

ISSN Online 2148-015X

ACADEMIC FOOD JOURNAL

AKADEMİK

**GIDA**



Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademik-gida> Cilt/Volume: 21 Sayı/Number: 1 Ocak - Mart 2023

**ACADEMIC FOOD JOURNAL**  
A JOURNAL ON FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

**SİDAS MEDYA**

**AKADEMİK GIDA®**  
*ACADEMIC FOOD JOURNAL*

---

**Akademik Gıda®** dergisi Gıda Bilimi ve Teknolojisi alanında hazırlanmış özgün araştırma ve derleme makalelerin yayınlandığı hakemli bir dergidir. Araştırma Notu ve Editöre Mektup gibi yazılar da yayın için değerlendirilmektedir. Dergi 3 ayda bir basılmakta olup 4 sayıda bir cilt tamamlanmaktadır. Dergide Türkçe veya İngilizce olarak hazırlanmış makaleler yayınlanmaktadır.

---

**Baş Editör / Editor-in-Chief**

**Oğuz Gürsoy**

(Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Burdur, Türkiye)  
(*Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Food Engineering Department, Burdur, Turkey*)



[ogursoy@yahoo.com](mailto:ogursoy@yahoo.com)

---

**Yardımcı Editörler / Associate Editors**

**Özer Kınık**

(Ege Üniversitesi, Süt Teknolojisi Bölümü, İzmir, Türkiye)  
(*Ege University, Department of Dairy Technology, İzmir, Turkey*)



[ozek.kinik@ege.edu.tr](mailto:ozek.kinik@ege.edu.tr)

**Ramazan Gökçe**

(Pamukkale Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye)  
(*Pamukkale University, Food Engineering Department, Denizli, Turkey*)



[rgokce@pau.edu.tr](mailto:rgokce@pau.edu.tr)

**Yusuf Yılmaz**

(Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Burdur, Türkiye)  
(*Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Food Engineering Department, Burdur, Turkey*)



[yusuf.yilmaz@mehmetakif.edu.tr](mailto:yusuf.yilmaz@mehmetakif.edu.tr)

---

**Teknik Editör / Technical Editor**

**Hande Özge Güler Dal**

(Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Burdur, Türkiye)  
(*Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Food Engineering Department, Burdur, Turkey*)



[handeguler@mehmetakif.edu.tr](mailto:handeguler@mehmetakif.edu.tr)

---

**Uluslararası Yayın Kurulu / International Editorial Board**

**Gıda Mühendisliği / Food Engineering**

Name and Surname	Affiliation	City	Country
<a href="#">Cynthia Ditchfield</a>	University of Sao Paolo, Faculty of Animal Science and Food Engineering, Department of Food Engineering	Sao Paolo	Brazil
<a href="#">Arif Hepbaşlı</a>	Yaşar University, Department of Energy Systems Engineering	İzmir	Turkey
<a href="#">Filiz İçier</a>	Ege University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	İzmir	Turkey
<a href="#">Erkan Karacabey</a>	Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Isparta	Turkey
<a href="#">Sami Gökhan Özkal</a>	Pamukkale University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Denizli	Turkey
<a href="#">Konstantinos Petrotos</a>	Technological Educational Institute of Larissa, Department of Agricultural Engineering Technologists	Larissa	Greece
<a href="#">Jenny Ruales</a>	Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología	Quit	Ecuador
<a href="#">Yahya Tülek</a>	Pamukkale University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Denizli	Turkey

**Gıda Kimyası / Food Chemistry**

Name and Surname	Affiliation	City	Country
<a href="#">Fahrettin Göğüş</a>	Gaziantep University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Gaziantep	Turkey
<a href="#">Piotr Koczon</a>	Warsaw University of Life Sciences, Faculty of Food Sciences, Department of Chemistry	Warsaw	Poland
<a href="#">Erdoğan Küçüköner</a>	Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Isparta	Turkey
<a href="#">Semih Ötles</a>	Ege University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	İzmir	Turkey
<a href="#">Beraat Özçelik</a>	Istanbul Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Food Engineering Department	İstanbul	Turkey
<a href="#">Osman Sağdıç</a>	Yıldız Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Food Engineering Department	İstanbul	Turkey
<a href="#">Romeo Toledo</a>	Emeritus Professor, University of Georgia, Department of Food Science and Technology	Georgia	USA

**Gıda Mikrobiyolojisi & Biyoteknoloji / Food Microbiology & Biotechnology**

Name and Surname	Affiliation	City	Country
<a href="#">Iuliana Aprodu</a>	Dunarea de Jos University of Galati, Department of Food Science, Food Engineering and Applied Biotechnology,	Galati	Romania
<a href="#">Muhammet Arıcı</a>	Yıldız Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Food Engineering Department	İstanbul	Turkey
<a href="#">Jurislav Babic</a>	University of Osijek, Faculty of Food Technology	Osijek	Croatia
<a href="#">Oana Emilia Constantin</a>	Dunarea de Jos University of Galati, Department of Food Science, Food Engineering and Applied Biotechnology,	Galati	Romania
<a href="#">İbrahim Çakır</a>	Abant İzzet Baysal University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Bolu	Turkey
<a href="#">Ahmet Hilmi Çon</a>	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Samsun	Turkey
<a href="#">Mehmet Yekta Göksungur</a>	Ege University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	İzmir	Turkey
<a href="#">Sebnem Harsa</a>	İzmir Institute of Technology, Food Engineering Department	İzmir	Turkey
<a href="#">Patricia Munsch-Alatossava</a>	Independent Researcher	Helsinki	Finland
<a href="#">Ömer Şimşek</a>	Yıldız Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Food Engineering Department	İstanbul	Turkey
<a href="#">Özgül Tarhan</a>	Uşak University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Uşak	Turkey

## Gıda Analizleri / Food Analysis

Name and Surname	Affiliation	City	Country
<a href="#">Abdullah Akdoğan</a>	Pamukkale University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department	Denizli	Turkey
<a href="#">İsmail Hakkı Boyacı</a>	Hacettepe University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Ankara	Turkey
<a href="#">Hale Seçilmiş Canbay</a>	Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Science and Arts, Chemistry Department	Burdur	Turkey
<a href="#">Mustafa Zafer Özel</a>	Sensient Flavors Ltd.	Milton Keynes	UK

## Gıda Ambalajlama / Food Packaging

Name and Surname	Affiliation	City	Country
<a href="#">Zehra Ayhan</a>	Sakarya University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Sakarya	Turkey
<a href="#">Cengiz Caner</a>	Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Çanakkale	Turkey
<a href="#">Ayhan Oral</a>	Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Science, Department of Chemistry	Çanakkale	Turkey

## Süt Teknolojisi / Dairy Technology

Name and Surname	Affiliation	City	Country
<a href="#">Mohamed H. Abd El-Salam</a>	Emeritus Professor, National Research Centre, Department of Dairy Sciences	Cairo	Egypt
<a href="#">Ayşe Sibel Akalın</a>	Ege University, Faculty of Agriculture, Dairy Technology Department	İzmir	Turkey
<a href="#">Meral Kılıç Akyılmaz</a>	İstanbul Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Food Engineering Department	İstanbul	Turkey
<a href="#">Tapani Alatossava</a>	University of Helsinki, Department of Food and Nutrition	Helsinki	Finland
<a href="#">Rajka Bozanic</a>	University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Department of Food Engineering	Zagreb	Croatia
<a href="#">Abdullah Çağlar</a>	Kocaeli University, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Department Of Agricultural Economics	Kocaeli	Turkey
<a href="#">Songül Çakmakçı</a>	Atatürk University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Erzurum	Turkey
<a href="#">Ali Adnan Hayaloğlu</a>	İnönü University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Malatya	Turkey
<a href="#">Harun Kesenkaş</a>	Ege University, Faculty of Agriculture, Dairy Technology Department	İzmir	Turkey
<a href="#">Ahmet Küçükçetin</a>	Akdeniz University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Antalya	Turkey
<a href="#">Barbaros Özer</a>	Ankara University, Faculty of Agriculture/Department of Dairy Technology, Department of Dairy Technology	Ankara	Turkey
<a href="#">Harun Rasit Uysal</a>	Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Dairy Technology	İzmir	Turkey
<a href="#">Yonca Yüceer</a>	Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Çanakkale	Turkey

## Yağ Teknolojisi / Oil and Fat Technology

Name and Surname	Affiliation	City	Country
<a href="#">Ayдын Yapar</a>	Pamukkale University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Denizli	Turkey
<a href="#">Emin Yılmaz</a>	Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Çanakkale	Turkey

## Hububat Teknolojisi / Cereal Technology

Name and Surname	Affiliation	City	Country
<a href="#">Hülya Gül</a>	Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Isparta	Turkey
<a href="#">Fatma Işık</a>	Pamukkale University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Denizli	Turkey
<a href="#">Ergun Köse</a>	Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Manisa	Turkey
<a href="#">Pichan Prabasankar</a>	CSIR-Central Food Technological Research Institute, Flour Milling Baking and Confectionery Technology Department	Mysuru	India



## Et Teknolojisi / Meat Technology

Name and Surname	Affiliation	City	Country
<a href="#">Nesimi Aktaş</a>	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Faculty of Engineering and Architecture, Food Engineering Department	Nevşehir	Turkey
<a href="#">Haluk Ergezer</a>	Pamukkale University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Denizli	Turkey
<a href="#">Hüdayi Ercoşkun</a>	Çankırı Karatekin University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Çankırı	Turkey
<a href="#">Mükerrem Kaya</a>	Atatürk University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Erzurum	Turkey
<a href="#">Semra Kayaardı</a>	Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Manisa	Turkey
<a href="#">Jung Hoon Lee</a>	Fort Valley State University, College of Agriculture, Family Sciences and Technology	Georgia	USA
<a href="#">Edward Pospiech</a>	Department of Animal Raw Materials, Institute of Meat Technology, Faculty of Food Sciences and Nutrition, Poznan University of Life Sciences,	Poznan	Poland
<a href="#">Fatma Meltem Serdaroğlu</a>	Ege University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	İzmir	Turkey
<a href="#">Kapllan Sulaj</a>	Agricultural University of Tirana, Faculty of Biotechnology and Biotechnology	Tirana	Albania
<a href="#">İsmail Yılmaz</a>	Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Food Engineering Dept.	Tekirdağ	Turkey

## Meyve-Sebze Teknolojisi / Fruit and Vegetable Technology

Name and Surname	Affiliation	City	Country
<a href="#">Chockry Barbana</a>	Canadian Food Inspection Agency	Montréal	Canada
<a href="#">Utku Çopur</a>	Uludağ University, Faculty of Agriculture, Food Engineering Department	Bursa	Turkey
<a href="#">Seda Ersus</a>	Ege University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	İzmir	Turkey
<a href="#">Hakan Karaca</a>	Pamukkale University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Denizli	Turkey
<a href="#">Sebahattin Nas</a>	Pamukkale University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Denizli	Turkey
<a href="#">Ayhan Topuz</a>	Akdeniz University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Antalya	Turkey
<a href="#">Yakup Sedat Veliolu</a>	Ankara University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Ankara	Turkey
<a href="#">Ünal Rıza Yaman</a>	Tire Kutsan Vocational School, Department of Food Technology	İzmir	Turkey
<a href="#">Oktay Yemiş</a>	Sakarya University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department	Sakarya	Turkey
<a href="#">Ufuk Yücel</a>	Ege University, Ege Vocational Training School, Department of Food Technology	İzmir	Turkey

## Sağlık, Beslenme, Toksikoloji ve Gıda / Health, Nutrition, Toxicology and Food

Name and Surname	Affiliation	City	Country
<a href="#">Adriana Pavesi Ariseto Bragotto</a>	State University of Campinas, Faculty of Food Engineering	Campinas	Brazil
<a href="#">Gözde Ede</a>	Çankırı Karatekin University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Dietetic Department	Çankırı	Turkey

**AKADEMİK GIDA****ABSTRACTED / INDEXED / LISTED IN**

1. Abstracts on Hygiene and Communicable Diseases
2. Academic Index
3. Academic Keys
4. Academic Search Ultimate
5. Academindex
6. Advanced Science Index (ASI)
7. AgBiotech News and Information
8. AgBiotechNet
9. Agricultural Economics Database
10. Agricultural Engineering Abstracts
11. Agroforestry Abstracts
12. Animal Breeding Abstracts
13. Animal Production Database
14. Animal Science Database
15. Asos İndeks
16. Biocontrol News and Information
17. Biofuels Abstracts
18. Botanical Pesticides
19. CAB Abstracts
20. CAB Direct
21. Cite Factor
22. Crop Science Database
23. CrossRef
24. Dairy Science Abstracts
25. Directory of Research Journals Indexing (DRJI)
26. EBSCO - Academic Search Ultimate Database
27. Environmental Impact
28. Environmental Science Database
29. Eurasian Scientific Journal Index
30. EuroPub
31. Field Crop Abstracts
32. Food Science and Technology Abstracts (FSTA)
33. Forest Science Database
34. Global Health
35. Google Scholar
36. Horticultural Science Abstracts
37. Horticultural Science Database
38. Impact Factor Services for International Journals (IFSIJ)
39. International Innovative Journal Impact Factor (IIJIF)
40. International Institute of Organized Research (I2OR)
41. İdeal Online
42. Maize Abstracts
43. MIAR (Information Matrix for the Analysis of Journals)
44. Nutrition Abstracts and Reviews Series A: Human and Experimental
45. Nutrition Abstracts and Reviews Series B: Livestock Feeds and Feeding
46. Nutrition and Food Sciences Database
47. Ornamental Horticulture
48. Parasitology Database
49. Plant Breeding Abstracts
50. Plant Genetic Resources Abstracts
51. Plant Genetics and Breeding Database
52. Plant Protection Database
53. Postharvest Abstracts
54. Potato Abstracts
55. Poultry Abstracts
56. Protozoological Abstracts
57. Review of Agricultural Entomology
58. Review of Aromatic and Medicinal Plants (RAMP)
59. Review of Medical and Veterinary Entomology
60. Review of Medical and Veterinary Mycology
61. Review of Plant Pathology
62. Rice Abstracts
63. Rural Development Abstracts
64. Science Library Index
65. Scientific Indexing Services (SIS)
66. SCOPUS
67. Seed Abstracts
68. Scilit
69. Soil Science Database
70. Soils and Fertilizers Abstracts
71. Soybean Abstracts
72. Sugar Industry Abstracts
73. Systematic Impact Factor (SIF)
74. The Belt and Road Initiative Reference Source
75. The Turkish Academic Network and Information Centre Life Sciences Database (TÜBİTAK-ULAKBİM Yaşam Bilimleri Veritabanı, TR-DİZİN)
76. Tropical Diseases Bulletin
77. Veterinary Science Database
78. VetMed Resource
79. Weed Abstracts
80. Wheat, Barley and Triticale Abstracts
81. World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts (WAERSA)

