alabalık tercih edilmektedir (Yüksel ve Diler, 2019). Uşak ilinde %36 ile hamsinin (Kuşat ve Şahan, 2021), Osmaniye ilinde ise %61,2 ile hamsi ve %1,2 ile sazannın (Küçük ve diğ., 2022) en çok tercih edilen türler olduğu göze çarpmaktadır. Yapılan çalışmalarda, deniz balıklarından en çok hamsinin tercih edildiğini göstermektedir. Bunun başlıca sebepleri arasında lezzetini yanı sıra hamsinin daha bütçe dostu oluşu ve kolay erişilebilmesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Kuşat ve Şahan, 2021). Çalışmada, en çok tüketilen türlerin denizel kaynaklı avcılık yoluyla elde edilen balıklar olduğu ve bunu yetiştiricilik balıklarının takip ettiği belirlenmiştir. Kabuklu ve kafadanbacaklı su ürünleri tercih oranlarının ise düşük kaldığı gözlenmiştir (Şekil 2B). İzmir'de gerçekleştirilen bir çalışmada ise en fazla tercih edilen türlerin çoğunlukla çipura, levrek, alabalık gibi kültür balıkları olduğu, Ankara ilinde hamsinin daha fazla tercih edildiği bildirilmiştir (Saygı ve diğ., 2015).

Anketin bir diğer sorusu olan ülkemizdeki "beslenme alışkanlığında çok sık yer almayan istiridye, karides, yengeç, ıstakoz vb. kabuklu su ürünlerinin tüketiminin, insanların sosyal statülerini gösterdiğini düşünüyor musunuz" sorusunda Z kuşağının %71'i evet, %29'u ise hayır yanıtını vererek sosyal statü belirtisi olmadığını düşündüklerini belirtmiştir.

Su ürünlerinden elde edilen besin takviyelerinin alımı araştırıldığında ise Z kuşağının %80'inin bu ürünleri kullanmadığı saptanmıştır. Besin takviyesi alan kesimin de sıklıkla omega-3 açısından zengin balık yağı ürünlerini (%81) tercih ettikleri görülmektedir. Bunun yanında spirulina (%17) ve krill (%3) yağı gibi ürünler bilinirliğinin az olması sebebiyle Z kuşağı bireyleri arasında rağbet görmemektedir.



Şekil 2. Katılımcıların tükettiği su ürünlerinin dağılımı: (A) belirli türlere göre ve (B) kaynaklarına göre

Figure 2. Distribution of frequently consumed seafood by: (A) certain species and (B) origin

Sosyal Medya ve İnternetin Su Ürünleri Tüketimindeki Etkisi

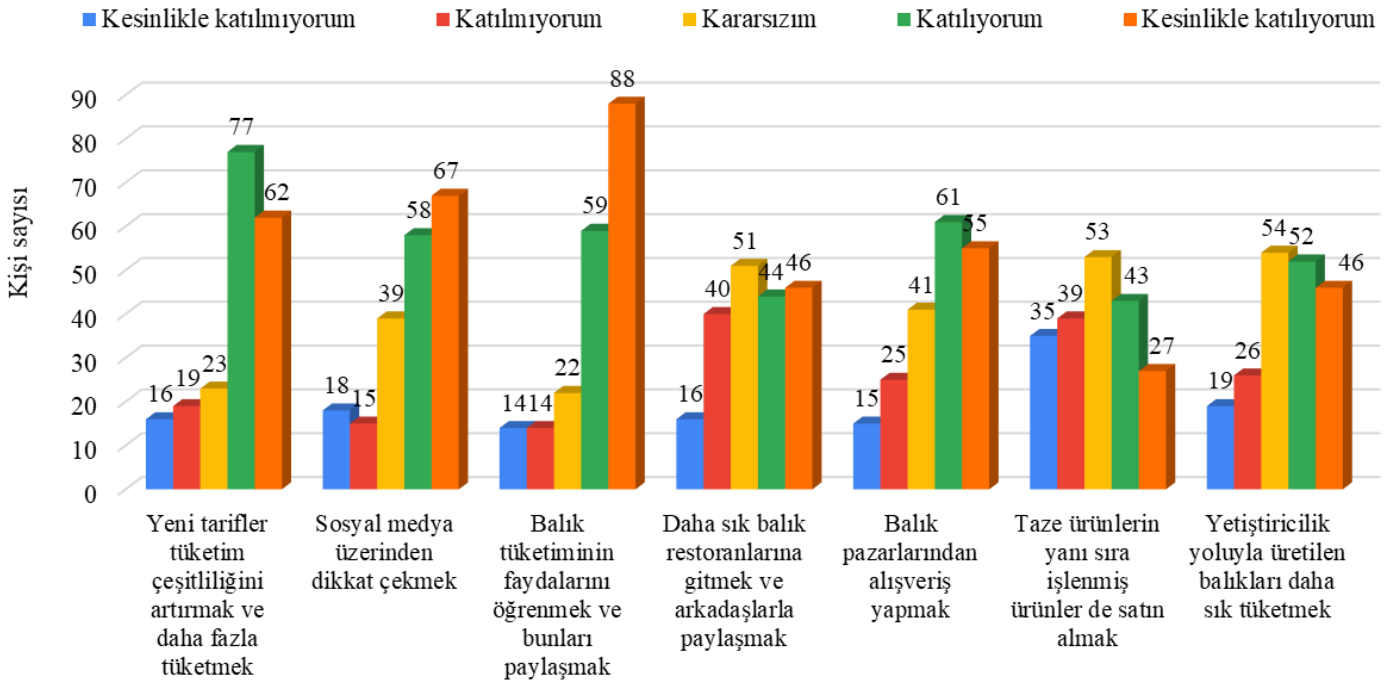
Katılımcıların su ürünleri satış, hazırlama, pişirme ve servis edilmesine dair sosyal medya hesaplarını ve içerik üreticilerini (Facebook/Instagram/Pinterest/TikTok/Twitter/YouTube vd.) takip etme durumları araştırıldığında, içeriklerin genç neslin ilgisini çekmediği ve katılımcıların %81'inin bu içerikleri takip etmedikleri tespit edilmiştir. Ayrıca sosyal medyada gördüklerini uygulama konusunda Z kuşağının %64'ünün kayıtsız kaldığı belirlenmiştir. Geriye kalan katılımcılar ise sosyal medyada su ürünlerine dair gördükleri hazırlama, pişirme, servis etme yöntemlerini denediklerini bildirmişlerdir. Polya ve Mate (2021) ise Z kuşağının (%70), Y kuşağına

(%30) göre çok daha fazla oranda sosyal medyada beslenme bloglarını ve *influencer*ları takip ettiklerini bildirmiştir.

Z kuşağı katılımcıları daha önce tatmadıkları veya tüketmedikleri balık ve diğer su ürünlerini satın almadan/denmeden önce büyük çoğunlukla arkadaşlarının, ailesinin ve çevresinin önerilerini (%52) dikkate aldıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra bilgi kaynağı olarak balıkçılara danışmayı (%26) da tercih etmektedirler. Sosyal medya hesaplarına bakmayı (%13), internet araştırmaları yapmayı (%2), yazılı ve görsel reklamlara (%7) göre satın almayı ise daha az tercih etmektedirler.

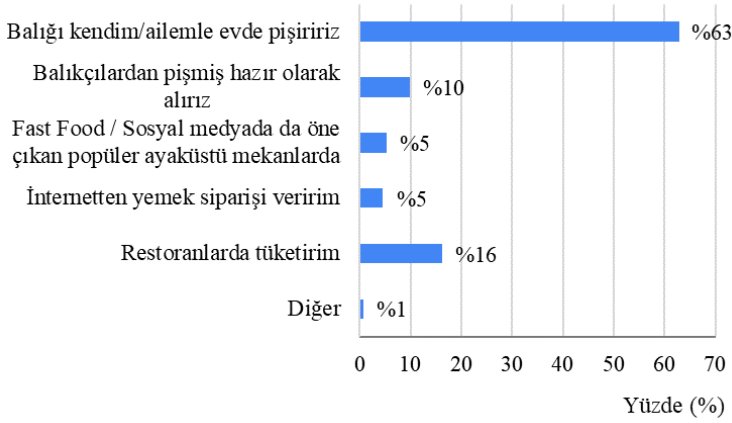
Su ürünleri tüketiminin artması için yeni tariflerin araştırılarak ürün çeşitliliğini artırmak, beslenmede bunlara daha fazla yer vermek hususunda Z kuşağı katılımcıları arasında bir fikir çoğunluğu mevcuttur. Bunun yanı sıra, tüketim artışı sağlamak için sosyal medya üzerinden dikkat çekme gerekliliğine 125 kişi katılmıştır. Ayrıca balık tüketiminin faydalarının öğrenilip paylaşılması, balık restoranlarına sıkça gitmek, balık pazarlarından alışveriş yapmak, işlenmiş ürünlerin de tüketimde yer alması ve menşei yetiştiricilik olan su ürünlerinin de tüketilmesi konularına ağırlık verilmesi gerektiği düşünülmektedir (Şekil 3).

Su ürünleri temininde kullanılan kanalların dağılımı incelendiğinde, en az satın almanın internet alışveriş sitelerinden çevrimiçi olarak (%6) yapıldığı anlaşılmıştır. Bunu zincir marketler (%14) ve pazarlardan (%27) satın alma takip etmiştir. En çok tercih edilen satın alma şekli ise balıkçılardan (%52) temin olarak ifade edilmiştir (Şekil 4). Benzer çalışmalara bakıldığında katılımcıların Ankara’da %28 pazar yeri ile %25 balık halinden ve Çanakkale’de %30 pazar yeri ile %29 balık halinden tercih edilmekte (Bayraktar ve diğ., 2019) olduğu belirlenmiştir. Ankara’da yapılan bir başka çalışmada %42,7 süpermarketten (Yüksel ve Diler, 2019), Konya’da %53 balık hali ile %24 marketlerden (Bolat ve Cevher, 2018) tercih edildiği gözlenmiştir. Afyonkarahisar ilinde %67,97 ile pazar yerleri (Yiğit ve diğ., 2020), Osmaniye’de %64,7 ile balık hali (Küçük ve diğ., 2022), Uşak’ta %58 oranında pazarlar (Kuşat ve Şahan, 2021), Dakka ve Çitağong’ta yapılan çalışmada %84,7 pazar yerleri (Hoque ve diğ., 2022) ve İstanbul’da %73,9 ile pazar yerleri en çok tercih edilen satın alma kanalları olarak belirlenmiştir (Mol ve diğ., 2018). Bizim çalışmamızda Z kuşağı satın almak için en çok balıkçılara giderken, benzer çalışmalarda pazar yerlerinin oldukça fazla tercih edilmesi göze çarpmaktadır.



Şekil 3. Su ürünleri tüketiminin artmasında etkili olabilecek faktörlere verilen yanıtlar

Figure 3. Responses regarding factors that could influence the increase in seafood consumption



Şekil 4. Z kuşağı katılımcıları arasında su ürünleri tüketim yöntemlerinin dağılımı

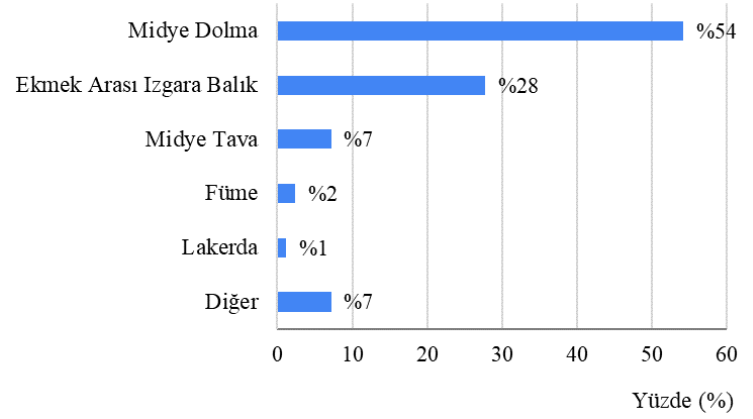
Figure 4. Distribution of seafood consumption methods among Gen Z participants

Su ürünleri tüketim şekillerine bakıldığında Z kuşağının %63'lük büyük çoğunluğu, bu gıdaları evde kendisinin veya ailesinin pişirmeyi tercih ettiğini ifade etmiştir. Restoranlarda tüketim ise en popüler ikinci tercih olarak göze çarpmaktadır. Diğer yöntemler olan su ürünlerini internette çevrimiçi yemek siparişi vererek, *fast food* olarak popüler ayaküstü mekânlarda tüketmeyi ve/veya balıkçılardan pişmiş hazır olarak almayı çok tercih etmedikleri belirlenmiştir (Şekil 4).

Benzer çalışmalarda da evlerde yapılan tüketimin daha fazla olduğu görülmekte olup bu oranlar Konya'da %77 (Bolat ve Cevher, 2018), Ankara'da %76,3 (Yüksel ve Diler, 2019), ve Osmaniye'de %64,5 (Küçük ve diğ., 2022) olarak tespit edilmiştir. ABD'de yapılan bir çalışmada da birden çok parametrede %58-80 ile evde tüketimin sıkça tercih edildiği bildirilmiştir (Hicks ve diğ., 2008). Ankara'da katılımcıların %28'i büfede (fast food) %26'sı restoranda, %14'ü ev ve %32'si ise hepsinde; Çanakkale'de ise %32'si büfede (fast food), %16'sı evde, %18'i restoranda ve %34'ü hepsinde balık tüketmeyi tercih ettiklerini bildirmiştir (Bayraktar ve diğ., 2019).

İşlenmiş Su Ürünlerini Tüketim Tercih

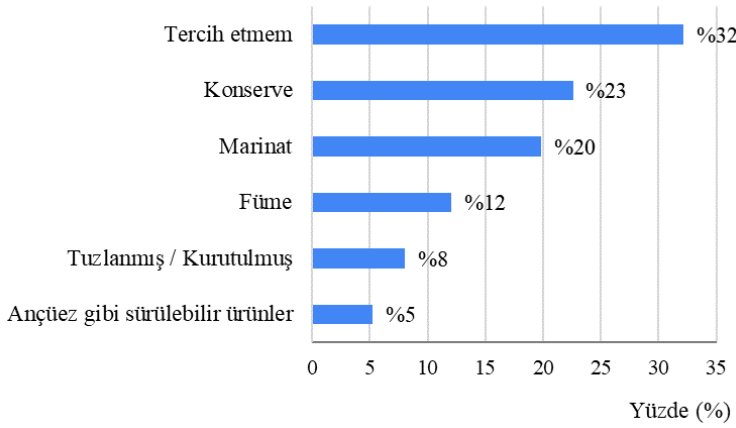
Katılımcıların, son yıllarda hızlı tüketime yönelik popüler olan midye dolma, midye tava, ekmek arası ızgara / füme / kızarmış balık, lakerda vb. su ürünlerini, ayaküstü satış yerlerinde tüketmeyi %60 oranında tercih etmedikleri tespit edilmiştir. Geriye kalan kesim ise çoğunlukla midye dolmayı tükettiklerini bildirmiştir. Bunu ekmek arası balık ve midye tava takip etmiştir. Katılımcılar arasında füme ürünleri ve lakerdayı işaretleyenlerin ise oldukça az olduğu görülmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Hızlı tüketilen ürünlerin dışarıda tüketilme durumu

Figure 5. Distribution of frequently consumed seafood by participants

Katılımcıların klasik pişirme yöntemleri dışında tercih ettikleri işlenmiş su ürünlerine bakıldığında Z kuşağının bu tür işlenmiş ürünleri genelde tercih etmediği (%32), tercih edenlerden ise %23'ünün konserve, %20'sinin ise marine edilmiş ürünleri severek tükettikleri belirlenmiştir. Füme, tuzlanmış / kurutulmuş ürünler ve ançüz gibi ekmeğe sürülebilen ürünler ise oldukça az tercih edilmektedir (Şekil 6). Ankara ve Çanakkale illerinde gerçekleştirilen çalışmada katılımcıların toplamda %47 oranında taze balık tüketimini tercih ettiği, genel tüketim tercihlerinde ise %24 donmuş ve %13 oranında konserve balık tükettikleri belirlenmiştir (Bayraktar ve diğ., 2019). Bununla birlikte Afyonkarahisar'da %95,65 ile taze balık tercih edilirken, dondurulmuş ve diğer işlenmiş su ürünlerinin "önemsenmeyecek derecede" tercih edildiği belirtilmiştir (Yiğit ve diğ., 2020). Ankara'da yapılan bir diğer çalışmada %81,7 taze balık tercih edilirken, %5,2 ile dondurulmuş, %3,5 konserve ürünler tercih edilmiştir (Yüksel ve Diler, 2019). Osmaniye'de %97,7 taze, %1,8 konserve, %0,5 salamura tüketilmekte iken (Küçük ve diğ., 2022), Uşak'ta bu oranlar %95,9 taze, %1,8 konserve, %1,6 tuzlanmış, %0,7 salamura şeklindedir (Kuşat ve Şahan, 2021). Burdur'da birden fazla tercih yapılabilen soruda katılımcıların %99,2'sinin taze, %11,3'ünün konserve, %9,4'ünün dondurulmuş, %0,8'inin füme tercih ettiği (Orhan ve Yüksel, 2010), Yozgat'ta %97,7 taze %1 konserve (Sağlam ve Samsun, 2018), Trabzon ve Giresun'da %95,14 taze, %1,62 konserve salamura gibi ürünler (Aydın ve Karadurmuş, 2013) ve Çanakkale'de konserve, tuzlanmış ve kurutulmuş ürünlere kıyasla %94-97 oranında taze balık öncelikli tercih edildiği anlaşılmıştır (Çolakoğlu ve diğ., 2006). Ordu ve Samsun illerinde ise katılımcılar sırasıyla %96,8 ve %90,6 oranında işlenmiş su ürünlerini tercih etmediklerini bildirmişlerdir (Güvenin ve Sağlam, 2020).



Şekil 6. İşlenmiş su ürünleri tercihleri

Figure 6. Processed seafood preferences

Suşi ve saşimi gibi pişirilmeden hazırlanan ürünlerin tüketilmesi konusunda Z kuşağı katılımcılarının verdiği dönütler incelendiğinde, tüketmem diyenler %57'lik kısmı temsil ederken, tüketmeyi tercih edenler %43'lük kesimdir.

Katılımcıların Su Ürünleriyle İlgili Bilgi Düzeyleri

Ankete katılan Z kuşağı bireylerinin %4'ü su ürünlerinin besin değerleri ve sağlığa faydaları hakkında bilgi sahibi olduklarını belirtirken, %23'lük bir kesim bu konu hakkında çok az bilgiye sahip olduklarını, %55'lik kesim orta düzeyde bilgi sahibi olduğunu ve %18'lik bir kesim ise çok fazla bilgi sahibi olduğunu ve bu konuları araştırdığını belirtmişlerdir. Bu durum balık tüketiminin önemi açısından bilinçli katılımcıların varlığını göstermektedir. Benzer çalışmalarda bakıldığında Konya ilinde balığın besin değeri hakkında bilgi sahibi olanların %62'lik bir kesim olduğu belirtilirken (Bolat ve Cevher, 2018), Afyonkarahisar'da öğrencilerin %65,92'si balığın sağlık açısından önemine vurgu yapmakta (Yiğit ve diğ., 2020) ve Osmaniye ilinde yapılan benzer bir çalışmada katılımcıların %68,4'ü balığın besin değeri hakkında bilgi sahibi olduğunu belirtmiştir (Küçük ve diğ., 2022). Ankara ve Çanakkale ilindeki katılımcılar ise balık tüketimini %29 sağlıklı olması ve %26 besleyici olması sebebiyle gerçekleştirdiklerini belirtmişlerdir (Bayraktar ve diğ., 2019).

Su ürünlerinin satın alımında dikkat edilen faktörler incelendiğinde katılımcıların %43'ünün görünüş, koku, etin sıklığı gibi tazelik kriterlerine dikkat ettiği görülmektedir. Bir diğer parametre olan fiyat ise katılanlardan %24'ünün dikkat ettiği önemli bir unsur olarak göze çarpmaktadır. Bunun yanında ürünün menşesine (yetiştiricilik veya doğal kaynaklı olması) dikkat edenler %12, ürünlerde gıda güvenliği belgesi arayan %7, ambalajlama şekline önem verenler %9, ürünün popüler

olmasına özen gösterenler %5 iken diğer faktörlere önem verenlerin oranı %1 olarak belirlenmiştir. Afyonkarahisar'da dikkat edilen kriterler, %90,5 tazelik, %24,39 fiyat, %19,55 dış görünüşü ve %15,49 oranında doğal veya kültür balığı oluşu şeklinde sıralanmaktadır (Yiğit ve diğ., 2020). Konya ilinde anket katılımcılarının %71'i balık satın alımı yaparken tazeliği önemli bir kriter olarak görmektedir (Bolat ve Cevher, 2018). Ankara'da ilinde yapılan bir çalışmada katılımcıların tazelik kriterlerinden deri parlaklığına %22'sinin, solungaçlara %27'sinin ve gözlere %26'sının baktığı ve %25'inin de satıcıya güvenerek satın aldığı belirlenmiştir. Çanakkale'de ise katılımcıların deri parlaklığına %24'ünün, solungaçlara %29'unun, ve gözlere %28'inin baktığı ve %19'unun satıcıya güvenerek aldığı bildirilmiştir (Bayraktar ve diğ., 2019). Yine Ankara'da %20,4 oranında balığın gözlerine bakarak, %10,5 oranında satıcı tavsiyeleriyle, %1,8'lik bir kesim yetiştiricilik balığı olmasına özen göstererek karar verdiklerini bildirmişlerdir (Yüksel ve Diler, 2019). Osmaniye'de katılımcıların %73'ü tazeliğe %2,5'i fiyata bakarken (Küçük ve diğ., 2022), Dakka ve Çitagong'ta yapılan bir çalışmaya göre %41,09 üretim şekli, %36,36 güvenlik kontrol bilgisi, %15,34 menşei ve %7,2 fiyata dikkat edildiği belirlenmiştir (Hoque ve diğ., 2022).

Su Ürünlerinin Tüketiminin Tercih Edilmediği Durumlar

Z kuşağı bireylerinin su ürünlerini tüketmeyi tercih etmediği durumlara göz atıldığında, bu kuşağın av sezonu dışında çoğunlukla balık tüketmediği anlaşılmaktadır (Şekil 7). Ankara ve Çanakkale'de av sezonu mevsimleri olan sonbahar, kış aylarında tüketimin artış gösterdiği görülmüştür (Bayraktar ve diğ., 2019). Konya'da katılımcılar %66 ile balığı kış mevsiminde, %18 ile sonbahar mevsiminde tüketmekte (Bolat ve Cevher, 2018), Ankara'da ise %60,2 ile kış ve %1,9 ile ilkbahar mevsimlerinde balık tüketimi en fazladır (Yüksel ve Diler, 2019). Bununla birlikte Osmaniye'de katılımcıların %53,2'si kışı, %38,9'u sonbaharı tercih ederken (Küçük ve diğ., 2022), Uşak'ta yapılan çalışmalarda katılımcıların %79,1'i kış aylarında ve %16,4'ü sonbahar aylarında balık tüketmeyi tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Sonuçlara bakıldığında av sezonu dışında balık tüketenlerin, av sezonunda tüketenlere nazaran daha az olduğu fark edilmiştir. Çalışmamızda balık kokusundan rahatsız olup tüketmeyen katılımcıların çoğunlukta olduğu belirlenmiştir (Şekil 7). Benzer çalışmalara göz attığımızda ise, Ankara ve Çanakkale'de katılımcıların %26'sı balık kokusundan rahatsız olduğu için tercih etmezken (Bayraktar ve diğ., 2019), Afyonkarahisar'da balık tüketimine engel olan nedenlerin ilk sırasında balık kokusunun olması göze çarpmaktadır (Yiğit ve diğ., 2020). Trabzon ve Giresun'da yapılmış anketlerin sonucuna bakıldığında ise balığın tercih edilmeme sebebinin %61,11 tadı ve

kokusundan ötürü olduğu belirlenmiştir (Aydın ve Karadurmuş, 2013).

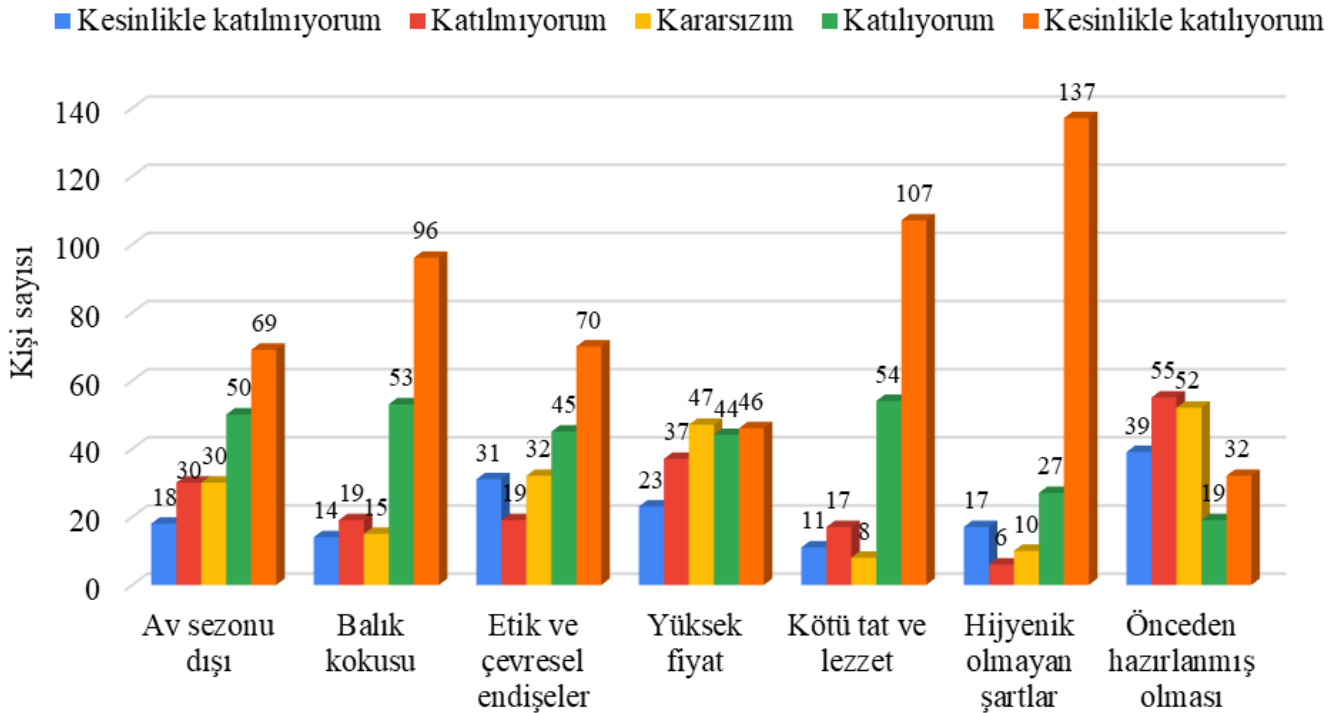
Katılımcılar, aynı zamanda etik ve çevresel nedenlerden endişe ettiklerinde de su ürünlerini tüketmemektedir (Şekil 7). Öztürk ve Tekeli (2021) de Z kuşağının besin seçim güdülerini inceledikleri çalışmalarında, katılımcıların bir ürünün etik olmasının ve çevreye duyarlılığının önemli olduğunu düşündüğünü vurgulamıştır. Çalışmada, fiyatın yüksek olması sebebiyle balık tüketmeyenler ile bu durumu engel olarak görmeyen katılımcıların sayısı dengelidir (Şekil 7). Konya’da katılımcıların %64’ü balık fiyatlarını normal karşılamakta ve %28’i pahalı bulduklarını bildirmişlerdir (Bolat ve Cevher, 2018). Bununla birlikte Trabzon ve Giresun illerinde yapılan anketlerde su ürünlerinin fiyatının tercih edilmeme sebeplerinden biri olduğu açıklanmıştır (Aydın ve Karadurmuş, 2013). ABD’de tüketimin azalmasının sebeplerinden biri %45 ile daha az satın alınabilirlik olduğu belirlenmiştir (Hicks ve diğ., 2008).

Su ürünlerini tüketirken lezzete ve hijyene önem veren katılımcıların, bunlardan mahrum olan su ürünlerini tüketmeyi tercih etmedikleri belirlenmiştir (Şekil 7). Yavuz ve diğ. (2015) de su ürünleri tüketiminde lezzetin önemli bir unsur olduğunu bildirmiştir. Araştırmamızda, su ürünleri önceden

hazırlanmış, fileto edilmiş veya ayıklanmış olduğunda tüketmeyi tercih etmeyen Z kuşağı katılımcıların sayısı tüketmeyi tercih edenlere göre azdır (Şekil 7). İstanbul’da yapılan benzer bir çalışmada da katılımcıların %21,4’ü genelde ve %27,5’i her zaman önceden dilimlenmiş veya fileto edilmiş balıkları satın almaktadır. Geriye kalan kısım ise işlenmemiş balıkları tercih etmektedir (Mol ve diğ., 2018).

Su Ürünleri Tüketimi Artırmaya Yönelik Yaklaşımlar

Su ürünleri tüketiminin artması için, balık tüketiminin faydalarının öğrenilip paylaşılmasına (147 kişi) ve yeni tariflerin araştırılarak tüketilecek ürün çeşitliliğini artırmak, beslenmede bunlara daha fazla yer vermeye (139 kişi) yönelik sorulara “Kesinlikle katılıyorum” ve “Katılıyorum” yanıtı verenlerin oranları katılmayanlardan ve kararsızlardan daha yüksektir. Bunun yanında, su ürünlerinde tüketim artışı gözlemlemek için sosyal medya araçlarının etkin kullanımı hususunda Z kuşağı katılımcıları arasında bir fikir çoğunluğu (125 kişi) mevcuttur. Öte yandan, balık restoranlarına sıkça gitmek ve arkadaşlarla paylaşmak (51 kişi) ile menşei yetiştiricilik olan su ürünlerinin de tüketilmesi konularına ağırlık vermek (54 kişi) ifadelerine en fazla “Kararsızım” yanıtı verilmiştir. Ayrıca Z kuşağı, taze ürünlerin yanı sıra işlenmiş ürünler satın almanın (74 kişi) tüketimi artıracığına katılmamaktadırlar.