Akademik Gıda 21 (1) (2023)  
**İÇİNDEKİLER / CONTENTS**

■ Editörden / Editorial

VII-VIII

■ MAKALELER / PAPERS

■ Araştırma Makaleleri / Research Papers

**Effect of Processing Type and Storage Time on Some Pesticide Residues in Strawberries / Çileklerdeki Bazı Pestisit Kalıntıları Üzerine İşleme Türü ve Depolama Süresinin Etkisi / Nuran Yiğit, Yakup Sedat Velioğlu**

1-12

**Effect of Adding Nanofibers into Sunflower (*Helianthus annuus*) Oil on Oil Viscosity / Nanoliflerin Ayçiçeği (*Helianthus annuus*) Yağına Eklenmesinin Yağın Viskozitesi Üzerine Etkisi / Gülden Gökşen, Nick Tucker**

13-19

**Chemical Properties of Tahini Halva Marketed in The Southern Marmara Region of Turkey and Their Compliance with Turkish Food Codex / Güney Marmara Bölgesi'nde Tüketime Sunulan Tahin Helvalarının Kimyasal Kalitesi ve Standartlara Uygunluğu / Zeynep Kilci, Ramazan Ülkü Çetin**

20-26

**Comparison of Novel and Conventional Techniques for Tarhana Production / Tarhana Üretiminde Yeni ve Geleneksel Tekniklerin Karşılaştırılması / Kübra Yaralı, Ahmet Levent İnanç**

27-37

**Ayçiçek Mumu ve Poligliserol Stearat Organojelatörleriyle Soğuk Pres Fındık Yağı Oleojellerinin Hazırlanması ve Karakterize Edilmesi / Preparation and Characterization of Cold Pressed Hazelnut Oil Oleogels with Sunflower Wax and Polyglycerol Stearate Organogelators / Emin Yılmaz, Ceren Öz**

38-48

**Yumurtacı Tavuk Etlerinden Üretilen Köftelerde Koyun Yağı Kullanımının Ürün Kalitesine Etkisi / Effect of Using Slaughtering Animal Fats in Meatballs Produced From Layer Hen Meat on Product Quality / Murat Kumral, Ramazan Gökçe**

49-56

**Rebaudiosit A Kullanılarak Düşük Şekerli Portakal Marmelatı Üretimi ve Duyusal Özellikleri / Production of Low Sugar Orange Marmalade Using Rebaudioside A and Its Sensory Properties / Şeyda Öztürk**

57-69

**Üniversite Öğrencilerinde Sosyal Fizik Kaygısı ile Duygusal Beslenme Arasındaki İlişki / Relationship between Social Physique Anxiety and Emotional Nutrition among University Students / Melisa Çakar, Sedat Arslan**

70-79

**Beslenme ve Diyetetik Öğrencilerinin Yapay Et Tüketimine İlişkin Tutumları / Attitudes of Nutrition and Dietetics Students towards Artificial Meat Consumption / Gözde Ede, Halil Yalçın**

80-89

■ Derleme Makaleler / Review Papers

**Ceviz (*Juglans regia* L.) Yaprağı ve Yeşil Kabuğu: Fonksiyonel Özellikleri, Sağlığa Yararları ve Gıdalarda Kullanım Potansiyeli / Walnut (*Juglans regia* L.) Leaves and Green Husks: Their Functional Properties, Health Benefits and Potential Use in Foods / Mehmet Ali Salık, Songül Çakmakçı**

90-100

■ Akademik Gıda Dergisi Yazım Kuralları / Guidelines to Authors

VI-IX

■ Etik Beyanı / Ethics and Publication Malpractice Statement

X-XV

**Sahibi**

SİDAS MEDYA AJANS TANITIM  
DANIŞMANLIK LTD. ŞTİ. Adına  
İmtiyaz Sahibi ve Yazı İşleri Sorumlusu  
Şakir SARIÇAY

**Genel Yayın Yönetmeni**

Şakir SARIÇAY  
info@akademikgida.com  
ssaricay@gmail.com

**Baş Editör**

Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY  
ogursoy@yahoo.com

**Editörler**

Prof. Dr. Özer KINIK  
Prof. Dr. Ramazan GÖKÇE  
Prof. Dr. Yusuf YILMAZ

**Reklam Müdürü**

Nurcan AKMAN ŞENGÖR

**Hukuk Danışmanı**

Av. Yrd. Doç. Dr. Murteza AYDEMİR

**Abone Sorumlusu**

Halil SOLAK

**Grafik Tasarım**

Sidas Medya Tasarım Grubu

**Yönetim Yeri**

Fevzipaşa Bulv. Çelik İş Merkezi  
No:162 Kat:3 D:302 Çankaya/İZMİR  
Tel: 0 232 441 60 01  
Fax: 0 232 441 61 06

Üç Ayda Bir Yayınlanan Dergimiz  
Basın Meslek İlkelerine Uymaktadır.

Yıl / Cilt: 21

Sayı: 99

Ocak - Şubat - Mart 2023

ISSN Print 1304-7582

ISSN Online 2148-015X

Akademik Gıda Dergisi

Bir **SİMEDYA** Yayınıdır.

GRUP

Yayın Türü: Yerel Süreli  
Akademik Gıda Dergisi Hakemli Dergidir.

Akademik Gıda dergisinin 21. yayın yılının ilk sayısında yine sizlerle birlikteyiz. Bu sayımızda 9 araştırma ve 1 derleme çalışması olmak üzere toplam 10 makale yer almaktadır.

Makale yazarlarından zaman zaman gelen sorular nedeniyle makale kabulü ile ilgili daha önce yaptığımız bilgilendirmeyi tekrar etmek istiyoruz. Dergimize yayımlanmak üzere gönderilen makalelerin kabulü halen <http://www.academicfoodjournal.com> adresinden yapılmakta olup, DergiPark üzerindeki makale kabul süreçlerini içeren sistem henüz kullanılmamaktadır.

Yazarlarımıza hatırlatmak istediğimiz diğer önemli bir husus 2020 yılından itibaren dergimize gönderilecek makalelerde Etik Kurul izni gerektiren çalışmaların ilgili izni aldıkları ile ilgili bilgi ve belgelerini dergimize (makalelerini dergimize gönderme aşamasında) sunmaları gerekliliğidir. Dergimizin etik hususlarla ilgili detaylı etik beyanına web sayfamızdan (<https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademik-gida/page/6477>) ulaşılabilir. Ayrıca dergimizde araştırma makalelerinin ve İngilizce olarak yazılan makalelerin değerlendirme ve yayınlanma sürelerinin diğer makalelere kıyasla oldukça kısa olduğunu yazarlarımıza tekrar hatırlatmak istiyoruz.

Daha fazla ulusal ve uluslararası veri tabanı ve indekste dizinlenmek ve derginin uluslararası düzeyde tanınırlığını arttırmak için çalışmalarımızı sürdürdüğümüzü zaman zaman sizlere iletmiştik. Bu çalışmalarımız sonucunda dergimizin 15 Şubat 2022 tarihi itibarıyla SCOPUS veri tabanına kabul edildiğini sizlerle paylaşmaktan mutluluk duyuyoruz. Dergimizin 2022 yılı sayılarında yer alan makalelere SCOPUS veri tabanı üzerinden ulaşılabilir (Tüm makalelere erişim için Source Title kısmına "Akademik Gıda" yazılması gerekmektedir). Dergimizin kalitesini ve uluslararası alanda saygınlığını arttırabilmemiz için etki faktörünün yükseltilmesi başlıca hedeflerimiz arasındadır. Bu nedenle siz değerli bilim insanlarından gerek dergimize ve gerekse diğer ulusal ve uluslararası dergilere gönderdiğiniz makalelerde Akademik Gıda dergisinde yayımlanan makalelere mümkün olduğunca atıf yapmanızı tekrar rica ediyoruz.

Dergimizin yayıncısı Sidas Medya Limited Şirketi'nin 5 Ocak 2023 tarihli kararı uyarınca, 15 Ocak 2023 tarihinden sonra Akademik Gıda dergisine gönderilen Türkçe makaleler için "kabul/red şartına bağlı olmaksızın" yazar/yazarlar tarafından katkı payı olarak 300 TL (KDV Dahil) ödenmesinin uygun görüldüğünü tekrar hatırlatmak istiyoruz. Diğer taraftan İngilizce olarak dergiye gönderilen makalelerden herhangi bir ücret talep edilmeyecektir (<https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademik-gida/price-policy>).

Katkılarınızla dergimizin daha iyi noktalara geleceğine yürekten inanıyoruz. Bu sayının oluşmasında katkıda bulunan; çalışmalarını yayımlanmak üzere dergimize gönderen yazarlara ve bu çalışmaları titizlikle değerlendiren yayın kurulu üyelerimiz ve hakemlerimize teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Saygılarımızla.

**Prof. Dr. Oğuz Gürsoy**  
Baş Editör

**Prof. Dr. Özer Kınık**  
**Prof. Dr. Ramazan Gökçe**  
**Prof. Dr. Yusuf Yılmaz**  
Editörler

**BİLİMSEL ETKİNLİKLER****2. Uluslararası Gıda Kimyası Kongresi**

2. Uluslararası Gıda Kimyası Kongresi, Kimyagerler Derneği ve Gebze Teknik Üniversitesi'nin ortak organizasyonu ile 16-19 Mart 2023 tarihleri arasında Antalya'da Mirage Park Resort'ta gerçekleştirilecektir. Kongre ile ilgili bilgilere <https://gidakimyasi.kongresi.org/> adresinden ulaşılabilir.

**III. Ulusal Sütçülük Kongresi**

İlki 2017 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü ev sahipliğinde gerçekleştirilen Ulusal Sütçülük Kongrelerinin üçüncüsü yine Ankara'da 5-6 Ekim 2023 tarihleri arasında "Sürdürülebilirlik perspektifinden süt endüstrisinin geleceği" teması ile gerçekleştirilecektir. Ülkemizde ve dünyada süt bilimi ve teknolojisi alanındaki son gelişmelerin ve ülkemiz sütçülüğünün uluslararası rekabette var olabilmesi için bilim ve teknolojiye dayalı büyüme stratejilerinin öncelikli olarak tartışılacağı kongre ile ilgili bilgilere <https://www.sutkongresi.com.tr/> adresinden ulaşılabilir.

**2. Uluslararası Geleneksel Gıda ve Sürdürülebilir Beslenme Sempozyumu**

Sürdürülebilirliğe yönelik küresel zorluklarla mücadele etmenin yollarını aramak üzere gıda, beslenme ve gastronomi alanında yapılan araştırma bulgularına, yenilikçi fikirlere ve önerilere ulaşması amacıyla Toros Üniversitesi tarafından 5-6 Ekim 2023 tarihlerinde çevrimiçi (online) olarak gerçekleştirilecek 2. Uluslararası Geleneksel Gıda ve Sürdürülebilir Beslenme Sempozyumu ile ilgili bilgilere <https://food23.toros.edu.tr/> adresinden ulaşılabilir.

**13. Gıda Mühendisliği Kongresi**

Gıda sektörü ile ilgili tüm kurum ve kuruluşları bir araya getirerek gıdalara ilişkin bilimsel gelişmelerin ve güncel konuların tartışılması amacıyla TMMOB Gıda Mühendisleri Odası tarafından onüçüncüsü 2-4 Kasım 2023 tarihleri arasında Ankara'da ulusal bir kongre olarak gerçekleştirilecek 13. Gıda Mühendisliği Kongresi ile ilgili bilgilere [www.gidamuhendisligikongresi.org](http://www.gidamuhendisligikongresi.org) adresinden ulaşılabilir.

## Effect of Processing Type and Storage Time on Some Pesticide Residues in Strawberries

Nuran Yiğit<sup>1</sup> , Yakup Sedat Velioğlu<sup>2</sup>  <sup>1</sup>Plant Protection Central Research Institute, Yenimahalle, Ankara, Türkiye<sup>2</sup>Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Golbasi, Ankara, Türkiye

Received (Geliş Tarihi): 09.01.2023, Accepted (Kabul Tarihi): 06.03.2023

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): [velioğlu@ankara.edu.tr](mailto:velioğlu@ankara.edu.tr) (Y.S. Velioğlu) +90 312 203 3300  +90 312 317 8711

### ABSTRACT

In this study, 9 active substances that could be analysed by Gas Chromatography-Mass Spectrometer (GC/MS) were used. Changes in these pesticide residues were determined after strawberries were washed, pasteurized, stored in cold and washed on different days. In addition, strawberry puree was stored at  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$  and pasteurized puree was stored at different temperatures. The highest and lowest processing factors in the pasteurization process were determined in tebufenpyrad (Pf:1.20) and tetraconazole (Pf:0.81), respectively. During cold storage, kresoxim-methyl degradation was found statistically significant ( $p<0.05$ ). At the end of cold storage, penconazole was below the quantification limit while pyrimethanil and tebufenpyrad did not change; however, azoxystrobin, boscalid, tetraconazole and kresoxim-methyl residues decreased by 3.8, 10.9, 25.0 and 36.4%, respectively. Washing process did not reduce tebufenpyrad residues. On the other hand, reduction rates were 3.8, 4.2, 4.5 and 9.1% for azoxystrobin, pyrimethanil, bupirimate and kresoxim-methyl, respectively while they were 10.9% for boscalid and 16.7% for tetraconazole. During long-term storage, the highest and the fastest decrease in pesticide residues was observed at  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ , and this decrease slowed down with the effect of pasteurization. Pesticide degradation rates at the end of one-year storage period in the samples stored at  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$  following pasteurization were 20, 23, 26, 27, 37 and 41% for tetraconazole, pyrimethanil, azoxystrobin, kresoxim-methyl, boscalid and bupirimate, respectively. As a result, it was found that pesticide degradation was dependent upon the chemical nature of pesticides, initial concentration, agricultural commodity, processing and storage conditions.

**Keywords:** Strawberry, Pesticide Residue, Processing, Storage, Washing

### Çileklerdeki Bazı Pestisit Kalıntıları Üzerine İşleme Türü ve Depolama Süresinin Etkisi

#### ÖZ

Bu çalışmada Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC/MS) ile analiz edilebilen 9 aktif madde kullanılmıştır. Çileklerin yıkanması, pastörize edilmesi, soğukta muhafaza edilmesi ve farklı günler yapılan yıkama işlemi sonrasında kalıntı değişimleri belirlenmiştir. Ayrıca çilek püresi  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de, pastörize püre ise farklı sıcaklıklarda muhafaza edilmiştir. Pastörizasyon işlemi en yüksek ve en düşük işleme faktörü sırasıyla tebufenpirad (Pf:1.20) ve tetraconazol (Pf:0.81) için hesaplanmıştır. Soğuk muhafaza esnasında kresoksım-metil degradasyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Soğuk muhafaza işlemi sonunda penkonazol hesaplama limitinin altına düşmüştür. Pirimetanil ve tebufenpirad miktarlarında değişim olmamıştır. Azoksistrobin, boskalid, tetraconazol ve kresoksım-metil kalıntılarının sırasıyla %3.8, 10.9, 25.0 ve 36.4 azaldığı belirlenmiştir. İlaçlı çileklerin yıkanması ile tebufenpirad kalıntılarında azalma olmamıştır ancak azoksistrobin %3.8, pirimetanil %4.2, bupirimat %4.5, kresoksım-metil %9.1, boskalid %10.9 ve tetraconazol kalıntıları %16.7 oranında azalmıştır. Uzun süreli muhafazada pestisit kalıntılarında en çok ve en hızlı azalmanın  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de olduğu ve pastörizasyon işleminin etkisiyle bu azalmanın



yavaşladığı belirlenmiştir. Pastörizasyon işleminden sonra  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen örneklerdeki pestisit degradasyonu bir yılın sonunda tetrakonazol %20, pirimetanil %23, azoksistrobin %26, kresoksim-metil %27, boscalid %37 ve bupirimat %41 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak degradasyonun pestisit kimyasal özelliklerine, başlangıç konsantrasyonuna, tarımsal ürüne, yapılan işleme ve muhafaza koşullarına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çilek, Pestisit Kalıntısı, İşleme, Depolama, Yıkama

## INTRODUCTION

Fruits are susceptible to insect and disease attacks; therefore, pesticides are widely used. Besides the many benefits of pesticide use, the intensive or unconscious usage during the growing period or after, causes the active substance itself or its breakdown products to remain in the agricultural products [1]. Even when strict maximum residue levels are implemented and pesticides are used properly, pesticide residues are sometimes unavoidable and can be found even in processed agricultural products. For this reason, it is important to carry out residue studies in processed plant products as well as the plants to evaluate pesticide residue behaviour [2-3].

Plants and plant products are subjected to many processes from simple washing to more complex steps in the home and industry as a requirement to obtain a consumable product, prolong shelf life, and increase variety, flavour and nutritional value [4]. Washing or cleaning, peeling, blanching, baking and pasteurization are some of these. Many studies suggest that different techniques and methods reduce pesticide residues. However, several studies have shown that some processes, such as drying and oil production, cause an increase in pesticide residues [5].

The residue level in the products before and after processing is expressed by processing factor. Processing factor (Pf)  $>1$  or  $<1$  indicates increased or reduced residue levels after processing, respectively [6-7]. Processing factor is a conversion factor which indicate the determined residue content was within permitted levels or not. Both in Türkiye and in other countries maximum residue limits in fresh fruits and vegetables were subject to legislations. However in processed fruits and vegetables, such as apple juice or in prunes there is no legislation available. Therefore, there is a necessity for determination of processing factors on the basis of each pesticide and each product.

Strawberry (*Fragaria* sp.) is one of the most widespread fruit species grown in many parts of the world. Because of the health and nutrient value and economical benefit, its production continues to increase [8]. According to FAO, strawberry production increases every year in the World and Türkiye. World strawberry production was 8,893,598 ton and 9,175,384 ton in 2020 and 2021, respectively. Also strawberry production in Türkiye was increased from 546,525 ton to 669,195 ton in same time of period [9]. Strawberry; with its taste, vitamin and mineral substances has become a part of the diet of millions of people around the world. Besides, it has antioxidant substances and ellagic acid that has benefits to health [10-11].

The objectives of this study were to evaluate the effects of washing, pasteurization and cold storage in the reduction of pesticide residues in strawberries and to find out residue degradation in puree storage at different temperatures. In this study tebufenpyrad, etoxazole, kresoxim-methyl, boscalid, pyrimethanil, tetraconazole, bupirimate, azoxystrobin and penconazole were used. The selection of pesticides was based on whether they were registered Türkiye, availability of maximum residue limits in European Union and the usage of them for diseases and pests seen in strawberries.

## MATERIALS and METHODS

### Materials

Azoxystrobin (99.3%), bupirimate (99.9%), boscalid (99.9), etoxazole (99.4%), penconazole (99.1%), pyrimethanil (99.9%), kresoxim-methyl (96.0%), tebufenpyrad (99.9) and tetraconazole (99.5%) standards were purchased from Sigma Aldrich (St. Louis, USA).

The chemicals used were all analytical grade and the suppliers were as follows: Bondesil-PSA was from Varian (Palo Alto, CA, USA); sodium chloride, anhydrous magnesium sulphate, acetonitrile (LC and GC grade) and acetic acid were purchased from Sigma-Aldrich. High purity nitrogen gas (99.99%) was from Linde (Ankara, Türkiye). Stock standard solutions ( $1000\text{ mg L}^{-1}$ ) of the pesticides were prepared in acetonitrile and stored at  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Working standard solutions of different concentrations were prepared by diluting the stock standard solutions to the required concentrations in acetonitrile. All prepared working solutions were kept at  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$  until analysis.

### Sample Preparation

'Rubygem' variety strawberries were purchased from a vegetable-fruit market in Ankara (Türkiye). Strawberries were analysed before experiments to make sure that they were free from any of the pesticides to be evaluated in this study. Before pesticide spraying, sepals were hand-removed, fruits were washed under running water, and excess water was dried by keeping them on a filter paper.

Strawberry samples were sprayed at a concentration of 30% more than the maximum residue level (MRL) of pesticide active substances. The MRLs were taken from the Pesticides Database of the European Union [12]. To determine the amount of solution to be used in spraying, 1 kg of strawberries was placed in a strainer and water was sprayed on until it dripped well from the underside.

In this way, the approximate amount of water required for 1 kg of strawberries was determined as 100 mL [13]. Strawberry samples were sprayed as two groups with pesticide mixtures:

- Group I: Pyrimethanil, tetraconazole, bupirimate, etoxazole, azoxystrobin  
 Group II: Penconazole, kresoxim-methyl, tebufenpyrad, boscalid

After pesticide treatment, each group was kept overnight at 20°C to dry. Pesticide-sprayed strawberries were analysed to determine the initial residue amount, and the following applications were made for the remaining part.

Analyses performed within the first 24 hours after spraying were accepted as day 0 analysis. Experiments were set up in three replicates, and a total of 33 kg of strawberries were used, in each pesticide group. Experiments were carried out separately for each active substances group, and 66 kg of strawberries were used in total. Recovery experiments and pesticide analyses were done as five and three replicates, respectively. The experimental design is summarised in Figure 1.

### Washing

Strawberries (1 kg) were divided into two equal parts. The first part was washed in a stainless steel basket in an ultrasonic water bath containing 2 L of deionised water at 22±2°C for 5 minutes and the water on the surface was allowed to dry; then, strawberries were homogenised and analysed for pesticide residues. The second part was homogenised without washing and analysed after homogenisation.

To determine the effect of cold storage and washing during different days on pesticide degradation, some parts of pesticide-treated strawberries were kept at 4±0.5°C and washed after four days as explained above.

### Pasteurization

Pesticide-applied strawberries were homogenized, packed in hot-water-washed 210-mL glass jars with the lids closed and pasteurized at 96°C for 5 minutes in boiling water. The pasteurization process was repeated for washed strawberries.

### Cold Storage

To reveal the effects of cold storage on pesticide degradation, 1000 g of pesticide-sprayed strawberries for each replicate were kept in (4±0.5°C) and analysed on days 0, 1, 3 and 6 without washing.

### Puree Preparation and Storage

After the surface of the pesticide-sprayed strawberries dried, they were divided into two parts (Figure 1). Part 1: Strawberries were homogenized and again divided into 2 parts. The first part was immediately frozen in 150 mL polypropylene sample containers and stored at -18±2°C (Aa<sub>(-18)</sub> samples). The other part was pasteurized at 96°C for 5 minutes after being placed in 210 mL glass jars and sealed. Pasteurized samples are divided into 3 parts. The first part is stored in the deep freezer (-18±2°C) (Ab<sub>(-18)</sub> samples), the second part is in the refrigerator (4±0.5°C) (Ab<sub>(+4)</sub> samples), and the third part is at 20±2°C (Ab<sub>(+20)</sub> samples). Pesticide analysis was performed in all samples on different days, and the changes that occurred were determined. Part 2: The sprayed strawberries were washed and homogenized after the water on them dried. The procedures for section 1 were carried out separately for the washed strawberries, and sample codes are given in Figure 1.

### Sample Extraction

Pesticide residues on strawberries were extracted according to method of [14-15]. After homogenization of strawberries in a blender, 10 g of the homogenized sample was weighed into a 50 mL polypropylene tube, and 10 mL of acetonitrile was added. The tube was capped and shaken vigorously by hand for 1 min. Then, 4 g anhydrous MgSO<sub>4</sub> and 0.5 g NaCl were added. The tube was capped and shaken vigorously by hand again for 1 min, then centrifuged at 6000 rpm for 5 min. 2 mL of acetonitrile extract was transferred to a 15-mL polypropylene tube containing 500 mg anhydrous MgSO<sub>4</sub> and 150 mg PSA. The extract was mixed using a vortex mixer for 1 min and centrifuged at 6000 rpm for 5 min. The organic phase was filtered through a polytetrafluoroethylene (PTFE) filter with a 0.45 µm pore size and analysed directly in GC/MS.

### Instrumental Analysis

Pesticides were analysed by GC with MS detector. The system (Agilent 6890N Series GC with a 5973 Mass Selective Detector) consists of an HP-5MS column (5% phenyl methyl siloxane, 30 m × 0.25 mm × 0.25 µm film thickness) (Agilent 19091S-433). The carrier gas (helium) flow rate was set at a constant 2.0 mL min<sup>-1</sup>. A splitless injection of 2 µL was carried out at 250°C. The oven temperature program was 70°C (2 min), 25°C min<sup>-1</sup> to 150°C (0 min), 3°C min<sup>-1</sup> to 200°C (0 min) and 8°C min<sup>-1</sup> to 280°C (10 min). The acquisition mode was scan (50-450 AMU) and SIM, solvent delay time was 8.00 min, Electron Multiplier offset was 400 (1882 EM voltage), transfer line was 280°C, MS quadrupole was 150°C and MS source was 230°C. Chromatograms were evaluated with MSD ChemStation E.02.02.1431 software

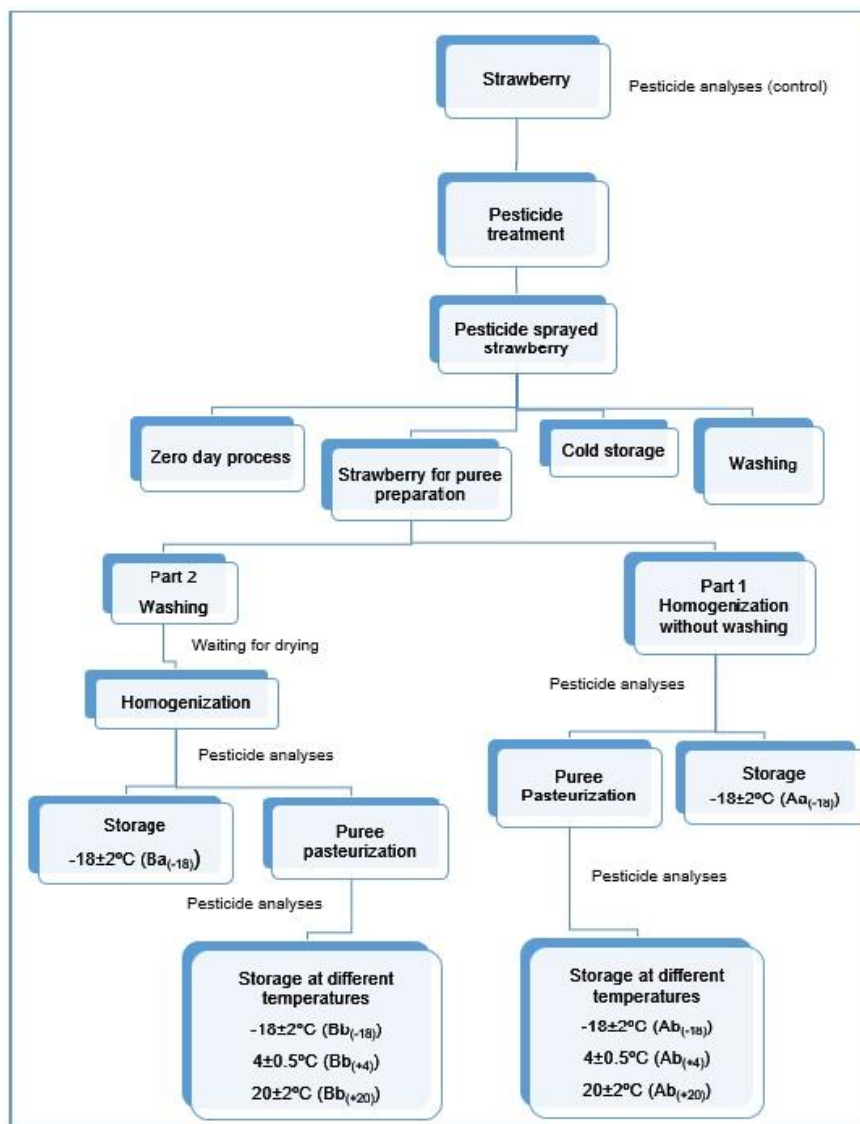


Figure 1. Experimental design

## Method Validation

The applied method was tested to assess linearity, mean recovery (as a measure of trueness or bias), precision (as repeatability RSD) and Limit of Quantification (LOQ) according to the guidance document on analytical quality control and validation procedures for pesticide residue analysis in food and feed [16].

Linearity ( $r^2$ ) was determined with standard pesticide solutions prepared in strawberry matrix. 8-point (0.01, 0.025, 0.050, 0.1, 0.2, 0.5, 0.7, 1.0 mg kg<sup>-1</sup>) calibration

curve was used for pesticides studied by GC/MS. Samples were spiked with appropriate volumes of stock mix solution at different concentrations (0.05 and 0.1 mg kg<sup>-1</sup>). Five replicates were prepared for each concentration, and they were extracted according to the aforementioned procedure. Acceptable mean recoveries were those within the range 70-120%, with an associated repeatability RSD ≤ 20% for all compounds. The method LOQ was accepted as the lowest spike levels (0.05 mg kg<sup>-1</sup>). Retention times, maximum residue levels (MRLs) and method validation characteristics of pesticides are summarized in Table 1.