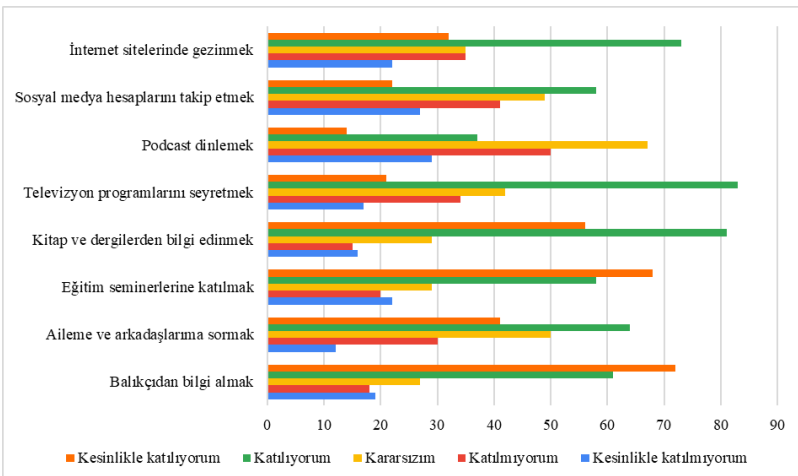


Şekil 7. Z kuşağı katılımcıların su ürünlerini tüketmeyi tercih etmediği durumlar

Figure 7. Instances that Gen Z participants choose not to consume seafood products

Gıda Güvenliği Bilinç Düzeyi

Katılımcıların su ürünlerinin sağlıklı bir şekilde saklanması ve tüketilmesi için gıda güvenliği konusunda bilgi sahibi olup olmadıkları sorulduğunda, bilgi sahibi olmayanların %18 olduğu göze çarpmaktadır. Gıda güvenliği hakkında kısmen bilgi sahibi olduğunu düşünenler %48 iken, kesin bilgi sahibi olanlara bakıldığında ise %34'lük bir kesim olduğu belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada görüşülen kişilerin %50'den fazlasının, "yetişkin tüketiciler tarafından gıdaların uygun bir şekilde saklanmadığını ve uygun koşulların bilinmediğini" düşündükleri aktarılmıştır (Özkaya ve diğ., 2021). ABD'de sağlık sektöründe bulunan diyetisyen hekim/beslenme uzmanları (Grup A), doktor/osteopatik tıp hekimleri (Grup B), kayıtlı hemşire/lisanslı uygulamalı hemşire/doğum hemşiresi (Grup C) meslek sınıflarına sorulan sorular neticesinde bu üç grubun su ürünleri gıda güvenliği bilinç düzeyi sırasıyla, %53A, %44B, %33C olarak belirlenmiş, %80 ve üzeri oranların ise uzmanlık derecesini yansıttığı açıklanmıştır (Hicks ve diğ., 2013). Mar Del Plata, Arjantin'de yapılmış bir çalışmada katılımcıların gıda güvenliği teorik bilgi düzeyi 10 üzerinden $6,08 \pm 2,69$ olarak belirlenmiş ve katılımcıların %58,4'ü 6 üzeri puan almıştır (Agüeria ve diğ., 2018). Bizim çalışmamız ve benzer çalışmalar incelendiğinde katılımcıların ancak yarısına yakını gıda güvenliği hakkında bilgi sahibidir. Katılımcıların gıda güvenliği ile ilgili bilgi sahibi olmak için kullandıkları kaynaklara bakıldığında internet sitelerinin kullanımı, sosyal medya hesaplarının takibi ve televizyon programlarının izlenmesinin Z kuşağı katılımcıları arasında oldukça popüler olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra bilgi kaynağı olarak kitap ve dergileri okuma, eğitim seminerlerine katılma, aileye, çevreye ve balıkçılara danışma da katılımcılar tarafından tercih edilirken podcast programlarını dinlemeyi çoğunlukla tercih etmediği belirlenmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Katılımcıların bilgi edinme araçları

Figure 8. Information sources of the participants

Katılımcıların su ürünlerini tüketirken gıda güvenliği açısından endişe ettikleri durumlar incelendiğinde, gıda zehirlenmesi riski, balığın taze olmaması, balıkta bulunabilecek ağır metal ve diğer zararlı maddeler öne çıkmaktadır. Bununla birlikte pişirilme yöntemleri ve sofraya gelene kadar bulunabileceği hijyenik olmayan ortamlarda oluşabilecek sağlık riskleri ve alerjik reaksiyon oluşma riski de tüketicilerin çok yüksek endişeli oldukları konular arasında yer almaktadır. Paketli su ürünlerinin içerebilecekleri katkı maddeleri çoğunluk için dikkat edilmesi gereken bir noktayken, basında çıkan uzman röportajları, sosyal medyada çıkan haberler ve çiftlik balıklarına verilen yemler çoğu katılımcının orta seviyede endişe duyduğu gıda güvenliği konuları olarak göze çarpmaktadır (Tablo 2). Dakka ve Çitagong'ta (Bangladeş) yapılan anket çalışmasında katılımcıların %60'ı pestisit kalıntıları hususunda pek endişeli gözükmemekte, balık yemindeki katkı maddeler ve renk yapıcı kimyasallar konusunda %70'ten fazla katılımcı yine az endişeli ve koruyucu kullanılması konusunda da katılımcıların %40'ı çok endişeli olduklarını bildirmişlerdir (Hoque ve diğ., 2022). Bir başka çalışmada ankete katılanlardan %30'luk bir kesim patojenler ve alerjenlerin en büyük gıda güvenliği tehdidi olduğunu düşünmektedir. Bunun dışında cıvanın varlığından bahseden %57'lik bir kesim de mevcut olmakla birlikte somonda yapay renklendirme kirleticiler ve hastalık riskinden de endişe edilmektedir (Hicks ve diğ., 2008). Bu bilgilere dayanarak farklı çalışmalarda katılımcıların benzer konularda endişe duydukları gözlenmektedir.

Su ürünleri tüketiminde oluşabilecek gıda kaynaklı hastalıklardan korunmak için aldıkları önlemler sorulduğunda Z kuşağının sıklıkla balıklarını güvenilir yerlerden almayı (175 kişi), pişirmeden hemen önce temizlemeyi (172 kişi), su ürünlerini hazırlarken ve temizlerken ellerini, kullandıkları araç ve gereçleri temiz tutmayı (177 kişi) tercih ettiklerini belirtmektedirler. Bununla birlikte su ürünlerini yeterince pişirdiklerini (176 kişi), pişirdikten sonra hemen tükettiklerini (173 kişi) ve tüketemedikleri ürünleri buzdolaplarında saklamayı da (134 kişi) genellikle tercih ettikleri anlaşılmaktadır. Gıda kaynaklı hastalıklarla karşılaşıldığında doktora başvurmayı ihmal etmeyen Z kuşağının (163 kişi), paketli su ürünlerini satın alırken de son kullanma tarihi ve üretim tarihini de (178 kişi) göz önünde bulundurmayı da öncelik haline getirdikleri anlaşılmaktadır. Osmaniye'de yapılan ankette katılımcıların %94,2'si satın aldığı balığı hemen tüketirken, %2,8'i buzdolabında ve %3'ü derin dondurucuda muhafaza ettiklerini bildirmişlerdir (Küçük ve diğ., 2022). İstanbul'da yapılan çalışmada katılımcıların %58,2'si ambalajlı ürünlerin son kullanma tarihine göz atmayı ihmal etmemektedir (Mol ve diğ., 2018). Mar Del Plata'da katılımcıların %85'inden fazlası hijyen ve sanitasyon uygulamalarının önemine vurgu

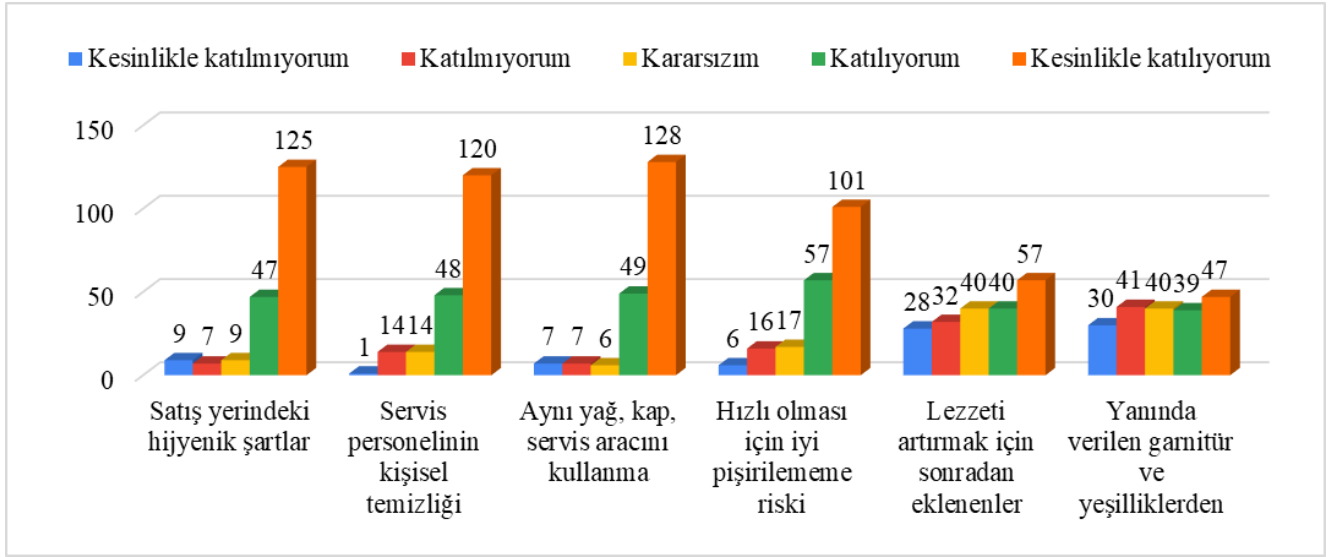
yapmaktadır (Agüeria ve diğ., 2018). Guangdong, Çin’de yapılan bir çalışmada ise katılımcıların %95,32’si gıdaları işlerken ellerini temiz tutmaya özen göstermektedir (Liu ve diğ., 2015). Brezilya’daki bir çalışmada depo çalışanlarının %58,8’i su ürünlerine dokunmadan önce her zaman ellerini yıkadıklarını belirtirken, balıkçılar ise %37,5 oranında her zaman ellerini temiz tuttuklarını belirtmişlerdir (Zanin ve diğ., 2015). Bizim çalışmamızda ise katılımcıların büyük bir çoğunluğu ellerini ve pişirme araçlarını temiz tutmayı, su ürünlerini pişirmeden önce temizlemeyi, pişirilen su ürünlerini hemen tüketmeyi, tüketilemeyen su ürünlerini buzdolabında muhafaza etmeyi ve paketli ürünlerin son kullanma tarihini kontrol etmeye özen göstermektedir. Bu açıdan diğer çalışmalardaki katılımcılar ile gıda güvenliği konusunda benzer eğilimler gösterdiği anlaşılmıştır.

Su ürünleri tüketirken tercih edilen ayaküstü mekanlar ve “fast food” zincirlerinde, tüketimden dolayı oluşabilecek sağlık risklerinin kaynakları hakkında Z kuşağı katılımcılarının birçoğu, satış yerindeki hijyenik şartlardan (tezgâh temizliği, bıçak, kesme tahtası, ekipman temizliği vb.), servis personelinin kişisel temizliğinden (eldiven kullanımı, kıyafet temizliği vb.), aynı yağ, kap, servis araçlarının kullanımından kaynaklanabileceğini düşünmektedir. Hızlı hizmet verebilmek için yeterince pişirilmemiş olması da çoğunluğun sağlık riski olarak gördükleri bir durumdur. Bununla birlikte lezzet artırıcı olarak kullanılan baharat, sos vb. ürünlerden, yanında verilen garnitür ve yeşilliklerden de kaynaklanabileceği hususunda kararsız kesim de fazla olmasına rağmen bu durumları risk kaynağı olarak gören katılımcıların sayısı da benzerdir (Şekil 9).

Tablo 2. Katılımcıların gıda güvenliği konularındaki endişe düzeyleri (1: Çok az, 2: Az, 3: Orta, 4: Yüksek, 5: Çok Yüksek)

Table 2. Participants' levels of concern regarding food safety (1: Very low, 2: Low, 3: Moderate, 4: High, 5: Very high)

İfade	Frekans (f)					Ort. \bar{x}	Yüzde (%)				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Balığın taze olmaması	9	10	39	52	67	3.5	4.6	5.1	19.8	26.4	34.0
Balıkta ağır metal vd. zararlı maddeler	4	18	30	51	94	4.1	2.0	9.1	15.2	25.9	47.7
Gıda zehirlenmesi riski	11	15	24	37	110	4.1	5.6	7.6	12.2	18.8	55.8
Çiftlik balıklarına verilen yemler	23	27	53	49	45	3.3	11.7	13.7	26.9	24.9	22.8
Alerjik reaksiyonlar	24	25	28	56	64	3.6	12.2	12.7	14.2	28.4	32.5
Balığın yanlış pişirilmesiyle sağlık riskleri	15	24	39	52	67	3.7	7.6	12.2	19.8	26.4	34.0
Sofraya gelene kadar hijyenik olmayan koşullar	9	12	30	55	91	4.1	4.6	6.1	15.2	27.9	46.2
Paketli su ürünlerinin içerebildiği katkı maddeleri	19	22	43	54	59	3.6	9.6	11.2	21.8	27.4	29.9
Basında çıkan uzman kişilerin röportajları	26	31	56	39	45	3.2	13.2	15.7	28.4	19.8	22.8
Sosyal medyada çıkan haberler	31	32	56	43	35	3.1	15.7	16.2	28.4	21.8	17.8



Şekil 9. Ayaküstü yeme-içme yerlerinde oluşabilecek sağlık riskleri hakkındaki yanıtlar

Figure 9. Responses for health risks arising from fast food restaurants

Katılımcıların su ürünlerinde gıda güvenliğine dair bilgi düzeyleri Tablo 3'te sunulmaktadır. Çoğu katılımcının, balıkta tüm mikrobiyal gıda güvenliği risklerinin giderilmesi için pişirme yönteminin kullanılabilirliği konusunda kararsız olduğu veya olumsuz düşündüğü görülmüştür. Çapraz kontaminasyon bilgisine yönelik olan soruda, balığın ayıklandığı bıçak ile pişmiş balık kesilerek servis edilebilir ifadesine çoğunlukla katılmadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, dondurulmuş balığın çözündürülüp tüketilmediği takdirde tekrar dondurularak saklanmasına kesinlikle katılmayanların sayısı çoğunluktadır. Bununla birlikte denizlerden toplanan midyelerin, yetiştiricilik usulüyle üretilen midyelere kıyasla daha güvensiz olduğunu düşünen katılımcıların sayısı oldukça fazladır. Çiğ su ürünlerinde (suşi, saşimi vb.) parazit bulunabilme riskine yönelik olan soruya verilen yanıtlar değerlendirildiğinde ise kararsız olanların oldukça fazla olduğu dikkat çekmiştir. Katılımcıların kararsız olduğu bir başka durum ise histamin intoleransına yönelik bilgilerinin değerlendirilmek istendiği su ürünleri ile yoğurt gibi süt ürünlerinin birlikte tüketilmesi konusudur. Bu konu hakkında bilgi eksikliği olduğu göze çarpmaktadır. Bunun yanında, çok balık tüketmenin kötü kolesterolü artırıcı bir neden olmaması konusunda kararsız olan Z kuşağı katılımcıları, konserve ürünlerini satın alırken sızıntı ve bombaj olmamasına dikkat etmektedirler (Tablo 3). Çin'de yapılan çalışmada ankete katılanların %90'ından fazlası pişmiş yiyecekler ile çiğ yiyeceklerin karışmaması gerektiğini ve etin sebzelerle birlikte yıkanamayacağı görüşünde olduklarını belirtmişlerdir (Liu ve diğ., 2015).

İstanbul'daki çalışmada ise çiğ ve pişmiş balıklar için aynı kap kullananların ve kullanmayanların sayısının birbirine oldukça yakın olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte çözdürülmüş balığın tekrar dondurulmasına olumsuz bakanların %60,7'lik bir kesim olduğu belirlenmiştir (Mol ve diğ., 2018).

Sürdürülebilir Su Ürünleri Tüketimi

Katılımcıların sürdürülebilirlik hakkındaki yanıtlarına bakıldığında, su ürünlerinin önemine vurgu yapan genç nesil, sağlıklı bir nesil ve beslenme için tüketim miktarı ve sıklığının önemli ($\bar{x} = 4.2$) olduğuna değinmiştir. Bununla birlikte, balık avlanma boylarının gıda sürdürülebilirliği ($\bar{x} = 4.2$) açısından ve çevre dostu yetiştiricilik uygulamalarının su ürünlerinde çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ($\bar{x} = 4.3$) bakımından önemli olduğuna katılan katılımcıların çok yüksek sayıda olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Z kuşağı bireyleri, gıda tüketiminin çevre üzerindeki etkileri konusunda endişeli olup sürdürülebilir tüketime özen göstermektedir. Ancak, sürdürülebilir tüketim uygulamalarını benimsemenin her zaman kolay olmadığını, "sürdürülebilir" gıda ürünlerinin fiyatının daha yüksek olduğunu ve bunu karşılayamadıklarını düşünmeleri veya satın alma kararlarının ebeveynleri veya başkalarına bağlı olması olduğunu belirtmiştir (Orea-Giner ve Fuste-Forne, 2023). Polya ve Mate (2021) de yaptıkları çalışmada, Z kuşağı bireylerinin neredeyse yarısının (%49,8) sürdürülebilir gıda tercihlerinde bulunmaya çalıştığını tespit etmiştir.

Tablo 3. Katılımcıların su ürünlerinde gıda güvenliğine dair bilgi düzeyleri (1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Fikrim yok, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum)**Table 3.** Level of participants' knowledge on the seafood safety (1: Strongly disagree, 2: Disagree, 3: No idea, 4: Agree, 5: Strongly agree)

İfade	Frekans (f)					Ort. \bar{x}	Yüzde (%)				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Balıktaki tüm mikrobiyal gıda güvenliği riskleri pişirme ile giderilebilir.	42	53	64	24	14	2.6	21.3	26.9	32.5	12.2	7.1
Balığın ayıklandığı bıçak ile pişmiş balık kesilerek servis edilebilir.	103	48	22	10	14	1.9	52.3	24.4	11.2	5.1	7.1
Dondurulmuş balık çözdürülüp tüketilmediğinde, tekrar dondurularak saklanabilir.	105	39	22	19	12	2.0	53.3	19.8	11.2	9.6	6.1
Denizlerden toplanan midyeler en az yetiştiricilik yoluyla elde edilenler kadar güvenlidir.	60	51	59	15	12	2.3	30.5	25.9	29.9	7.6	6.1
Suşi gibi çiğ balık içeren ürünlerde parazit bulunabilir.	10	22	60	45	60	3.6	5.1	11.2	30.5	22.8	30.5
Balık ile birlikte yoğurt yenebilir.	36	50	45	41	25	2.8	18.3	25.4	22.8	20.8	12.7
Çok balık tüketmek kötü kolesterolü artırır.	15	32	102	27	21	3.0	7.6	16.2	51.8	13.7	10.7
Konserve ürünleri satın alırken bombaj ve sızıntı olmasında sakınca yoktur.	130	27	12	11	17	1.8	66.0	13.7	6.1	5.6	8.6

Tablo 4. Katılımcıların su ürünleri ve sürdürülebilirlik hakkındaki görüşleri (1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Fikrim yok, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum)**Table 4.** Participants' awareness on seafood and sustainability (1: Strongly disagree, 2: Disagree, 3: No idea, 4: Agree, 5: Strongly agree)

İfade	Frekans (f)					Ort. \bar{x}	Yüzde (%)				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Sağlıklı bir nesil ve beslenme için su ürünlerinin tüketim miktarı ve sıklığının önemli olduğunu düşünüyorum.	9	13	13	50	112	4.2	4.6	6.6	6.6	25.4	56.9
Balık avlanma boylarının gıda sürdürülebilirliği açısından önemli olduğunu düşünüyorum.	7	14	20	49	107	4.2	3.6	7.1	10.2	24.9	54.3
Çevre dostu yetiştiricilik uygulamalarının su ürünlerinin çevresel sürdürülebilirliği açısından önemli olduğunu düşünüyorum.	9	11	9	54	114	4.3	4.6	5.6	4.6	27.4	57.9

Sonuç

Bu çalışma, Z kuşağı katılımcıların su ürünleri ve gıda güvenliği konusundaki bilgi düzeylerini ve tutumlarını incelemeyi amaçlamıştır. Z kuşağı katılımcıların çoğu, ayda bir kez su ürünleri tüketmeyi tercih etmektedir. En çok tercih ettikleri türler ise hamsi, istavrit vb. küçük yağlı balıklar ile çipura, levrek, somon vb. kültür balıklarıdır. Klasik pişirme yöntemleri dışında işlenmiş su ürünlerini genelde tercih etmedikleri, tercih edenlerden ise çoğunun konserve, ürünleri tükettikleri belirlenmiştir. Su ürünleri ile ilgili satış, hazırlama, pişirme ve servisine dair sosyal medya hesaplarını ve içerik üreticilerini de takip etmedikleri tespit edilmiştir. Çoğu katılımcı sos-

yal medyada gördüklerini uygulamasa da geriye kalanlar sosyal medyada su ürünlerine dair gördükleri hazırlama, pişirme, servis etme şekillerini denemektedir.

Z kuşağı katılımcıların çoğu, su ürünlerinin sağlıklı bir şekilde saklanması ve tüketilmesi için gıda güvenliği konusunda bilgi sahibi olduklarını beyan etmiştir. Gıda güvenliği ile ilgili bilgi edinmek amacıyla internet sitelerinin kullanımının, sosyal medya hesaplarının takibinin ve televizyon programlarının izlenmesinin tercih edildiği belirlenmiştir. Gıda güvenliği açısından endişe ettikleri durumlar incelendiğinde ise balığın taze olmaması ve gıda zehirlenmesi riski, balıkta bulunabilecek ağır metal ve diğer zararlı maddeler öne çıkmaktadır. Ortaya çıkabilecek gıda kaynaklı hastalıklardan

korunmak için ise su ürünlerini güvenilir yerlerden almak, pişirmeden hemen önce temizlemek, hazırlarken ve temizlerken ellerini, kullandıkları araç ve gereçleri temiz tutmak gibi önlemler aldıklarını bildirmişlerdir. Katılımcıların su ürünleri ilgili mikrobiyal gıda güvenliği risklerinin doğru pişirme yöntemleri ile giderilmesi konusunda kararsız veya olumsuz görüşlere sahiptir. Çapraz kontaminasyon ve dondurulup çözdürülmüş balıkların tekrar dondurulmaması hususunda ise bilgi sahibi oldukları belirlenmiştir. Öte yandan çiğ su ürünlerinde parazit riski gibi konularda bilgi eksiklikleri gözlemlenmiştir. Konserve ürünleri satın alırken dikkatli olan katılımcılar, balık tüketiminin kötü kolesterol üzerindeki etkisi konusunda belirsizlik yaşamaktadır.

Sonuç olarak Z kuşağının su ürünleri tüketim tercihleri ve gıda güvenliği bilinç düzeyini belirlemek için yapılan bu çalışmada ülkemizin çeşitli illerinde ve dünyanın farklı ülke, farklı şehirlerinde yapılan benzer çalışmalarla olan benzerliği dikkat çekmiştir. Bununla birlikte balık ve diğer su ürünlerinin tüketim sıklığının artması için çocuklardan başlamak üzere bir farkındalık yaratmak ve su ürünü tüketim kültürünü yaygınlaştırmak önemli bir hedef olmalıdır. Böyle bir kültürü yaygınlaştırırken gıda güvenliğinin önemi de göz ardı edilmemelidir. Bu sayede güvenli gıda tüketimi algısının genç nesillere aşılması sağlanmalıdır.

Etik Standartlar ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Etik izin: Bu çalışma İstanbul Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Başkanlığı'nın 26.05.2023 tarih ve 1781325 sayılı kararı ile uygun görülmüştür.

Veri erişilebilirliği: Veriler talep üzerine yazarca sağlanacaktır.

Finansal destek: Bu araştırmanın yürütülmesinde finansal destek alınmamıştır.

Teşekkür: Çalışmanın şekillenmesinde emeklerini asla esirgeme-yen K. Begüm DOĞRUYOL ALADAK'a teşekkürü bir borç biliriz.

Açıklama: -

Kaynaklar

Agüeria, D.A., Terni, C., Baldovino, V.M., Civit, D. (2018). Food safety knowledge, practices and attitudes of fishery workers in Mar del Plata, Argentina. *Food Control*, 91, 5-1.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.03.028>

Aka, B. (2018). Bebek patlaması, X ve Y kuşağı yöneticilerin örgütsel bağlılık düzeylerinin kamu ve özel sektör farklılıklarına göre incelenmesi: Bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 9(20), 118-135.

<https://doi.org/10.21076/vizyoner.341626>

Allshouse, J., Buzby, J.C., Harvey, D., Zorn, D. (2003). International trade and seafood safety, In International Trade and Food Safety; Buzby, J.C., Ed.; United States Department of Agriculture Agricultural Economic Report Number 828, USA, 100(120), pp 109-124.

Aydın, M., Karadurmuş, U. (2013). Trabzon ve Giresun bölgelerindeki su ürünleri tüketim alışkanlıkları. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(9), 57-71.

Bayraktar, S., Ergün, S., Ayvaz, Z. (2019). Ankara ve Çanakkale'de su ürünleri tüketim tercihleri ve alışkanlıklarının karşılaştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 213-226.

<https://doi.org/10.22392/actaquatr.489281>

Bolat, Y., Cevher, H. (2018). Konya ili (Türkiye) su ürünleri tüketim alışkanlıkları üzerine bir anket çalışması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14(3), 241-252.

<https://doi.org/10.22392/egirdir.398151>

Bolek, S. (2020). Consumer knowledge, attitudes, and judgments about food safety: A consumer analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 102, 242-248.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.009>

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., Demirel, F. (2016). Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Pegem Akademi, Ankara. ISBN: 9789944919289

<https://doi.org/10.14527/9789944919289>

Çeken, B., Arslan, A.A., Tuğrul, D. (2017). İletişimde emojilerin kullanımı ve incelenmesi. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum*, 6(16), 91-106.

Çolakoğlu, F.A., İşmen, A., Özen, Ö., Çakır, F., Yiğın, Ç., Ormancı, H.B. (2006). Çanakkale ilindeki su ürünleri tüketim davranışlarının değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 1(3), 387-392.

Demirel, Z.H. (2021). Çalışma hayatında geleceğin insan kaynağı: Alfa kuşağı. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 18 (Yönetim ve Organizasyon Özel Sayısı), 1796-1827.

<https://doi.org/10.26466/opus.895924>

Deniz, D., Gemlik, H.N. (2022). Z kuşağı öğrencilerinin kişilik özellikleri bağlamında iş hayatına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Sağlık ve Sosyal Refah Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 1-11.

Dilber, A., Dilber, F., (2021). Z kuşağının beslenme alışkanlıklarını etkileyen faktörler. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 9(3), 2272-2285.

<https://doi.org/10.21325/jotags.2021.892>

El Sheikha, A.F., Xu, J. (2017). Traceability as a key of seafood safety: reassessment and possible applications. *Reviews In Fisheries Science & Aquaculture*, 25(2), 158-170.

<https://doi.org/10.1080/23308249.2016.1254158>

Goh, E., Lee, C. (2018). A workforce to be reckoned with: The emerging pivotal generation Z hospitality workforce. *International Journal of Hospitality Management*, 73, 20-28.

<https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.01.016>

Güvenin, O., Sağlam, N.E. (2020). Ordu ve Samsun'da su ürünleri tüketim tercihleri ve alışkanlıklarının karşılaştırılması. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 259-265.

<https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.08>

Gümüş, N. (2019). Z kuşağı tüketicilerin hedonik tüketim davranışlarının demografik özellikleri bağlamında incelenmesi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 7(5), 2177-2207.

<https://doi.org/10.15295/bmij.v7i5.1198>

Hicks, D., Pivarnik, L., Mcdermott, R. (2008). Consumer perceptions about seafood – an internet survey. *Journal of Foodservice*, 19(4), 213-226.

<https://doi.org/10.1111/j.1748-0159.2008.00107.x>

Hicks, D.T., Pivarnik, L.F., Richard, N.L., Gable, R.K., Morrissey, M.T. (2013). Assessing knowledge and attitudes

of U.S. healthcare providers about benefits and risks of consuming seafood. *Journal of Food Sciences Education*, 12(4), 75-80.

<https://doi.org/10.1111/1541-4329.12014>

Hoque, M.Z., Akhter, N., Chowdhury, M.S.R. (2022). Consumers' preferences for the traceability information of seafood safety. *Foods*, 11(12), 1675.

<https://doi.org/10.3390/foods11121675>

Jayasekara, C., Mendis, E., Kim, S.-K. (2020). Seafood in the human diet for better nutrition and health. In *Encyclopedia of Marine Biotechnology*; Kim, S.-K., Ed.; pp 2939-2959.

<https://doi.org/10.1002/9781119143802.ch131>

Karasar, N. (2007). Bilimsel araştırma yöntemi: kavramlar, ilkeler, teknikler. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara. ISBN978-605-5426-58-3

Kuşat, M., Şahan, M. (2021). Su ürünleri üzerine Uşak ilinde bir anket çalışması, *Acta Aquatica Turcica*, 17(3), 376-385.

<https://doi.org/10.22392/actaquatr.848663>

Kuyucu, M. (2017). Y kuşağı ve teknoloji: Y kuşağının iletişim teknolojilerini kullanım alışkanlıkları. *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi*, 2(5), 845-872.

<https://doi.org/10.19145/e-gifder.285714>

Küçük H., Çelik, M., Kadak, A.İ., Küçükgülmez, A., Ünal, H.M., Bozkurt, Z., Altunbaş, A. (2022). Osmaniye ilinde su ürünleri tüketim alışkanlıklarının anket çalışması ile belirlenmesi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8(1), 39-49.

Liu, S., Liu, Z., Zhang, H., Lu, L., Liang, J., Huang, Q. (2015). Knowledge, attitude and practices of food safety amongst food handlers in the coastal resort of Guangdong, China. *Food Control*, 47, 457-461.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.07.048>

Liu, C., Ralston, N.V. (2021). Seafood and health: What you need to know?. In *Advances in Food and Nutrition Research*; (Vol. 97), Academic Press, pp. 275-318.

<https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2021.04.001>

Lund, E.K. (2013). Health benefits of seafood; is it just the fatty acids?. *Food Chemistry*, 140(3), 413-420.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.01.034>

Mol, S., Akay, K.U., Güney, G.Ç. (2018). Seafood safety at home: knowledge and practices. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 13, 95-100.
<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2018.07.003>

Mol, S., Coşansu, S. (2022). Seafood safety, potential, hazards and future perspective. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22(6), TRJFAS20533.
<https://doi.org/10.4194/TRJFAS20533>

Orea-Giner, A., Fusté-Forné, F. (2023). The way we live, the way we travel: generation Z and sustainable consumption in food tourism experiences. *British Food Journal*, 125(13), 330-351.
<https://doi.org/10.1108/BFJ-11-2022-0962>

Orhan, H., Yüksel, O. (2010). Burdur ili su ürünleri tüketimi anket uygulaması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 1-7.

Özkan, M., Solmaz, B. (2017). Generation Z - the global market's new consumers- and their consumption habits: generation Z consumption scale. *European Journal of Multidisciplinary Studies*, 2(5), 222-229.
<https://doi.org/10.26417/ejms.v5i1.p150-157>

Özkaya, F.T., Durak, M.G., Doğan, O., Bulut, Z.A., Haas, R. (2021). Sustainable consumption of food: framing the concept through Turkish expert opinions. *Sustainability*, 13(7), 3946.
<https://doi.org/10.3390/su13073946>

Öztürk, E., Tekeli, S. (2021). Tüketicilerin besin seçim güdüleri: Y ve Z kuşaklarının karşılaştırılması. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 14(1), 147-182.
<https://doi.org/10.15659/ppad.14.2.256>

Pratminingsih, S.A., Hayati, N.R., Sukandi, P. (2021). Defend the country: generation Z perspective. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(8), 1512-1517.