Table 1. Performance characteristics of method

Pesticide	Retention time (min)	Molecular mass (g mol <sup>-1</sup> )	SIM parameters	Fortified level (mg kg <sup>-1</sup> )	Recovery (%)	RSD (%)	r <sup>2</sup>	LOQ (mg kg <sup>-1</sup> )	MRL (mg kg <sup>-1</sup> )
Pyrimethanil	14.81	199.25	198, 199, 200, 77	0.05	78.4	8.0	0.9918	0.05	5
				0.1	112.0	1.4			
Tetraconazole	20.51	372.15	336, 338, 171, 337	0.05	100.7	7.6	0.9996	0.05	0.2
				0.1	106.9	8.9			
Bupirimate	25.18	316.42	273, 166, 274, 316	0.05	111	6.9	0.9989	0.05	2
				0.1	95.3	13.8			
Etoazole	29.50	359.41	141, 204, 300, 187	0.05	78.2	5.9	0.9985	0.05	0.2
				0.1	81.6	12.7			
Azoxystrobin	37.31	403.40	344, 388, 345, 372	0.05	73.7	1.0	0.9937	0.05	10
				0.1	72.6	2.7			
Penconazole	21.74	284.2	248, 159, 161, 250	0.05	71.0	6.1	0.9992	0.05	0.5
				0.1	100.0	3.4			
Kresoxim-methyl	25.27	313.35	116, 131, 206, 132	0.05	76.1	5.5	0.9990	0.05	1.5
				0.1	73.3	5.0			
Tebufenpyrad	29.70	336.86	318, 333, 171, 276	0.05	70.2	2.8	0.9967	0.05	1
				0.1	74.0	13.0			
Boscalid	32.88	343.21	140, 342, 344, 112	0.05	94.2	3.0	0.9996	0.05	6
				0.1	99.4	1.5			

## Statistical Analysis

SPSS 21.0 package program was used for statistical analysis. Analysis of variance (One-way-ANOVA and general linear model univariate analyses) was performed to determine whether there was a significant difference between the samples. In these analyses, 95% confidence level ( $p < 0.05$ ) was taken into account. In addition, the t-test was performed for washings on the 0 and 4 days. Results were expressed as mean  $\pm$  standard errors.

## RESULTS and DISCUSSION

### Validation

In our study, the lowest correlation coefficient was 0.9918 when pyrimethanil was used. Since the correlation coefficients of all analysed pesticide active substances were greater than 0.99 (Table 1), it was determined that the linearity of the analysis method we used was good. Different methods have been applied for the extraction of pesticide active substances from different matrixes and the applied methods have been validated by the researchers. Researchers have developed and validated methods, for 151 pesticides in strawberries [17], also 16 pesticides in peppers [18] and 51 pesticides in tomatoes [19]. In all three methods, the calibration curves were prepared as matrix-matched to eliminate the matrix effect, and the correlation coefficient of each active substance were 0.99 and above. Thus, good linearity was achieved in all.

Repeatability control (as a measure of trueness or bias), was performed with spiked strawberry samples at two different concentrations (0.05 and 0.1 mg kg<sup>-1</sup>) with 5 replicates and obtained recoveries (%) and RSD (%), as precision) were shown in Table 1. As seen from this, the recoveries were in the range 70.2–112%, and the RSD percentages varied within 1–13.8%. All of the results were within the acceptable range of the validation assays. In addition, LOQ (0.05 mg kg<sup>-1</sup>) was accepted as the lowest concentration of spiking level. In a study pesticide-free pepper samples were spiked at two

different concentrations (LOQ and 10 $\times$  LOQ; 10 and 100  $\mu$ g kg<sup>-1</sup>) with 7 replicates. They reported that recoveries were in the range 70–110% and the RSD results were below 20% [18]. In another study, conducted on apple samples, recoveries (0.5, 1 and 10 mg kg<sup>-1</sup>) and RSDs for pyrimethanil, fludioxonil, cyprodinil and kresoxim-methyl were found 97–105% and 2.6–6.2% respectively. The calibration curve for each active substance was prepared in five different concentrations in the matrix. Correlation coefficients were greater than 0.9953 and the lowest spiked level (0.5 mg kg<sup>-1</sup>) taken as the limit of quantification that meets the method validation criteria [20]. Recovery for azoxystrobin analysis in strawberries was 96–111%, and the RSD was below 11% [21]. The selectivity of the method was evaluated by analysing the unspiked samples. The absence of any signal at the same elution time as the target pesticide suggested that there was no matrix interference.

### Residues

Among the active substances studied, etoxazole was not assessed because the amount of etoxazole was below the LOQ on the zeroth day.

### Pesticide Residue Changes with Different Treatments

Variations in pesticide residues related to washing, pasteurization and washing+pasteurization are given in Table 2. If initial concentrations were assumed as 100, the amount of decrease in active substances were as follows with washing: tetraconazole %16.7, boscalid %10.9, kresoxim-methyl %9.2, bupirimate %4.5, pyrimethanil %4.2 and azoxystrobin %3.8. Tebufenpyrad amount did not change, and penconazole fell below the LOQ (Table 2).

In our study bupirimate and tetraconazole residues decreased by 4.5% and 16.7%, while in another study bupirimate and tetraconazole residues in strawberries decreased by 56.6% and 84.5%, respectively, by washing [22]. Differences in these studies may be due to the differences in washing efficiency of the water

baths, water amount used in washing and the initial content of residues.

Pasteurization led to different changes in pesticide residue amounts. If initial active substance concentrations were assumed as 100, the amount of decrease in active substances were tetraconazole (16.7), azoxystrobin (5.8) and boscalid (6.5). It is thought that the decrease in pesticide residues with pasteurization may be due to the degradation and hydrolysis caused by the heat effect. Bupirimate, kresoxim-methyl and penconazole amounts remained unchanged while pyrimethanil (4.2) and tebufenpyrad (20) increased (Table 2). While there was no change in some pesticide residues with pasteurization, there was

an insignificant ( $p>0.05$ ) increase in some of them. Considering that the system is closed and there is no water loss, it is thought that the increase in the concentrations of some active substances is because the related active substances have been more extracted from the tissue softened by the effect of heat.

Pyrimethanil residue was reduced with washing by 4.2%, and pasteurization did not lead to a significant reduction (Table 2). In one study, azoxystrobin and fenhexamid residues were reduced by washing, while pyrimethanil residue remained unchanged [23]. In both studies, similar results were obtained for pyrimethanil.

Table 2. Changes of pesticide residues with different treatments, cold storage ( $4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ) and washing in different days ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) (mean $\pm$ standard error) (n=3)

Pesticide	Zeroth day different treatments				Cold storage			Washing different days		
	Process	Concentration	PF	P*	day	Concentration	P	Washing day	Concentration	P
Pyrimethanil	Unprocessed	0.47 $\pm$ 0.031	-	0.653	0	0.47 $\pm$ 0.031	0.433	unwashed	0.47 $\pm$ 0.031	0.015
	Pasteurization	0.49 $\pm$ 0.026	1.04		1	0.40 $\pm$ 0.034		0	0.45 $\pm$ 0.005	
	Washing	0.45 $\pm$ 0.005	0.96		3	0.44 $\pm$ 0.026		4	0.41 $\pm$ 0.009	
	Washing+past.	0.48 $\pm$ 0.030	1.02		6	0.47 $\pm$ 0.042				
Tetraconazole	Unprocessed	0.12 $\pm$ 0.003	-	0.058	0	0.12 $\pm$ 0.007	0.001	unwashed	0.12 $\pm$ 0.003	0.193
	Pasteurization	0.10 $\pm$ 0.007	0.81		1	0.09 $\pm$ 0.002		0	0.10 $\pm$ 0.003	
	Washing	0.10 $\pm$ 0.003	0.81		3	0.09 $\pm$ 0.002		4	0.09 $\pm$ 0.001	
	Washing+past.	0.10 $\pm$ 0.003	0.80		6	0.09 $\pm$ 0.001				
Bupirimate	Unprocessed	0.22 $\pm$ 0.002	-	0.660	0	0.22 $\pm$ 0.002	0.041	unwashed	0.22 $\pm$ 0.002	0.184
	Pasteurization	0.22 $\pm$ 0.008	1.00		1	0.17 $\pm$ 0.021		0	0.21 $\pm$ 0.003	
	Washing	0.21 $\pm$ 0.003	0.95		3	0.20 $\pm$ 0.009		4	0.20 $\pm$ 0.007	
	Washing+past.	0.21 $\pm$ 0.005	0.95		6	0.24 $\pm$ 0.014				
Azoxystrobin	Unprocessed	0.52 $\pm$ 0.009	-	0.219	0	0.52 $\pm$ 0.009	0.035	unwashed	0.52 $\pm$ 0.009	0.021
	Pasteurization	0.49 $\pm$ 0.018	0.94		1	0.52 $\pm$ 0.042		0	0.50 $\pm$ 0.012	
	Washing	0.50 $\pm$ 0.012	0.98		3	0.38 $\pm$ 0.042		4	0.43 $\pm$ 0.016	
	Washing+past.	0.48 $\pm$ 0.018	0.92		6	0.50 $\pm$ 0.013				

Table 2. . Changes of pesticide residues with different treatments, cold storage ( $4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ) and washing in different days ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) (mean $\pm$ standard error) (n=3) (continued)

Pesticide	Zeroth day different treatments				Cold storage			Washing Different days		
	Process	Concentration	PF	P*	day	Concentration	P	Washing day	Concentration	P
Penconazole	Unprocessed	0.06 $\pm$ 0.004	-	0.757	0	0.06 $\pm$ 0.004	0.663	unwashed	0.06 $\pm$ 0.004	**
	Pasteurization	0.06 $\pm$ 0.000	1.00		1	0.05 $\pm$ 0.006		0	0.06 $\pm$ 0.004	
	Washing	<LOQ***	-		3	0.05 $\pm$ 0.004		4	<LOQ	
	Washing+past.	0.05 $\pm$ 0.002	0.83		6	<LOQ				
Kresoxim-methyl	Unprocessed	0.11 $\pm$ 0.005	-	0.501	0	0.11 $\pm$ 0.005	0.004	unwashed	0.11 $\pm$ 0.005	0.004
	Pasteurization	0.11 $\pm$ 0.005	1.00		1	0.12 $\pm$ 0.010		0	0.10 $\pm$ 0.005	
	Washing	0.10 $\pm$ 0.005	0.91		3	0.08 $\pm$ 0.004		4	0.06 $\pm$ 0.003	
	Washing+past.	0.09 $\pm$ 0.005	0.82		6	0.07 $\pm$ 0.005				
Tebufenpyrad	Unprocessed	0.10 $\pm$ 0.003	-	0.405	0	0.10 $\pm$ 0.003	0.253	unwashed	0.10 $\pm$ 0.003	0.340
	Pasteurization	0.12 $\pm$ 0.015	1.20		1	0.10 $\pm$ 0.010		0	0.10 $\pm$ 0.003	
	Washing	0.10 $\pm$ 0.003	1.00		3	0.09 $\pm$ 0.006		4	0.08 $\pm$ 0.014	
	Washing+past.	0.10 $\pm$ 0.003	1.00		6	0.10 $\pm$ 0.001				
Boscalid	Unprocessed	0.46 $\pm$ 0.032	-	0.610	0	0.46 $\pm$ 0.032	0.387	unwashed	0.46 $\pm$ 0.032	0.455
	Pasteurization	0.43 $\pm$ 0.034	0.93		1	0.44 $\pm$ 0.036		0	0.41 $\pm$ 0.033	
	Washing	0.41 $\pm$ 0.033	0.89		3	0.38 $\pm$ 0.025		4	0.38 $\pm$ 0.021	
	Washing+past.	0.42 $\pm$ 0.002	0.91		6	0.41 $\pm$ 0.024				

\*: P values calculated for 95% confidence level ( $\alpha=0.05$ ) (P values lower than 0.05 indicates that the considered parameter is significant). \*\*: Since it is a single value, statistical evaluation has not been made. \*\*\*: <LOQ: below limit of quantification.

In our study, bupirimate decreased by 4.5% with washing but, it did not change by pasteurization as mentioned before. In a study it was reported that bupirimate residues in apricot decreased 26.7% by pasteurization, and 20.7% by washing. In the same study, bupirimate residues in peach samples were removed by washing and pasteurization by 50.7% and

100%. Same pesticides were reduced in varying amounts in different fruits [24].

Washing with a following pasteurization process also had different effects on pesticide concentration (Table 2). While tebufenpyrad did not change, pyrimethanil increased by 2.1%. In addition, the amounts of other active substances decreased at varying rates. These



decreases were as follows in reduced order: bupirimate 4.5%, azoxystrobin 7.8%, boscalid 8.7%, penconazole 16.7%, tetraconazole 16.7% and kresoxim-methyl 18.2%.

In this study, azoxystrobin residues decreased by 7.8% with the washing+pasteurization treatment and 5.8% with pasteurization treatment (Table 2). In a study, azoxystrobin residue in winter jujube kept in boiling water at 100°C for 15 minutes decreased by 26% [25]. In another study, azoxystrobin residues in rapeseed oil decreased by 47.0% after 20 minutes of cooking at 80-100°C in a pan [26]. It is thought that the decrease in the amount of azoxystrobin at varying rates is due to the different exposure to heat and heating duration of the samples.

In the cold storage of pesticide-treated strawberries, pyrimethanil and tebufenpyrad amounts did not change. Penconazole residues decreased over time, and fell below the LOQ on day 6th. In addition, while the amount of azoxystrobin, kresoxim-methyl, tetraconazole and boscalid decreased over time, the amount of bupirimate decreased on the days 1st and 3rd but increased on day 6th (Table 2). It is thought that this increase may have occurred because of the water released during respiration and perspiration in the product. Released water dissolves highly volatile bupirimate residue on the surface and carries it to the strawberries in the bottom of the case. Moisture and dry weight losses related to respiration have some effects on pesticide concentration [27].

Penconazole residues fell below the LOQ at the end of the cold storage (day 6). It has been determined that the residues of kresoxim-methyl continue to decrease during cold storage and this decrease was also found to be statistically significant ( $p < 0.05$ ). Decreases of 27.3% and 36.4% in kresoxim-methyl residues were determined on days 3 and 6 of the cold storage process, respectively. In addition, significant changes were not detected in tebufenpyrad and boscalid residues during cold storage, and statistical  $p$  values were higher than 0.05 (Table 2).

Studies have shown that the main mechanism effective in the reduction of pesticide residues in the storage of fruits and vegetables is evaporation and slow acidic hydrolysis. It has been reported that both mechanisms are significantly controlled by penetration [27].

Active substances were evaluated in terms of washing on days 0. and 4., and there was no decrease in tebufenpyrad residues, while other residues decreased at different levels with the washing performed on day zero (Table 2). The amounts of pesticide residues removed by cold storage and washing on different days increased. Kresoxim-methyl (45.4%) was reduced from washing performed on day 4. in pesticides determined quantitatively.

## Processing Factors

The residue level in the products before and after processing is expressed by processing factor, as mentioned before. Processing factors for different processes for all active substances are shown in Table 2. All Pf values were 1 or less than 1, except tebufenpyrad (1.20) for pasteurization. It was thought that the increase in the amount of active substance may be due to the increase in extraction efficiency related to the effect of temperature.

Penconazole residues in the washing process fell below the LOQ, and the processing factor could not be determined. The lowest processing factors were obtained in tetraconazole (0.81) for washing and pasteurization. In one study, it was reported that washing strawberries in an ultrasonic water bath using water and different solutions caused different processing factors. All processing factors varied but were smaller than 1 [28].

In our study, it was determined that boscalid residues were reduced by 10.9% by washing in an ultrasonic water bath, and the Pf for this process was 0.89. In a study, it was reported that the boscalid residue in strawberries decreased by 67.5% with a 5-minute washing process in an ultrasonic water bath, and the processing factor for the applied treatment was 0.32 [22]. In another study on boscalid contents in two tomato varieties, the washing factor for the 'Marissa' variety was 0.39, and for the 'Harzfeuer' variety, it was 0.65 for the boscalid in tomatoes washed for one minute under running tap water [29].

Increased pesticide residues exposed through nutrition most probably cause serious health problems [30]. A Pf value equal to 1 or less than 1 is important in terms of showing that the residue on the product does not tend to increase with the applied process, and is also extremely significant in terms of showing that the residue in the product is not completely degraded and continues to be present in the product. Considering that the pesticides are applied at very low concentrations (30% more than their MRL for each active substance), very low residues may not pose a health risk at the moment, but the recommended doses used in practice are generally much higher than used in this study should not be forgotten.

## Effects of Different Storage Temperatures on Pesticide Residues

It is very difficult to preserve fresh strawberries, which have a very short shelf life after harvest. Strawberries spoil quickly due to their soft fruit texture and high water content. The most effective and best method that allows the preservation of the appearance, taste, aroma and nutritional values of fresh fruits without deterioration is the freezing method [31-32].

The effect of the day, as a storage time, was investigated for samples stored at  $-18 \pm 2^\circ\text{C}$  without pasteurization. The changes were statistically significant



in all of the samples washed or not. The interaction of temperature, day and temperature\*day was examined in pasteurized and stored at different temperatures. The P values obtained for all pesticides were generally found statistically significant. When the changes in the pyrimethanil residue was examined, it was observed that the pesticide degradation increased with the longer the storage period. At the end of the one-year, pyrimethanil residues decreased by 31.9% in Aa(-18) and by 22.8% in Ab(-18) samples. The amount of decrease in the sprayed samples kept at the same temperature (-18°C) was higher in the unpasteurized samples (Table 3-4).

The storage temperature, duration and matrix properties of foods affect the amount of pesticide residues [33]. In particular, the physical and chemical properties of pesticides, such as saturated vapour pressure and solubility, directly affect storage stability. Compounds with low vapour pressure and moderate solubility (up to 40 mg/L) are stable, while compounds with high solubility (up to 700 mg/L) or high vapour pressure are unstable [34-35]. Generally, at low concentrations, the half-life of pesticides becomes more dependent on storage conditions (pH, exposure to light, and temperature) [36].

Table 3. Residue changes of active substances in strawberry puree -18±2°C (mg kg<sup>-1</sup>) (mean±standard error, n=3)

Active substance	Sample codes	Duration (days)								
		0	15	30	60	120	180	240	300	360
Pyrimethanil	Aa(-18)	0.47±0.031	0.45±0.018	0.39±0.011	0.38±0.013	0.25±0.004	0.25±0.011	0.39±0.010	0.36±0.026	0.32±0.026
	Ba(-18)	0.45±0.005	0.49±0.040	0.38±0.038	0.41±0.018	0.32±0.019	0.25±0.023	0.40±0.034	0.38±0.009	0.36±0.009
Tetraconazole	Aa(-18)	0.12±0.007	0.10±0.007	0.08 ±0.002	0.08 ±0.005	< LOQ*	<LOQ	0.06±0.002	0.08 ±0.005	0.08 ±0.005
	Ba(-18)	0.10±0.004	0.09±0.008	0.08±0.002	0.07±0.003	< LOQ	<LOQ	0.07±0.007	0.07 ±0.004	0.08 ±0.003
Bupirimate	Aa(-18)	0.22±0.002	0.20±0.007	0.19±0.002	0.18±0.004	0.11±0.004	0.11±0.007	0.18±0.007	0.18±0.003	0.17±0.008
	Ba(-18)	0.21±0.003	0.19±0.004	0.18±0.003	0.18±0.001	0.12±0.000	0.11±0.004	0.17±0.003	0.18±0.019	0.16±0.003
Azoxystrobin	Aa(-18)	0.52±0.009	0.50±0.019	0.43±0.027	0.42 ±0.006	0.26 ±0.031	0.21 ±0.006	0.29±0.007	0.30±0.040	0.30±0.017
	Ba(-18)	0.50±0.012	0.47±0.022	0.45±0.010	0.43±0.029	0.21 ±0.036	0.20 ±0.001	0.33±0.009	0.30±0.046	0.29±0.007
Tebufenpyrad	Aa(-18)	0.10±0.003	0.09±0.004	0.07 ±0.003	<LOQ	0.05±0.002	0.05±0.005	0.10±0.006	0.10±0.012	0.11 ±0.007
	Ba(-18)	0.10±0.003	0.08±0.004	0.06 ±0.003	<LOQ	0.05±0.003	0.05±0.011	0.09±0.002	0.09±0.003	0.09 ±0.007
Kresoxim-methyl	Aa(-18)	0.11±0.005	0.11±0.005	0.11±0.008	0.05±0.006	0.06±0.003	0.06±0.003	0.10±0.005	0.09±0.006	0.09±0.002
	Ba(-18)	0.10±0.005	0.10±0.004	0.09±0.003	<LOQ	0.06±0.007	0.06±0.007	0.08±0.004	0.08±0.004	0.07±0.004
Boscalid	Aa(-18)	0.46±0.032	0.40±0.013	0.32±0.034	0.17±0.010	0.14±0.016	0.09±0.005	0.28±0.008	0.26±0.020	0.23±0.014
	Ba(-18)	0.41±0.033	0.35±0.015	0.28±0.021	0.16±0.007	0.14±0.008	0.08±0.007	0.25±0.028	0.25±0.019	0.22±0.005

\*:<LOQ: below the quantification limit.

Table 4. Residue changes of active substances in strawberry puree at -18±2°C (mg kg<sup>-1</sup>) (mean±standard error, n=3)

Active substances	Sample codes	Duration (days)								
		0	15	30	60	120	180	240	300	360
Pyrimethanil	Ab(-18)	0.49±0.027	0.51±0.006	0.44±0.028	0.37±0.005	0.31±0.021	0.27±0.012	0.44±0.016	0.35±0.022	0.34±0.010
	Bb(-18)	0.48±0.030	0.54±0.034	0.42±0.039	0.42±0.019	0.32±0.022	0.31±0.021	0.43±0.012	0.32±0.037	0.30±0.021
Tetraconazole	Ab(-18)	0.10±0.003	0.08±0.008	0.08±0.014	0.07 ±0.002	< LOQ*	0.05 ±0.004	0.06±0.003	0.08 ±0.001	0.08±0.003
	Bb(-18)	0.10±0.003	0.10±0.005	0.08±0.002	0.07±0.003	< LOQ	0.05 ±0.002	0.05±0.003	0.07±0.007	0.07 ±0.006
Bupirimate	Ab(-18)	0.22±0.008	0.20±0.005	0.19±0.007	0.18±0.005	0.12±0.002	0.12±0.002	0.17±0.002	0.14±0.008	0.13±0.019
	Bb(-18)	0.21±0.002	0.21±0.002	0.18±0.007	0.17±0.001	0.12±0.003	0.12±0.003	0.17±0.007	0.16±0.006	0.15±0.006
Azoxystrobin	Ab(-18)	0.49±0.018	0.54±0.022	0.51±0.012	0.43±0.015	0.29±0.018	0.24 ±0.012	0.37±0.021	0.34 ±0.050	0.36±0.012
	Bb(-18)	0.48±0.018	0.55±0.037	0.46±0.007	0.43±0.018	0.28±0.005	0.20 ±0.002	0.34±0.010	0.32±0.014	0.37±0.004
Tebufenpyrad	Ab(-18)	0.12±0.015	0.10±0.006	0.07±0.002	0.05±0.004	0.06±0.002	0.07±0.009	0.12±0.017	0.12±0.006	0.12±0.007
	Bb(-18)	0.11±0.017	0.08±0.009	0.07±0.004	<LOQ	0.05±0.007	0.06±0.009	0.10±0.002	0.08±0.009	0.11 ±0.002
Kresoxim-methyl	Ab(-18)	0.11±0.005	0.12±0.006	0.10±0.007	0.05±0.001	0.07±0.004	0.07±0.002	0.10±0.002	0.09±0.003	0.08±0.002
	Bb(-18)	0.09±0.005	0.10±0.009	0.09±0.005	<LOQ**	0.06±0.003	0.05±0.001	0.08±0.006	0.08±0.001	0.08±0.001
Boscalid	Ab(-18)	0.43±0.034	0.45±0.022	0.34±0.031	0.20±0.016	0.15±0.008	0.11±0.010	0.32±0.022	0.30±0.031	0.27±0.015
	Bb(-18)	0.42±0.002	0.37±0.023	0.29±0.035	0.16±0.012	0.12±0.006	0.11±0.009	0.26±0.030	0.28±0.016	0.25±0.029

\*:<LOQ: below the quantification limit.

Although microbiological spoilage can be prevented in the freezing process, a negative effect such as the continuation of enzymatic changes, albeit at a slow rate, is eliminated by boiling vegetables to a large extent, but this possibility is often absent in fruits. Enzymes in fruits and vegetables cannot completely inactivated by freezing. The activities of enzymes are slowed down by frozen storage. Especially peroxidase and lipoxigenase enzymes are enzymes that should be considered in the production of frozen fruits and vegetables. The peroxidase enzyme found in the tissue of fruits and vegetables is the main factor especially in oxidation reactions. Lipoxigenase enzyme also causes the breakdown of fatty acids in frozen products [37].

Therefore, the degradation of pesticides continued during the storage of strawberries at -18±2°C.

When the effect of process and storage time investigated after one-year period we can say that tetraconazole residues decreased by 33.3% in the Aa(-18) samples. Also for bupirimate we can say residues in the samples kept at -18 °C decreased by 22.7% in Aa(-18) and 40.9% Ab(-18) respectively.

At the end of a one-year period, azoxystrobin residues in the samples kept at -18°C decreased by 42.3% and 42%, respectively, in Aa(-18) and Ba(-18) samples, while in Ab(-18) and Bb(-18) samples, it decreased by 26.5% and 22.9%, respectively. Statistical evaluation was not

carried out as the penconazole residues were below the quantification limit as of the 15th day. However, it was determined that penconazole residues did not completely disappear in all samples analysed during one year and continued to be found in samples below the quantification limit. At the end of the storage period, no significant decrease was detected in tebufenpyrad residues in samples kept at  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$ , Table 3-4.

In kresoxim-methyl, degradation increased with longer storage time. At the end of one year, the degradation amount of kresoxim-methyl was found to be 18.2% in the Aa<sub>(-18)</sub> samples, and 27.3% in the Ab<sub>(-18)</sub> samples. Whether or not the strawberry samples were washed, boscalid degradation was found to be higher in unpasteurized samples than in pasteurized samples. At

the end of a one-year period, the boscalid residues in the Aa<sub>(-18)</sub> and Ba<sub>(-18)</sub> samples were 50% and 46%, and in the Ab<sub>(-18)</sub> and Bb<sub>(-18)</sub> samples, 37% and 40% respectively (Table 3-4).

Samples kept at  $-18^{\circ}\text{C}$  after pasteurization if summarized, penconazole fell below LOQ ( $0.05\text{ mg kg}^{-1}$ ) in the 15th day. Comparisons of other active substance analysis performed on the 240th and 360th days of the Ab<sub>(-18)</sub> samples are given in Figure 2. It can be seen that the amount of tebufenpyrad did not change in the 240th and 360th day samples while tetraconazole 20%, pyrimethanil 23%, azoxystrobin 26%, kresoxim-methyl 27%, boscalid 37% and bupirimate 41% decreased, respectively, from the lowest to the highest pesticide degradation in the 360th day samples.

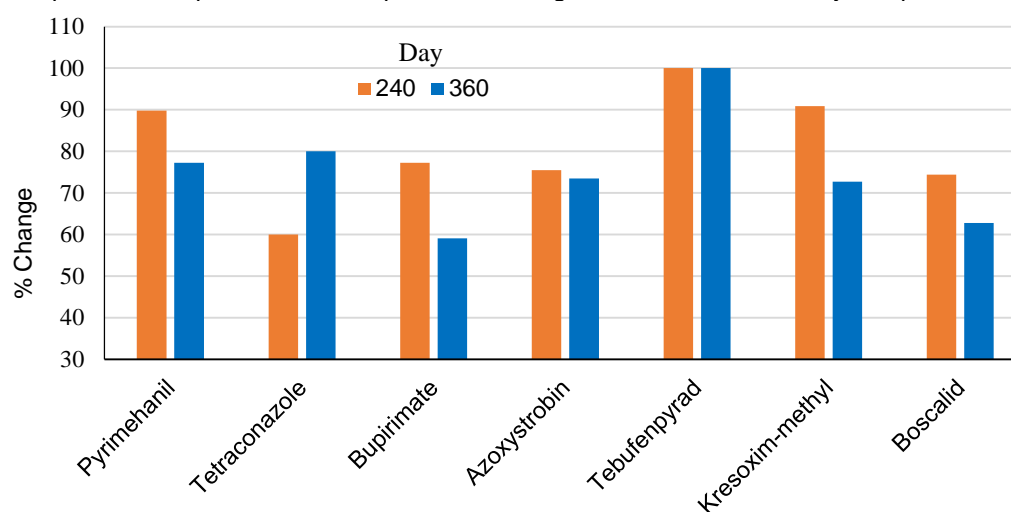


Figure 2. Residue changes of active substances in pasteurized puree without washing Ab<sub>(-18)</sub> samples (%) (baseline=100)

Effect of pasteurization on pesticide degradation in samples Ab<sub>(-18)</sub> was examined, the amount of tebufenpyrad did not change, degradation of kresoxim-methyl and bupirimate increased in pasteurized samples, and degradation of pyrimethanil, tetraconazole, azoxystrobin and boscalid was slower in pasteurized samples.

When the degradation at  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  and  $4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  investigated, we can say that pesticides degrade the fastest at  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ . The amount of pyrimethanil degradation in Ab<sub>(+4)</sub> and Bb<sub>(+4)</sub> samples were 57.1% and 58.3%, respectively. In addition, degradation was found 57.1% in the samples at  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  for pyrimethanil (Tables 5 and 6). It is considered that during the keeping of strawberry puree in glass jars and boiling water at  $96^{\circ}\text{C}$  for 5 minutes, peroxidase and lipoxigenase enzymes are partially inactivated because under normal conditions, faster degradation can occur at  $4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  to  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ , but slower degradation occurred. The degradation amount of tetraconazole was 20% in Ab<sub>(+4)</sub> and 40% in Bb<sub>(+4)</sub> samples. Also, tetraconazole residues in Ab<sub>(+20)</sub> samples fell below the LOQ at 180th day. When the bupirimate residues at  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  was examined, it was determined that the active substance residues fell below the LOQ in the 2nd month (Tables 5 and 6). In the statistical evaluation, storage time and

different temperatures used were found to be effective on pesticide degradation ( $p < 0.05$ ). The degradation amount of tebufenpyrad residues was in 25% in Ab<sub>(+4)</sub> at the 300th day. The degradation amount of kresoxim-methyl in the samples on the 300th day was 45.4% in Ab<sub>(+4)</sub> and 55.4% in Bb<sub>(+4)</sub>. In addition, the amount of kresoxim-methyl in the washed samples kept at  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  decreased below the LOQ on the 60th day. The degradation amount of boscalid was found 55.8% in Ab<sub>(+4)</sub> samples at 300th day.