Pekel, B., Çalışkan, F., Doğan, M., Öner, S., Kaya, T., Özyıldız, Z. Erbay, E. (2020). Z kuşağı öğrencilerinin iş hayatı kişilik özelliklerinin ve iş beklentilerinin belirlenmesi: Ankara Üniversitesi örneği. *Sağlık Hizmetlerinde Kuram ve Uygulama Dergisi*, 1(1), 1-9.

Polya, E., Mate, Z. (2021). The results of a primary research that investigated some aspects of conscious consumption among Millennials and generation Z. *Academy of Strategic Management Journal*, 20(6), 1-10.

Resmi Gazete (2023). 29/12/2022 tarih ve 32058 sayılı Asgari Ücret Tespit Komisyonu Kararı. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/12/20221229-13.pdf> (accessed 14.11.2024)

Sağlam, N.E., Samsun, S. (2018). Yozgat ili su ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14(1), 9-16.
<https://doi.org/10.22392/egirdir.303682>

Saygı, H., Bayhan, B., Hekimoğlu, M.A. (2015). Türkiye 'nin İzmir ve Ankara illerinde su ürünleri tüketimi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(5), 248-254.
<https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i5.248-254.258>

Sramkova, M., Sirotiakova, M. (2021). Consumer behaviour of generation Z in the context of dual quality of daily consumption products on EU market. *SHS Web of Conferences*, 92, 06038.
<https://doi.org/10.1051/shsconf/20219206038>

TÜİK. (2023). Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109>

Usydus, Z., Szlinder-Richert, J., Adamczyk, M. (2009). Protein quality and amino acid profiles of fish products available in Poland. *Food Chemistry*, 112(1), 139-145.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.050>

Yavuz, G., Ataseven, Z., Gül, U., Gülaç, Z.N. (2015). Su ürünleri tüketiminde tüketici tercihlerini etkileyen faktörler: Ankara ili örneği. *Yunus Araştırma Bülteni*, 15(1), 73-82.
<https://doi.org/10.17693/yunusae.v15i21955.235746>

Yiğit, H., Baygar, T., Alparslan, Y., Özgür, E.G. (2020). Afyonkarahisar ilinde eğitim gören lise öğrencilerinin balık tüketim davranışlarının belirlenmesi üzerine bir çalışma. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(2), 205-211.
<https://doi.org/10.35229/jaes.688481>

Yüksel, E., Diler, A. (2019). Ankara ilinde su ürünleri tüketim tercihlerinin belirlenmesi. *Aydın Gastronomy*, 3(1), 11-21.

Zanin, L.M., Da Cunha, D.T., Stedefeldt, E., Capriles, V.D. (2015). Seafood safety: knowledge, attitudes, self-reported practices and risk perceptions of seafood workers. *Food Research International*, 67, 19-24.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.10.013>

Muhtelif susam ve tahin ürünlerinin mineral içeriklerinin ICP-MS yöntemi ile belirlenmesi

Sibel YAĞCI, Ömer Faruk KOÇAK

Cite this article as:

Yağcı, S., Koçak, Ö.F. (2025). Muhtelif susam ve tahin ürünlerinin mineral içeriklerinin ICP-MS yöntemi ile belirlenmesi. Food and Health, 11(2), 173-184. <https://doi.org/10.3153/FH25014>

Balıkesir Üniversitesi Gıda Mühendisliği
Bölümü, 10145, Balıkesir, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

S.Y. 0000-0001-5985-9539

Ö.F.K. 0000-0002-7909-9781

Submitted: 18.02.2025

Revision requested: 07.03.2025

Last revision received: 12.03.2025

Accepted: 15.03.2025

Published online: 21.03.2025

Correspondence:

Sibel YAĞCI

E-mail: sibelvagci@balikesir.edu.tr



© 2025 The Author(s)

Available online at
<http://jfh.sscientificwebjournals.com>

ÖZ

Bu çalışmada ülkemizde kullanılan 28 adet yerel ve ithal susam tohumunda ve bu susam çeşitlerinden üretilerek satışa sunulan 21 adet tahin ürününde ICP-MS yöntemi ile toplamda 20 farklı mineralin analizi gerçekleştirildi. Susam ve tahin numuneleri ayrıca Türk Gıda Kodeksin susam ve tahin tebliğinde yer alan bazı fiziksel ve kimyasal analizler bakımından da test edilerek numunelerin kodekse uygunlukları incelendi. Araştırmada test edilen susam ve tahin örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri büyük oranda tahin ve susam tebliğinde belirtilen değerlerle uyum içerisindedir. Susam tohumlarının mineral içerikleri yerli ve ithal susam bazında çeşitlilik göstermekle birlikte kalsiyum, potasyum, fosfor ve magnezyum miktar olarak en çok bulunan minerallerdir. Susam numunelerinde bulunan ağır metallerin ortalama miktarları arsenik için 0.062, kurşun 0.075, kadmiyum 0.090, cıva 0.113 ve antimon 0.172 mg/kg olarak tespit edilmiştir. İthal ve yerli susamdan üretilen tahin numunelerinin mineral içeriklerinin oldukça değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğinde tahin için belirtilen değerler dikkate alındığında (Arsenik miktarı en çok 0.2 mg/kg, kurşun en çok 0.3 mg/kg, bakır en çok 18 mg/kg ve demir ise en çok 75 mg/kg); arsenik ve kurşun miktarlarının tüm numunelerde limit altında olduğu, bakır miktarının dört numunede ve demir miktarının ise yedi numunede değerlendirme limitinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen verilere göre mineral içeriği susam tohumunun menşesine, rengine ve çeşidi gibi değişkenlere bağlı olarak farklılıklar göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: ICP-MS, Mineral analizi, Susam, Tahin

ABSTRACT

Determination of mineral contents of various sesame and tahini products by ICP-MS method

In this study, 20 different minerals were analysed using the ICP-MS method in 28 domestic and imported sesame seeds used in our country, and 21 tahini products were produced from these sesame varieties and offered for sale. Samples of sesame and tahini were tested for various physical and chemical analyses outlined in the Turkish Food Codex, and the compliance of these samples with the codex was assessed. The physical and chemical properties of the analysed sesame and tahini samples largely align with the values specified in the tahini and sesame codex. Although the mineral contents of analysed sesame seeds vary based on local and imported sesame, calcium, potassium, phosphorus, and magnesium are the most abundant minerals. The average values of heavy metals in sesame samples were determined as arsenic 0.062, lead 0.075, cadmium 0.090, mercury 0.113 and antimony 0.172 mg/kg. It was determined that the mineral contents of tahini samples produced from imported and domestic sesame seeds varied considerably. Considering the values given for tahini in the Turkish Food Codex Tahini Communiqué (maximum amount of arsenic is 0.2 mg/kg, maximum amount of lead is 0.3 mg/kg, maximum amount of copper is 18 mg/kg, and maximum amount of iron is 75 mg/kg); it was determined that arsenic and lead results were appropriate in all samples, four samples in copper analysis and seven samples in iron analysis were above the evaluation limit. According to the data obtained in the study, mineral content varies depending on variables such as the origin, colour and variety of sesame seed.

Keywords: ICP-MS, Mineral analysis, Sesame, Tahini

Giriş

Susam (*Sesamum indicum* L.), kendi kendine tozlaşan yıllık bir bitkidir ve en önemli yağlı tohum bitkilerinden biri olarak bilinir. Hayvan yemlerinde ve insan gıdalarında bütün tohum, yağ ve küspe olarak bir besin olarak kabul edilmektedir (Hahm ve ark., 2009). Susam tohumu içeriğinde bulunan yaklaşık %50 yağ ve %24 protein; fitokimyasal bileşenler, vitaminler ve mineraller açısından önemli bir gıda hammaddesidir. Susam çok önemli bir yağ bitkisi olmasına rağmen, ülkemizde üretilen ve ithal edilen susamın büyük bir bölümü tahin üretiminde ve fırıncılık sektöründe kullanılmaktadır. Bu ürünlerin üretiminde kullanılan susam ithal edilerek veya ülkemizde susam tarımı yapılan farklı bölgelerden temin edilmektedir. Dünyada susam üretiminde öncü ülkelere bakıldığında Sudan 1.231.701 ton, Hindistan 788.740 ton, Myanmar 760.925 ton, Tanzania 700.000 ton, Nijerya 450.000 ton susam üretimi ile önde gelmektedir (FAOSTAT, 2022). Ülkemizdeki üretim miktarları 4.909 ton ile Antalya, 3.256 ton ile Manisa, 2.853 ton ile Uşak, 1.654 ton ile Muğla, 1.445 ton ile Adana, 565 ton ile Balıkesir’de gerçekleşmektedir (TÜİK, 2022). Bu susam çeşitleri gerek fiziksel (tane yapısı, boyutu ve rengi vb.) ve gerekse kimyasal özellikler (yağ ve protein içeriği, yağ asitleri dağılımı, mineral içerikleri vb.) açısından oldukça farklı özelliklerde olabilmektedir. Fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki farklılıklar çoğunlukla tarımsal uygulamadaki değişimlerden (sulama, gübre kullanımı, toprak şartları, ekim dikim özellikleri) ve kullanılan tohum çeşidinden kaynaklıdır.

Tohum kabuğu rengi susamda önemli bir agronomik özelliktir. Olgun susam tohumlarının doğal renkleri siyahtan ara renklere (gri, kahverengi, altın rengi, sarı ve açık beyaz) ve beyaza kadar değişir. Yapılan araştırmalarda susam tohumunun mineral içeriklerinin özellikle kabuk rengine bağlı olarak oldukça farklılık arz ettiği kaydedilmiştir (Zhang ve ark., 2013). Bu mineraller arasında insan sağlığına faydalı potasyum, çinko, bakır ve magnezyum gibi mineraller olmasına karşın arsenik, kurşun gibi sağlığa zararlı mineraller de bulunabilmektedir. Susam tohumunun temizleme, kabuk soyma, kavurma ve ezme gibi aşamalardan geçirildikten sonra sıvı halde dolmu yapılmaması yoluyla üretilen ürün tahin olarak isimlendirilmekte; bu ürün aynı zamanda tahin helvası üretiminde de kullanılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğinde (Tebliğ No:2015/27) tahinde bulunması gereken bazı mineraller açısından sınırlamalar bulunmaktadır (Anonim, 2015). Bunlar; arsenik: 0.2 (en çok, mg/kg), kurşun: 0.3 (en çok, mg/kg), bakır: 18 (en çok, mg/kg) ve demir: 75 (en çok, mg/kg) mineralleridir. Tahinin mineral içeriği, kullanılan susam çeşidine bağlı olmakla birlikte; susamın işlenmesi sırasındaki temel işlem süreçlerine de (ıslatma, kabuk soyma)

bağlıdır. Özellikle bölgesel olarak üretilen bazı tahin çeşitlerinde kabuk soyma işlemi yapılmadan tahin üretimi söz konusudur. Bu açıdan ülkemizde kullanılan ve tüketilen susam ve tahin ürünlerinin mineral içeriklerinin saptanması büyük önem arz etmektedir.

ICP-MS (İndüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometrisi) kantitatif ve kantitatif mineral analizinde kullanılan bir tür kütle spektroskopisi olup, 1983 yılında ticarileştirilmesi ile en çok kullanılan eser mineral analiz tekniğidir. ICP-MS cihazı numunedeki mineraller iyonlaştırıldıktan sonra kütle/yük oranına göre ayrılıp ölçülmesi esasına dayanır. ICP-MS cihazı, bir numunedeki mineralleri iyonize etmek için bir plazma (ICP) kullanır ve ardından bir kütle spektrometresi (MS) kullanılarak iyonları ölçer. ICP-MS'in mineral analizinde en çok kullanılmasının temel nedeni ultra eser düzeyde, hızlı ve çoklu mineral analizi yapabilme olanağıdır. ICP-MS diğer spektrometrik tekniklerle kıyaslandığında daha yüksek analiz hızı, tespit limitleri ve izotopları belirleyebilme gibi avantajlar sağlamaktadır. Gıda örneklerinde mineral analizleri organik kısmın kapalı sistem mikrodalga çözümü ünitelerinde asit yardımı ile parçalanması ve geriye kalan inorganik kısımdaki minerallerinin ICP-MS cihazı ile tespit edilmesi esasına dayanır (NMKL, 2007). Mineral analizi, gıdalarda ve sularda özellikle toksik etkide olan minerallerin miktar analizinde önemliyen gıdalarda bulunan insan sağlığı için gerekli mikro ve makro minerallerin analizleri için de önem taşımaktadır (Thomas, 2013). Literatürde susam ve susam ürünlerinde mineral analizi ile ilgili yapılan bazı çalışmalar bulunmakla birlikte (Hika ve ark. (2023); Özcan ve ark. (2023); Mi ve ark. (2022); Labban ve Sumainah (2021); Saeed ve ark. (2015); Akbulut ve Çoklar (2008)), yirmi farklı mineralin bu alanda en hassas yöntem olarak kabul edilen ICP-MS cihazı ile analiz edildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada ülkemizde kullanılan bazı yerel ve ithal susam çeşitlerinin ve bu susam çeşitlerinden üretilerek satışa sunulan tahinlerin mineral içerikleri, bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmada materyal olarak kullanılan yerel susam ve tahin örnekleri, ülkemizdeki çeşitli illerdeki yerel marketlerden ve satış alanlarından; ithal susam ve tahin örnekleri ise Gaziantep’te tahin ve tahin helvası üretimi yapan TUNAS Gıda Pazarlama ve Tic. Ltd. Şti.’den temin edilmiştir. Toplamda 28 adet susam ve 21 adet tahin numunesi analiz edilmiştir.

Susam ve Tahin Analizleri

Susam örneklerinde yabancı madde analizi (TS 2947), bozuk tane analizi (TS 311), nem analizi (AOAC), toplam kül analizi ve %10'luk hidroklorik asitte çözünmeyen kül analizi (TS 2133) Türk Gıda Kodeksi ve Amerikan Resmi Analitik Kimyacılar Birliği (AOAC) tarafından önerilen standart yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir (Anonim 2001; Anonim 2005a; Anonim 2005b; AOAC, 2005). Tahin örneklerinde nem, protein, yağ, kül ve mineral analizleri AOAC ve Nordic-Baltic Gıda Analiz Komitesi tarafından yayınlanan standart analiz yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir (AOAC, 2005; NMKL, 2007). Fiziksel analizlerde ölçümler üç tekrarlı, kimyasal analizlerde ölçümler iki tekrarlı yapılarak sonuçların ortalamaları alınmıştır.

ICP-MS Yöntemi ile Mineral Analizi

Susam ve tahin örneklerinde mineral analizleri ICP-MS (Agilent, Amerika) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Numunelerin ön hazırlık işleminde Suprapur Grade %65 (m/m) HNO₃ (Merck, Almanya) ve %30 H₂O₂ (m/m) (Merck, Almanya) çözeltileri kullanılmıştır. ICP-MS sisteminde kullanılan Argon gazı %99.99 saflıktadır. ICP-MS sisteminde standart olarak 1000 mg/kg (Merck, Almanya) sertifikalı standartlar kullanılmıştır. Mikrodalga yakma ünitesi olarak (Milestone Ethos One, İtalya) kullanılmıştır. Tablo 1'de ICP-MS sisteminde kullanılan çalışma şartları gösterilmiştir.

Tablo 1. ICP-MS çalışma şartları

Table 1. ICP-MS operating conditions

Parametre	Değer
Cihaz gücü (W)	1550
Argon gazı basıncı (kPa)	650-750
Plazma gazı akış hızı (l/dk)	15
Taşıyıcı gaz akış hızı (l/dk)	1
Dilüsyon gaz akış hızı (l/dk)	1
Helyum gaz akış hızı (l/dk)	5
Püskürtme odası sıcaklığı (°C)	2

Susam ve tahin numunelerinden yaklaşık 0.2 g tartılarak cihaza özel teflon kaplara ve sonra numunelere 9 mL %65 (m/m) HNO₃ nitrik asit ve 1 mL %30 H₂O₂ eklenmiştir. Mikrodalga yakma ünitesine yerleştirilen teflon kaplar 180°C'ye kadar ısıtılmış bu sıcaklık değerinde 10 dk sabit kaldıktan sonra 72°C sıcaklığında üniteden çıkarılıp soğumaya bırakılmıştır. Oda sıcaklığına gelen teflon kapların içeriği 50 ml'lik deney tüplerine aktarıldıktan sonra son hacim saf su ile 50 mL'ye tamamlanmış ve örnekler ICP-MS cihazında analiz edilmiştir. Minerallere ait kalibrasyon aralıkları (mg/kg) cinsinden şu şekildedir: Na, Mg, P, K ve Ca (0-10-20-50-100-

200); Cu, Fe, Sn, Mn, Zn, Se, Al, B, Cr ve Ni (0-0.005-0.010-0.020-0.050-0.100); As, Pb, Cd, Hg ve Sb (0-0.002-0.005-0.010-0.020-0.050).

İstatistiksel Analiz

Analizlerden elde edilen deneysel veriler SPSS istatistik 20 paket programı (IBM corp, Armonk, NY, ABD) kullanılarak istatistiki açıdan değerlendirilmiştir. Varyans analiz tekniği (ANOVA) ile grup ortalamaları arasındaki farklar belirlenmiştir. Önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Tukey Çoklu Karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (p<0.05).

Bulgular ve Tartışma

Susam ve Tahin Numunelerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Susam numunelerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 2'de sunulmaktadır. Susam numunelerindeki toplam yabancı madde miktarı %0.7-1.9 ve bozuk tane miktarı ise %0.1-1.1 değişmektedir. Susam numunelerinde nem içeriğinin %4.1-6.7, toplam kül miktarının %1.8-6.0 ve %10'luk HCl'de çözünmeyen kül miktarının ise %0.1-2.7 değiştiği görülmektedir. Analiz edilen yerli ve ithal susam tohumlarında toplam yabancı madde miktarı ve toplam kül miktarı arasında istatistiki olarak önemli bir fark (p<0.05) bulunduğu tespit edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliğinde (Tebliğ No:2022/7) susam tohumu için verilen değerler dikkate alındığında toplam yabancı madde miktarı en çok %2, bozuk tane miktarı en çok %1, nem miktarı en çok %8, toplam kül miktarı en çok %5, %10'luk HCl'de çözünmeyen kül miktarının ise en çok %1 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2022). Bu değerler dikkate alındığında araştırmada analiz edilen susam numunelerinin toplam yabancı madde, nem miktarı ve bozuk tane analizlerinde elde edilen sonuçlarının uygun olduğu tespit edilmiştir. Toplam kül miktarı analizinde üç numunenin (Antalya, Balıkesir-2 ve Muğla) ve %10'luk HCl'de çözünmeyen kül miktarı analizinde de üç numunenin (Antalya, Manavgat ve Senegal) değerlendirme limitinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Literatürde yapılan çalışmalarda Togo, Sudan, Mozambik susam tohumları (Mi ve ark., 2022), Pakistan bölgesine ait beyaz, siyah ve kahverengi susam tohumları (Saeed ve ark., 2015) ve Nijerya susamı (Bamigboye ve ark., 2010) gibi farklı bölgelerden elde edilen susam tohumlarının nem içeriklerinin %3 ile %5 arasında ve kül içeriğinin ise %7 ile %12 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen

nem ve kül analizlerinin sonuçları literatürde bildirilen sınırlar içinde yer almaktadır ve bu çalışmalarda veriler ile uyum içindedir.

Çalışmada analiz edilen tahin numunelerinin kimyasal analizleri sonucu elde edilen veriler Tablo 3'te gösterilmektedir. Tahin numunelerinin nem içeriği %0.2-0.8; protein içeriği %20.5-26.5; yağ içeriği %44.8-62.3 ve kül içeriği %1.7-3.0 aralığında değişmektedir. Tahin numunelerinin kimyasal

analiz sonucu elde edilen verileri arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmamaktadır ($p>0.05$). Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğinde (Anonim, 2015) tahin için verilen değerler dikkate alındığında nem miktarı en çok %1.5, protein miktarı en az %20, kül miktarının ise en çok %3.2 olması gerektiği bildirilmiştir. Bu çalışmada analiz edilen tahin numunelerinin nem, protein ve kül miktarı sonuçlarının tahin standardı ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Susam tohumlarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Table 2. Physical and chemical analysis results of sesame seeds

Susam menşei	Toplam yabancı madde miktarı (%)*	Nem miktarı (%)	Toplam kül miktarı (% kuru bazda)*	%10'luk HCl'de çözünmeyen kül miktarı (%)	Bozuk tane miktarı (%)
Antalya	1.2	4.1	5.4	2.7	0.3
Manavgat	1.5	4.8	3.2	1.4	0.4
Balıkesir	1.8	4.3	2.8	0.7	0.1
Balıkesir-2	1.5	4.7	5.3	0.7	0.3
Muğla	1.4	5.3	6.0	0.4	0.2
Konya	1.3	4.1	4.9	0.5	0.1
Brezilya	0.8	4.1	3.5	0.7	0.1
Sudan	1.3	4.4	4.2	0.5	0.1
Burkina	1.7	4.6	3.3	0.6	0.3
Pakistan	1.9	5.2	4.4	0.7	0.2
Sudan-2	1.1	4.1	2.3	0.2	0.1
Brezilya-2	0.9	5.2	2.1	0.1	0.3
Arjantin	0.7	6.7	3.7	0.5	0.5
Senegal	1.3	6.1	1.8	1.1	0.1
Pakistan-2	1.4	5.8	3.5	0.9	0.6
Kenya	0.9	5.1	3.0	0.7	0.4
Gana	1.2	4.4	2.7	0.3	0.5
Sudan-3	1.5	4.8	2.6	0.3	0.1
Burkina-2	1.3	5.3	2.1	0.5	0.2
Togo	1.1	6.1	3.7	0.7	0.6
Venezuela	0.8	6.0	3.3	0.2	0.4
Nijerya	0.9	5.7	3.5	0.9	0.5
Nijerya-2	1.1	5.1	4.1	1.0	1.1
Paraguay	1.2	5.2	4.7	0.8	0.7
Kenya-2	1.4	4.9	4.9	0.7	0.4
Mozambik	1.1	4.7	2.6	0.4	0.3
Bolivya	1.4	4.2	2.5	0.6	0.1
Hindistan	1.3	5.1	3.7	0.5	0.5

* istatistiksel olarak numuneler arasında fark olduğunu gösterir.

Tablo 3. Tahin numunelerinin kimyasal analiz sonuçları**Table 3.** Chemical analysis results of tahini samples

Tahin menşei	Nem (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)
Antalya	0.8	22.7	55.2	2.2
Manisa	0.6	21.1	58.3	2.4
Muğla	0.5	20.9	62.3	2.7
Balıkesir	0.2	21.2	58.1	2.3
Balıkesir-2	0.3	23.2	52.2	2.6
Mersin	0.4	23.9	50.6	2.8
Adana	0.8	26.5	44.8	2.2
Konya	0.5	22.1	56.2	1.9
Konya-2	0.7	23.1	50.9	1.7
Konya-3	0.7	20.7	55.1	1.9
Hindistan	0.8	20.5	53.7	2.1
Kenya	0.6	21.3	58.9	2.0
Pakistan	0.6	22.0	60.1	1.8
Sudan	0.5	20.6	61.2	1.9
Togo	0.7	23.7	60.3	2.3
Senegal	0.4	22.9	57.6	2.2
Brezilya	0.3	22.5	55.8	2.1
Mozambik	0.5	24.6	56.9	2.4
Etiyopya	0.3	23.0	55.4	2.1
Humera	0.2	22.5	44.9	3.0
Nijerya	0.8	21.7	49.8	2.7

Akbulut ve Çoklar (2008), yapmış oldukları çalışmada kabuklu susamdan üretilen tahinde nem %1.86, protein %23.77, yağ %55.42, lif %3.11 ve kül %2.78 değerlerini ölçmüşlerdir. Kabuksuz susamdan üretilen Bozkır tahininde ise nem %1.14; protein %21.76; yağ %52.90; lif %6.13 ve kül %4.12 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada kabuklu susamdan üretilen Hümera tahininin (Tablo 3) nem ve yağ içeriğinin oldukça düşük olduğu, protein ve kül içeriğinin ise bu çalışmadaki sonuç ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Kabuklu susamdan üretilen tahinin kül miktarının kabuksuz susamdan üretilen tahine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Labban ve Sumainah (2021) tahin numunesinin besinsel içeriğini nem %3.05, protein %17, karbonhidrat %21.19 ve yağ %53.76 olarak rapor etmişlerdir. Bu sonuçlarla karşılaştırıldığında analiz edilen tahin numunelerinin nem miktarının daha düşük, protein miktarının daha yüksek ve yağ miktarının da uyumlu olduğu görülmektedir. El-Adawy ve Mansour (2000), farklı kavurma tekniklerinin tahin üretimindeki etkisini inceledikleri çalışmada kavurma işlemini buharda, vakumla, sıcak tabakada ve sıcak havada gerçekleştirmişlerdir. Yapılan ölçümlerde nem içeriğinin %1.45-1.98; yağ içeriğinin %58.59-59.37, protein içeriğinin %21.90-22.59 ve kül içeriğinin %2.62-2.88 değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler literatür ile uyum içerisindedir.

Susam Numunelerinin Mineral Analiz Sonuçları

ICP-MS ile yapılan mineral analizleri sonucunda 28 adet susam örneğinde elde edilen veriler mikro mineral içeriği olarak Tablo 4'te; makro mineral ve ağır metal içerikleri olarak Tablo 5'te sunulmaktadır. Susam numunelerinin mineral analizleri sonucu elde edilen veriler Tablo 4 ve 5'te gösterilmektedir. Analiz edilen yerli ve ithal susam tohumlarında mikro minerallerden Cu, Fe, Sn, Mn, Zn, Al ve Ni; makro minerallerden Na, Mg, P, K ve Ca; ağır metallere Sb arasında istatistiki olarak önemli fark ($p < 0,05$) bulunmaktadır. Analiz edilen susam tohumlarında mineral içerikleri yerli ve ithal susam bazında çeşitlilik göstermekle birlikte Ca, K, P ve Mg miktar olarak en çok bulunan minerallerdir.

İnsan beslenmesinde günlük ihtiyacın 250 mg'ın üzerinde olan mineraller makro mineraller olarak ifade edilir. Bunlar Na, Mg, P, K, Cl ve Ca mineralleridir. Bunun yanı sıra Fe, Cr, Mn, Mo, Se, Cu, I, Co, F ve Zn günlük gereksinmemizin 20 mg'ın altında olduğu iz minerallerdir ve mikro mineraller olarak da isimlendirilmektedir (Samur, 2008). Literatürde susam tohumunun mineral içeriğinin incelendiği çalışmalarda analiz edilen mineral sayısı sınırlı bulunmakla birlikte çoğunlukla Ca, Fe, Zn, Mn, Na, Cu gibi mineraller açısından incelenmiştir (Hika ve ark. 2023; Özcan ve ark. 2023). Bu çalışmada susam numuneleri toplamda yirmi farklı mineral içeriği açısından hem nitel hem de nicel olarak analiz edilmiş olup çok geniş bir spektrumda susam numunelerinin mineral içeriği ortaya konmuştur. Susam örneklerinde Ca, K, P ve Mg miktar olarak en çok bulunan minerallerdir. Fe, Mn, Zn, Al, Ni ve Cu mineralleri ise susam örneklerinde daha az miktarda bulunmaktadır. Cr, Na, Se, B ve Sn mineralleri ise susam tohumunda düşük miktarda belirlenen diğer minerallerdir (Tablo 4-5). Nzikou ve ark. (2009), susam tohum ve yağının kimyasal içeriğini araştırdıkları çalışmada susam tohumunun önemli bir mineral kaynağı olduğunu belirterek susam tohumunda en fazla bulunan mineralin K olduğunu, bunu sırasıyla P, Mg, Ca ve Na minerallerinin takip ettiğini bildirmişlerdir. Adı geçen araştırmada bildirilen sonuçlar, bu çalışmada elde edilen sonuçlarla uyum içerisindedir.

Tüm susam numunelerinde ölçülen ortalama mikro mineral içerikleri sırasıyla Cu: 26.149; Fe: 246.598; Sn: 0.083; Mn: 37.380; Zn: 69.034; Se: 1.212; Al: 91.512; B: 15.417; Cr: 0.669; ve Ni: 89.629 mg/kg'dır. Cu hücre metabolizma sırasında kullanılır; birçok önemli enzimin çalışmasını sağlar ve ayrıca hemoglobin, miyelin ve melanin oluşumuna yardımcı olur. Yeterli Ca özellikle kemik sağlığı açısından önemlidir. Fe elektron transfer reaksiyonları, gen regülasyonu, hücre büyümesi ve farklılaşması, oksijenin bağlanması

ve taşınması gibi metabolizma faaliyetinde gereklidir ve bağırsıklık sisteminin çalışmasında önemli görevleri bulunmaktadır. Mn antioksidan özelliği olan birçok enzim için bir ko-faktördür ve antioksidan enzim karbonhidratlarda, protein-

lerde ve yağlarda rol oynar. Zn, antioksidan savunma hastalıklarında önemli bir rol oynar ve Zn eksikliği bozulmuş glikoz toleransı gibi metabolik anormalliklerle ilişkilendirilmiştir (Badu ve ark., 2020; FAO/WHO, 2001).

Tablo 4. Susam numunelerinin mikro mineral içeriği (mg/kg)

Table 4. Micro mineral content of sesame samples (mg/kg)

Susam menşei	Cu*	Fe*	Sn*	Mn*	Zn*	Se	Al*	B	Cr	Ni*
Antalya	69.954	405.789	0.069	129.860	201.938	6.337	62.564	23.237	0.393	244.897
Manavgat	65.727	808.988	0.045	79.620	191.481	0.507	283.586	18.303	0.736	244.436
Balıkesir	11.526	626.856	0.071	19.819	44.941	0.038	62.514	5.919	0.349	124.025
Balıkesir-2	78.161	329.549	0.082	33.781	105.643	0.024	10.252	11.103	0.038	101.272
Muğla	58.876	227.591	0.062	75.938	171.022	0.574	20.053	21.171	0.090	165.928
Konya	72.000	468.093	0.537	102.661	171.774	4.895	98.311	22.545	0.159	202.026
Brezilya	43.401	175.643	0.035	37.869	74.569	0.006	2.685	11.778	0.045	101.742
Sudan	36.834	281.387	0.685	36.226	98.630	0.002	58.698	5.787	0.235	211.238
Burkina	32.845	393.126	0.077	173.716	74.745	0.008	109.985	9.020	0.418	201.413
Pakistan	37.600	263.226	0.041	33.070	94.964	0.008	15.997	5.891	0.712	48.595
Sudan-2	10.583	36.247	0.052	12.378	34.570	0.402	11.630	12.304	0.357	57.262
Brezilya-2	10.428	56.991	0.075	13.592	26.362	0.266	58.698	11.353	0.635	70.681
Arjantin	11.447	48.657	0.069	11.978	46.865	0.685	34.362	13.567	0.296	49.583
Senegal	11.519	74.798	0.047	31.606	39.022	0.585	109.985	12.064	0.452	196.459
Pakistan-2	13.277	72.594	0.017	11.809	42.785	0.450	42.724	12.744	0.172	43.782
Kenya	11.535	49.860	0.020	24.692	34.282	2.076	15.997	13.033	0.372	136.772
Gana	12.092	54.070	0.047	20.145	40.074	0.562	50.948	12.363	0.280	115.770
Sudan-3	12.871	51.520	0.096	16.289	45.700	0.006	2.685	11.778	0.045	101.742
Burkina-2	11.678	207.240	0.051	14.527	33.459	0.002	58.698	5.787	0.235	211.238
Togo	13.997	135.718	0.021	23.434	39.330	0.008	109.985	9.020	0.418	201.413
Venezuela	13.094	181.653	0.015	15.008	52.214	0.008	15.997	5.891	0.712	48.595
Nijerya	13.838	428.443	0.019	24.438	33.701	0.402	11.630	12.304	0.357	57.262
Nijerya-2	14.834	157.718	0.011	20.665	35.713	0.266	58.698	11.353	0.635	70.681
Paraguay	12.029	84.358	0.010	10.031	39.715	0.685	34.362	13.567	0.296	49.583
Kenya-2	11.264	60.720	0.015	32.687	34.477	0.585	109.985	12.064	0.452	196.459
Mozambik	15.432	76.294	0.014	16.838	45.906	0.450	42.724	12.744	0.172	43.782
Bolivya	11.839	56.821	0.017	9.950	42.841	2.076	15.997	13.033	0.372	136.772
Hindistan	13.491	90.788	0.025	13.984	36.236	0.562	50.948	12.363	0.280	115.770

* istatistiksel olarak numuneler arasında fark olduğunu gösterir.

Tablo 5. Susam tohumlarının makro-mineral ve ağır metal içeriği (mg/kg)**Table 5.** Macro-mineral and heavy metal content of sesame seeds (mg/kg)

Susam menşei	Na*	Mg*	P*	K*	Ca*	As	Pb	Cd	Hg	Sb*
Antalya	2.443	4601.327	7601.267	7459.168	13049.577	0.025	0.018	0.072	0.044	0.012
Manavgat	2.192	3504.645	5825.583	4809.661	7997.328	0.083	0.112	0.041	0.057	0.007
Balıkesir	8.491	4122.344	6651.273	4986.861	9471.930	0.105	0.018	0.016	0.064	0.041
Balıkesir-2	3.312	3908.101	5914.813	4857.420	8324.914	0.279	0.024	0.008	0.049	0.003
Muğla	1.484	3866.215	7343.443	5090.970	7427.142	0.460	0.049	0.004	0.059	0.007
Konya	0.430	4329.841	6572.281	7834.707	11628.731	0.036	0.015	0.038	0.077	0.013
Brezilya	0.355	1823.539	2968.477	2571.519	4551.237	0.013	0.008	0.005	0.053	0.018
Sudan	12.778	2035.618	3629.320	2683.785	5829.365	0.007	0.010	0.005	0.063	0.045
Burkina	217.580	1796.734	2815.115	2743.124	6023.929	0.056	0.217	0.002	0.080	0.018
Pakistan	13.768	1831.031	3235.428	3190.567	6455.262	0.093	0.016	0.032	0.031	0.015
Sudan-2	3.761	2513.246	5250.354	3116.977	8170.639	0.005	0.061	0.001	0.021	0.232
Brezilya-2	2.819	1934.396	3650.961	2472.112	4543.432	0.016	0.091	0.004	0.028	0.293
Arjantin	4.583	2288.918	5285.869	3292.770	6834.719	0.069	0.079	0.006	0.048	0.379
Senegal	6.269	2322.108	4155.327	2900.582	6037.974	0.009	0.137	0.025	0.492	0.292
Pakistan-2	15.937	2338.004	4873.994	3685.834	7682.567	0.051	0.108	0.015	1.117	0.438
Kenya	30.722	2344.436	4969.732	3504.362	8276.301	0.009	0.077	0.053	0.010	0.363
Gana	4.741	2134.502	3740.243	3079.281	7173.256	0.006	0.097	0.007	0.202	0.343
Sudan-3	12.465	2099.624	4391.628	3145.357	6833.435	0.007	0.073	0.004	0.614	0.231
Burkina-2	12.944	2219.869	3820.238	3263.783	7455.710	0.010	0.111	0.003	0.028	0.281
Togo	18.389	2077.545	3060.075	3529.337	8504.798	0.025	0.085	0.005	0.007	0.020
Venezuela	14.871	2629.894	4281.123	3387.465	8645.008	0.050	0.146	1.106	0.002	0.006
Nijerya	0.732	2844.394	4277.233	3482.489	9303.101	0.046	0.163	0.009	0.002	0.212
Nijerya-2	3.719	2098.686	3198.270	2970.581	6039.487	0.054	0.168	0.019	0.001	0.343
Paraguay	3.001	2609.933	4736.878	3869.294	6676.703	0.078	0.033	0.259	0.000	0.386
Kenya-2	16.815	3018.440	4822.557	4098.677	8847.516	0.033	0.043	0.514	0.001	0.298
Mozambik	2.546	3165.122	5361.006	4213.929	10032.583	0.019	0.046	0.032	0.000	0.228
Bolivya	6.077	2938.482	5179.243	4164.409	6557.179	0.046	0.049	0.169	0.000	0.268
Hindistan	54.822	2611.980	3755.926	3642.351	7988.778	0.045	0.058	0.058	0.002	0.039

* istatistiksel olarak numuneler arasında fark olduğunu gösterir.

Susam numunelerinde mikro mineral açısından Cu, Fe, Mn, Sn, Zn, Se, Al, B ve Ni mineralleri yerli susam numunelerinde daha yüksek değerde bulunurken; Al ve Cr mineralleri ithal susam numunelerinde daha yüksek değerde bulunmuştur (Tablo 4). Makro mineraller açısından Mg, P, K ve Ca mineralleri yerli susam numunelerinde daha yüksek değerde bulunurken; Na minerali ithal susam numunelerinde daha yüksek değerde bulunmuştur. Ağır metal açısından yerli susam numunelerinde As daha yüksek değerde bulunurken; Pb, Cd, Hg ve Sb mineralleri ithal susam numunelerinde daha yüksek değerde bulunmuştur (Tablo 5).

Mi ve ark. (2022), Togo, Sudan ve Mozambik'te yetiştirilen susam tohumlarını ayırt etmek için yaptıkları çalışmada mg/kg cinsinden B içeriğini sırasıyla 7.18, 7.55 ve 10.85; Mn içeriğini sırasıyla 12.61, 12.30 ve 13.19 ve Se içeriğini sıra-

sıyla 0.17, 0.17 ve 0.05 olarak bildirmiştir. Bu çalışmada, susam numunelerinin B içeriğinin Mi ve ark. (2022) çalışmasında bildirilenle benzerlik gösterdiği (9.020, 5.787 ve 12.744 mg/kg); Mn içeriğinin daha yüksek olduğu (23.434, 36.226 ve 16.838 mg/kg) ve Se içeriğinin (0.008, 0.002 ve 0.450 mg/kg) daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada Na içeriğini 27.33; 23.77 ve 23.59 mg/kg; K içeriğini sırasıyla 4999.73; 4932.14; 6693.73 mg/kg ve P içeriğini sırasıyla 6056.71; 5941.16 ve 3459.74 mg/kg olarak bildirmiştir. Bu çalışmadaki Na içeriğinin (18.389; 12.778 ve 2.546 mg/kg); K içeriğinin (3529.337; 2683.785 ve 4213.329 mg/kg) ve P içeriğinin (3060.075; 3629.320 ve 5361.006 mg/kg) Mi ve ark. (2022) tarafından elde edilen sonuçlardan daha düşük olduğu görülmektedir. Saeed ve ark. (2015), Pakistan bölgesine ait beyaz, siyah ve kahverengi olmak üzere üç farklı kabuk rengine sahip tohum üzerine yapılan çalışmada mg/kg cinsinden Fe içeriğini sırasıyla 2.1667, 8.566 ve

7.533 ve Zn içeriğini sırasıyla 0.600, 0.7667 ve 0.5667 olarak bildirmiştir. Bu çalışmada kullanılan kahverengi Pakistan susamı numunesinin Fe ve Zn içeriğinin (263.226 ve 94.964 mg/kg) Saeed ve ark. (2015) çalışmasında bildirilenden oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bamigboye ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada Nijerya'da yetiştirilen susam tohumu çeşidinde Fe, Mn ve Zn içeriğini mg/kg cinsinden sırasıyla 38.3, 10.3 ve 44.6 olarak bulmuştur. Bu çalışmada kullanılan Nijerya susamı numunesinde ise Fe (428.443 mg/kg) ve Mn içeriği (24.438 mg/kg) Bamigboye ve ark. (2010) tarafından bildirilen sonuçlardan oldukça yüksek; Zn (33.701 mg/kg) içeriği ise daha düşüktür.

Saeed ve ark. (2015), Pakistan bölgesine ait beyaz, siyah ve kahverengi olmak üzere üç farklı kabuk rengine sahip tohum üzerine yapılan çalışmada mg/kg cinsinden Ca içeriğini sırasıyla 638.33, 703.33 ve 451.67; Mg içeriğini sırasıyla 566.6, 366.6 ve 366.6 ve K içeriğini sırasıyla 42.500, 54.003 ve 53.667 olarak bildirmiştir. Yapılan çalışmada Ca, Mg ve K makro mineral değerleri açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan kahverengi Pakistan susamı numunesinin Ca, Mg ve K içeriğinin (7682.567; 2338.004 ve 3685.834 mg/kg) Saeed ve ark. (2015) tarafından bildirilenden sonuçlardan oldukça yüksektir. Bamigboye ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada Nijerya'da yetiştirilen susam tohumu çeşidinde K, Na, Ca ve P içeriğini mg/kg cinsinden sırasıyla 1067, 361, 2811 ve 1570 olarak bulmuştur. Bu çalışmada kullanılan Nijerya susamı numunesinde ise K: 3482.489 mg/kg, Ca: 9303.101 mg/kg ve P: 4277.233 mg/kg içeriği Bamigboye ve ark. (2010) tarafından raporlanan değerlerden oldukça yüksek; Na: 0.732 mg/kg içeriği ise oldukça düşük bulunmuştur.

Sonuç olarak literatür verileri ve analiz sonuçları incelendiğinde bu çalışmada kullanılan susam tohumlarının mikro ve makro mineral içeriklerinin daha önceki çalışma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, çalışmalar arasında bazı farklılıkların olduğu da görülmektedir. Susam tohumunun mineral içeriği üzerinde susam kabuk renginin etkili olduğu görülmektedir. Kurt (2018) susam tohumunda Fe içeriğinin kabuk rengi açıldıkça azaldığını tespit etmiştir. Roy ve ark. (2021) yılında yaptıkları çalışmada susam tohum rengi ile mineral içeriği (Ca, P, Mn, Zn, Cu ve Fe mineralleri) arasında bir ilişki olduğunu tespit etmişler, tohum renginin koyulaşması ile mineral içeriğinin arttığını ifade etmişlerdir. Teboul ve ark. (2020) otuz farklı susam genotipini materyal olarak kullandıkları çalışmada mineral içeriği ile susam verim bileşenlerinin ilişkili olduğunu belirtmişler; genetik çeşitliliğe bağlı olarak susam tohumunda bulunan minerallerin oldukça değişkenlik gösterdiğini rapor etmişlerdir.

İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan topraktaki ağır metal kirliliği, gıda maddelerine bulaşı olabilmesi riski dolayısıyla büyük endişelere neden olmaktadır. ICP-MS sistemi ile analiz edilen ağır metallerin susam numunelerindeki ortalama değerleri sırasıyla As: 0.062, Pb: 0.075, Cd: 0.090, Hg: 0.113 ve Sb: 0.172 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Hao ve ark. (2011), yapmış oldukları çalışmada farklı çeşitlere sahip dört farklı ürün (susam, soya, börülce ve biber) ağır metallerle kirlenmiş toprak seviyeleri yoğun ve hafif olarak tanımlanmış iki ayrı tarlaya dikilmiştir. Çalışmada ürünlerin yenilebilir kısımlarındaki Pb ve Cd birikimi araştırılmıştır. En fazla metal kirliliğinin susam tohumunda olduğu tespit edilmiş ve iki farklı tarlada ekimi yapılan susam tohumlarında da metal konsantrasyonunun Çin Gıda Hijyeni Standardı (Chinese Food Hygiene Standard) ve Codex Alimentarius Komisyon Standardı (Codex Alimentarius Commission Standard) sınırlarının oldukça üstünde olduğu tespit edilmiştir. Hafif oranda kirliliğe sahip tarladan hasat edilen susam tohumunda ölçülen Pb ve Cd miktarları sırasıyla 0.104 ve 0.377 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Hao ve ark. (2011) tarafından ölçülen değerler bu çalışmada susam numuneleri (mg/kg cinsinden ortalama Pb: 0.075 ve Cd: 0.090) için tespit edilen değerlerden oldukça düşüktür. Balıkesir iline ait iki numunede sırasıyla Pb: 0.018, Cd: 0.016, As: 0.105 ve Pb: 0.024, Cd: 0.008 ve As: 0.279 mg/kg olarak bulunmuştur. Bulunan bu değerler farklı tarlalardan hasat edilen susam tohumunun toprak içeriğine bağlı ağır metal içeriğinin değişebileceğini göstermektedir.

Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde (Anonim, 2023) susam için verilen değerler dikkate alındığında Cd miktarının en çok 0.1 mg/kg, Pb miktarının en çok 0.9 mg/kg olması gerektiği bildirilmiştir. Bu değerler dikkate alındığında araştırmada analiz edilen susam numunelerinin Pb miktarı analizlerinde elde edilen sonuçların tüm numunelerde uygun olduğu tespit edilmiştir. Cd miktarı analizlerinde ise dört numunenin (Venezuela, Paraguay, Kenya-2 ve Bolivya) değerlendirme limitinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Tahin Numunelerinin Mineral Analiz Sonuçları

Tahin numunelerinin mineral analizleri sonucu elde edilen veriler Tablo 6 ve 7'de sunulmaktadır. Susam numunelerindeki mineral içeriği mg/kg açısından Cu: 5.822-22.850, Fe: 27.731-158.770, Sn: 0.001-0.104, Mn: 7.600-46.091, Zn: 27.362-88.027, Se: 0.001-1.869, Al: 3.261-145.124, B: 5.322-26.443, Cr: 0.005-1.220, Ni: 0.420-32.589, Na: 795.919-3511.619, Mg: 846.187-5407.892, P: 1538.870-8466.581, K: 786.224-6164.726, Ca: 732.854-10337.016, As: 0.003-0.176, Pb: 0.000-0.242, Cd: 0.003-1.269, Hg: (tüm numunelerde tespit edilemedi) ve Sb: 0.001-0.369 aralığındadır.

değişmektedir. Analiz edilen yerli ve ithal tahin numunelerinde mikro minerallerden Mn, B, Cr, Al ve Ni; makro minerallerden Na arasında istatistiki olarak önemli fark ($p<0.05$) bulunmaktadır.

Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğinde (Tebliğ No:2015/27) tahin için verilen değerler dikkate alındığında As miktarı en çok 0.2 mg/kg, Pb miktarı en çok 0.3 mg/kg, Cu 18 mg/kg, ve Fe miktarının ise en çok 75 mg/kg olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2015). Bu değerler dikkate alındığında araştırmada analiz edilen tahin numunelerinin As ve Pb miktarı analizlerinde elde edilen sonuçların tüm numunelerde uygun olduğu tespit edilmiştir. Cu miktarı analizinde dört numunenin (Antalya, Manisa, Muğla ve Balıkesir-2) değerlendirme limitinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Fe miktarı analizinde yedi numunenin (Antalya, Manisa, Balıkesir-2, Mersin, Konya-3, Humera ve Nijerya) değerlendirme limiti-

nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre ithal susamdan üretilen tahin numunelerinin yerli susamdan üretilenlere kıyasla tahin tebliğine daha uygun oldukları görülmektedir.

İnsan sağlığı için günlük tüketimde karşılanmış olması gereken mineraller açısından değerler Ca: 1300 mg, Cr: 0.035 mg, Cu: 0.9 mg, Fe: 18 mg, Mg: 420 mg, Mn: 2.3 mg, P: 1250 mg, K: 4700 mg, Se: 0.055 mg, Na: 2300 mg ve Zn: 11 mg'dir (FDA, 2023). Tahin numunelerinin 100 gramının mineral açısından günlük ihtiyacı karşılama değerleri Ca: 216.535 mg, Cr: 0.027 mg, Cu: 1.459 mg, Fe: 6.729 mg, Mg: 348.692 mg, Mn: 1.748 mg, P: 529.273 mg, K: 361.147 mg, Se: 0.056 mg, Na: 169.485 mg ve Zn: 5.606 mg'dir. Bu sonuçlara göre 100 gram tahinde günlük değeri karşılama oranları: Ca: %16.66, Cr: %77.14, Cu: %162.11, Fe: %37.38, Mg: %83.02, Mn: %76, P: %42.34, K: %7.68, Se: %101.82, Na: %7.37 ve Zn: %50.96 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6. Tahin numunelerinin mikro-mineral içeriği (mg/kg)

Table 6. Micro-mineral content of tahini samples (mg/kg)

Tahin menşei	Cu	Fe	Sn	Mn*	Zn	Se	Al*	B*	Cr*	Ni*
Antalya	20.834	144.210	0.001	24.134	73.856	0.371	98.853	17.841	0.239	12.779
Manisa	20.683	76.409	0.104	22.862	88.027	0.316	4.890	17.052	0.066	18.946
Muğla	20.136	60.454	0.067	22.120	59.360	0.424	40.506	15.560	0.217	21.359
Balıkesir	5.822	27.731	0.055	9.932	27.362	0.052	5.963	5.323	0.119	32.589
Balıkesir-2	22.850	80.999	0.007	16.712	68.092	1.869	37.893	26.443	0.351	13.579
Mersin	12.604	80.887	0.035	18.888	36.876	0.813	9.232	13.910	0.150	11.779
Adana	8.754	54.691	0.032	7.600	54.691	0.001	43.293	10.288	0.408	12.188
Konya	14.312	53.222	0.057	17.316	54.510	0.606	6.575	12.505	0.562	10.279
Konya-2	13.523	66.928	0.004	18.521	52.251	1.072	33.927	18.172	1.220	1.671
Konya-3	15.398	84.827	0.015	46.091	65.535	1.104	19.844	12.233	0.371	1.090
Hindistan	12.217	45.887	0.055	9.579	37.413	0.769	10.021	13.478	0.230	0.851
Kenya	11.830	44.998	0.079	18.013	36.356	1.496	8.333	13.391	0.197	1.582
Pakistan	16.848	54.289	0.003	12.355	70.852	0.210	3.991	10.575	0.165	0.420
Sudan	15.518	53.916	0.016	15.792	71.553	0.379	6.920	11.197	0.039	0.554
Togo	12.623	43.504	0.026	14.390	54.696	0.365	3.509	7.952	0.005	0.631
Senegal	13.154	49.855	0.012	16.482	56.772	0.533	5.221	8.398	0.037	1.124
Brezilya	12.972	46.998	0.002	13.137	53.457	0.171	11.864	11.757	0.030	0.607
Mozambik	16.230	67.760	0.002	16.080	63.715	0.404	12.475	11.128	0.072	0.612
Etiyopya	10.115	36.476	0.073	10.683	34.445	0.092	3.261	8.210	0.046	30.478
Humera	15.139	158.770	0.001	20.570	56.181	0.485	145.124	15.757	0.721	18.166
Nijerya	14.777	80.249	0.007	15.776	61.271	0.191	11.276	9.413	0.359	10.272

* istatistiksel olarak numuneler arasında fark olduğunu gösterir.

Tablo 7. Tahin numunelerinin makro-mineral ve ağır metal içeriği (mg/kg) (TE: tespit edilemedi)**Table 7.** Macro-mineral and heavy metal content of tahini samples (mg/kg) (ND: not detected)

Tahin menşei	Na*	Mg	P	K	Ca	As	Pb	Cd	Hg	Sb
Antalya	1156.452	4650.554	8397.930	4948.760	5990.077	0.099	0.095	0.013	TE	0.172
Manisa	3511.619	4647.807	7803.885	3210.047	1421.612	0.046	0.112	0.013	TE	0.320
Muğla	1300.396	3601.502	6056.495	3472.693	2468.269	0.031	0.031	0.013	TE	0.209
Balıkesir	795.919	846.187	1538.870	786.224	876.493	0.126	0.042	0.019	TE	0.253
Balıkesir-2	2301.468	5089.942	8466.581	6164.726	10337.016	0.176	0.022	0.028	TE	0.011
Mersin	804.081	2173.402	4473.753	1867.392	801.937	0.010	0.077	0.003	TE	0.265
Adana	803.411	1572.532	3660.650	1644.775	1176.574	0.016	0.242	0.003	TE	0.345
Konya	1156.543	2843.902	6050.106	2514.431	880.543	0.010	0.111	0.003	TE	0.369
Konya-2	1532.648	2680.359	4988.653	2873.808	1168.045	0.019	0.081	1.269	TE	0.024
Konya-3	937.931	2047.041	3683.967	2091.648	1034.280	0.023	0.048	1.022	TE	0.036
Hindistan	1671.870	2264.483	4059.274	2182.269	1541.344	0.031	0.040	0.978	TE	0.024
Kenya	1343.119	2316.784	3951.031	2514.392	762.404	0.021	0.073	0.883	TE	0.032
Pakistan	1550.807	5373.720	5475.152	6018.807	1190.261	0.084	0.043	0.024	TE	0.011
Sudan	2198.371	5155.963	5921.625	5993.628	1155.278	0.009	0.158	0.004	TE	0.002
Togo	1593.065	4279.139	4542.992	5398.799	1127.453	0.018	0.008	0.008	TE	0.002
Senegal	1625.439	4471.109	4886.041	5018.506	1656.539	0.011	0.001	0.097	TE	0.002
Brezilya	2821.891	5355.654	5673.243	5382.442	1648.604	0.007	0.000	0.050	TE	0.001
Mozambik	2381.749	5407.892	5942.110	5684.095	1707.997	0.045	0.050	0.165	TE	0.001
Etiyopya	1250.920	2131.718	3549.069	1946.420	732.854	0.024	0.044	0.006	TE	0.191
Humera	2696.835	3573.746	6447.037	3099.651	6216.873	0.059	0.100	0.018	TE	0.019
Nijerya	2157.254	2741.891	5578.914	3027.365	1577.890	0.003	0.058	0.005	TE	0.037

* istatistiksel olarak numuneler arasında fark olduğunu gösterir.

Özcan ve ark. (2023), susam tohumu işlenmesinde yer alan proses aşamalarının tahin içeriği üzerine etkisinin incelendiği çalışmada tahin numunesinin mineral içeriğini mg/kg cinsinden B, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn olarak sırasıyla 29.28, 59.40, 270.28, 57.03, 3.36 ve 168.53 olarak bildirmiş ve proses etkisinin mineral içeriği açısından anlamlı bir farklılık ($p<0.05$) oluşturduğunu bildirmişlerdir. Labban ve Sumainah (2021), tahinin insan sağlığına etkisini inceledikleri çalışmada tahinin mineral içeriğini mg/kg cinsinden Fe, Cu ve Se olarak sırasıyla 44.2, 16.1 ve 0.344 olarak bildirmiştir. Ca, Mg, P ve Na içeriğini ise sırasıyla 1410, 950, 7900 ve 350 mg/kg olarak bildirmiştir. Bu çalışmada analiz edilen tahin numunelerinde Fe, Se, Ca, Mg ve Na minerali daha yüksek Cu ve P minerali literatüre kıyasla daha düşük bulunmuştur.

El-Adawy ve Mansour (2000), yapmış oldukları çalışmada; tahin üretiminde kavurma işlemini buharda, vakumla, sıcak tabakada ve sıcak havada gerçekleştirmişlerdir. Yapılan ça-

lışmada tahin numunelerinin mg/kg cinsinden mineral içeriklerinin Cu: 20-21, Zn: 80-83, Fe: 85-89, Mn: 15-17, Na: 1240-1300, Ca: 620-660, Mg: 3020-3110 ve K: 2880-2930 mg/kg aralığında değiştiği bildirilmiştir. Farklı kavurma işlemlerinin mineral madde miktarını oldukça düşük düzeyde etkilediği sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar bizim çalışmamızda elde ettiğimiz değerler ile uyumlu olmakla birlikte Mn, Na, Ca, Mg ve K minerali nispeten daha yüksek Cu, Zn ve Fe minerali ise daha düşük değerlerde bulunmuştur.

Sonuç

Bu çalışmada, yerli ve ithal susam (28 adet) ve tahin numunelerinde (21 adet) fiziksel, kimyasal ve ICP-MS yöntemi ile mineral analizleri yapılmıştır. Susam ve tahin numunelerinin fiziksel-kimyasal özellikleri ve mineral analizleri sonuçları literatür verileriyle karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. Mineral içeriği susam tohumunun menşesine, rengine ve çeşidi gibi değişkenlere bağlı olarak farklılıklar göstermektedir.

Susam tohumlarının fiziksel analiz sonuçları Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliğine (Tebliğ No:2022/7) göre değerlendirildiğinde tüm numunelerde toplam yabancı madde, nem miktarı ve bozuk tane analizlerinde elde edilen veriler uygundur. Toplam kül miktarı analizinde üç yerli susam numunesinin ve %10'luk HCl'de çözünmeyen kül miktarı analizinde ise ikisi yerli biri ithal olmak üzere üç susam numunesinin değerlendirme limitinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Analiz edilen susam tohumlarında mineral içerikleri yerli ve ithal susam bazında çeşitlilik göstermekle birlikte Ca, K, P ve Mg miktar olarak en çok bulunan minerallerdir. Ağır metallerin susam numunelerindeki ortalama değerleri sırasıyla As: 0.062, Pb: 0.075, Cd: 0.090, Hg: 0.113 ve Sb: 0.172 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Tahin numunelerinin kimyasal analiz sonuçları Türk Gıda Kodeksi Kodeksi Tahin Tebliğine (Tebliğ No:2015/27) göre değerlendirildiğinde tüm numunelerde nem, protein ve kül miktarları tahin için bildirilen değerler açısından uygun bulunmuştur. Aynı tebliğde mineral içerikleri açısından belirtilen değerler dikkate alındığında As ve Pb sonuçlarının tüm numunelerde uygun olduğu, Cu analizinde dört numunenin ve Fe analizinde yedi numunenin değerlendirme limitinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2015). Yerli susamdan üretilen bazı tahinlerin mineral içeriği açısından tebliğde belirtilen limitlerin üzerinde oldukları görülmektedir. Tahinin günlük mineral ihtiyacını karşılama oranları dikkate alındığında 100 gram tahin tüketiminin, Cu ve Se ihtiyacının tamamını; Mg, Mn ve Zn ihtiyacının ise yaklaşık yarısını karşıladığı tespit hesaplanmıştır.

Etik Standartlar ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Veri erişilebilirliği: Veriler talep üzerine sağlanacaktır.

Finansal destek: Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından (2023-108) numaralı proje ile desteklenmiştir.

Teşekkür: Araştırmada kullanılan susam ve tahin numunelerinin temini konusunda TUNAS Gıda Pazarlama ve Tic. Ltd. Şti. çalışanlarına teşekkür ederiz. ICP-MS cihazının kullanımında gösterdikleri destek için Balıkesir Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

Açıklama: Bu makale "Muhtelif susam ve tahin ürünlerinin mineral içeriklerinin belirlenmesi ve ultrases kabuk soyma işleminin susamın mineral içeriği üzerine etkisi" adlı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

Kaynaklar

Akbulut, M., Çoklar, H. (2008). Physicochemical and rheological properties of sesame pastes (tahin) processed from hulled and unhulled roasted sesame seeds and their blends at various levels. *Journal of Food Process*, 31, 488-502.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2007.00162.x>

Anonim (2001). TS 2133 ISO 930 Baharat ve çeşni veren bitkiler- Asitte çözünmeyen kül muhtevası tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim (2005-a). TS 2947 EN ISO 658. Yağlı tohumlar-Yabancı madde muhtevasının tahsisi. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim (2005-b). TS 311 Susam Tohumu. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim (2015). Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliği (Tebliğ No:2015/27). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim (2022). Türk Gıda Kodeksi, Baharat Tebliği (Tebliğ No:2022/7). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim (2023). Türk Gıda Kodeksi, Bulaşanlar Yönetmeliği. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

AOAC (2005). Official methods of analysis of the AOAC (18th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

Badu, M., Pedavoah, M.M., Dzaye, I.Y. (2020). Proximate composition, antioxidant properties, mineral content and anti-nutritional composition of *Sesamum indicum*, *Cucumeropsis edulis* and *Cucurbita pepo* seeds grown in the savanna regions of Ghana. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 26(4), 329-339.

<https://doi.org/10.1080/10496475.2020.1747581>

Bamigboye, A.Y., Okafor, A.C. Adepoju, O. T. (2010). Proximate and mineral composition of whole and dehulled Nigerian sesame seed. *African Journal of Food Science and Technology*, 1(3), 71-75.

El-Adawy, T.A., Mansour, E.H. (2000). Nutritional and physicochemical evaluations of tahina (sesame butter) prepared from heat-treated sesame seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 2005-2011.

[https://doi.org/10.1002/1097-0010\(200011\)80:14<2005::AID-JSFA740>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/1097-0010(200011)80:14<2005::AID-JSFA740>3.0.CO;2-J)

FAO/WHO (2001). Food and Agricultural Organization of the United Nations/World Health Organization, Human Vitamins and Minerals Requirements. Report of a joint expert consultation on human vitamins and mineral requirements, Bangkok, Thailand.

FAOSTAT (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Crops and livestock products.

<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

(Erişim tarihi 15.02.2025).

FDA (2023). Daily Value and Percent Daily Value on the Nutrition and Supplement Facts Labels.

<https://www.fda.gov/food/nutrition-facts-label/daily-value-nutrition-and-supplement-facts-labels>

(Erişim tarihi 15.02.2025).

Hahm, T.S., Park, S.J., Lo, Y.M. (2009). Effects of germination on chemical composition and functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. *Bioresource Technology*, 100, 1643-1647.

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.09.034>

Hao, X., Zhou, D., Wang, Y., Shi, F., Jiang, P. (2011). Accumulation of Cu, Zn, Pb, and Cd in edible parts of four commonly grown crops in two contaminated soils. *International Journal of Phytoremediation*, 13(3), 289-301.

<https://doi.org/10.1080/15226514.2010.483260>

Hika, W.A., Atlabachew, M., Amare, M. (2023). Geographical origin discrimination of Ethiopian sesame seeds by elemental analysis and chemometric tools. *Food Chemistry*, 17, 1-7.

<https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100545>

Kurt, C. (2018). Tohum kabuğu renginin susam tohumlarında bulunan demir içeriği düzeyine etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(5), 686-690.