Comparisons of the 240th day analyses of the samples kept at  $4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  are given in Figure 3. As the temperature increased, the amount of degradation in pesticides also increased. The amount of degradation in the washed and unwashed samples differed. The amount of decrease determined in Ab<sub>(+4)</sub> samples is respectively 77% bupirimate, kresoxim-methyl 55%, boscalid 49%, tetraconazole 40%, pyrimethanil 37%, azoxystrobin 37% and tebufenpyrad 17%.

In the samples kept at  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  after pasteurization, bupirimate decreased below the LOQ on the 60th day, while no active substance peak was found on the 120th day. Penconazole below the LOQ at day 15 but continued to exist in the sample below the LOQ even at day 120. Other active substances (tetraconazole,

azoxystrobin, pyrimethanil, kresoxim-methyl, boscalid and tebufenpyrad) were compared according to the 120th day samples due to their numerical data. Pesticide degradation was determined as kresoxim-

methyl, tetraconazole, boscalid, azoxystrobin, pyrimethanil and tebufenpyrad, respectively, from the highest to the least.

Table 5. Residue changes of active substances in strawberry puree at 4±0.5°C (mg kg<sup>-1</sup>) (mean±standard error, n=3)

Active substances	Sample codes	Duration (days)									
		0	15	30	60	120	180	240	300	360	
Pyrimethanil	Ab <sub>(+4)</sub>	0.49±0.026	0.40±0.006	0.36±0.006	0.38±0.019	0.26±0.006	0.26±0.016	0.31±0.014	0.28±0.013	0.28±0.019	
	Bb <sub>(+4)</sub>	0.48±0.030	0.39±0.025	0.40±0.023	0.39±0.034	0.28±0.016	0.27±0.017	0.32±0.011	0.28±0.013	0.29±0.018	
Tetraconazole	Ab <sub>(+4)</sub>	0.10±0.003	0.08±0.008	0.08±0.001	0.07±0.002	<LOQ*	0.05 ±0.004	0.06±0.003	0.08 ±0.001	0.08 ±0.003	
	Bb <sub>(+4)</sub>	0.10±0.003	0.07±0.002	0.07±0.001	0.07±0.003	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0.06 ±0.001	0.06 ±0.002	
Bupirimate	Ab <sub>(+4)</sub>	0.22±0.008	0.16±0.010	0.14 ±0.004	0.12±0.012	0.06±0.010	nd**	0.05±0.001	0.05±0.001	nd	
	Bb <sub>(+4)</sub>	0.21±0.002	0.17±0.003	0.14±0.003	0.12±0.007	0.06±0.006	nd	0.05±0.001	nd	nd	
Azoxystrobin	Ab <sub>(+4)</sub>	0.49±0.018	0.46±0.033	0.46±0.016	0.42±0.006	0.26±0.006	0.25±0.004	0.31±0.012	0.30±0.020	0.24±0.009	
	Bb <sub>(+4)</sub>	0.48±0.018	0.43±0.028	0.44±0.017	0.39±0.005	0.24±0.004	0.22±0.006	0.26±0.014	0.27±0.019	0.24±0.006	
Tebufenpyrad	Ab <sub>(+4)</sub>	0.12±0.015	0.10±0.006	0.07 ±0.002	<LOQ	0.05±0.02	0.06±0.006	0.10±0.003	0.09±0.003	***	
	Bb <sub>(+4)</sub>	0.11±0.017	0.08±0.003	0.06 ±0.001	<LOQ	0.05±0.002	0.05±0.004	0.08±0.007	0.09±0.006	0.09 ±0.004	
Kresoxim-methyl	Ab <sub>(+4)</sub>	0.11±0.005	0.12±0.013	0.10±0.001	0.05±0.005	0.05±0.002	<LOQ	0.05±0.004	0.05±0.004	***	
	Bb <sub>(+4)</sub>	0.09±0.005	0.09±0.005	0.07±0.004	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0.05±0.004	0.05±0.004	0.05±0.004	
Boscalid	Ab <sub>(+4)</sub>	0.43±0.034	0.46±0.050	0.32±0.011	0.15±0.021	0.16±0.014	0.12±0.005	0.22±0.008	0.24±0.011	***	
	Bb <sub>(+4)</sub>	0.42±0.002	0.35±0.009	0.25±0.025	0.13±0.005	0.14±0.010	0.10±0.008	0.21±0.003	0.20±0.004	0.18±0.009	

\*: <LOQ: below the quantification limit, \*\*: nd: Not determined, \*\*\*: evaluation could not be made (not evaluated due to problem in the sample)

Table 6. Residue change of active substances in strawberry puree at 20±2°C (mg kg<sup>-1</sup>) (mean±std error, n=3)

Active substances	Active substances	Duration (days)					
		0	15	30	60	120	180
Pyrimethanil	Ab <sub>(+20)</sub>	0.49±0.026	0.39±0.029	0.33±0.025	0.35±0.028	0.22±0.002	0.22±0.007
	Bb <sub>(+20)</sub>	0.48±0.030	0.39±0.038	0.39±0.024	0.38±0.044	0.30±0.005	***
Tetraconazole	Ab <sub>(+20)</sub>	0.100±0.003	0.06±0.004	0.07±0.001	0.07 ±0.006	<LOQ	<LOQ
	Bb <sub>(+20)</sub>	0.10±0.003	0.06±0.002	0.07±0.003	0.06±0.005	<LOQ	***
Bupirimate	Ab <sub>(+20)</sub>	0.22±0.008	0.13±0.016	0.06±0.002	<LOQ*	nd	nd
	Bb <sub>(+20)</sub>	0.21±0.002	0.12±0.009	0.06±0.001	<LOQ	nd	***
Azoxystrobin	Ab <sub>(+20)</sub>	0.49±0.018	0.38±0.041	0.38±0.002	0.30±0.024	0.19±0.007	0.16 ±0.011
	Bb <sub>(+20)</sub>	0.48±0.018	0.35±0.024	0.33±0.039	0.28±0.006	0.18±0.005	***
Tebufenpyrad	Ab <sub>(+20)</sub>	0.12±0.015	0.08±0.005	0.07±0.001	***	***	***
	Bb <sub>(+20)</sub>	0.11±0.017	0.08±0.004	0.07±0.001	0.05±0.002	0.05 ±0.005	***
Kresoxim-methyl	Ab <sub>(+20)</sub>	0.11±0.005	0.08±0.003	0.07±0.003	***	***	***
	Bb <sub>(+20)</sub>	0.09±0.005	0.08±0.010	0.06±0.001	<LOQ	<LOQ	***
Boscalid	Ab <sub>(+20)</sub>	0.43±0.034	0.34±0.014	0.26±0.011	***	***	***
	Bb <sub>(+20)</sub>	0.42±0.002	0.31±0.025	0.27±0.016	0.12±0.004	0.10±0.004	***

\*: <LOQ: below the quantification limit, \*\*: nd: Not determined, \*\*\*: evaluation could not be made (not evaluated due to problem in the sample)

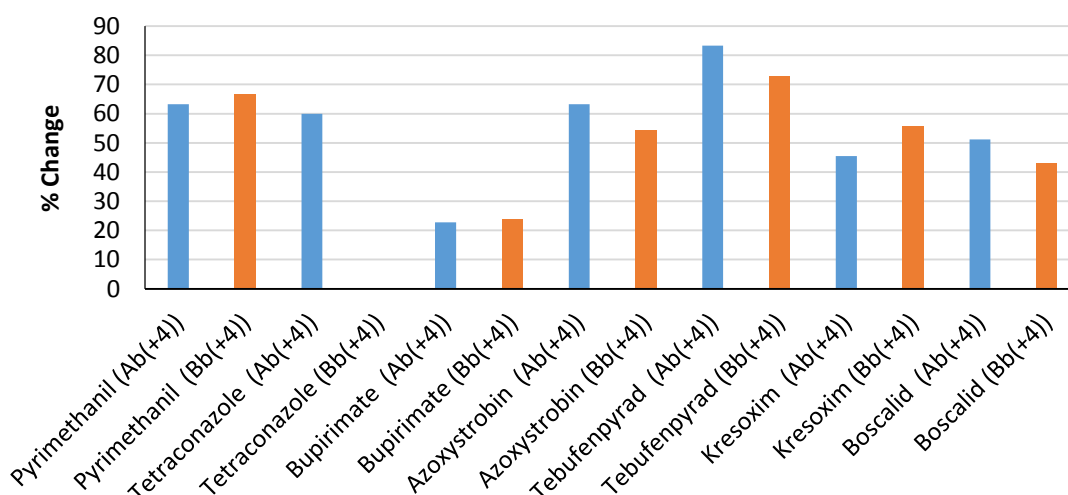


Figure 3. Residue changes of active substances in pasteurization without washing Ab<sub>(+4)</sub> and with washing Bb<sub>(+4)</sub> samples at day 240 (baseline=100)

## CONCLUSION

The analytical method was validated to determine residues of nine active substances in strawberry. Recovery,  $r^2$ , RSD and LOQ were all in the acceptable range of validation assays. Pesticide degradation occurred during washing, pasteurization, cold storage and long term storage processes. Ultrasonic washing decreased the pesticide residues in the range of 3.8–16.7%. Pasteurization removed the pesticide residues too. At the end of the cold storage process, penconazole residues were below the LOQ. The amount of residue removed by washing on different days increased. Processing factors were calculated for the washing, pasteurization and washing+pasteurization processes. The highest and lowest processing factors in the pasteurization process were for tebufenpyrad (Pf:1.20) and tetraconazole (Pf:0.81), respectively. In addition, it was determined that the pesticide residues decreased at varying rates during the storage of pasteurized and unpasteurized strawberry puree at different temperatures.

Considering how low the concentration used in the spraying is (30% of the MRL of each active substance) and the length of the analysis time it has once again been demonstrated that pesticide residues are not completely removed, and that varying amounts of pesticide can be remain in the product after processing. The fact that many factors such as the structure of the agricultural product, the applied process, the temperature of the environment, the acidity level, the chemical structure of the pesticide, and its solubility have effects on the residue variation. Our results also explain why generalization should not be made in this regard and why studies on processing factors should be carried out separately on the basis of product and pesticide.

## ACKNOWLEDGEMENT

This work is a part of N. Yigit's Ph.D. thesis. The authors thankfully acknowledge the financial support from Ankara University (Project No: BAP/16H0443004). The authors also thank to Ankara Plant Protection Central Research Institute for allowing us to use the pesticide residue laboratories and plant protection machinery laboratory and to Dr. Hasan Hüseyin Gül (Giresun University, Giresun, Türkiye) for the kind help and guidance on statistical evaluation of data.

## REFERENCES

- [1] Jeong, L.S., Kwak, B.M., Ahn, J.H., Jeong, S.H. (2012). Determination of pesticide residues in milk using QuEChERS-based method developed by response surface methodology. *Food Chemistry*, 133, 473-481.
- [2] Commission, E. (1997). Appendix E. Processing Studies. Directorate General for Agriculture. Retrieved from [https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/pesticides\\_mrl\\_guidelines\\_app-e.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/pesticides_mrl_guidelines_app-e.pdf)
- [3] Aguilera, A., Valverde, A., Camacho, F., Boulaid, M., Garcia-Feuntes, L. (2014). Household processing factors of acrinathrin, fipronil, kresoxim-methyl and pyridaben residues in green beans. *Food Control*, 35, 146-152.
- [4] Bajwa, U., Sandhu, K.S. (2014). Effect of handling and processing on pesticide residues in food-a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(2), 201-220.
- [5] Yigit, N., Velioglu, Y.S. (2020). Effects of processing and storage on pesticide residues in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(21), 3622-3641.
- [6] Zhao, L., Ge, J., Liu, F., Jiang, N. (2020). Effects of storage and processing on residue levels of chlorpyrifos in soybeans. *Food Chemistry*, 150, 182-186.
- [7] BfR. (2019). *BfR data collection on processing factors. Updated communication No: 034*. Retrieved March 21, 2021, from <https://www.bfr.bund.de/cm/349/bfr-data-collection-on-processing-factors.pdf>
- [8] Kafkas, E. (2017). Strawberry growing in Türkiye: current status and future prospects. *Acta Horticulture*, 1156, 903-908.
- [9] FAOSTAT. (2021). *Production data of Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Retrieved 18 March, 2021, from Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- [10] Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J.M., Oiles, J.L., Mezzetti, B., Battino, M. (2012). The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28, 9-19.
- [11] Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J.M., Battino, M. (2014). Strawberry and human health: effects beyond antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 3867-3876.
- [12] Commission, E. (2017). *EU Pesticides database*. Retrieved January 25, 2022, from European Commission: [https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/eu-pesticides-database\\_en](https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en)
- [13] Kırıs, S., Velioglu, Y.S. (2016). Reduction in pesticide residue levels in olives by ozonated and tap water treatments and their transfer into olive oil. *Food Additives and Contaminants Part A*, 33, 128-136.
- [14] Anastassiades, M., Lehotay, S.J., Štajnbaher, D., Schenck, F.J. (2003). Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and "dispersive solid-phase extraction" for the determination of pesticide residues in produce. *Journal of Association of Official Analytical Chemists International*, 86(2), 412-431.
- [15] Yigit, N., Bayhan-Öktem, A., Yentür, G. (2012). Development of multiple residue analysis method by high pressure liquid chromatography (HPLC) for the analysis of pesticide residues in some fruits and vegetables. *Plant Protection Bulletin*, 52(4), 375-394.
- [16] SANTE. (2019). Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed



- SANTE/12682/2019. Retrieved January 26, 2019, from [https://www.eurl-pesticides.eu/userfiles/file/EurlALL/AqcGuidance\\_S ANTE\\_2019\\_12682.pdf](https://www.eurl-pesticides.eu/userfiles/file/EurlALL/AqcGuidance_S ANTE_2019_12682.pdf)
- [17] Bolaños, P.P., Moreno, J.L., Shtereva, D.D., Frenich, G.A., Vidal, J.L. (2007). Development and validation of a multiresidue method for the analysis of 151 pesticide residues in strawberry by gas chromatography coupled to a triple quadrupole mass analyzer. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 21, 2282-2294.
- [18] Morales, A., Ruiz, I., Oliva, J., Barba, A. (2011). Determination of sixteen pesticides in peppers using high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes*, 46, 525-529.
- [19] Pizzutti, I.R., Dias, J.V., Kok, A., Cardoso, C.D., Vela, G.M. (2016). Pesticide residues method validation by UPLC-MS/MS for accreditation purposes. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 27(7), 1165-1176.
- [20] Jiang, W., Chen, X., Liu, F., Pan, C. (2019). Residue distribution, dissipation behavior and removal of four fungicide residues on harvested apple after waxing treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67, 2307-2312.
- [21] Shokr, A.S., Malhat, F., Saber, E.S., El-Gammal, H.A., Ahmed, M.T. (2019). Dynamic distribution of azoxystrobin residues in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duchesne) using liquid chromatography tandem mass spectrometry: Putative evaluation of dietary intake. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 101(15), 2479-2490.
- [22] Lozowicka, B., Jankowska, M., Hrynko, I., Kaczynski, P. (2016). Removal of 16 pesticide residues from strawberries by washing with tap and ozone water, ultrasonic cleaning and boiling. *Environmental Monitoring Assessment*, 188(1), 51.
- [23] Angioni, A., Schirra, M., Garau, V.L., Melis, M., Tuberoso, C.I., Cabras, P. (2004). Residues of azoxystrobin, fenhexamid and pyrimethanil in strawberry following field treatments and the effect of domestic washing. *Food Additives and Contaminants*, 21(11), 1065-1070.
- [24] Cámara, M.A., Cermeño, S., Martínez, G., Oliva, J. (2020). Removal residues of pesticides in apricot, peach and orange processed and dietary exposure assessment. *Food Chemistry*, 325, 126936
- [25] Peng, W., Zhao, L., Liu, F., Xue, J., Li, H., Shi, K. (2014). Effect of paste processing on residue levels of imidacloprid, pyraclostrobin, azoxystrobin and fipronil in winter jujube. *Food Additives & Contaminants Part A*, 31(9), 1562-1567.
- [26] Jiang, Y., Shibamoto, T., Li, Y., Pan, C. (2013). Effect of household and commercial processing on acetamiprid, azoxystrobin and methidathion residues during crude rapeseed oil production. *Food Additives and Contaminants Part A*, 30(7), 1279-1286.
- [27] Amvrazi, E. G. (2011). Fate of pesticide residues on raw agricultural crops after postharvest storage and food processing to edible portions. In *Pesticides-formulations, effects, fate*. Edited by M. Stoytcheva. IntechOpen. Retrieved May 20, 2021, from <https://www.intechopen.com/chapters/13027>.
- [28] Kwak, S.Y., Lee, S.H., Jeong, H.R., Nam, A.J., Sarker, A., Kim, H.Y., Kim, J.E. (2019). Variation of pesticide residues in strawberries by washing and boiling processes. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 38(4), 281-290.
- [29] Jankowska, M., Kaczynski, P., Hrynko, I., Lozowicka, B. (2016). Dissipation of six fungicides in greenhouse-grown tomatoes with processing and health risk. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 11885-11900.
- [30] Shah, R. (2020). Pesticides and Human Health. In *Emerging Contaminants*. Edited by A. Nuro. IntechOpen. Retrieved March 30, 2022, from <https://www.intechopen.com/chapters/73921>
- [31] Skrede, G. (1996). Fruits. In *Freezing Effects on Food Quality*. Edited by E.J. Lester. Marcel Dekker Inc. New York, 432p.
- [32] Ancos, B., Ibañez, E., Reglero, G., Cano, P. (2000). Frozen storage effects on anthocyanins and volatile compounds of raspberry fruit. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 48(3), 873-879.
- [33] Afridi, I. A., Parveen, Z., Masud, S.Z. (2001). Stability of organophosphate and pyrethroid pesticides on wheat in storage. *Journal of Stored Products Research*, 37(2), 199-204.
- [34] Barceló, D.A. (1996). A review of sample storage and preservation of polar pesticides in water samples. *Chromatographia*, 42, 704-712.
- [35] Aboufadel, K., De Potter, C., Prévost, M., Sauvé, S. (2010). Time-dependent integrity during storage of natural surface water samples for the trace analysis of pharmaceutical products, feminizing hormones and pesticides. *Chemistry Central Journal*, 4, 1-10.
- [36] Domingues, V., Cabral, M., Alves, A., Delerue-Matos, C. (2009). Use and reuse of SPE disks for the determination of pyrethroids in water by GC-ECD. *Analytical Letters*, 42(4), 706-726.
- [37] Demiray, E., Tülek, Y. (2010). Donmuş muhafaza sırasında meyve ve sebzelerde oluşan kalite değişimleri. *Akademik Gıda*, 8(2), 36-44.

## Effect of Adding Nanofibers into Sunflower (*Helianthus annuus*) Oil on Oil Viscosity

Gülden Gökşen<sup>1</sup> , Nick Tucker<sup>2</sup> <sup>1</sup>Department of Food Technology, Vocational School of Technical Sciences at Mersin Tarsus Organized Industrial Zone, Tarsus University, 33100, Mersin, Turkey<sup>2</sup>School of Engineering, Lincoln University, LN6 7TS, Lincoln, United Kingdom

Received (Geliş Tarihi): 22.11.2021, Accepted (Kabul Tarihi): 03.03.2023

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): [guldengoksen@tarsus.edu.tr](mailto:guldengoksen@tarsus.edu.tr) (G. Gökşen)

☎ +90 324 600 0033 📠 +90 324 600 0060

### ABSTRACT

The significant effect of the addition of very small proportions of nanofibres and nano-particulates on the physical and mechanical properties of solid materials has been long observed and described. The effect of addition of electrospun fibres on the physical properties of liquid has not been so widely examined. In this paper, the effect of the addition of polyvinyl alcohol (PVOH), and zein nanofibers in sunflower (*Helianthus annuus*) oil on its viscosity was observed and quantified. For a given amount of material, a trend of increasing effectiveness was found as fibre diameter reduced. The addition of 0.01% (by mass) of fibre increased the kinematic viscosity of oil samples by 15%. The presence of fibre in oil was confirmed by light microscopy whilst the size of the fibres was measured by the analysis of scanning electron microscope images (SEM). This phenomenon of a low concentration of nanofibers significantly increasing viscosity may find practical applications as a foodstuff thickener.

**Keywords:** Electrospinning, Nanofiber, Viscosity, Sunflower oil, Zein

### Nanoliflerin Ayçiçeği (*Helianthus annuus*) Yağına Eklenmesinin Yağın Viskozitesi Üzerine Etkisi

#### ÖZ

Çok küçük oranlarda nanoliflerin ve nano-partiküllerin eklenmesinin katı malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki önemli etkisi uzun süredir gözlenmekte ve açıklanmaktadır. Elektrospun nanoliflerin eklenmesinin, sıvının fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi çok fazla incelenmemiştir. Bu çalışmada, ayçiçeği (*Helianthus annuus*) yağına polivinil alkol (PVOH) ve zein nanoliflerin eklenmesinin viskozite üzerindeki etkisi gözlemlenmiş ve ölçülmüştür. Belirli bir malzeme miktarı için, nanolif çapı azaldıkça etkinliği artırma eğilimi bulunmuştur. Kütlece %0.01 nanolif eklenmesi kinematik viskoziteyi %15 artırmıştır. Yağ içindeki nanoliflerin varlığı ışık mikroskopisi ile doğrulanmış, nanoliflerin morfolojisi ve çapları taramalı elektron mikroskopu ile ölçülmüştür. Bu pratik uygulama sayesinde düşük nanolif konsantrasyonu viskoziteyi arttırdığı için gıdalarda kıvam verici olarak kullanılabilirliği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Elektroeğirme, Nanolif, Viskozite, Ayçiçek yağı, Zein

#### INTRODUCTION

Nanofibres are commonly defined as having an average diameter of less than 100 nm, although effects

associated with nanoscale material addition can be observed at significantly larger scales [1]. The bulk of research on the application of nanofibres has traditionally been focussed on filtration, but the



technology is now being expanded into other areas requiring materials with high specific strength, or a high surface to volume ratio. Although there are several methods used in the production of nanofibres, the simplest and most efficient nanofibre production method is electrospinning [2].

Electrospinning a conceptually simple and effective route to produce polymer fibres with diameters of sub-micron or nanometre scale of using electrostatic forces to draw a pendant droplet of polymer solution into a fine fibre followed by deposition onto a grounded collector [3]. Nanofibres have very large surface area to volume, aspect ratio and high permeability [4].

Bio-material based nanofibres have been investigated extensively to exploit their biodegradability, biocompatibility, thermal stability and good physical properties [2, 4–7]. Electrospun biopolymer nanofibres have also been highlighted as packaging materials and as additives to adjust texture and quality of solid foods. Electrospun fibre mats generally exhibit excellent film forming properties, emulsifying properties, bioadhesion associated with intrinsic long term electrostatic charge and outstanding resistance to oil [6]. It is therefore reasonable to assume that nanoscale biomaterial fibres can be used as practical physical property adjusters in food stuffs.

A preliminary electrospinning trial was carried out to produce electrospin fibre mats from PVOH and zein. The production of zein nanofibres by electrospinning has been widely reported elsewhere [2, 8], and glacial acetic acid was confirmed to give better spinning continuity than aqueous ethanol [10]. This choice of polymer and solvent system gave a range of fibre sizes, so that the effect of change in surface to volume ratio could be examined.

As previously noted it has been reported that small quantities of nanoscale material can have a significant effect on the macroscale properties of solids. The addition of sub one percent levels of nanoparticles can significantly affect the strength of polymers [11], for example, the addition of nanoscale exfoliated montmorillonite clay significantly alters the permeability of polymers by raising the mean tortuous path of the diffusing species through a film. It has also been reported that substantial increases in composite tensile strength and stiffness are gained by the addition of a fraction of a percent of electrospun fibres. The reason for the high level of property variation associated with low levels of nano-scale material has been attributed to the formation of an interphase zone surrounding the fibre surface [12]. It is suggested that contact with a solid phase affects the local molecular organisation of the liquid phase [13]. In the case of a solidifying polymer resin, this may influence the development of the structural morphology of the composite matrix.

It seems reasonable to extend this thinking to assume that a similar effect on the short-term order of a liquid might be observable as a change in liquid phase properties. To test these hypotheses insoluble fibres

were added to a liquid, and the apparent viscosity of the suspension was measured and related to the degree of fibre addition.

The rheological properties of whisker suspensions have been extensively studied both from theoretical and experimental points [14]. However, the effects on rheological characteristics of varying proportions and amounts of long nanofibres dispersed in vegetable oil (as an example foodstuff) have not thus far been widely discussed or systematically investigated.

This paper seeks to extend the use of nanofibres into the modification of liquid properties by using nanofibres made from a combination of the water soluble and semi crystalline synthetic polymer, Polyvinyl alcohol (PVOH), and from the ethanol extracted corn protein zein, and the use of this spun material to alter the viscosity of sunflower (*Helianthus annuus*) oil.

The main objective of this work was to examine the effect of blending PVOH and zein nanofibres in sunflower oil at different concentrations. It was determined rheological behaviour added to very low concentration of these suspensions to interact with sunflower oil. Dynamic and kinematic viscosity values were performed in rotational viscometer and standard ASTM methods.

## MATERIALS and METHODS

The polyvinyl alcohol (PVOH) had an average molecular weight of  $118,000 \text{ g mol}^{-1}$  and degree of hydrolysis (DH) in the range of 85-90%. A stock polymer solution was prepared by dissolving PVOH in distilled water for approximately 2 hours at  $60^\circ\text{C}$  with constant stirring using a hot plate with a magnetic stirrer. The stock polymer concentration was determined by drying a small sample in a convection oven at  $80^\circ\text{C}$  to determine the weight of solids. This stock solution was then diluted to a final concentration of 10%.

Pure sunflower oil (KTC (Edibles) Ltd, West Midlands, UK) was used as supplied. Zein (Flo Chemical Corporation, MA, USA) solution was prepared as 25% by dissolving zein in glacial acetic acid (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO) with a magnetic stirrer for 30 min at room temperature ( $22 \pm 2^\circ\text{C}$ ). The proportions of all the solutions were prepared by weight.

## Electrospinning Application

The electrospinning process was carried out using with a Model ES4 “Adam” electrospinning machine (Electrospin Ltd., New Zealand) at ambient conditions (temperature  $22^\circ\text{C}$  and relative humidity 64%). This electrospinning machine was fed by a constant pressure header tank. The feed pressure was varied by adjusting the feed head (Figure 1).

The zein solution were introduced in feed head tank and the needle tip to collector distance was adjusted to 10 cm and the applied voltage was set to 12 kV. The distance and voltage of PVOH solutions in feed head

tank were set to 12 cm and 16 kV, respectively for electrospinning process. These values were found as optimum according to preliminary trials.

The PVOH or zein fibres were spun into pure sunflower oil, which was poured into a circular catchment vessel containing 200 mL of oil, with timed depositions of 30, 60, 90 and 120 min. The polypropylene pipette tip used as a spinneret was an Axygen T-200-Y 200  $\mu$ L pipette tip with an orifice diameter of 0.5 mm. Measurements of the processing parameters was done to an accuracy of  $\pm 1$  mm for the working distance,  $\pm 250$  V for the potential

difference and  $\pm 0.5$  mm for the head distance that gives the hydrostatic pressure.

The mass deposition rate was estimated by depositing fibre onto an aluminium foil target of similar surface area using the same processing conditions. For each set of voltage and distances samples were produced by depositing over periods of 1, 5, 10, 20, 30, 45 and 60 min. The as-spun electrospun fibres were dried for 24 hr at room temperature. To determine the mass deposited, each aluminium foil target was weighed (Mettler Toledo AG204) before and after deposition.



Figure 1. Electrospinning apparatus

### Scanning Electron Microscopy

PVOH fibres were collected on a scanning electron microscopy (SEM) sample stub until the stub was fully covered. The morphology of the fibres was examined using a Jeol NeoScope JCM-5000 Benchtop Scanning Electron Microscope after sputter coating the samples with gold under vacuum for 120 second at 20 mA using Quorum Q150R-S sputter coater (Quorum Technologies Ltd., Ashford, Kent, UK) to reduce electron charging effects. The fibre diameter was measured as the average diameter of about 1000 fibres using SEM analyser Software (Electrospinz Ltd, NZ).

### Measuring Viscosity

Viscosity measurements were performed for a range (0, 0.0075, 0.0150 and 0.0300%) of PVOH and zein fibre suspensions in sunflower oil at a temperature of 22°C using a digital rotational Brookfield Viscometer (Model E2-RV8, Brookfield Engineering Laboratories, Stoughton, MA), using a No. 2 Spindle rotating at 50 rev/min. A 200 mL sunflower oil sample was used for all measurements, being sufficient to just cover the immersion groove on the spindle shaft. The measurements were repeated three times and the average values were used to estimate the dynamic viscosity.

To measure apparent viscosity, we measured the flow of the oil samples through a standard orifice using a Ford cup-type viscometer (Ford-4). The measurement is based on recording the time required for the sunflower

oil samples to flow through a 4.12 mm diameter orifice in the bottom of the cup [15].

The kinematic viscosity in centistokes (cSt) was calculated from the flow time with Eq. 1.

$$v = K \cdot (t - c) \quad (1)$$

where  $v$ =kinematic viscosity (cSt),  $t$ =time of flow (s),  $K=3.85$  for a Ford-4 cup, and  $c=4.49$  for a Ford-4 cup.