<https://doi.org/10.18016/ksudobil.403601>

Labban, L., Sumainah, G. (2021). The Nutritive and Medicinal Properties of Tahini: A Review. *International Journal of Nutrition Sciences*, 6(4), 172-179.

<https://doi.org/10.30476/ijns.2021.90294.1123>

Mi, S., Wang, Y., Zhang, X., Sang, Y., Wang, X. (2022). Authentication of the geographical origin of sesame seeds based on proximate composition, multi-element and volatile fingerprinting combined with chemometrics. *Food Chemistry*, 397, 1-9.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133779>

NMKL (2007). Nordic-Baltic Committee on Food Analysis Method 186. Trace elements - As, Cd, Hg,Pb and other elements. Determination by ICP-MS after Pressure Digestion.

Nzikou, J.M., Matos, L., Bouanga-Kalou, G., Ndangui, C. B., Pambou-Tobi, N. P. G., Kimbonguila, A. (2009). Chemical composition on the seeds and oil of sesame (*Sesamum indicum* L.) grown in congo-brazzaville. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 1(1), 6-11.

Özcan, M.M., Uslu, N., Dursun, N. (2023). The effect of sesame seed processing steps on bioactive properties, nutraceuticals and mineral contents of sesame seed, sesame paste (tehina) and oils. *Food and Humanity*, 1(1) 710-715.

<https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.07.013>

Roy, B., Pal, A.K., Basu, A.K. (2021). Assessment of genetic divergence of Sesame seeds based on biochemical parameters. *Plant Science Today*, 8(1), 1-8.

<https://doi.org/10.14719/pst.2021.8.1.752>

Saeed, F., Qamar, A., Nadeem, M.T., Ahmed, R.S., Arshad, M.S. Afzaal, M. (2015). Nutritional composition and fatty acid profile of some promising sesame cultivars, *Pakistani Journal of Food Sciences*, 25(2), 98-103.

Samur, G. (2008). Vitaminler, mineraller ve sağlığımız. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 727, Klasmat Matbaacılık, Ankara.

Teboul, N., Gadri, Y., Berkovich, Z., Reifen, R., Peleg, Z. (2020). Genetic architecture underpinning yield components and seed mineral–nutrients in sesame. *Genes*, 11(10), 1221.

<https://doi.org/10.3390/genes11101221>

Thomas, R. (2013). Practical Guide to ICP-MS A Tutorial for Beginners, Boca Raton, FL: CRC Press.

<https://doi.org/10.1201/b14923>

TUİK (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>.(Erişim tarihi 15.02.2025).

Zhang, H., Miao, H., Wei, L., Chun, L., Zhao, R. Wang, C. (2013). Genetic Analysis and QTL Mapping of Seed Coat Color in Sesame (*Sesamum indicum* L.). *Plos One*, 21(8), e63898.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063898>

Gıda kaybı ve israfında güncel durum ve azaltma stratejileri

Merve KİP¹, Mümine Kübra SERÇE SARITAŞ², Beyza KALDIRIM³, Gizem AYTEKİN ŞAHİN¹

Cite this article as:

Kip, M., Serçe Saritaş, M.K., Kaldırım, B., Aytekin Şahin, G.A. (2025). Gıda kaybı ve israfında güncel durum ve azaltma stratejileri. *Food and Health*, 11(2), 186-196. <https://doi.org/10.3153/FH25015>

¹ Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Kayseri, Türkiye

² Kapadokya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Meslek Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Nevşehir, Türkiye

³ Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

M.K. 0000-0001-9524-5796

M.K.S.S. 0000-0002-8814-8506

B.K. 0000-0002-9374-0213

G.A.Ş. 0000-0002-6620-9259

Submitted: 02.11.2024

Revision requested: 23.12.2024

Last revision received: 06.01.2025

Accepted: 07.01.2025

Published online: 22.03.2025

Correspondence:

Mümine Kübra SERÇE SARITAŞ

E-mail: kubra.serce@kapadokya.edu.tr



© 2025 The Author(s)

Available online at
<http://jfh.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Küresel nüfusun 2050 yılına kadar 10 milyarı aşması öngörülmektedir. Bu hızlı büyüme, özellikle gıda kaybı ve israfının artmasıyla birlikte, yeterli gıdanın sağlanması konusundaki endişeleri artırmıştır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO), 2022 yılında dünya genelinde toplam 1,05 milyar ton gıda israf edildiğini ve bunun kişi başı 132 kilograma denk geldiğini belirtmiştir. Kırsal bölgeler başta olmak üzere 2,4 milyar insanın yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya erişimi olmadığı belirtilmektedir. Gıda kaybı ve israfı, şehirleşme, küreselleşme ve değişen tüketim alışkanlıkları gibi çeşitli faktörler nedeniyle gıda tedarik zincirinin her aşamasında meydana gelmektedir. Gıda kaybını ve israfını azaltmak, gıda güvencesizliğini önemli ölçüde azaltabilir ve çevresel sürdürülebilirliği iyileştirebilir. Türkiye’de ve dünyada gıda kaybını ve israfını önlemeye yönelik yürütülen uygulamalar arasında sürdürülebilir gıda sistemleri stratejileri, teknolojik yenilikler ve politika faaliyetleri yer almaktadır. Gıda kaybı ve israfının azaltılması, gıda güvenliğini artırmaya, çevresel etkileri azaltmaya ve küresel sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmaya katkı sağlamaktadır. Bu derlemenin amacı dünyada ve Türkiye’de gıda israfı ve kaybının durumunu ve olası önleme stratejilerini özetlemektir.

Anahtar Kelimeler: Gıda kaybı, Gıda israfı, Gıda israfını azaltma stratejileri

ABSTRACT

Current status and reduction strategies for food loss and waste

The global population is projected to exceed 10 billion by 2050. This rapid growth, especially with the increase in food loss and waste, has raised concerns about providing adequate food. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) stated that a total of 1.05 billion tons of food was wasted worldwide in 2022, equivalent to 132 kilograms per person. It is noted that 2,4 billion people, particularly in rural areas, cannot access adequate, safe, and nutritious food. Food loss and waste manifest at every juncture of the food supply chain due to various factors such as urbanization, globalization, and changing consumption habits. Reducing food loss and waste can significantly reduce food insecurity and improve environmental sustainability. Sustainable food systems strategies, technological innovations, and policy activities are among the practices that prevent food loss and waste in Turkey and worldwide. Reducing food loss and waste enhances food security, reduces environmental impacts, and achieves global sustainable development goals. This review aims to summarize the status of food waste and loss in the world and Turkey and potential prevention strategies.

Keywords: Food loss, Food waste, Food waste reduction strategies

Giriş

Son yıllarda dünya nüfusu önemli ölçüde artmıştır. 2022'de 8 milyar olan nüfusun 2050 yılında 10 milyarın üzerine çıkacağı tahmin edilmektedir (United Nations, 2023). Nüfustaki bu artış ile gıdaya olan talep arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır (Facchini ve ark., 2023). Hızla artan dünya nüfusuna yeterli gıdanın nasıl sağlanacağı konusunda endişeler giderek artmaktadır. Bir yandan gıdaya olan talep artarken bir yandan da gıda kaybı ve israfının artması önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (FAO, 2019).

Tablo 1. 2022 yılında dünya genelinde gıda israfı tahminleri (UNEP, 2024)

Sektör	Küresel Ortalama (Kg/Kişi/Yıl)	2022 Toplamı (Milyon Ton)
Hanehalkı	79	631
Gıda hizmetleri	36	290
Perakende	17	131
Toplam	132	1.052

Tablo 1’de gösterildiği gibi 2022 yılında dünya genelinde perakende, gıda hizmetleri ve hane halkı kapsamında toplam 1,05 milyar ton gıda israf edilmiştir. 2022 yılında israf edilen gıda miktarı kişi başı 132 kilograma denk gelirken bu israfın 79 kilogramı hane halkında gerçekleşmiştir (FAO, 2022a).

Dünyada Gıda Güvenliği ve Beslenmenin Son Durumu (The State of Food Security and Nutrition - SOFI) raporu, açlık karşı karşıya kalan insanların sayısının 2022 yılında, COVID-19 öncesi döneme göre 122 milyon arttığını ortaya koymuştur (FAO, 2023). 2022 yılında, nispeten daha fazla kadın ve kırsal kesimde yaşayanlardan oluşan 2,4 milyar insan, tüm yıl boyunca besleyici, güvenli ve yeterli gıdaya erişememiştir (FAO, 2023). Diğer taraftan 2022 yılında 1,05 milyar ton gıda israf edilmiştir (FAO, 2022a).

Gıda Kaybı ve İsrafıyla İlgili Tanımlar

Gıda atığı “perakendede, restoranlarda ve hanelerin mutfaklarında atık/kayıp olan yiyeceklerin yanı sıra; üretim, depolama, nakliye ve işleme dahil olmak üzere gıda tedarik zinciri boyunca ortaya çıkan gıda kayıpları” olarak tanımlanabilir (Lundqvist ve Molden, 2008). Gıda kaybı ve israfı ise “gıda zinciri boyunca gıdanın miktarında veya kalitesinde azalma”

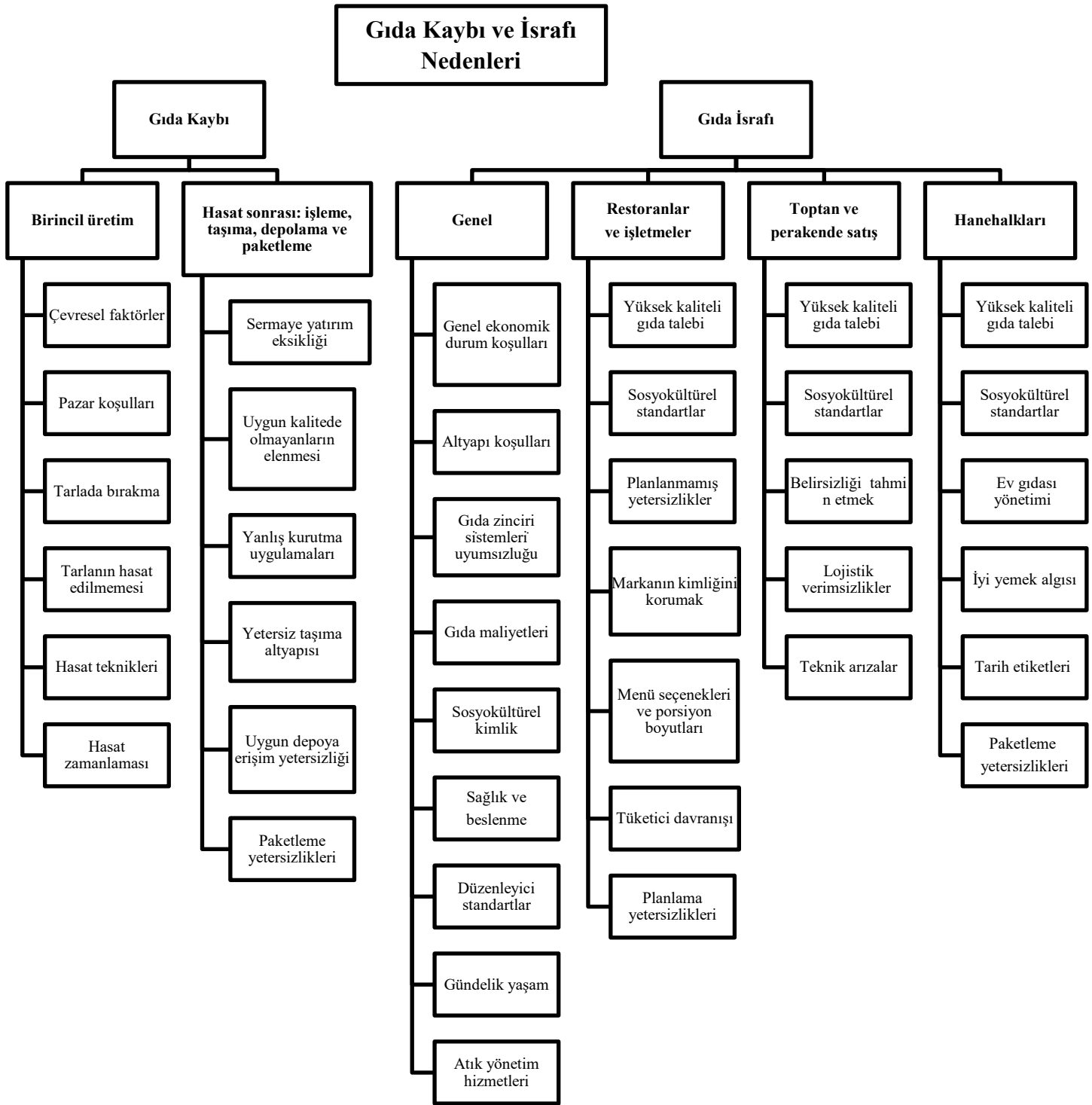
olarak tanımlanmaktadır (FAO, 2019). Ancak “gıda kaybı” ile “gıda israfı” arasında kavramsal olarak fark bulunmaktadır. Gıda kaybı; üretim, hasat sonrası ve işleme sırasında kaybedilen gıda kütlelerini belirtmek için kullanılan bir terimken, gıda israfı genel olarak insan davranışı, perakende satış, gıda hizmetleri ve nihai tüketim aşamaları ile ilgili miktar veya kalitedeki azalmayı ifade etmektedir (FAO, 2022b).

Gıda Kaybı ve İsrafının Nedenleri

Gıda kaybı ve israfının nedenleri, gıda tedarik zinciri boyunca yapılan faaliyetlere bağlı olarak çeşitli ve çok sayıda etmen içermektedir. Küresel, bölgesel ve yerel düzeyde, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, son 25 yılda gıda tedarik zincirleri önemli ölçüde değişmiştir (Reardon ve ark., 2019). Bu değişiklikler, gıda tedarik zincirinin her aşamasında gıda kayıplarını etkilemektedir. Bu sistem genelindeki değişikliklerin arkasında kentleşme, altyapı yatırımları, küreselleşme, gıda endüstrisinde konsolidasyon ve refah gibi faktörler bulunmaktadır. Tüm bunlar gıda erişimini ve tercihleri değiştirmektedir (Howard, 2021; Reardon ve ark., 2019). Şekil 1’de gıda kaybı ve israfının gıda tedarik zinciri boyunca tüm aşamalarda olası nedenleri özetlenmiştir.

Dünya’da ve Ülkemizde Gıda Kaybı ve İsrafının Boyutları

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme - UNEP) tarafından hazırlanan 2021 Gıda İsrafı Endeksi Raporuna göre, gıda israfının %61’i evsel atık olarak israf edilirken, %26’sı hizmet sektöründe, %13’ü ise perakende sektöründe ortaya çıkmaktadır. Dünya genelinde günde toplam 1,13 milyon ton yenilebilir gıda ürünü israf edilmektedir ve ortalama gıda atığı kişi başına günde 178 gram veya yılda 65 kg’dır (UNEP, 2021). Gelişmiş ülkelerdeki tüketiciden kaynaklanan 222 milyon ton gıda israfı, neredeyse Sahra Altı Afrika bölgesinin toplam gıda üretim miktarına (230 milyon ton) eşittir (Cederberg ve Sonesson, 2011). Türkiye’de ise UNEP verilerine göre yılda 7,7 milyon ton gıda israf edilmektedir (UNEP, 2021). Kişi başı yıllık ortalama hane gıda israfı miktarı ise 93 kg’a denk gelmektedir (UNEP, 2021). Ayrıca ülkemizde yıllık yaklaşık 214 milyar türk lirası değerinde gıda israf edildiği de bildirilmiştir (Türkiye İsraf Raporu, 2018).



Şekil 1. Gıda Kaybı ve İsrافی Nedenleri (Reardon ve ark., 2019)

Figure 1. Causes of Food Loss and Waste (Reardon et al., 2019)

Gıda Kaybı ve İsrafının Etkileri

Ekonomik Etkiler

Günümüzde gıda kaybı ve israfı, küresel ekonomiyi olumsuz etkileyen ciddi bir sorundur. Gıda kaybı ve israfının yılda 1 trilyon doların üzerinde ekonomik maliyeti olduğu tahmin edilmektedir (Spang ve ark., 2019). 2022 yılında dünya genelinde toplam 1,05 milyar ton gıda israf edilmiştir. Bu miktar kişi başı 132 kg'a denk gelmektedir (FAO, 2022a). Açlıkla karşı karşıya olan nüfusun en büyük yüzdesine sahip bölge Afrika (%20,4) iken bunu Asya (%8,1), Latin Amerika ve Karayipler (%6,2) ve Okyanusya (%7,3) takip etmektedir (FAO, 2024). 2022'de bölgeler karşılaştırıldığında, sağlıklı beslenmenin maaliyeti Latin Amerika ve Karayipler'de [4,56 satın alma gücü paritesi (PPP) doları] en yüksek iken, bunu Asya (4,20 PPP doları), Afrika (3,74 PPP doları), Kuzey Amerika ve Avrupa (3,57 PPP doları) ve Okyanusya (3,46 PPP doları) takip etmektedir (FAO, 2024).

Besleyici gıdalara ekonomik erişime odaklanan tahminler, dünyadaki insanların üçte birinden fazlasının (yaklaşık 2,8 milyar kişi) 2022 yılında sağlıklı beslenmeye erişemediğini göstermektedir (FAO, 2024). Düşük gelirli ülkelerde nüfusun %71,5'i sağlıklı beslenmeye erişemezken, düşük-orta gelirli ülkelerde bu oran %52,6, üst-orta gelirli ülkelerde %21,5 ve yüksek gelirli ülkelerde %6,3'tür. Bu veriler karşılaştırıldığında sağlıklı beslenmeye erişmekteki eşitsizlikler açıkça görülmektedir. Gıda güvenliğinin sağlanmasındaki eksiklikler ve sağlıklı diyetlere ekonomik erişimdeki eşitsizlik nedeniyle düşük gelirli ülkelerde sağlıklı bir diyete 2022'de 503,2 milyon insan erişememiştir ve bu sayı 2017'den bu yana en yüksek sayı olarak kayıtlara geçmiştir (FAO, 2024). Gıda kaybı ve israfı da sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik boyutu üzerine olumsuz bir etki göstermektedir (Pasarın ve Viinikainen, 2022). Sağlıklı beslenmenin herkes için uygun fiyatlı ve erişilebilir olmasını sağlamak için uluslararası eşitsizlikleri gidermek gerekmektedir.

Sosyal Etki

Gıda kaybı ve israfı önemli bir küresel sorun olarak gıda güvencesizliğine yol açabilmektedir. Gıda güvencesi, tüm insanların her zaman, aktif ve sağlıklı bir yaşam için beslenme ihtiyaçlarını ve gıda tercihlerini karşılayan yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya fiziksel ve ekonomik erişime sahip olması anlamına gelmektedir (FAO, 1996). Her yıl dünyada üretilen gıdaların önemli bir kısmı israf edilirken, birçok insan açlık ve yetersiz beslenme ile mücadele etmek zorunda kalmaktadır (Türkiye İsraf Raporu, 2018). Günümüzde dünya çapında yeterli miktarda gıda üretimi yapılmaktayken 815 milyon in-

san gıda güvencesine erişememektedir (FAO, 2018) ve 3 milyardan fazla insan sağlıklı beslenememektedir. Yaklaşık 690 milyon insan açlıkla mücadele ederken, 2 milyar insan sağlıklı beslenmekte, bu da mikro besin eksikliklerine ve beslenmeyle ilişkili bulaşıcı olmayan hastalıkların yaygınlaşmasına neden olmaktadır (FAO, 2020). 2022 yılında 783 milyon insanın ciddi gıda güvencesizliğiyle karşı karşıya kalmasına rağmen her gün 1 milyondan fazla öğünün israf edildiği rapor edilmiştir (UNEP, 2024). Dahası, 10 yılın sonunda 582 milyon insanın kronik olarak yetersiz besleneceği, bunların yarısından fazlasının ise Afrika'da olacağı tahmin edilmektedir (FAO, 2024). Ayrıca orta veya şiddetli gıda güvencesizliğinin yaygınlığı küresel düzeyde üç yıl üst üste değişmeden kalmıştır (FAO, 2024). 2023'te, küresel nüfusun tahmini %28,9'u (2,33 milyar kişi) orta veya şiddetli gıda güvencesizliği yaşamıştır (FAO, 2024). Afrika'da orta veya şiddetli gıda güvencesizliğinin yaygınlığı (%58,0), küresel ortalamasının neredeyse iki katıdır (FAO, 2024).

Hızla artan dünya nüfusunun sağlıklı beslenmesini sağlamak küresel çapta önemli bir zorluk olarak görülmektedir. Bu bağlamda, 2050 yılında iki milyar daha fazla insanın beslenmesini sağlamak için, küresel gıda üretiminin mevcut seviyeye göre %60 oranında artırılması gerekmektedir (FAO, 2018). Bunlara ek olarak 21. yüzyılda daha sık ve şiddetli aşırı iklim olayları, COVID-19 pandemisi ve savaş gibi faktörler, gıda tedarik zincirini önemli ölçüde etkileyerek temel gıda ürünlerinde fiyat artışlarına yol açmış ve gıda güvencesizliğini artırmıştır (FAO, 2023). Gıda israfının azaltılmasıyla, özellikle düşük gelirli ülkelerde belirgin olan gıda güvencesizliği riskinin azaltılması mümkün olabilir (UNEP, 2021).

Çevresel Etkiler

Gıda kaybı ve israfı sadece gıda güvencesizliğine değil, aynı zamanda biyolojik çeşitlilikte ve su kalitesinde azalma, kıtlık, arazi bozulumu ve sera gazı emisyonlarında artış gibi birçok olumsuz çevresel etkiye de yol açmaktadır (Rajan ve ark., 2018). Küresel gıda israfının etkilerini çevresel bir bakış açısıyla analiz eden raporda gıda israfının mavi su ayak izinin (yani yüzey ve yeraltı suyu kaynaklarının tüketimi) yaklaşık 250 km³ olduğu belirtilmiştir (FAO, 2013). Bu miktar Cenevre Gölü'nün hacminin üç katına denk gelmektedir. Üretilmiş ancak tüketilmemiş olan gıda, yaklaşık 1,4 milyar hektarlık araziye işgal etmektedir (FAO, 2013). Bu alan ise dünyanın tarım arazisi alanının yaklaşık %30'una denk gelmektedir. Asya'da tahıl israfı; yüksek gelirli bölgelerde kırmızı et israfı, Asya, Latin Amerika ve Avrupa'da meyve israfı; sanayileşmiş Asya, Avrupa ve Güney ve Güneydoğu Asya'da sebze israfı karbon ayak izi, mavi su ayak izi ve arazi işgali

sebebi ile çevre için önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır (FAO, 2013). Gıda üretimi, küresel sera gazı emisyonlarının dörtte birinden fazlasını (%26) oluştururken (Mbow ve ark., 2019; Poore ve Nemecek, 2018), gıda kaybı ve israfı küresel sera gazı emisyonlarının %8-10'unu oluşturmaktadır ve biyoçeşitlilik kaybına neden olmaktadır (UNEP, 2024).

Gıda Kaybı ve İsrafını Azaltma Stratejileri

Gıda kaybı ve israfını azaltma stratejileri, gıda zincirinin her aşamasında teknolojik ve operasyonel sistemlerle çözümler getirerek gıda israfını önlemeyi amaçlamaktadır. Yeniden değerlendirilmede dağıtım ve bağışlama ile gıdayı tekrar kullanarak geri kazanmak amaçlanmaktadır. Geri dönüşüm yöntemleri ise hayvanlara yem verme, gıdayı hasat etmeden tarlada bırakma, anaerobik çürütme veya kompostlama seçeneklerini içermektedir (US EPA, 2024). Gıda kaybı ve israfını azaltmada öncelikli yaklaşım, kaynağında önlemektir. Bu sayede üretimden tüketime kadar kullanılan tüm kaynaklar korunmuş olur. Bunun yanında, kullanılabilir durumdaki gıdaların bağışlanarak ihtiyaç sahiplerine ulaştırılması hem israfı önler hem de sosyal dayanışmayı artırır. Yeniden değerlendirme (upcycle) yöntemleri, gıda atıklarını yeni ürünlere dönüştürerek israfı minimuma indirmeyi amaçlar (Wang, Yuan, & Tang, 2021). Örneğin, gıda atıklarının hayvan yemi olarak kullanılması çevresel etkileri azaltırken, hasat edilmeyen ürünlerin toprak verimliliği için değerlendirilmesi doğal döngüye katkı sağlamaktadır (US EPA, 2024).

Gıda israfı tamamen önlenemediğinde, geri dönüşüm ve bertaraf yöntemleri devreye girmektedir. Anaerobik sindirimle biyogaz üretilmesi ve kompost yapılarak toprağın zenginleştirilmesi, israfın çevresel etkilerini azaltır. Ancak, atıkların bertaraf edilmesi sırasında metan salınımı gibi olumsuz etkiler ortaya çıkabilmektedir. Gıda atıklarının depolama alanlarına gönderilmesi veya yakılması, istenmeyen sonuçlara neden olduğundan en son tercih edilmesi gereken yöntemlerdir (US EPA, 2024). Bu stratejiler, belirli bir hiyerarşi içinde sırasıyla bir sonraki aşamadaki gıda israfını ve atığını önlemeye katkı sağlayarak, sürdürülebilir bir gıda sisteminin temelini oluşturmaktadır (Papargyropoulou, Lozano, K. Steinberger, Wright, & Ujang, 2014).

Gıda kaybı ve israfının azaltılması veya yönetilmesi, beslenme ve diyet kalitesini iyileştirirken, insanların sağlıklı gıdaya erişimini artırma potansiyeline de sahiptir. Birleşmiş Milletler, 2030 yılına kadar Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin bir parçası olarak kişi başına düşen küresel gıda israfını perakende ve tüketici seviyelerinde yarıya indirmeyi ve önleme, azaltma, geri dönüşüm ve yeniden kullanım yolu ile atık üretimini yüksek oranda azaltmayı hedeflemektedir

(United Nations, 2015). EAT-Lancet Komisyonu'nun sürdürülebilir gıda sistemleri ve sağlıklı diyetlere yönelik raporu, küresel düzeyde gıda kaybı ve israfının %50 oranında azaltılması durumunda, sağlıklı gıda bulunabilirliğinin önemli ölçüde artabileceğini ve sürdürülebilir gıda üretimiyle çevresel etkilerin azalabileceğini göstermiştir (Steffen ve ark., 2015; Willett ve ark., 2019).

Tüketici Boyutunda Gıda İsrafını Azaltma Yolları

Uzmanlar, özellikle gıda ve yemeklerin satın alma, depolama, hazırlama ve yeniden kullanma aşamalarındaki planlanma ve yönetim eksikliklerinin, tüketici kaynaklı israfın en önemli nedenlerinden olduğunu vurgulamıştır. Tüketici boyutundaki israflar genellikle zaman kısıtlamalarından, atık gıda ile ne yapacağını bilmemekten, depolama ve pişirme konusundaki bilgi eksikliğinden kaynaklanmaktadır (Aschemann-Witzel ve ark., 2015). Gıda israfı ile ilişkili yaklaşık 300 faktörü bir araya getiren Avrupa Birliği (AB, European Union, EU) projesi FUSIONS, gıda israfı konusunda tüketiciyle ilgili üç genel faktör olduğu sonucuna varmıştır. Bunlar; sosyal faktörler (aile çevresi, yaşam tarzı), bireysel davranışlar (gıdalara yönelik algılar, beklentiler) ve tüketicilerin farkındalık, bilgi ve beceri eksikliği şeklinde sıralanmıştır (EU FUSIONS, 2016).

Tüketici seviyesinde israfı azaltmak için etkili stratejiler arasında tüketici bilinçlendirme kampanyaları (Pedersen ve ark., 2015; Pinto ve ark., 2018; Thiagarajah ve Getty, 2013; Whitehair ve ark., 2013), porsiyon boyutlarının küçültülmesi veya tepsisiz yemeklerin uygulanması gibi müdahaleler yer almaktadır (Freedman ve Brochado, 2010; Richardson ve ark., 2021; Thiagarajah ve Getty, 2013). Ayrıca gıda israfını azaltmak için hasar almış ya da kötü görünen meyve ve sebzelerin satışını teşvik eden "Çirkin Meyve Kampanyası" gibi perakende girişimleri başlatılmıştır (Kulikovskaja ve Aschemann-Witzel, 2017; Pedersen ve ark., 2015; Young ve ark., 2017). Hane düzeyinde gıda israfını azaltma yöntemleri arasında ise öğün planlaması, atıkların etkili kullanımı, yiyeceklerin doğru depolanması, aşırı tüketim ve aşırı satın almanın önlenmesi gibi uygulamalar yer almaktadır (Brennan ve Browne, 2021).

Tüketim aşamasında gıda israfını azaltmak için birçok müdahale önerilmiştir. İsraf edilen farklı gıda maddelerinin miktarını bir günlük tutarak kaydetme gibi basit yöntemler ile taze gıda atıklarında ağırlıkça %50'den fazla bir azalmanın mümkün olduğu gösterilmiştir (Leverenz ve ark., 2019). Ayrıca uygun boyutta paket ve tabak kullanmanın, okullara yönelik beslenme kılavuzlarını iyileştirmenin ve bilgilendirme kampanyaları yürütmenin gıda israfını azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir (Reynolds ve ark., 2019). Hollanda'da yürütülen bir restoran içi bilgilendirme kampanyasında restoran alanına

yerleştirilen posterler ile farkındalık yaratılarak tüketiciler daha küçük porsiyon boyutları almaya teşvik edilmiş ve tabakta daha az yiyecek artığı kalması sağlanmıştır (Jagau ve Vyrastekova, 2017). Bunlara ek olarak çevrimiçi ve sosyal medya bilgilendirmelerinin de gıda israfı davranışını azaltmak için geleneksel bilgilendirme kadar etkili olduğu bulunmuştur (Young ve ark., 2017).

İnsan tüketimine uygun olan fazla gıdaların yeniden dağıtılması, gıda israfının azaltılmasına ve dünyanın dört bir yanındaki yoksul insanlar için gıda kıtlığıyla mücadeleye katkıda bulunmaktadır. İngiltere'deki "Fareshare", İtalya'daki "Fondazione Banco Alimentare", Almanya ve İsviçre'deki "Die Tafeln" gibi yardım kuruluşları, üreticiler, imalatçılar, perakendeciler veya gıda hizmetlerinde rol oynayanlar tarafından bağışlanan gıdaları ihtiyacı olan savunmasız insanlara yönlendirmektedir (Lipinski ve ark., 2013).

Gıda atığı azaltma platformları fazla gıdaları bağışlayarak veya ticarileştirerek düşük maliyetli alternatifler sunan kuruluşlar (üreticiler, süpermarketler, restoranlar, gönüllüler, sivil toplum kuruluşları) ile ihtiyaç sahibi insanlar arasında köprü kuran web siteleri ve mobil uygulama platformlarıdır (Maz-zucchelli ve ark., 2021). Bu platformlar, yenilebilir gıdaların organik atıklarını başısa veya ikincil pazarlara yönlendirerek gıda israfıyla mücadele etmenin ötesine geçmektedir. Aynı zamanda gıda güvencesizliğini azaltarak ve sosyal yardımlara aracı olarak sürdürülebilirlik için işbirliği ile sosyal, çevresel ve ekonomik yararlar sunmaktadır (De Almeida Oroski ve Da Silva, 2023).

Gıda İsrafını Azaltmada Politik Stratejiler

Bilgi odaklı müdahaleye ek olarak, gıda israfının azaltılması için mevzuat, ekonomik teşvikler (ödemeler, vergiler ve sübvansiyonlar) ve politika araçları kullanılmalıdır (EU FUSIONS, 2016). Farklı gelir seviyelerine sahip ülkelerin verileri incelenerek, iyi tanımlanmış politik düzenlemelerin evsel gıda atığı üretimi ile mücadelede mali ve ekonomik teşviklerden daha etkili olduğunu belirtilmiştir (Chalak ve ark., 2016).

Kanada, ABD, Japonya, Tayvan, Kore, Tayland, Vietnam ve Çin gibi ülkelerde "Attıkça öde" programları uygulanmaktadır. Bu tür programlar, bu atıkları azaltmak için atıklarla orantılı olarak toplama sırasında tüketicilerden/hanelerden bir ücret tahsil etmektedir (UNEP, 2014).

Japonya'da, 2001 yılında gıda atıklarının azaltılmasını ve geri dönüştürülmesini teşvik eden bir yasa çıkarılmıştır. Bu yasa, gıda atıklarını azaltmayı, gıda atıklarını hayvan yemi ve gübre olarak geri dönüştürmeyi teşvik etmeyi ve enerji geri kazanımı yoluyla yönetmeyi amaçlamaktadır. Bu politikayı izlemek için gıda atıklarıyla ilgili veriler gıda üretimi, toptan

satış, perakende ve gıda hizmetleri kategorilerinde toplanmıştır. 100 tonun üzerinde gıda atığı üreten işletmelerin düzenli olarak gıda atığı miktarını, bunun içinde yem, gübre vb. olarak geri dönüştürülen miktarı da içerecek şekilde rapor etmeleri gerekmektedir. 100 tonun altında gıda atığı üreten işletmeler ise ulusal tahmini tamamlamak amacıyla örnek bir anket uygulanmasına tabi tutulmaktadır (UNEP, 2014).

En etkili kampanyalardan biri, Birleşik Krallık ve Avrupa'daki hükümetler tarafından desteklenen kâr amacı gütmeyen özel bir şirket olan Waste & Resources Action Programme (WRAP) tarafından işletilen İngiliz "Love Food Hate Waste" kampanyasıdır. Tüketicilere atıkları azaltmak için araçlar sağlamak amacıyla WRAP, özel İngiliz perakendecileri, işletmeleri, yerel makamlar ve topluluklar gibi bir dizi ortakla birlikte çalışmaktadır (Priefer ve ark., 2013). Kampanya ile İngiltere'de üretilen yiyecek ve içecek atıklarının 2007 ve 2010 yılları arasında, 1,1 milyon ton azalarak 8,3 milyon tondan 7,2 milyon tona düştüğü ve böylece 137.000 ton gıda israfının önlendiği iddia edilmiştir. Bu azalmanın büyük çoğunluğu önlenebilir atıklarla ilişkilendirilmiştir (Ques- ted ve ark., 2011).

Fransa, gıda israfı ile mücadele yasasını ve Gıda İsrafı Önleme Mevzuatını 2016 yılında yayımlamıştır. Yasa, gıda başıasını teşvik ederek ve satılmayan gıda ürünlerinin imhasını yasaklayarak gıda israfını önlemeyi amaçlamaktadır. İlk olarak perakende sektörüne odaklanarak sektör genelinde gıda israfını sınırlamak amaçlanmış, aynı zamanda bir gıda israfı hiyerarşisi benimseyerek gıda israfının önlenmesi için bir çerçeve oluşturulmuştur. Daha sonra, yasanın kapsamını güçlendirmek ve genişletmek amacıyla toplu yemek şirketleri ve gıda distribütörleri için bir dizi düzen ve yasa ile birlikte birçok başka hüküm kabul edilmiştir. Bu yasayla birlikte 2025'e kadar gıda israfını %50 azaltmak hedeflenmiştir (Zero Waste Europe, 2020).

Gıda kaybı ve israfının azaltılması, sürdürülebilirliği sağlamanın temel bir unsuru olarak öne çıkmaktadır. Bu kapsamda AB Komisyonu, Avrupa Yeşil Mutabakatının bir parçası olarak "Tarladan Sofraya" stratejisini benimsemiştir. Bu strateji, iklim değişikliğine karşı alınacak önleyici tedbirleri içermektedir. Özellikle "son kullanma tarihi" ve "tavsiye edilen tüketim tarihi" gibi tarih işaretlemelerine yönelik yanlış anlama ve kötü kullanım, gıda israfını artıran bir faktördür (European Commission, 2020).

Türkiye’de Gıda İsrafi ve Kaybını Azaltmaya Yönelik Uygulamalar

Türkiye’de ekmeğin israfı önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde günlük 4,9 milyon somun ekmeğin israf edilmektedir. Ekmeğin israfı konusunda toplumsal duyarlılık oluşturulması, israfın üretim ve tüketim aşamalarında önlenmesi, ekmeğin uygun yöntemler ile muhafazasının sağlanması ve tam buğday ekmeğinin tüketiminin yaygınlaştırılması amacıyla 17 Ocak 2013 tarihinde “Ekmeğin İsrafını Önleme Kampanyası” gerçekleştirilmiştir. Kampanya 2014 yılında FAO tarafından dünyada israf konusundaki çalışmalara katkıda bulunan “Örnek Uygulama” olarak gösterilmiştir (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021). Türkiye’de uygulanan diğer stratejiler arasında Sıfır Atık Hareketi ve Gıdanı Korumayı (Sofrana Sahip Çık) Kampanyası yer almaktadır. Sıfır Atık Hareketi, sürdürülebilir üretim ve tüketim alışkanlıklarını teşvik eder ve kaynakların verimli kullanılmasını desteklemektedir. Sıfır atık, israftan kaçınmayı ve atığın önlenmesini, azaltılmasını, yeniden kullanılmasını ve geri dönüştürülmesini savunmaktadır (Sıfır Atık).

Tarım Bakanlığı tarafından gıda kayıpları ve israfiyle mücadele üzerine yürütülen en güncel çalışma 2020 yılında Türkiye genelinde gıda kayıpları ve israfiyle mücadeleyi hedefleyen ve FAO iş birliğinde başlatılan “Gıdanı Korumayı Kampanyası”dır. Bu kampanya ile birlikte “Türkiye’nin Gıda Kayıpları ve İsrafının Önlenmesi, Azaltılması ve Yönetimine İlişkin Ulusal Strateji Belgesi ve Eylem Planı” oluşturulmuş ve kamuoyuna duyurulmuştur. “Gıdanı Korumayı Sofrana Sahip Çık” ve “Sen de Söz Ver Rekor Gelsin!” kampanyaları da Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından gıda kayıpları ve israfiyle mücadelede farkındalık düzeyinin artırılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ulusal düzeyde yürütülen “Söz Ver Rekor Gelsin!” kampanyasında vatandaşlar, yiyecek ve içecekleri ihtiyacı kadar alıp, bilinçli tüketip, israf etmeyeceğine dair metne dijital ortamda söz vermeleri istenmiş ve 790 bin söz ile “Çevresel sürdürülebilirlik konusunda dünyada en çok söz verilen kampanya” rekoru, Guinness nezdinde tescil edilmiştir. Ayrıca söz verenler adına, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmaya katkıda bulunmak üzere fidan dikilmiştir (Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).

Ülkemiz Tarım Bakanlığı ve FAO iş birliği ile hazırlanan “Gıdayı İsraf Etmeden Yaşama Kılavuzunuz” belgesinde yer alan önerilerde gıda israfını azaltabilmek/önleyebilmek için öncelikle durumun önemini bireysel olarak kavramak gerektiği belirtilmektedir. Sonrasında ise bazı öneriler yer almaktadır:

- Bir hafta boyunca gıda israfı günlüğü tutmak,
- Markete gitmeden önce haftalık menünüzü planlamak,
- Yalnızca ihtiyaç duyulan ürünleri satın almak,
- Alışverişe çıkmadan önce buzdolabı, dondurucu ve kileri kontrol etmek,
- Düşünmeden ürün almaktan kaçınmak,
- Açken alışverişe çıkmamak,
- Et, taze meyve ve sebze gibi çabuk bozulan ürünleri toptan satın almak yerine daha az ve sık satın almak,
- Güzel görünmeyen gıdaları da satın almak,
- Yöresel gıda üreticilerini desteklemek,
- Gıda etiketindeki tarihi kontrol etmek,
- “Tavsiye edilen tüketim tarihi (TETT)” ve “son tüketim tarihi (STT)” arasındaki farkı öğrenmek. Pek çok dayanıklı gıda; görünüş, koku ve tat özellikleri kontrol edilerek tavsiye edilen tüketim tarihinden sonra da güvenilir bir şekilde tüketilebilir. Ancak son tüketim tarihi, o ürünü güvenle tüketmenin son tarihini gösterir.
- Gıdaları akıllıca saklamak,
- “İlk giren, ilk çıkar” ilkesine uymak,
- Gıda atıklarının hâlihazırda bölgede nasıl bertaraf edildiğini öğrenmek,
- Dışarda yemek yerken artan yemekleri paket yaptırarak eve götürmek (FAO, 2021).

Sonuç

Gıda kaybı, birincil üretim aşamasında, yani tarlada veya çiftlikte meydana gelen kayıplar, hasat sonrası işleme, taşıma, depolama ve paketleme süreçlerindeki kayıplar ve genel olarak üretim sürecindeki verimsizlikleri kapsamaktadır. Gıda israfı ise restoranlar ve işletmelerde, toptan ve perakende satış noktalarında veya evlerde tüketiciye ulaşan gıdaların çeşitli nedenlerle çöpe atılmasıdır. Gıda üretiminden tüketime kadar her aşamada yaşanan kayıplar, ekonomik, sosyal ve çevresel birçok olumsuz etkiyi beraberinde getirmektedir. Küresel ve ulusal düzeyde bu sorun ciddi boyutlara ulaşmış olup, gıda israfının azaltılması için pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde özellikle toplumsal kampanyalar

önemli farkındalık çalışmalarını oluşturmuştur. Bununla birlikte bu çalışmaların iyi tanımlanmış küresel ve politik stratejileri takip etmesi gerekmektedir. Gıda kaybı ve israfı pek çok faktörü barındırdığı için çözümünün multidisipliner bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir. Bu nedenle gıda israfını azaltmaya yönelik alınacak önlemler ve uygulanacak stratejiler doğrultusunda kapsayıcı ve kesin çözümler için bakanlıklar, sivil toplum kuruluşları, üniversiteler, toplu beslenme sistemlerinde görev alan yönetici ve personeller, çiftçiler, özel sektör temsilcileri, uygulama geliştirici yazılımcılar ile birlikte koordineli olarak çalışılmalıdır.

Artan nüfusun beslenmesinin ve gıda güvencesine erişiminin zorlaşması, iklim değişikliğinin giderek daha fazla hissedilen etkisi ve artan gıda maliyetleri nedeniyle, gıda kaybı ve israfının, gelecek yıllarda en önemli gündem maddelerinden biri haline gelmesi muhtemeldir. Bu nedenle uygulanabilir, etkili ve bütüncül gıda kaybı ve israfını önleme yöntemlerinin toplumsal katılımı ulusal düzeyde gerçekleştirilmesi oldukça önemlidir. Ulusal veya bölgesel düzeyde kampanyalar ve uygulamalar ile desteklenen sürekli gelişen stratejiler, önemli sonuçlar elde etme olasılığını artırmaktadır.

İsraf edilen gıdayı önlemek için, ihtiyaç kadar üretim yapılması ve tüketicilerin yalnızca ihtiyaçları kadar satın alması önemli bir adımdır. İhtiyaç fazlası gıdaların ise bağışlanması, yeniden kullanılması, hayvan yemi olarak değerlendirilmesi ya da hasat edilmeden tarlada bırakılması gibi yöntemler tercih edilmelidir. Bunun yanı sıra, faydalı biyogaz veya biyosolid kullanarak ya da kullanmadan anaerobik çürütme, kompost yapma veya ham gıda atıklarını toprağa uygulama gibi çevre dostu işlemler tercih edilerek gıdaların kanalizasyona veya çöpe atılmasından kaçınılmalıdır. Gıda israfını azaltmak için bireylerin bilinçlendirilmesi de önemlidir; bu kapsamda, bireyler alışveriş listelerini sadeleştirme, tabak artıklarını azaltma ve gıda satın alırken dikkat edilmesi gereken unsurlara özen gösterme gibi konularda bilgilendirilmelidir. İsrafi azaltma amacıyla okullarda, iş yerlerinde, hastanelerde toplumsal düzeyde eğitimler verilmelidir. Ayrıca, teknolojik uygulamalar da gıda israfını azaltmada önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin, akıllı buzdolapları ve gıda takip uygulamaları, son kullanma tarihlerini takip ederek israfı azaltmaya katkı sağlayabilmektedir (UNEP, 2021; Avrupa Komisyonu, 2023). Gıda israfını azaltmaya yönelik mobil uygulamalar ve internet sitelerinin ülkemizde kullanımı yaygınlaştırılmalı ve toplumun kullanımına uygun şekilde yerel uygulamalar geliştirilmelidir. Toplu beslenme hizmeti veren kurumlarda görev alan personeller düzenli aralıklarla israfı azaltma konusunda bilinçlendirilmeli ve atık yönetimi konusunda etkin eğitimler verilmelidir. Ayrıca sıfır atık projeleri yaygınlaştırılarak toplumda farkındalık kazandırılabilir.

Etik Standartlar ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Veri erişilebilirliği: -

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Aschemann-Witzel, J., De Hooge, I., Amani, P., Bech-Larsen, T., & Oostindjer, M. (2015). Consumer-related food waste: Causes and potential for action. *Sustainability*, 7(6), 6457–6477.

<https://doi.org/10.3390/su7066457>

Avrupa Komisyonu (2023). Assessing the economic, social and environmental impacts of food waste reduction targets – a model-based analysis. European Commission.

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2f992667-1953-11ee-806b-01aa75ed71a1/language-en> (Erişim tarihi 20.03.2025)

Brennan, A., & Browne, S. (2021). Food waste and nutrition quality in the context of public health: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5379.

<https://doi.org/10.3390/ijerph18105379>

Cederberg, C., & Sonesson, U. (2011). Global food losses and food waste: extent, causes and prevention; study conducted for the International Congress Save Food! at Interpack 2011, [16-17 May], Düsseldorf, Germany. (J. Gustavsson, Ed.). Presented at the International Congress Save Food!, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Chalak, A., Abou-Daher, C., Chaaban, J., & Abiad, M.G. (2016). The global economic and regulatory determinants of household food waste generation: A cross-country analysis. *Waste Management*, 48, 418–422.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.11.040>

De Almeida Oroski, F., & Da Silva, J.M. (2023). Understanding food waste-reducing platforms: A mini-review.

Waste Management & Research. *The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 41(4), 816–827.

<https://doi.org/10.1177/0734242X221135248>

EU FUSIONS (2016). About FUSIONS. <http://www.eu-fusions.org/index.php/about-fusions> (Erişim tarihi 09.10.2024)

European Commission (2020). Farm to Fork Strategy; For a fair, healthy and environmentally-friendly food system.

https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en#F2F-Publications (Erişim tarihi 09.10.2024)

Facchini, F., Silvestri, B., Digiesi, S., & Lucchese, A. (2023). Agri-food loss and waste management: Win-win strategies for edible discarded fruits and vegetables sustainable reuse. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 83, 103235.

<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103235>

FAO (2013). Food Wastage Footprint. Impacts on Natural Resources; FAO: Rome, Italy. <https://reliefweb.int/report/world/food-wastage-footprint-impacts-natural-resources> (Erişim tarihi 03.09.2024)

FAO (2018). Food loss and waste and the right to adequate food: Making the connection. Food & Agriculture Org.

http://books.google.ie/books?id=DWm1DwAAQBAJ&pg=PR4&dq=978-92-5-130932-2&hl=&cd=2&source=gbs_api.

(Erişim tarihi 09.09.2024)

FAO (2019). Moving forward on food loss and waste reduction. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/11f9288f-dc78-4171-8d02-92235b8d7dc7/content>

(Erişim tarihi 20.03.2025)

FAO (2020). The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO.

<https://doi.org/10.4060/ca9692en>

FAO (2021). Gıdayı İsrâf Etmeden Yaşama Kılavuzunuz. Budapeşte: FAO, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/201423eb-c3c2-4aac-8627-dcd045d370d0/content>

(Erişim tarihi 20.03.2025)

FAO (2022a). Tracking progress on food and agriculture-related SDG indicators 2022. Rome: FAO.

<https://doi.org/10.4060/cc1403en>

FAO (2022b). Voluntary code of conduct for food loss and waste reduction. Rome: FAO.

<https://doi.org/10.4060/cb9433en>

FAO (2023). The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. Rome: FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO.

<https://doi.org/10.4060/cc3017en>

FAO (2024). The State of Food Security and Nutrition in the World 2024. Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition in all its forms. Rome: FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO.

<https://doi.org/10.4060/cd1254en>

Freedman, M.R., & Brochado, C. (2010). Reducing portion size reduces food intake and plate waste. *Obesity*, 18(9), 1864–1866.

<https://doi.org/10.1038/oby.2009.480>

United Nation (2023). World Population Prospects 2022.

<https://www.un.org/development/desa/pd/content/World-Population-Prospects-2022> (Erişim tarihi 09.08.2024)

Gunders, D. (2012). Wasted: How America Is Losing Up to 40 Percent of Its Food from Farm to Fork to Landfill.

<https://www.nrdc.org/sites/default/files/wasted-food-IP.pdf>

(Erişim tarihi 20.03.2025)

Howard, P.H. (2021). Concentration and power in the food system: Who controls what we eat? (Vol. 3). Bloomsbury Publishing.

<https://doi.org/10.5040/9781350183100>

Jagau, H.L., & Vyrastekova, J. (2017). Behavioral approach to food waste: an experiment. *British Food Journal*, 119(4), 882–894.

<https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2016-0213>

Kulikovskaja, V., & Aschemann-Witzel, J. (2017). Food waste avoidance actions in food retailing: the case of Denmark. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 29(4), 328–345.

<https://doi.org/10.1080/08974438.2017.1350244>

Leverenz, D., Moussawel, S., Maurer, C., Hafner, G., Schneider, F., Schmidt, T., & Kranert, M. (2019). Quantifying

the prevention potential of avoidable food waste in households using a self-reporting approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 150, 104417.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104417>

Lipinski, B., Hanson, C., Waite, R., Searchinger, T., & Lomax, J. (2013). Reducing food loss and waste. http://pdf.wri.org/reducing_food_loss_and_waste.pdf (Erişim tarihi 20.03.2025)

Lundqvist, J.C., & Molden, D. (2008). Saving Water: From Field to Fork – Curbing Losses and Wastage in the Food Chain. (SIWI Policy Brief). <https://siwi.org/publications/saving-water-from-field-to-fork-curbing-losses-and-wastage-in-the-food-chain/> (Erişim tarihi 08.08.2024)

Mazzucchelli, A., Gurioli, M., Graziano, D., Quacquarelli, B., & Aouina-Mejri, C. (2021). How to fight against food waste in the digital era: Key factors for a successful food sharing platform. *Journal of Business Research*, 124, 47–58. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.11.055>

Mbow, C., Rosenzweig, C., Barioni, L.G., Benton, T.G., Herrero, M., Krishnapilla, M., Liwenga, E., Pradhan, P., Rivera-Ferre, M.G., Sapkota, T., Tubiello, F.N., & Xu, Y. (2019). Chapter 5 “Food Security”. In N. Benkeblia, A. Challino, A. Khan, & J.R. Porter (Eds.), *Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* (pp. 439-550). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.007>

Papargyropoulou, E., Lozano, R.K., Steinberger, J., Wright, N., & Ujang, Z.B. (2014). The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. *Journal of Cleaner Production*, 76, 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.020>

Pasarın, V. & Viinikainen, T. (2022). Gıda kaybı ve israfının önlenmesi ve azaltılması için elverişli bir yasal ortam oluşturulması. Yasal özet 9. Roma, FAO. <https://openknowledge.fao.org/items/7d3baddf-8ad8-4219-8a9d-68b305c42948> (Erişim tarihi 20.03.2025)

Pedersen, K.B., Land, B., & Kjærgård, B. (2015). Duality of health promotion and sustainable development: Perspectives on food waste reduction strategies. *Journal of Transdisciplinary Environmental Studies*, 14(2), 5–18.

Pinto, R.S., dos Santos Pinto, R.M., Melo, F.F.S., Campos, S.S., & Cordovil, C.M.-S. (2018). A simple awareness campaign to promote food waste reduction in a University canteen. *Waste Management*, 76, 28–38.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.02.044>

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992.

<https://doi.org/10.1126/science.aag0216>

Priefer, C., Bräutigam, K.-R., & Jörissen, J. (2013). Technology options for feeding 10 billion people options for cutting food waste: summary. Brussels: European Parliament. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2013/513515/IPOL_JOIN_ET%282013%29513515%28SUM01%29_EN.pdf (Erişim tarihi 20.03.2025)

Quested, T. E., Parry, A. D., Easteal, S., & Swannell, R. (2011). Food and drink waste from households in the UK. *Nutrition Bulletin*, 36(4), 460–467.

<https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2011.01924.x>

Rajan, J., Fredeen, A.L., Booth, A.L., & Watson, M. (2018). Measuring food waste and creating diversion opportunities at Canada’s Green University TM. *Journal of Hunger & Environmental Nutrition*, 13(4), 573–586.

<https://doi.org/10.1080/19320248.2017.1374900>

Reardon, T., Echeverria, R., Berdegué, J., Minten, B., Liverpool-Tasie, S., Tschirley, D., & Zilberman, D. (2019). Rapid transformation of food systems in developing regions: Highlighting the role of agricultural research & innovations. *Agricultural Systems*, 172, 47–59.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.022>

Reynolds, C., Goucher, L., Quested, T., Bromley, S., Gillick, S., Wells, V.K., ... Jackson, P. (2019). Review: Consumption-stage food waste reduction interventions – What works and how to design better interventions. *Food Policy*, 83, 7–27.

<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2019.01.009>

Richardson, R., Prescott, M. P., & Ellison, B. (2021). Impact of plate shape and size on individual food waste in a university dining hall. *Resources, Conservation and Recycling*, 168, 105293.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105293>

- Sıfır Atık.** Sıfır Atık Nedir? <https://sifiratik.gov.tr/sifir-atik/sifir-atik-nedir> (Erişim tarihi 22.08.2024)
- Spang, E.S., Moreno, L.C., Pace, S.A., Achmon, Y., Donis-Gonzalez, I., Gosliner, W.A., ... Tomich, T.P. (2019).** Food Loss and waste: Measurement, drivers, and solutions. *Annual Review of Environment and Resources*, 44(1), 117–156. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033228>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M., ... Sörlin, S. (2015).** Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Tatlıdil, F.F., Dellal, I., & Bayramoğlu, Z. (2013).** Food Losses and Waste in Turkey: Country Report. Rome, Italy: FAO. <https://www.fao.org/documents/card/en?details=274dfc13-7c02-428c-9ae7-e81724dfbfc> (Erişim tarihi 20.07.2024)
- Thiagarajah, K., & Getty, V.M. (2013).** Impact on plate waste of switching from a tray to a trayless delivery system in a university dining hall and employee response to the switch. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(1), 141–145. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.07.004>
- Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, (2021).** Sürdürülebilir Gıda Sistemleri Ülke Raporu Türkiye, <https://www.tarimorman.gov.tr/ABDGM/Belgeler> (Erişim tarihi 22.07.2024)
- Türkiye İsrar Raporu (2018).** Ankara: Tüketicinin Korunması ve Piyasa Gözetimi Genel Müdürlüğü. <https://tuke-tici.ticaret.gov.tr/data/5e6b33e913b876e4200a0101/Turkiye-Israf-Raporu-2018.pdf> (Erişim tarihi 20.03.2025)
- United Nations (2015).** Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://sdgs.un.org/2030agenda> (Erişim tarihi 20.07.2024)
- United Nations Environment Programme (2014).** Prevention and Reduction of Food and Drink Waste in Businesses and Households: Guidance for Governments, Local Authorities, Businesses and Other Organisations. Version 1.0. <https://wedocs.unep.org/xmlui/handle/20.500.11822/25194> (Erişim tarihi 01.07.2024)
- United Nations Environment Programme (2021).** Food Waste Index Report 2021. Nairobi. https://tugip.org.tr/upload/PostFiles/211/5_FoodWasteIndex_Report2021c9082.pdf (Erişim tarihi 28.06.2024)
- United Nations Environment Programme. (2024).** Food Waste Index Report 2024. Think Eat Save: Tracking Progress to Halve Global Food Waste. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/45230>. (Erişim tarihi 02.01.2025)
- US EPA (2024).** Wasted Food Scale [Overviews and Factsheets]. from <https://www.epa.gov/sustainable-management-food/wasted-food-scale> (Erişim tarihi 28.06.2024)
- Wang, Y., Yuan, Z., & Tang, Y. (2021).** Enhancing food security and environmental sustainability: A critical review of food loss and waste management. *Resources, Environment and Sustainability*, 4, 100023. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100023>
- Whitehair, K.J., Shanklin, C.W., & Brannon, L.A. (2013).** Written messages improve edible food waste behaviors in a university dining facility. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(1), 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.09.015>
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., ... Wood, A. (2019).** Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- Young, W., Russell, S.V., Robinson, C.A., & Barkemeyer, R. (2017).** Can social media be a tool for reducing consumers' food waste? A behaviour change experiment by a UK retailer. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 195–203. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.10.016>
- Zero Waste Europe (2020).** France's law for fighting food waste. <https://zerowasteurope.eu/library/france-law-for-fighting-food-waste/> (Erişim tarihi 21.07.2024)

Isıl işlemlerin sütün besin değeri üzerindeki etkileri

Sena Nur KUMRAL¹, Semra NAVRUZ VARLI²

Cite this article as:

Kumral, S.N., Navruz Varlı, S. (2025). Isıl işlemlerin sütün besin değeri üzerindeki etkileri. *Food and Health*, 11(2), 197-207. <https://doi.org/10.3153/FH25016>

¹ Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı, Ankara, Türkiye

² Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

S.N.K. 0009-0005-6020-6179

S.N.V. 0000-0002-0698-6021

Submitted: 04.11.2024

Revision requested: 10.03.2025

Last revision received: 15.03.2025

Accepted: 16.03.2025

Published online: 23.03.2025

Correspondence:

Sena Nur KUMRAL

E-mail: senanurkumral@gmail.com



© 2025 The Author(s)

Available online at
<http://jfh.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Süt, birçok elzem besin ögesini içeren, büyüme ve gelişmede önemli yeri olan bir besindir. Çiğ haldeki süt birçok patojen mikroorganizma barındırabilmekte ve ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Sütü biyolojik risklerden korumak ve raf ömrünü uzatmak için sterilizasyon ve pastörizasyon gibi ısı işlemlerin uygulanması gereklidir. Bu işlemler uygulanan sıcaklık-süre koşullarına bağlı olarak sütün fizikokimyasal, fonksiyonel özellikleri ve besin değerini etkilemektedir. Isıl işlemlerin besin değeri üzerine etkisi genellikle protein ve suda çözünen vitaminler ile ilişkilidir. Isıl işlem sonucunda sütte çözünebilir kalsiyum miktarının azaldığı ve kalsiyum fosfat çökeltili oluştuğu; selenyum ve çinko gibi antioksidan mineraller üzerinde ise önemli bir değişiklik görülmediği bildirilmektedir. Son yıllarda mikrodalga, ultrasonikasyon, termosonikasyon gibi işlemler geleneksel olarak süte uygulanan ısı işlemlere alternatif olarak gösterilmekle birlikte bu işlemlerin sütün besin değeri üzerindeki etkileri kapsamlı olarak araştırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Süt, Pastörizasyon, Sterilizasyon, Besin değeri

ABSTRACT

Effects of heat treatments on the nutritional value of milk

Milk is a food that contains many essential nutrients and has an important role in growth and development. Raw milk can harbor many pathogenic microorganisms and cause serious health problems. Heat treatments such as sterilization and pasteurization are necessary to protect milk from biological risks and extend its shelf life. These processes affect the physicochemical, functional properties and nutritional value of milk depending on the temperature and time conditions applied. The effect of heat treatment on nutritional value is generally associated with protein and water-soluble vitamins. It is reported that the amount of soluble calcium in milk decreases and calcium phosphate precipitate is formed as a result of heat treatment, while there is no significant change in antioxidant minerals such as selenium and zinc. In recent years, processes such as microwave, ultrasonication and termosonication have been shown as alternatives to the traditional heat treatment of milk, but the effects of these processes on the nutritional value of milk should be extensively investigated.

Keywords: Milk, Pasteurization, Sterilization, Nutritional value

Giriş

Süt; protein, kalsiyum, fosfor, magnezyum ve riboflavin başta olmak üzere B grubu vitaminleri, A vitamini gibi önemli besin öğelerinin çoğunu içermektedir (Bezie, 2019). Sağlık üzerinde birçok yararlı etkileri ile bilinen süt, küresel olarak yaygın bir şekilde tüketilmektedir (Baysal, 2017). Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre 2022 yılında kişi başına süt tedarik miktarının (tereyağı hariç) dünyada 82.7 kg, Avrupa'da 199.5 kg ve Türkiye'de 193.4 kg olduğu belirtilmektedir (FAO, 2022). Süt; krema, tereyağı, yoğurt, kefir ve peynir gibi birçok besinin üretiminde temel besin olarak kullanılmaktadır (Bezie, 2019). Tüketim için mevcut olan süt ve süt ürünlerinin çoğu, küresel süt üretiminin %81'ini oluşturan inek sütünden elde edilmektedir (The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)-FAO, 2022). İnek sütünün besin ögesi içeriği; mevsim, hayvanın cinsi, beslenme şekilleri gibi faktörlere göre değişmekle birlikte genel olarak %87.3'ü su, %5'i karbonhidrat, %3.5'i yağ, %3.4'ü protein ve %0.7'si küldür (Baysal, 2017).

Süt, içeriğindeki besleyici öğeler nedeniyle bozulmaya ve gıda kaynaklı hastalıklara yol açabilecek mikroorganizmaların büyümesi için elverişli bir besindir (Melini ve ark., 2017). Sütün, tüketim açısından güvenli hale getirilmesi için ısıtma işlemi uygulanması gereklidir (Melini ve ark., 2017). Ancak son yıllarda çiğ süt tüketiminin daha sağlıklı olduğuna dair yaygın bir inanç ortaya çıkmıştır (Melini ve ark., 2017; Alegbeleye ve ark., 2018). Ülkemizde de durum çok farklı değildir (Konar ve ark., 2014). Türkiye'de açık süt veya sokak sütü olarak adlandırılan sütler, herhangi bir ısıtma işlemi ya da muhafaza tekniği uygulanmadan çiğ halde satılmaya devam etmektedir (Konar ve ark., 2014). Kentsel nüfusun %23.6'sının sokak sütünü, "organik", "saf" ve "doğal" olarak algılaması ve paketlenmiş/işlenmiş sütlere güvenmemesi nedeniyle tercih ettiği belirtilmektedir (Konar ve ark., 2014). Çiğ sütün güvenli ve daha sağlıklı bir alternatif olduğuna inanılmasının aksine çiğ sütler *Salmonella*, *E.coli*, *Listeria*, *Campylobacter*, *Brucella*, *Cryptosporidium* gibi patojen bakterileri taşıyabilmesi nedeniyle ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir (Food and Drug Administration, 2019; Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2024). Temiz olmayan süt ile insanlara geçebilen başlıca hastalıklar arasında tüberküloz, stafilokokus enfeksiyon ve entoksikasyonları, streptokok enfeksiyonları, kuduz ve bruselloz bulunmaktadır (Baysal, 2017). İnek sütündeki *Brucella* türlerinin prevalansı, diğer ülkelere kıyasla, %81.7 oranla en yüksek Türkiye'de bulunmuştur (Arasoğlu ve ark., 2013; Islam ve ark., 2023). Türkiye'de brusellozlu 1028 hasta ile yapılan çalışmada, hastaların %63.6'sının pastörize edilmemiş süt veya süt ürünleri tüket-

tiği ortaya konmuştur (Buzgan ve ark., 2010). Amerika Birleşik Devletleri'nde 1998-2018 yılları arasında çiğ süt tüketimi ile bağlantılı olan 202 salgın ve 2645 hastalığın ortaya çıktığı bildirilmektedir (Koski ve ark., 2022). Ciddi hastalıklara yakalanma açısından 5 yaş altı çocuklar, 65 yaş üstü bireyler, hamileler ve bağışıklık sistemi zayıf olan kişiler gibi bazı grupların daha yüksek risk altında olduğu belirtilmektedir (CDC, 2024). Buna rağmen çiğ sütün özellikle yüksek riskli gruplardaki bireyler ve belirli beslenme alışkanlıkları olan kişiler tarafından tüketildiği belirtilmektedir (Melini ve ark., 2017).

Bu derlemenin amacı ısıtma işlemlerinin sütün besin değeri üzerindeki etkilerini görmek ve süte gerçekten zarar verip vermediği konusunda tüketicilere açıklık sağlamaktır. Çiğ süt tüketiminin yol açabileceği sorunlar nedeniyle bu konunun halk sağlığı açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Süte Uygulanan Isıl İşlemler

Sütün; su içeriğinin yüksek olması, nötr pH'a sahip olması ve kimyasal bileşimi, patojenler de dahil olmak üzere çeşitli mikroorganizmaların gelişmesi için uygun bir ortam oluşturmaktadır (Kilic-Akyılmaz ve ark., 2022). Bununla birlikte sütün depolanması sırasında istenmeyen değişikliklerin başlamasına katkıda bulunan enzimler de süte bulunmaktadır (Melini ve ark., 2017). Bu nedenle sütler; mikrobiyal güvenliği ve stabiliteyi sağlamak, enzimleri etkisiz hale getirmek ve raf ömrünü uzatmak için ısıtma işlemi tabii tutulur (Melini ve ark., 2017; Kilic-Akyılmaz ve ark., 2022). Süte uygulanan ısıtma işlemleri Şekil 1'de özetlenmiştir (TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 2012; Gürsel, 2013; Koçak, 2013; Şen, 2017; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019). Süte temel olarak pastörizasyon ve sterilizasyon olmak üzere iki farklı ısıtma işlemi uygulanır (Gürsel, 2013; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019). Termizasyon, pastörizasyonun işlem basamakları altında değerlendirilebilecek süttten peynir yapımında kullanılan bir ısıtma işlemi türüdür (Koçak, 2013). Yoğurt üretiminde ise 90-95°C'de 3-5 dakika süre ile kısmi pastörizasyon uygulanmaktadır (Coolbear ve ark., 2022). Süte uygulanan diğer bir ısıtma işlemi ise kaynatmadır (Asadullah ve ark., 2010).

Süte uygulanacak ısıtma işlemleri, işletmenin büyüklüğüne, sahip oldukları pastörizatör ve/veya sterilizatörlerin türü ve kapasitesine göre değişebilmektedir (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü, 2019). "Günlük süt" olarak kabul edilen pastörize sütler, taşıma dahil soğuk zincire ihtiyaç duymakta ve bu sütlerin üretimden sonra kısa süre içerisinde tüketilmesi gerekmektedir (Gürsel,

2013; Şen, 2017). Sterilize sütler ise oda sıcaklığında depolanabilir niteliktedir ve uzun raf ömrüne sahiptir (Gürsel, 2013; Şen, 2017). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2023 yılı verilerine göre Türkiye’de üretilen sütlerin çoğunluğunu

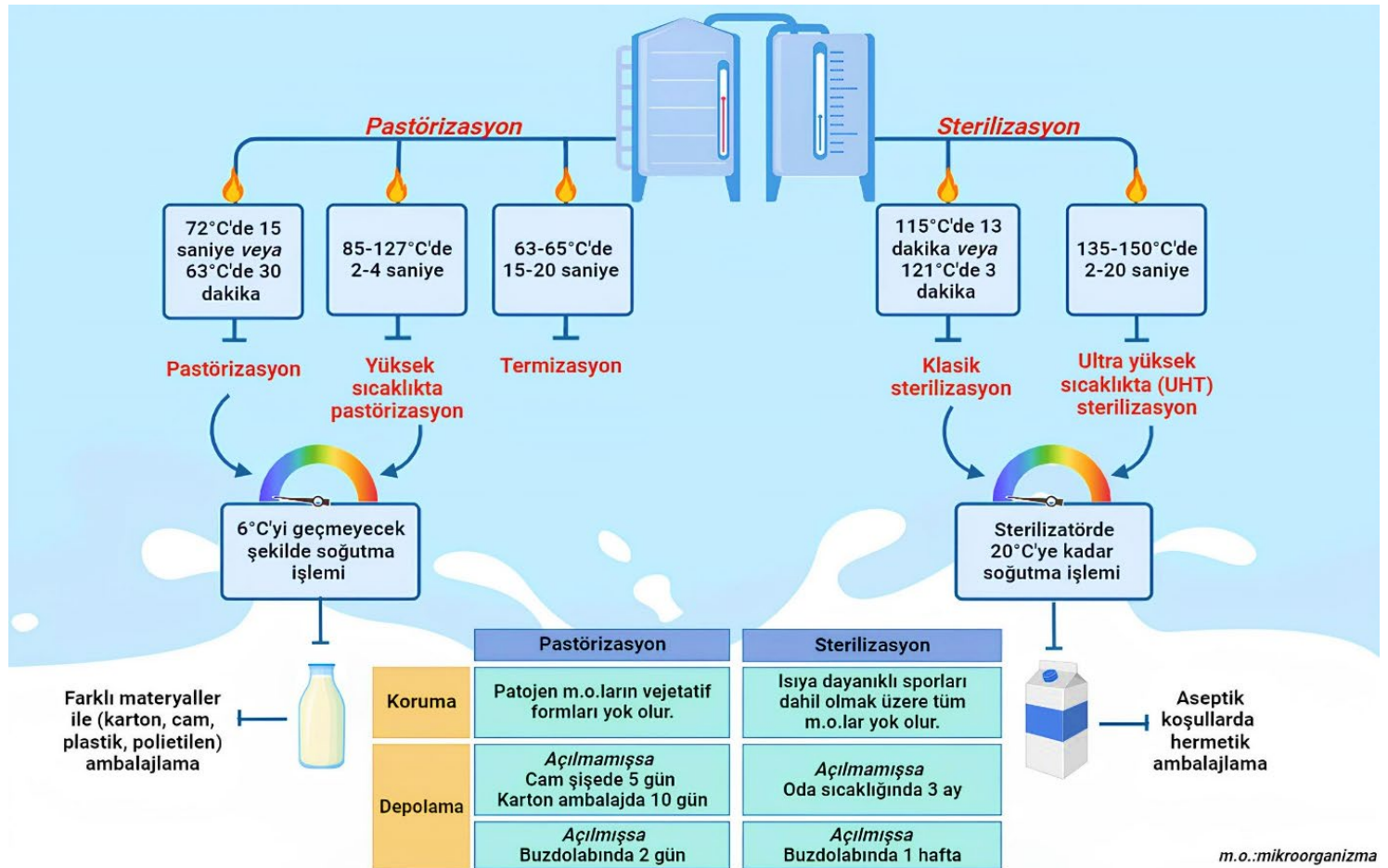
(%91.7) UHT (ultra high temperature) sütler oluşturmaktadır (Tablo 1) (TÜİK, 2023).

Tablo 1. TÜİK verilerine göre 2023 yılında Türkiye’de üretilen süt miktarı

Table 1. The amount of milk produced in Türkiye in 2023 according to TÜİK data

Yıllık süt üretimi (ton)	Yağsız	Yarım yağlı	Tam yağlı	Toplam	%
Pastörize süt	-	1623	124 822	126 445	8.3
UHT süt	39 454	597 633	760 318	1 397 405	91.7
Toplam	39 454	599 256	885 140	1 523 850	100

UHT: Ultra yüksek sıcaklık



Şekil 1. Süte uygulanan ısı işlemler

Figure 1. Heat treatments applied to milk

Tüketim açısından bakıldığında ise Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA) 2017 verilerine göre 15 yaş ve üzeri bireylerin %84.7'sinin pastörize sütü, %66.5'inin UHT sütü, %57.5'inin açık sütü hiç tüketmediği görülmektedir (Tablo 2) (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019). Bununla birlikte UHT ve açık sütlerin tercih edilme sıklığının daha fazla olduğu görülmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019).

Isıl İşlemlerin Sütün Besin Değeri Üzerine Etkileri

Isıl işlemler sağladığı yararların yanı sıra sütün besin değerini, fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini (pH, viskozite, çözünürlük, su ve yağ bağlama kapasitesi, ısı stabilitesi gibi) etkileyebilmektedir (Mejares ve ark., 2023). Isıl işlemlerin besinler üzerindeki olumsuz etkilerinin büyük kısmı, işlemin sıcaklığının yüksekliğine ve nem, basınç, kesme kuvveti gibi çevre koşullarına bağlı gerçekleşmektedir (Borad ve ark., 2017).

Süt Proteinleri Üzerine Etkileri

Süt, besin değeri yüksek, fonksiyonel ve fizyolojik aktiviteye sahip olan çeşitli ve yüksek kaliteli proteinlerin temel kaynaklarından biridir (Davoodi ve ark., 2016). Süt proteinlerinin yaklaşık %80'i whey proteinlerinden (α -laktalbumin, β -laktoglobulin, serum albumin); %20-25'i kazein proteinlerinden (α_{s1} , α_{s2} , β , γ , κ) oluşmaktadır (Davoodi ve ark., 2016; Lajnaf ve ark., 2022). Isıl işlem uygulaması sonucunda proteinler, beslenme açısından önemli olan denatürasyon, glikasyon, β -eliminasyon reaksiyonları, rasemizasyon, izo-peptit bağları oluşumu gibi çeşitli kimyasal ve fiziksel değişikliklere uğramaktadır (Borad ve ark., 2017). Bu durumda süt proteinleri midedeki asidik ortamda daha ince bir pıhtı oluşturarak sindirim enzimleri tarafından kolay parçalanabilir hale gelmekte ve proteinlerin biyoyararlanımı artmaktadır (Gürsel, 2013). Bununla birlikte ısı işlem sonucunda bazı amino-

asitler, örneğin lizin ve dehidroalanin, reaksiyona girerek değişikliğe uğramakta, bu durum proteinin sindirilebilirliğini ve biyoyararlanımını azaltmaktadır (Borad ve ark., 2017). Süt proteinlerinin termal denatürasyona duyarlılık düzeyleri: immünoglobulinler > serum albumin > β -laktoglobulin > α -laktalbumin > kazein şeklindedir ve denatürasyon sıcaklıklarının 62-78°C arasında değiştiği bilinmektedir (Borad ve ark., 2017). Denatürasyon oranı pastörizasyonda %5-15, klasik sterilizasyonda %80-100, UHT sterilizasyonda ise %50-90 arasında değişmektedir (Gürsel, 2013). Bir çalışmada, yarım litre taze inek sütüne farklı süre (1.deney: 10, 20 ve 30 dakika; 2.deney: 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dakika) ve sıcaklıklarda (1.deney: 65, 75, 85, 95 ve 100°C; 2.deney: 75, 85 ve 95°C) ısı işlem uygulaması sonrasında, 95°C'de 10 dakika uygulanan ısı işlemle neredeyse tüm whey proteinlerinin denatüre olduğu; pastörizasyon sıcaklığı ve süresi arttıkça bütün protein fraksiyonlarında (α -kazein, β -kazein, κ -kazein, β -laktoglobulin and α -laktoalbumin) denatürasyon derecesinin önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (Çurlej ve ark., 2022). Başka bir çalışmada, çiğ, pastörize ve 100°C'de 1 dakika kaynatılan inek sütü örnekleri karşılaştırıldığında, toplam protein düzeyinin kaynatma ile önemli düzeyde değişmediği; pastörizasyon ile %14 oranında azaldığı gösterilmiştir (Gürel-Gökmen ve ark., 2022). Aynı işlemler keçi sütüne uygulandığında kaynatma ve pastörizasyon sonrası toplam protein miktarı önemli düzeyde azalmıştır (Gürel-Gökmen ve ark., 2022). Çiğ, pastörize (75°C'de 15 saniye) ve UHT (140°C'de 3 saniye) sütlerin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise, pastörize ve UHT sütlerin protein içeriği çiğ süte benzer bulunmuştur (Pestana ve ark., 2015). Süt proteinlerinin miktarı ve denatürasyon oranının, ısı işlemin sıcaklık derecesi ve süresine göre değiştiği görülmektedir. Kısa süreli ısı işlem uygulamasının yüksek sıcaklıklarda bile süt proteinlerinin miktarını önemli düzeyde değiştirmediği görülmektedir. Isıl işlem ile proteinlerin sindirilebilirliği ve biyoyararlanımının arttığı söylenebilir ancak bazı aminoasitlerin değişime uğradıkları da göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 2. TBSA 2017 verilerine göre 15 yaş ve üzeri bireylerin süt tüketim yüzdeleri

Table 2. Milk consumption percentages of individuals aged 15 and over, according to TBSA 2017 data

	Hiç	Ayda 1' den az	Ayda 1-3	Haftada 1	Haftada 2-3	Haftada 4-5	Haftada 6-7	Bilmiyor/ yanıtsız
Pastörize süt	84.7	2.1	2.9	3.1	3.6	1.0	2.0	0.5
UHT süt	66.5	4.3	6.7	6.9	7.8	2.4	4.8	0.6
Açık süt	57.5	5.6	10.3	11.5	9.0	2.0	3.7	0.4
Şekerli/kakaolu/meyveli süt	79.9	4.4	4.1	3.9	3.9	1.1	2.2	0.5

UHT: Ultra yüksek sıcaklık

Süt Karbonhidratı Üzerine Etkileri

Sütün temel karbonhidratı- “süt şekeri” olarak da bilinen oldukça stabil bir bileşen olan laktoz olmakla birlikte oligosakaritler, düşük miktarda galaktoz ve glikoz da süt bileşiminde yer almaktadır (Crisà, 2013). Laktoz, süte uygulanan ısı işlem derecesi 93.5°C’yi geçtiğinde etkilenecek α -laktoz formundan β -laktoz formuna dönüşmekte ve sıcaklık arttıkça laktozun çözünme yeteneğinin de arttığı belirtilmektedir (Ye-tişemiyen ve Eren, 2009). Çiğ, pastörize ve 100°C’de 1 dakika kaynatılan inek ve keçi sütü örneklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, laktoz miktarının kaynatma ile önemli düzeyde değişmediği; pastörizasyonda ise, hem inek hem keçi sütünün laktoz miktarının önemli düzeyde azaldığı (keçi sütünde %20, inek sütünde %13 azalma) gösterilmiştir (Gürel-Gökmen ve ark., 2022).

Yüksek sıcaklıklarda ($\geq 100^\circ\text{C}$) sütteki laktoz, proteinlerin amino asitleri ile etkileşime girerek tat ve renk (kahverengileşme olayı) üzerinde etkili olan Maillard reaksiyonuna neden olmaktadır (Deeth, 2021). Bu reaksiyon esansiyel amino asitlerin (lizin ve arjinin gibi) kaybına neden olarak sütün besin değerini azaltmaktadır (Siddique ve ark., 2010). Farklı sıcaklıklarda (135, 138, 141 ve 144°C) UHT işlem görmüş sütlerle yapılan bir çalışmada, laktoz miktarının depolama (en fazla kayıp 40°C’de 90.günde) ve Maillard reaksiyonuna bağlı olarak azaldığı ve laktoz kaybının en fazla 144°C’de olduğu bulunmuştur (Siddique ve ark., 2010).

Maillard reaksiyonu, furozin, akrilamid, karboksimetillizin ve 5-hidroksimetilfurfural (5-HMF) gibi toksik bileşenlerin yanı sıra Strecker aldehitleri, sülfürik asit, nitrojen içeren bileşikler, maltol ve diasetil gibi çeşitli uçucu bileşiklerin açığa çıkmasına neden olmaktadır (Borad ve ark., 2016; Jo ve ark., 2018). Çiğ inek sütüne 75, 90, 105, 120 ve 135 °C sıcaklıkta 5, 15 ve 30 saniye ısı işlemin uygulandığı bir çalışmada furozin, 5-HMF ve laktuloz içeriklerinin, artan ısı işlem sıcaklığı ve süresi ile önemli düzeyde arttığı gösterilmiştir (Zhang ve ark., 2021). Isıl işlem sıcaklığı 105°C’den yüksek olduğunda laktuloz, furozin ve floresan maddelerin (sütün ısı işlem derecesini yansıtabilen maddeler), 120 °C’de işlenen numunelerde ise 5-HMF içeriğinin önemli düzeyde arttığı saptanmıştır. Ayrıca ısı işlemin derecesi arttıkça uçucu bileşiklerin türü ve içeriği, süt proteininin glikasyon derecesi ve bağlanma bölgeleri değişmiştir (Zhang ve ark., 2021).

Isıl işlemin, sütün laktoz içeriğinde olumsuz herhangi bir değişime neden olmadığı belirtilmektedir (Gürsel, 2013). Ancak 100°C ve üzerindeki sıcaklıklarda gerçekleşen Maillard reaksiyonu ile laktoz miktarında kayıp olduğu ve toksik bileşenlerin açığa çıktığı unutulmamalıdır.

Süt Yağı Üzerine Etkileri

Süt bileşiminde fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklere sahip dört yüzden fazla, çeşitli yağ asidi bulunmaktadır (Djordjevic ve ark., 2019). Ağırlıklı olarak doymuş yağ asitlerinin yanı sıra palmitik ve oleik asit gibi doymamış yağ asitlerini de içeren süt yağı, kimyasal yapısı nedeniyle -40°C ile 40°C arasında değişen bir erime noktası aralığına sahiptir (Baysal, 2017; Büyükbeşe ve ark., 2014). Süt yağının içeriği ve bileşimi; süt ve süt ürünlerinin besin kalitesi, işlenebilirliği, tadı ve aroması üzerinde de yüksek oranda etkilidir (Djordjevic ve ark., 2019). Yüksek sıcaklıkta kısa süreli pastörizasyon işleminin süt yağının fonksiyonel ve besinsel özelliklerini etkilemediği ancak daha yüksek sıcaklıkta uygulanan ısı işlemlerin oksidasyon reaksiyonlarını stimüle ederek yağın bozulmasına ve lezzetinin değişmesine neden olabileceği belirtilmektedir (Constantin ve Csatlos, 2010). Bununla birlikte UHT gibi yüksek sıcaklıkta uygulanan ısı işlemlerin süt yağı globül membran proteinlerini etkileyerek globüllerin stabilitesinin bozulmasına ve koagülasyonuna yol açabileceği belirtilmektedir (Constantin ve Csatlos, 2010).

Çiğ, pastörize (75°C’de 15 saniye) ve UHT (140°C’de 3 saniye) sütlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada, bütirik asit (4:0), kaproik asit (6:0) ve kaprilik asit (8:0) gibi kısa zincirli yağ asitlerinin (KZYA) pastörize ve UHT sütlerde azaldığı ancak ısı işlemler arasında önemli bir fark olmadığı; uzun zincirli yağ asitlerinin (UZYA) de yüksek oranda korunduğu bulunmuştur (Pestana ve ark., 2015). Sütün bileşiminin ise toplam yağ ve kuru maddenin azalması ve ürenin artmasına bağlı olarak bir miktar değiştiği bildirilmiştir. Çalışma sonucunda uygulanan pastörizasyon ve sterilizasyon işlemlerinin sütün yağ asidi profili üzerinde önemli bir değişime yol açmadığı belirtilmiştir (Pestana ve ark., 2015). Çiğ, pastörize ve 100°C’de 1 dakika kaynatılan inek ve keçi sütü örnekleri karşılaştırıldığına da ısı işlemlerin çiğ inek sütünün yağ düzeyi üzerinde önemli bir etkisi olmadığı, keçi sütünün yağ oranında kaynatma sonrası önemli bir değişiklik olmazken pastörizasyon sonrasında anlamlı bir azalma olduğu saptanmıştır (Gürel-Gökmen ve ark., 2022). Bu durum inek sütündeki yağ globüllerinin keçi sütüne kıyasla daha büyük olması ile ilişkilendirilmiştir (Gürel-Gökmen ve ark., 2022). Başka bir çalışmada, pastörizasyon (65°C’de 30 dakika) ve kaynatma (1 dakika) işlemlerinin uygulandığı inek ve manda sütlerinde KZYA ve orta zincirli yağ asitleri (OZYA) konsantrasyonlarının arttığı, UZYA konsantrasyonunun azaldığı, toplam yağ miktarında ise anlamlı bir farklılık olmadığı gösterilmiştir (Khan ve ark., 2017).

Süt Vitaminleri Üzerine Etkisi

Süt, suda çözünen B vitaminlerinin (özellikle riboflavin) yanı sıra A, D ve E vitaminleri gibi yağda çözünen vitaminleri de içermektedir (Bezie, 2019). Ayrıca süt, A ve D vitaminleri ile zenginleştirilebilmektedir (Kaushik ve ark., 2014; Sachdeva ve ark., 2021). Isıl işlemler, sütteki vitaminler üzerinde de etkilidir ancak bu etki daha çok suda eriyen vitaminlerin kaybı ile gerçekleşmektedir (Bezie, 2019). Tiamin, B₆, B₁₂, C vitaminleri ve folik asitin yüksek sıcaklıktaki işlemlerden etkilendiği; pantotenik asit, biotin, B₂ ve B₃ vitaminlerinin ise sıcaklığa daha dayanıklı olduğu belirtilmektedir (Constantin ve Csatos, 2010). Pastörizasyon yönteminin A, D, E ve B grubu vitaminler üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı; UHT sterilizasyon yönteminin B₁, B₆, B₁₂ vitaminleri ve folik asitte %10 oranında, C vitamininde ise %25 oranında kayba neden olduğu; bununla birlikte bu kayıpların klasik sterilizasyona kıyasla çok düşük olduğu belirtilmektedir (Gürsel, 2013).

Ev koşullarında 5, 10 ve 15 dakika kaynatılmış süt ile UHT sütün karşılaştırıldığı bir çalışmada, 15 dakikalık kaynatma sonunda B₁, B₂, B₃, B₆ vitaminleri ve folik asitte, çiğ süte kıyasla sırasıyla yaklaşık %27, %27, %29, %24 ve %36'lık bir azalma olduğu görülmüştür (Asadullah ve ark., 2010). UHT süt ile kıyaslandığında, ev koşullarında 15 dakika kaynatılmış sütteki B₁, B₂, B₃, B₆ vitaminleri ve folik asit değerlerinin sırasıyla %25.9, %75.0, %54.5, %63.2 ve %38.1 oranında daha düşük olduğu bulunmuştur (Asadullah ve ark., 2010). İnek ve manda sütü karışımının (1:1) sadece D₂ vitamini ile veya D₂ vitaminine ek olarak kalsiyum ile zenginleştirildiği bir çalışmada, süt örneklerine farklı ısıl işlemler (63°C'de 30 dakika pastörizasyon, 121°C'de 15 dakika kaynatma ve sterilizasyon) uygulanmıştır (Kaushik ve ark., 2014). Bir hafta depolama sonrasında farklı günlerde analiz edilen cam ve plastik şişelerde muhafaza edilmiş örneklerde, çiğ ve farklı ısıl işlemlerin uygulandığı süt örneklerinin D₂ vitamini içeriği birbirinden önemli düzeyde farklı bulunmazken polietilen torbalarda muhafaza edilmiş örneklerdeki D₂ vitamininin 3.günden itibaren önemli düzeyde azaldığı saptanmıştır (Kaushik ve ark., 2014). Bu azalmanın, polietilen torbanın D₂ vitaminini absorbe etmesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Kaushik ve ark., 2014). İnek ve manda sütü karışımının (1:1) A vitamini ve farklı formlarda demir ile tek başına ve kombinasyon halinde zenginleştirildiği benzer yöntemli bir çalışmada, süt örneklerine farklı ısıl işlemler (63°C'de 30 dakika pastörizasyon, 121°C'de 15 dakika kaynatma ve sterilizasyon) uygulanmıştır (Sachdeva ve ark., 2021). Tüm pastörize sütlerin A vitamini içerikleri ile kontrol (çiğ) sütleri arasında önemli bir fark olmadığı; kaynatma ve sterilizasyonun uygu-

landığı süt örneklerinde ise A vitamini içeriğinin, çiğ ve pastörize süte kıyasla önemli oranda azaldığı saptanmıştır (Sachdeva ve ark., 2021).

Sonuç olarak daha uzun süre ve yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilen kaynatma ve sterilizasyon gibi ısıl işlemlerin suda çözünen vitaminlerde (B grubu vitaminler ve C vitamini) kayıplara neden olduğu söylenebilir.

Süt Mineralleri/Tuzları Üzerine Etkileri

Süt içerisinde fiziksel stabilite için önemli olan kalsiyum, fosfor, magnezyum potasyum, klor, sodyum gibi pek çok mineral bulunmaktadır (Nieuwenhuijse ve Huppertz, 2022). Sütteki tuzlar; çözelti içinde serbest veya kompleks iyonlar halinde ve kazein misellerinde çözünmemiş halde (özellikle kalsiyum ve fosfat) bulunabilmektedir (Nieuwenhuijse ve Huppertz, 2022). Isıl işlemin, iyonik kalsiyumun fosfatla veya denatüre haldeki proteinlerle kolloidal kalsiyum formuna dönüşerek kazein misellerinin içerisine girmesi sonucu çözünür kalsiyum içeriğini azalttığı ve kalsiyum fosfat çökmesine neden olduğu belirtilmektedir (Yoo ve ark., 2013; Nieuwenhuijse ve Huppertz, 2022). Eğer ısıl işlem orta yoğunlukta ise tuzlardaki değişim geri dönüşümlüdür ancak sıcaklık 90°C'nin üzerine çıktığında veya işlem süresi 20 dakikayı aştığında reaksiyonlar geri dönüşümsüz hale gelmektedir (Nieuwenhuijse ve Huppertz, 2022). Farklı ısıl işlemlerin çözünür kalsiyum üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada çiğ, pastörize (63°C'de 30 dakika veya 72°C'de 15 saniye) ve UHT işlemi uygulanan (130°C'de 2 saniye) 9 farklı süt örneği incelenmiştir (Yoo ve ark., 2013). Toplam kalsiyum miktarında sütler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı, çözünür kalsiyum düzeyinde ise ısıl işlem görmüş sütlerin tümünde çiğ süte kıyasla anlamlı bir azalma olduğu (en az UHT sütte) görülmüştür (Yoo ve ark., 2013). Bu konuda net bir görüş olmamakla birlikte çözünür kalsiyum miktarındaki azalmanın biyoyararlanım üzerinde küçük bir etkiye sahip olabileceği bildirilmiştir (Yoo ve ark., 2013). Bebeklerle yürütülen çalışmalarda UHT sütteki kalsiyum ve potasyumun vücutta tutulma düzeyinin pastörize süttten daha fazla olduğu; fosforun ise pastörize sütle benzer tutulum gösterdiği belirtilmektedir (Gürsel, 2013).

Pastörizasyon (65°C'de 30 dakika) ve kaynatma (1 dakika) işlemlerinin uygulandığı inek ve manda sütlerinde antioksidan içeriğinin incelendiği çalışmada ise toplam antioksidan kapasitesi, indirgeme gücü, selenyum ve çinko düzeylerinde ısıl işlemler sonrasında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir (Khan ve ark., 2017). Radikal yakalama aktivitesi açısından ise depolama süresi 3 gün iken değişim önemsiz bulunurken 6 günlük süt numunelerinin antioksidan kapasitesinde önemli bir azalma görülmüştür (Khan ve ark., 2017).

Sonuç olarak ısıt işlemlerin sütün çözünür kalsiyum düzeyinde önemli bir azalmaya neden olduğu gösterilse de kalsiyumun biyoyararlanımı açısından önemli bir farklılık görülmemiştir.

Mikrodalga ile Uygulanan Isıl İşlemlerin Sütün Besin Değeri Üzerine Etkileri

Çiğ sütün pastörizasyonunda bir mikrodalga sisteminin kullanımına ilişkin ilk çalışma 1969 yılında gerçekleştirilmiştir ve sonrasında sütteki mikrobiyal etkinlik açısından bu yöndeki çalışmalar yapılmaya devam etmiştir (Martins ve ark., 2019). Yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilen ısıt işlemlerin besinlerin organoleptik özelliklerinde değişikliklere neden olduğu bilinmektedir (Deeth, 2021; Coolbear ve ark., 2022). Mikrodalga ile uygulanan ısıt işlemlerin; daha fazla enerji verimliliği sağlaması ve işlem sürelerini azaltması nedeniyle, geleneksel pastörizasyon ile karşılaştırıldığında, daha iyi duyuşal ve besinsel kaliteye sahip ürünler sağlayabileceği düşünülmektedir (Martins ve ark., 2019). Ayrıca, mikrodalga işleminin çeşitli mikroorganizmaların üzerinde çok etkili olduğu ve mikrodalga ile pastörize edilmiş sütün bileşiminin klasik pastörize süt ile benzer olduğunu gösteren çalışmalar literatürde yer almaktadır (Bakry ve ark., 2017; Martins ve ark., 2019).

İnek, manda ve karışım halindeki (1:1 oranında) 9 farklı süt örneğine mikrodalgada 0, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 saniye işlem uygulanması ile geleneksel pastörizasyonun (72°C'de 40 saniye) karşılaştırıldığı bir çalışmada, mikrodalga sürelerinin uzamasıyla nem içeriğinin azaldığı; yağ, protein, kül, özgül ağırlık ve asiditenin arttığı belirlenmiştir (Bakry ve ark., 2017). Pastörize sütün nem içeriği mikrodalgada pişirilmiş süttten daha yüksek, ancak asidite, protein, kül ve yağ içerikleri daha düşük bulunmuştur (Bakry ve ark., 2017).

Mikrodalgada ısıt işlem görmüş portakal suyu ve sütlü içecek karışımının (15, 30 ve 60 saniye için 65°C ve 75°C), geleneksel pastörizasyonla işlem görmüş (75°C'de 15 saniye) içecek karışımı ile kıyaslandığı bir çalışmada, mikrodalgada işlem görmüş içeceğin daha düşük bir esmerleşme indeksine ve daha yüksek düzeyde antioksidan aktiviteye, α -amilaz, α -glukosidaz ve ACE (anjyotensin dönüştürücü enzim) inhibisyonuna sahip olduğu görülmüş ve bu durum içekte bulunan daha yüksek düzeydeki askorbik asit, toplam fenol sayısı ve karotenoid ile doğrudan ilişkili bulunmuştur (Martins ve ark., 2021). Ayrıca, mikrodalganın sütün yağ asidi profili üzerinde önemli bir etkiye neden olmadığı bulunmuştur. Organik uçucu bileşikler ve biyoaktif bileşiklerin biyoaktivitelerinin daha yüksek oranda korunmasını sağlaması nedeniyle

mikrodalgada 65°C'de 60 saniye işlem önerilmektedir (Martins ve ark., 2021).

Başka bir çalışmada ise, önceki bulguların aksine, mikrodalga kullanılarak (800 W güçte) belirli sürelerle göre (0, 10, 20, 30, 60 ve 120 saniye) ısıt işlem gören sütlerde yağ, protein, kuru madde ve laktoz değerlerinin azaldığı, ortalama yoğunluk değerinin ise arttığı gözlenmiştir (Iuliana ve ark., 2015).

Son yıllarda; mikrobiyolojik açıdan etkili olması, enerji verimliliği sağlaması, işlem süresini azaltması açısından ısıt işlemlerin mikrodalga ile uygulanabileceği ve bu şekilde ürünün daha iyi duyuşal özelliklere ve besin ögesi profiline sahip olabileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Martins ve ark., 2019; Martins ve ark., 2021). Bununla birlikte mikrodalganın yanı sıra ultrason, yüksek basınçta işleme veya homojenizasyon, darbeli elektrik alan teknolojisi gibi ısıt işlem içermeyen uygulamalar ve termosonikasyon (ısıt işlem ve ultrason birlikte) geleneksel pastörizasyona alternatif olarak düşünülmektedir (Deeth ve Lewis, 2017; Munir ve ark., 2019; Wang ve ark., 2022). Sütün alternatif teknolojiler kullanılarak işlenmesinin süt sistemlerine birçok katkı sağlayacağı ancak hala gelişme aşamasında olduğu belirtilmektedir (Munir ve ark., 2019). Bu alanda sütün mikrobiyolojik kalitesinin yanı sıra besin değerine de odaklanan daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç

Süte ısıt işlem uygulanması, mikrobiyolojik kalite ve stabilitenin korunması için elzem bir işlemdir ve henüz bir alternatifi bulunmamaktadır. Isıt işlemin şiddeti, süresi ve nem, basınç gibi çevre koşullarına göre sütün besin değeri, fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri değişmektedir. Besin değerindeki değişikliğin en fazla süttteki proteinler ve suda eriyen vitaminler üzerinde olduğu görülmektedir. Proteinlerin sindirilebilirliği ile doğru orantılı olan denatürasyon oranları da ısıt işlem sıcaklık ve süresine göre artmaktadır. B grubu vitaminleri kayıpları özellikle kaynatma ile yüksek düzeylere çıkması nedeniyle tüketicilerin daha doğal olarak gördükleri mikrobiyal açıdan güvenliği sağlanmamış sokak sütleri yerine ısıt işlem görmüş sütleri tercih etmeleri önerilmektedir. Sütün depolanma süresi ve kullanım amacı göz önünde bulundurularak seçim yapılmalıdır. Örneğin süt 1-2 gün içinde tüketilecek veya kullanılacaksa pastörize süt, daha uzun sürede kullanımı söz konusu ise UHT süt tercih edilebilir. Laktozun ise -çelişkili sonuçlar olmakla birlikte- ısıt işlemden önemli derecede etkilenmediği belirtilmektedir. Bununla birlikte 100°C ve üzerindeki sıcaklıklarda, laktoz ve proteinlerin Maillard reaksiyonu ürünleri oluşturduğu unutulmamalıdır.

Mineraller açısından kalsiyum ve fosfatın yüksek sıcaklıklarda çökeldiği ancak çözünür kalsiyumdaki azalmanın biyoyararlanım üzerinde küçük bir etkiye sahip olduğu bildirilmektedir.

Etik Standartlar ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Veri erişilebilirliği: -

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Alegbeleye, O.O., Guimarães, J.T., Cruz, A.G., Sant'Ana, A.S. (2018). Hazards of a 'healthy' trend? An appraisal of the risks of raw milk consumption and the potential of novel treatment technologies to serve as alternatives to pasteurization. *Trends in Food Science & Technology*, 82, 148-166. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.10.007>

Arasoğlu, T., Güllüce, M., Özkan, H., Adıgüzel, A., Şahin, F. (2013). PCR detection of *Brucella abortus* in cow milk samples collected from Erzurum, Turkey. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 43(4), 501-508. <https://doi.org/10.3906/sag-1205-121>

Asadullah, Khair-un-nisa, Tarar, O.M., Ali, S.A., Jamil, K., Begum, A. (2010). Study to evaluate the impact of heat treatment on water soluble vitamins in milk. *The Journal of the Pakistan Medical Association*, 60(11), 909-912.

Bakry, S.S., Mohran, M.A., Gomah, N.H., Essawy, E.A.Y. (2017). Effect of Microwave Treatment on Chemical Composition and Microbiological Quality of Milk. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 8(2), 65-72. <https://doi.org/10.21608/jfds.2017.37118>

Baysal, A. (2017). Beslenme. Hatiboğlu Yayıncılık, ss 294-295. ISBN: 9789757527732

Bezie, A. (2019). The Effect of Different Heat Treatment on the Nutritional Value of Milk and Milk Products and Shelf-

Life of Milk Products. A Review. *Journal of Dairy and Veterinary Sciences*, 11(5), 555822.

<https://doi.org/10.19080/JDVS.2019.11.555822>

Borad, S.G., Kumar, A., Singh, A.K. (2017). Effect of processing on nutritive values of milk protein. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(17), 3690-3702.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1160361>

Buzgan, T., Karahocagil M.K., Irmak, H., Baran, A.I., Karsen, H., Evirgen, O., Akdeniz, H. (2010). Clinical manifestations and complications in 1028 cases of brucellosis: a retrospective evaluation and review of the literature. *International Journal of Infectious Diseases*, 14(6), e469-e478.

<https://doi.org/10.1016/j.ijid.2009.06.031>

Büyükbeşe, D, Emre E.E., Kaya, A. (2014). Properties of Milk Fat and Its Fractions. *Caucasian Journal of Science*, 1(1), 51-61.

Centers for Disease Control and Prevention (2024). Food Safety. Raw Milk. <https://www.cdc.gov/food-safety/foods/raw-milk.html> (Erişim: 25.06.2024)

Constantin, A.M., Csatos, C. (2010). Research on the influence of microwave treatment on milk. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov*, 3(52), 157-162.

Coolbear, T., Janin, N., Traill, R., Shingleton, R. (2022). Heat-induced changes in the sensory properties of milk. *International Dairy Journal*, 126, 105199.

<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105199>

Crisà A. (2013). Milk Carbohydrates and Oligosaccharides. *Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health*. Park, Y.W., Haenlein, G.F.W., Ed; John Wiley & Sons: West Sussex, U.K., pp 129-147. ISBN: 9780470674185

<https://doi.org/10.1002/9781118534168.ch7>

Čurlej, J., Zajác, P., Čapla, J., Golian, J., Benešová, L., Partika, A., Fehér, A., Jakabová, S. (2022). The Effect of Heat Treatment on Cow's Milk Protein Profiles. *Foods*, 11(7), 1023.

<https://doi.org/10.3390/foods11071023>

Davoodi, S.H., Shahbazi, R., Esmaceli, S., Sohrabvandi, S., Mortazavian, A., Jazayeri, S., Taslimi, A. (2016). Health-Related Aspects of Milk Proteins. *Iran Journal of Pharmaceutical Research*, 15(3), 573-591.

Deeth, H.C. (2021). Effects of High-Temperature Milk Processing. *Encyclopedia*, 1(4), 1312-1321.

<https://doi.org/10.3390/encyclopedia1040098>

Deeth, H.C., Lewis, M.J. (2017). Non-Thermal Technologies. High Temperature Processing of Milk and Milk Products; John Wiley & Sons: West Sussex, U.K., pp 427. ISBN: 9781118460504.

<https://doi.org/10.1002/9781118460467>

Djordjevic, J., Ledina, T., Baltic, M.Z., Trbovic, D., Babic, M., Bulajic, S. (2019). Fatty acid profile in milk. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 333, 012057.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/333/1/012057>

Food and Agriculture Organization (FAO) (2022). Food Balances (2010-) <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS> (erişim: 20.05.2024)

Food and Drug Administration (2019). The Dangers of Raw Milk: Unpasteurized Milk Can Pose a Serious Health Risk,

<https://www.fda.gov/food/buy-store-serve-safe-food/dangers-raw-milk-unpasteurized-milk-can-pose-serious-health-risk> (Erişim: 25.06.2024)

Gürel-Gökmen, B., Taslak, H., Özcan, O., Sivas, G.G., Yılmaz-Karaoğlu, S., Tunali-Akbay, T. (2022). The effects of heat treatment on the nutritional and antioxidant content of different milk types. *Food and Health*, 8(4), 312-320.

<https://doi.org/10.3153/FH22029>

Gürsel, A. (2013). İçme Sütü Teknolojisi. Süt Teknolojisi içinde; Yetişemiyen, A., Ed.; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi: Ankara, Türkiye, ss 55-99. ISBN: 9789754827507

Islam, M.S., Islam, M.A., Rahman, M. M., Islam, K., Islam, M.M., Kamal, M.M., Islam, M.N. (2023). Presence of *Brucella* spp. in Milk and Dairy Products: A Comprehensive Review and Its Perspectives. *Journal of Food Quality*, 2023(1).

<https://doi.org/10.1155/2023/2932883>

Iuliana, C., Rodica, C., Sorina, R., Oana, M. (2015). Impact of Microwaves on The Physico-chemical Characteristics of Cow Milk. *Romanian Reports in Physics*, 67(2), 423–430.

Jo, Y., Benoist, D.M., Barbano, D.M., Drake, M.A. (2018). Flavor and flavor chemistry differences among milks processed by high-temperature, short-time pasteurization or ultra-pasteurization. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 3812-3828.

<https://doi.org/10.3168/jds.2017-14071>

Kaushik, R., Sachdeva, B., Arora, S. (2014). Vitamin D2 stability in milk during processing, packaging and storage. *LWT-Food Science and Technology*, 56(2), 421-426.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.11.029>

Khan, I.T., Nadeem, M., Imran, M., Ayaz, M., Ajmal, M., Ellahi, M.Y., Khaliq, A. (2017). Antioxidant capacity and fatty acids characterization of heat treated cow and buffalo milk. *Lipids in Health and Disease*, 16-163.

<https://doi.org/10.1186/s12944-017-0553-z>

Kilic-Akyilmaz, M., Ozer, B., Bulat, T., Topcu, A. (2022). Effect of heat treatment on micronutrients, fatty acids and some bioactive components of milk. *International Dairy Journal*, 126, 105231.

<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105231>

Koçak, C. (2013). Peynir Teknolojisi. Süt Teknolojisi içinde; Yetişemiyen, A., Ed.; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi: Ankara, Türkiye, ss 148. ISBN: 9789754827507

Konar, N., Haspolat-Kaya, I., Dalabasmaz, S., Poyrazoğlu, E.S., Artık, N. (2014). Street milk and urban consumers in Turkey: A descriptive study. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 9, 23-35.

<https://doi.org/10.1007/s00003-013-0854-8>

Koski, L., Kisselburgh, H., Landsman, L., Hulkower, R., Howard-Williams, M., Salah, Z., Kim, S., Bruce, B.B., Bazaco, M.C., Batz, M.B., Parker, C.C., Leonard, C.L., Datta, A.R., Williams, E.N., Stapleton, G.S., Penn, M., Whitham, H.K., Nichols, M. (2022). Foodborne illness outbreaks linked to unpasteurised milk and relationship to changes in state laws – United States, 1998–2018. *Epidemiology and Infection*, 150, e183.

<https://doi.org/10.1017/S0950268822001649>

Lajnaf, R., Feki, S., Attia, H., Ayadi, M.A., Masmoudi, H. (2022). Characteristics of Cow Milk Proteins and the Effect of Processing on Their Allergenicity. Milk Protein- New Research Approaches; Chaiyabutr, N., Ed., ISBN:978-1-80355-202-6.

<https://doi.org/10.5772/intechopen.102494>

- Martins, C.P.C., Cavalcanti, R.N., Cardozo, T.S.F., Couto, S.M., Guimarães, J.T., Balthazar, C.F., Rocha, R.S., Pimentel, T.C., Freitas, M.Q., Raices, R.S.L., Silva, M.C., Esmerino, E.A., Granato, D., Cruz, A.G. (2021). Effects of microwave heating on the chemical composition and bioactivity of orange juice-milk beverages. *Food Chemistry*, 345, 128746. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128746>
- Martins, C.P.C., Cavalcanti, R.N., Couto, S.M., Moraes, J., Esmerino, E.A., Silva, M.C., Raices, R.S.L., Gut, J.A.W., Ramaswamy, H.S., Tadini, C.C., Cruz, A.G. (2019). Microwave Processing: Current Background and Effects on the Physicochemical and Microbiological Aspects of Dairy Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(1), 67-83. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12409>
- Mejares, C.T., Huppertz, T., Chandrapala, J. (2023). Heat-induced changes in blends of skimmed buffalo and bovine milk. *International Dairy Journal*, 141, 105627. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105627>
- Melini, F., Melini, V., Luziatelli, F., Ruzzi, M. (2017). Raw and Heat-Treated Milk: From Public Health Risks to Nutritional Quality. *Beverages*, 3(4), 54. <https://doi.org/10.3390/beverages3040054>
- Munir, M., Nadeem, M., Qureshi, T.H., Leong, T.S.H., Gamlath, C.J., Martin, G.J.O., Ashokkumar, M. (2019). Effects of high pressure, microwave and ultrasound processing on proteins and enzyme activity in dairy systems- A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 57, 102192. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102192>
- Nieuwenhuijse, H., Huppertz, T. (2022). Heat-induced changes in milk salts: A review. *International Dairy Journal*, 126, 105220. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105220>
- The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)-FAO (2022). OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/77c9d844-8d5e-4ba6-9655-3b2fbfc9bfc3/content> (Erişim: 27.03.2023).
- Pestana, J.M., Gennari, A., Monteiro, B.W., Lehn, D.N., Volken de Souza, C.F. (2015). Effects of Pasteurization and Ultra-High Temperature Processes on Proximate Composition and Fatty Acid Profile in Bovine Milk. *American Journal of Food Technology*, 10(6), 265-272. <https://doi.org/10.3923/ajft.2015.265.272>
- Sachdeva, B., Kaushik, R., Arora, S., Khan, A. (2021). Effect of processing conditions on the stability of native vitamin A and fortified retinol acetate in milk. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 91(1-2), 133-142. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000617>
- Siddique, F., Anjum, F.M., Huma N., Jamil A. (2010). Effect of different UHT processing temperatures on ash and lactose content of milk during storage at different temperatures. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12, 439-442.
- Şen, H. (2017). Süt ve Süt Ürünleri Teknolojisi Analiz Metotları ve Hileleri El Kitabı. Dört Renk Yayıncılık, ss 45-59. ISBN: 9786056288500
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü (2019). Süt ve Ürünleri Teknolojisi. <http://meslek.eba.gov.tr/moduller/Sut%20Ve%20Urunleri%20Teknolojisi.pdf> (Erişim: 20.09.2023).
- T.C. Sağlık Bakanlığı (2019). Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA), https://krtknadm.karatekin.edu.tr/files/sbf/TBSA_RAPOR_KITAP_20.08.pdf (Erişim: 21.09.2023).
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2019). Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği, Tebliğ No: (2019/12). Resmi Gazete: 27.02.2019-30699. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/02/20190227-5.htm> (Erişim: 07.04.2023).
- TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası (2012). Süt Konusunda Bilmeniz Gerekenler. <https://www.zmo.org.tr/icerik/sut-konusunda-bilmeniz-gerekenler-8230-dunya-14987> (Erişim: 20.09.2023).
- Türkiye İstatistik Kurumu. Süt ve Süt Ürünleri Üretimi. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=85&locale=tr> (Erişim: 02.10.2024).
- Wang, J., Saxena, R., Vanga, S.K., Raghavan, V. (2022). Effects of Microwaves, Ultrasonication, and Thermosonication on the Secondary Structure and Digestibility of Bovine Milk Protein. *Foods*, 11(2), 138. <https://doi.org/10.3390/foods11020138>

Yetişemiyen, A., Eren, S.Ö. (2009). Laktoz Kristalleřmesinin Fizikokimyası. *Gıda*, 34(4), 231-237.

Yoo, S.H., Kang, S.B., Park, J.H., Lee, K.S., Kim, J.M., Yoon, S.S. (2013). Effect of Heat-Treat Methods on the Soluble Calcium Levels in the Commercial Milk Products. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 33(3), 369-376.

<https://doi.org/10.5851/kosfa.2013.33.3.369>

Zhang, Y., Yi, S., Lu, J., Pang, X., Xu, X., Lv, J., Zhang, S. (2021). Effect of different heat treatments on the Maillard reaction products, volatile compounds and glycation level of milk. *International Dairy Journal*, 123, 105182.

<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105182>

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

Instructions to Reviewers and Authors

The journal “**FOOD and HEALTH**” establishes the highest standards of publishing ethics and benefits from the contents of the [International Committee of Medical Journal Editors \(ICMJE\)](#), [World Association of Medical Editors \(WAME\)](#), [Council of Science Editors \(CSE\)](#), [Committee on Publication Ethics \(COPE\)](#), [European Association of Science Editors \(EASE\)](#), [Open Access Scholarly and Publishers Association \(OASPA\)](#), and [Directory of Open Access Journals \(DOAJ\)](#).

The “**FOOD and HEALTH**” journal provides a platform for the open public discussion of the journal contents. To secure accountability and to encourage sincere professional inputs without incivilities, the system is set up to require registration and logging for the recording of inputs. Some website contents will be available without logging, but no peer review comments can be posted without disclosing the reviewer’s identity to the journal editors.

The copyright of any open-access article in the “**FOOD and HEALTH**” journal published on the “ScientificWeb-Journals” web portal hosted by “[DergiPark](#)” belongs to the author(s).

Journal Publisher Policy

1. Aims and Scope

Our journal started its publication life as “Journal of Food and Health Sciences” between 2015-2017. In 2018, its name was changed to “Food and Health”. The journal “**FOOD AND HEALTH**” publishes peer-reviewed (double-blind) original research, communication and review articles covering all aspects of food science and its effects on health. Our journal will be published quarterly in English or Turkish language.

2. Scientific Quality and Objectivity

The journal evaluates and publishes research articles and reviews, adhering to high scientific standards. Adhering to the principle of impartiality, it strictly complies with ethical rules to prevent conflicts of interest among editors, referees, and authors.

3. Open Access

The journal adopts an open-access policy that supports open and free access to information. This aims to increase access to scientific knowledge in society at large by making science available to a wider audience.

Open-access articles in the journal are licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

5. Ethical Standards

The journal maintains a rigorous attitude towards upholding ethical standards among authors and reviewers. The processes of evaluating the effects of research on humans, animals and the environment are carried out in full compliance with national and international ethical rules.

6. Peer Review

The journal employs a double-blind referee system. Referees are selected among experts and experienced people in their fields. The peer review process involves subjecting articles to rigorous review in terms of scientific content, methodology and ethics.

7. Author Rights and Licensing

The journal respects the property rights of authors and grants appropriate licenses to articles. It allows articles to be freely shared and used by others using appropriate licensing models, such as Creative Commons licenses.

8. Diversity and Inclusion

The journal encourages diversity among authors, editors, and reviewers. It fights against inequalities in the scientific world, considering gender, geographical origin, discipline, and other elements of diversity.

9. Communication and Transparency

The journal promotes open communication between authors, reviewers, and readers. Publisher policies, article evaluation processes and other important information are transparently published on the journal's website.

10. Archiving

Journal archiving is conducted following the **Republic of Türkiye Ministry of Industry and Technology TÜBİTAK Turkish Academic Network and Information Center (ULAKBİM) "DergiPark"** publication policy ([LOCKSS](#)).

Publication Ethics

1. Scientific Neutrality and Objectivity:

All publications must reflect an impartial and objective perspective. If there are any conflicts of interest, authors must clearly state these conflicts of interest.

2. Scientific Soundness:

Articles should be based on a solid methodology and reliable results. The accuracy of statistical analyses should be at the forefront.

3. Ethical Standards:

The journal supports the principles of the Basel Declaration (<https://animalresearchtomorrow.org/en>) and the guidelines published by the International Council for Laboratory Animal Science (<https://iclas.org/>). In this regard, the research must fully comply with the relevant ethical rules and standards. International ethics committees must conduct studies on humans, animals, or the environment and must be confirmed by the authors of the journal.

For research submitted to this journal, authors are advised to comply with the [IUCN Policy Statement on Research Involving Species at Risk of Extinction and the Convention on Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora for research involving plants](#).

4. Originality and Plagiarism:

Publications must be original, and appropriate attribution must be made when quoting other sources. In our journal, plagiarism is considered a serious crime. For this reason, all articles submitted to the "Aquatic Research" journal must undergo a preliminary evaluation. Advanced Plagiarism Detection Software (iThenticate, etc.) tools will be used.

FOOD and HEALTH



**FOOD
and
HEALTH**
E-ISSN 2602-2834

5. Open Access:

The journal adopts open access principles to promote open and free access to information and complies with the [Budapest Open Access Initiative](#) (BOAI) definition of open access. Open-access articles in the journal are licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.

All journal processes are free of charge. No article processing, submission, or publication fee is charged for submitted or accepted articles.

Peer Review

1. Confidentiality:

The peer review process should be carried out per the principles of double-blind refereeing. Reviewers and authors should not know each other's identities.

2. Expertise:

Referees should be selected among experts and experienced people in relevant fields. Referees must be trusted to make an impartial and ethical assessment.

3. Timely Evaluation:

The peer-review process must be completed on time to publish the articles quickly. Time limits should be set for referees to evaluate within a certain period.

4. Open Communication:

Reviewers should be encouraged to provide open and constructive feedback to authors and editors.

Author Guidelines

1. Article Format:

Authors must write in the article format determined by the journal. Sections such as title, abstract, keywords, introduction, method, findings, discussion, and references should be included. All submissions are screened by similarity detection software. The similarity rate in the articles sent to the journal should be below 20%.

2. Citations and Sources:

Authors must appropriately cite the sources used by scientific standards.

3. Submission Process:

Authors must comply with the specified submission process when submitting their articles to the journal. This process should include evaluating, editing and publishing the article.

Manuscripts can only be submitted through the journal's online manuscript submission and evaluation system, available at

<http://dergipark.org.tr/tr/journal/1646/submission/step/manuscript/new>.

“FOOD and HEALTH” journal requires corresponding authors to submit a signed and scanned version of the copyright transfer, ethics, and authorship contribution form (available for download at

<https://dergipark.org.tr/tr/download/journal-file/19582>)

ICMJE Potential Conflict of Interest Disclosure Form (should be filled in by all contributing authors) Download this form from <http://www.icmje.org/conflicts-of-interest/> fill and save. Send this to the journal with your other files.

4. Research Funding and Conflicts of Interest:

Research funding sources and conflicts of interest should be clearly stated. It is important to disclose and not conceal conflicts of interest.

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

Preparation of the Manuscript

Manuscripts prepared in Microsoft Word must be converted into a single file before submission. Please start with the title page and insert your graphics (schemes, figures, *etc.*) and tables in the one main text (Word Office file).

Title (should be clear, descriptive, and not too long)

Full Name(s) and Surname (s) of author(s)

ORCID ID for all author (s) (<http://orcid.org/>)

Authors complete correspondence Address (es) of affiliations and e-mail (s)

Abstract

Keywords (indexing terms), usually 3-6 items

Introduction

Material and Methods

Results and Discussion

Conclusion

Compliance with Ethical Standards

- **Conflict of Interest:** When you (or your employer or sponsor) have a financial, commercial, legal, or professional relationship with other organisations or people working with them, a conflict of interest may arise that may affect your research. A full description is required when you submit your article to a journal.
- **Ethics committee approval:** Ethical committee approval is routinely requested from every research article based on experiments on living organisms and humans. Sometimes, studies from different countries may not have the ethics committee's approval, and the authors may argue that they do not need support for their work. In such situations, we consult COPE's "Guidance for Editors: Research, Audit, and Service Evaluations" document, evaluate the study with the editorial board, and decide whether or not it needs approval.
- **Data availability:** The data availability statement/data access statement informs the reader where research data associated with an article is available and under what conditions the data can be accessed, and may include links to the dataset, if any.

One of the following should be selected and stated in the submitted article;

1. No data was used for the research described in the article.
2. The data that has been used is confidential.
3. The authors do not have permission to share the data.
4. Data will be made available on request.
5. The author is unable to specify which data has been used or has chosen not to.
6. Other (please explain; for example, I have shared the link to my data in the attached file step).

• **Funding:** If there is any, the institutions that support the research and the agreements with them should be given here.

• **Acknowledgment:** Acknowledgments allow you to thank people and institutions who assist in conducting the research.

• **Disclosure:** Explanations about your scientific / article work that you consider ethically important.

References

Tables (all tables given in the main text)

Figures (all figures/photos shown in the main text)

Manuscript Types

Original Articles: This is the most essential type of article since it provides new information based on original research. The main text should contain "Title", "Abstract", "Introduction", "Materials and Methods", "Results and Discussion", "Conclusion", "Compliance with Ethical Standards", and "References" sections.

Statistical analysis to support conclusions is usually necessary. International statistical reporting standards must conduct statistical analyses. Information on statistical analyses should be provided with a separate sub-heading under the Materials and Methods section, and the statistical software used during the process must be specified.

Units should be prepared by the International System of Units (SI).

FOOD and HEALTH



**FOOD
and
HEALTH**
E-ISSN 2602-2834

Review Articles: Reviews prepared by authors with extensive knowledge of a particular field and whose scientific background has been translated into a high volume of publications with a high citation potential are welcomed. The journal may even invite these authors. Reviews should describe, discuss, and evaluate the current knowledge level of a research topic and should guide future studies. The main text should start with the Introduction and end with the Conclusion sections. Authors may choose to use any subheadings in between those sections.

Short Communication: This type of manuscript discusses important parts, overlooked aspects, or lacking features of a previously published article. Articles on subjects within the journal’s scope that might attract the readers’ attention, particularly educative cases, may also be submitted as a “Short Communication”. Readers can also comment on the published manuscripts as a “Short Communication”. The main text should contain “**Title**”, “**Abstract**”, “**Introduction**”, “**Materials and Methods**”, “**Results and Discussion**”, “**Conclusion**”, “**Compliance with Ethical Standards**”, and “**References**” sections.

Table 1. Limitations for each manuscript type

Type of manuscript	Page	Abstract word limit	Reference limit
Original Article	≤30	200	40
Review Article	no limits	200	60
Short Communication	≤5	200	20

Tables

Tables should be included in the main document and presented after the reference list, and they should be numbered consecutively in the order they are referred to within the main text. A descriptive title must be placed above the tables. Abbreviations in the tables should be defined below them by footnotes (even if they are defined within the main text). Tables should be created using the “insert table” command of the word processing software and arranged clearly to provide easy reading. Data presented in the tables should not be a repetition of the data presented within the main text but should support the main text.

Figures and Figure Legends

Figures, graphics, and photographs should be submitted through the submission system in the main document’s Word files (in JPEG or PNG format). Any information within the images that may indicate an individual or institution should be blinded. The minimum resolution of each submitted figure should be 300 DPI. To prevent delays in the evaluation process, all submitted figures should be clear in resolution and large (minimum dimensions: 100 × 100 mm). Figure legends should be listed at the end of the primary document.

All acronyms and abbreviations used in the manuscript should be defined at first use, both in the abstract and in the main text. The abbreviation should be provided in parentheses following the definition.

When a drug, product, hardware, or software program is mentioned within the main text, product information, including the name of the product, the producer of the product, and city and the country of the company (including the state if in the USA), should be provided in parentheses in the following format: “Discovery St PET/CT scanner (General Electric, Milwaukee, WI, USA).”

All references, tables, and figures should be referred to within the main text and numbered consecutively in the order they are referred to within it.

Limitations, drawbacks, and shortcomings of original articles should be mentioned in the Discussion section before the conclusion paragraph.

References

The citation style and methods that comply with the scientific standards that should be used in the “FOOD and HEALTH” journal for the sources used by the authors in their works are given below.

Reference System is APA 6th Edition (with minor changes)

The APA style calls for three kinds of information to be included in in-text citations. The author's last name and the work's publication date must always appear, and these items must match exactly the corresponding entry in the references list. The third kind of information, the page

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

number, appears only in a citation to a direct quotation.

....(Erkan, 2011).

....(Mol and Erkan, 2009).

....(Özden et al., 2021).

....(Mol and Erkan, 2009; Erkan, 2011; Özden et al., 2021).

Citations for a Reference Section:

An article

Olcay, N., Aslan, M., Demir, M.K., Ertas, N. (2021). Development of a functional cake formulation with purple carrot powder dried by different methods. *Food and Health*, 7(4), 242-250.

<https://doi.org/10.3153/FH21025>

(if a DOI number is available)

A book in print

Harrigan, W.F. (1998). Laboratory Methods in Food Microbiology. Academic Press, pp. 308. ISBN: 9780123260437

A book chapter

Craddock, N. (1997). Practical management in the food industry A case study. In Food Allergy Issues for the Food Industry; Lessof, M., Ed.; Leatherhead Food RA: Leatherhead, U.K., pp 25-38. ISBN: 4546465465

A webpages

CDC (2020). Rift Valley Fever | CDC.

<https://www.cdc.gov/vhf/rvf/index.html> (accessed 20.08.2020).

Revisions

When submitting a revised version of a paper, the author must submit a detailed “Response to the reviewers” that states point by point how each issue raised by the reviewers has been covered and where it can be found (each reviewer’s comment, followed by the author’s reply and line numbers where the changes have been made) as well as an annotated copy of the primary document. Revised manuscripts must be submitted within 15 days from the date of the decision letter. If the revised version of the manuscript is not submitted within the allocated time, the revision option may be cancelled. If the submitting author(s) believe that additional time is required, they should request this extension before the initial 15-day period is over.

Accepted manuscripts are copy-edited for grammar, punctuation, and format. Once the publication process of a manuscript is completed, it is published online on the journal’s webpage as an ahead-of-print publication before it is included in its scheduled issue. A PDF proof of the accepted manuscript is sent to the corresponding author, and their publication approval is requested within two days of their receipt of the proof.