The dynamic viscosity (cP,  $\mu$ ) was calculated from the kinematic viscosity by Eq. 2 multiplying the kinematic viscosity by the fluid density ( $\text{g cm}^{-3}$ ,  $\rho$ ):

$$v = \mu / \rho \quad (2)$$

### Light Microscopy

Micrographs of sunflower oil samples were obtained using a light microscope (Olympus System Microscope model BX51TF, Olympus America Inc., Center Valley, PA, USA) equipped with a digital camera (Olympus EX300, Olympus America Inc., Center Valley, PA, USA). One drop of the sunflower oil sample was placed in the cavity (15 mm diameter) of a glass microscope slide, covered with glass cover-slip, and examined using a magnification of 20x. Images were acquired with a video camera mentioned above.

## Statistical Analysis

All experiments were performed twice with at least three replications of each fibre concentration. SPSS statistic program (Statistical Package IBM SPSS statistics 22 software, USA) was performed for all calculations, and the significance was determined by one-way ANOVA, while statistical significance was measured at a confidence level of 95%. Post hoc analysis using Tukey's Test was also employed for all samples ( $p < 0.05$ ).

## RESULTS and DISCUSSION

For a given voltage and distance the mass deposited on the collector electrode increases linearly with time. Figure 2 shows variations of dynamic viscosity with different concentration of zein and PVOH nanofibers in sunflower oil. The gradient of the linear trend is the mass deposition rate. The intercept is not at zero because there is a constant and consistent offset effect associated with the effect of the intrinsic charge of the fibre on the mechanism of the balance.

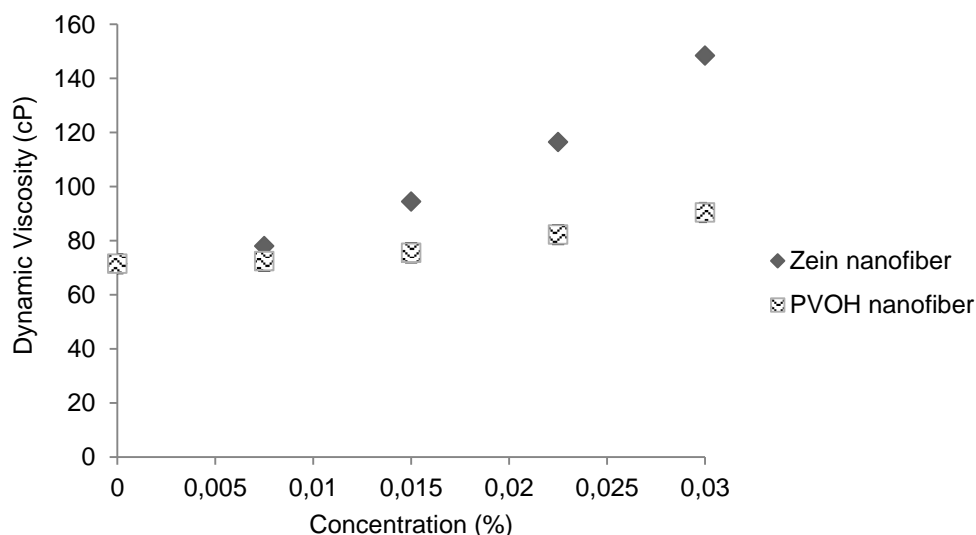


Figure 2. Variations of dynamic viscosity with different concentration of Zein and PVOH nanofibers in sunflower oil

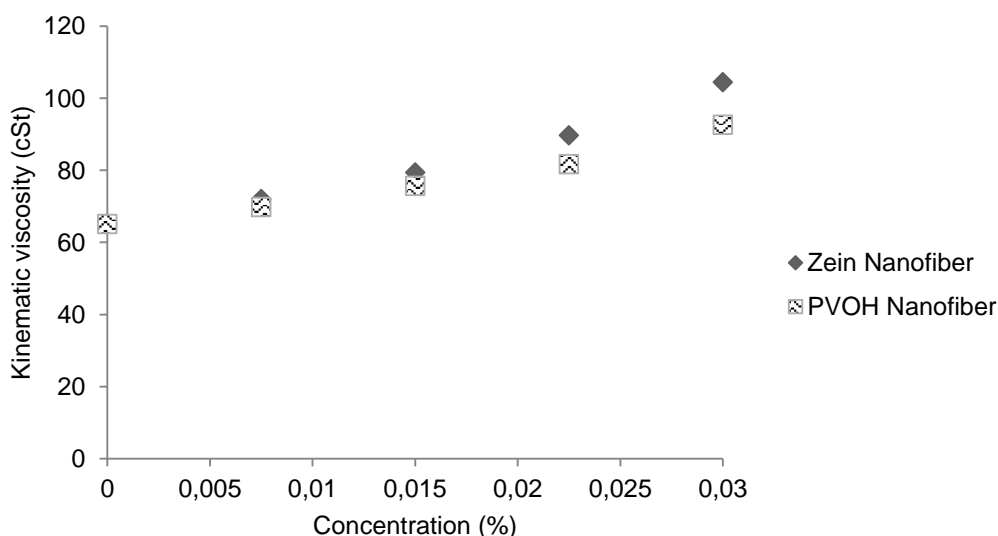


Figure 3. Variations of kinematic viscosity with different concentration of Zein and PVOH nanofibers in sunflower oil

The viscometer used is of rotating bob type. Hence, the shear rate is produced by a spindle rotating at a certain rotational speed,  $N$  (rpm). Figure 3 indicates that the variation of kinematic viscosity respectively with different concentration for each of the samples in the sunflower oil. The viscosity also increases significantly with the

increases in concentration (%) of nanoparticles in sunflower oil ( $p < 0.05$ ). This represents that the nanofiber concentration is an effective viscosity control parameter.

The results found that dynamic and kinematic viscosity for zein nanofiber increases significantly as the nanofibre concentration in sunflower oil is increased from 0.0225 to 0.0300% – the viscosity increases very sharply ( $p < 0.05$ ). It is clear that the addition of electrospun nanofibres leads to a significant increase in the viscosity of the sunflower oil. The results show that zein nanofibres have greater effect on viscosity than the PVOH nanofibres. The dynamic viscosity of neat sunflower oil is 71.5 cP. The dynamic viscosity results show that in comparison to sunflower oil at 0.03% for zein nanofibres is increased by 107.7% and PVOH nanofibres by 26.6%. Kinematic viscosity results show that in comparison to sunflower oil at 0.03% for zein nanofibres the enhancement in viscosity is 60.5% and PVOH nanofibres is 42.3%.

Shear thickening behaviour was as an increase in viscosity with increase in shear rate. This shear thickening effect can be explained by possible

agglomeration of tangled nanofibers and, resulting in more viscous drag. By increasing the concentration of nano particulates, particle to particle interactions increase which results in a rise in viscosity. At constant temperature, the viscosity of sunflower oil containing nanofibres increases with degree of nanofibre loading. When the concentration of nanoparticulates is increased, particle to particle bonding increases which in turn increases viscosity. The results indicate that viscosity increases with the nanofibre concentration, while going from 0.015 to 0.300% concentration and this viscosity increase is sharp as shown in results. These nanofibres exhibited increasing viscosity with concentration because of an increase network structural interactions.

Optical microscope pictures showing the morphology of PVOH electrospun fibres in sunflower oil are represented in Figure 4.

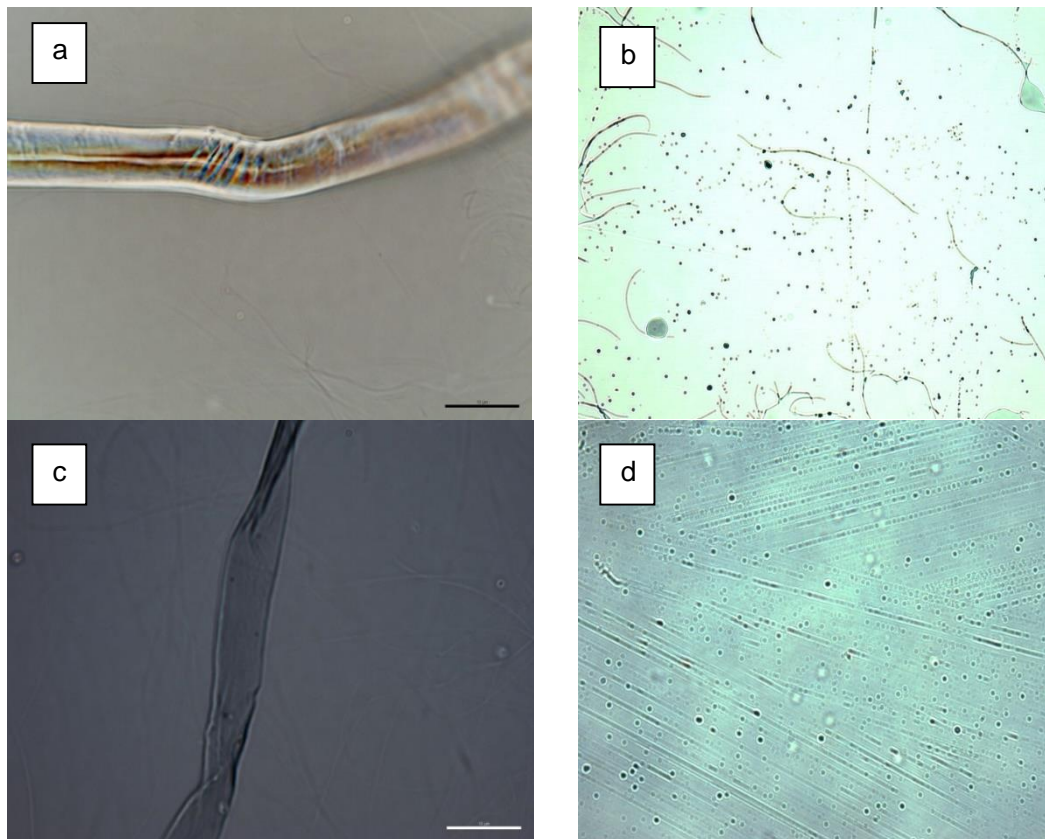


Figure 4. Optical microscopy image a few layers of nanofiber suspensions in sunflower oil deposited on a glass slide a) PVOH nanofiber at 100x magnification, b) PVOH nanofiber at 20x magnification, c) Zein nanofiber at 100x magnification, d) Zein nanofiber at 20x magnification

The images show PVOH fibres from electrospinning processing created in sunflower oil. The images in Figure 5(a) and 5(b) are SEM images of the PVOH and zein nanofibres, respectively. The SEM images taken during the study ranged in magnification with 5000x images used for fibre diameter measurements. The SEM images of PVOH and zein nanofibres were of fibres obtained using the following electrospinning parameters: Voltage: 12 kV and 16 kV, Distance: 10 and 12 cm, respectively. It can be seen that the diameter of

the PVOH nanofibres is less than the zein fibres. It is clear from the characterisation results that the addition of electrospun nanofibres led to an increase in the dynamic and kinematic viscosities of the sunflower oil: as the percentage of the nanofibre increased, the viscosity increased. The increase in the viscosity was highest with the addition of 0.0300% concentration of zein nanofibres and the lowest for neat sunflower oil. The zein nanofibre diameters are smaller than the PVOH fibres. This supports the theory that the viscosity

increases in a dispersed sample is due to increased attractive surface interactions as a result of a greater surface-to volume ratio [1].

PVOH is synthetic biopolymer and is difficult to disperse in the liquids. This is probably because PVOH is water-soluble and oil is a hydrophobic, resulting in a challenging mixing process. The size measurements from the SEM micrographs determined that the average diameter of fibers. The average diameters of zein and PVOH nanofibers were calculated 219 and 286 nm, respectively. Goksen et al. [16, 17] found similar diameter of neat zein and PVOH nanofibers. The smooth and homogeneous bead-free ultrathin fibers were fabricated (Figure 5). These selected two food grade and biodegradable polymers have spinable capability [18, 19].

The nanofibre size was another influence parameter on viscosity. Similar concentrations of zein nanofibres in sunflower oil with had higher viscosity than PVOH nanofibres. As previously noted, PVOH nanofibres were more difficult to blend than zein nanofibres in the sunflower oil. Although with PVOH nanofibres it seems that fibre diameter influences viscosity, the effect of the

other issues also should be taken into account such as mechanical and morphological properties of fibres.

The PVOH nanofibres readily agglomerated and made clusters, and so were more difficult to disperse in sunflower oil than the zein electrospun fibres. This result is in accordance with the study by Jarahnejad *et al* [20] that a vigorous dispersion method avoids clustering and agglomeration. A second theory is that for homogeneously dispersed zein nanofibres, the growth in exposed nanoparticle surface with an increase in the number of nanoparticulates was much greater than in a clustered sample, and hence greater viscosity was observed. The higher viscosity observed for the more concentrated nanofibres can be attributed to the stronger internal shear force among nanoparticulates. With increasing number of nanoparticulates, larger agglomerates form and consequently a larger force is required to disperse them. In addition, the greater effect of zein nanofibres on sunflower oil viscosity than that noted with PVOH nanofibres can be explained by possible agglomeration of bundled nanofibres, resulting in more viscous drag [20].

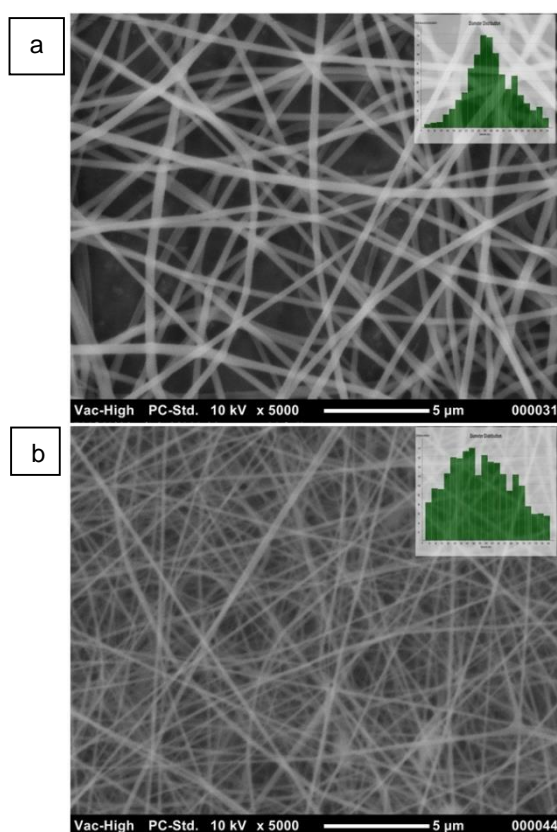


Figure 5. Scanning electron microscope images (5000x magnification) and diameter distribution histograms (a) PVOH nanofibers (b) zein nanofibers. The scale bar size is 5 µm.

## CONCLUSION

The viscosity data with- and without- nanofibres shows that nanofibres have potential to be used instead of hydrocolloids for viscosity control in liquid or semi liquid foods. Our results also show that sunflower oil with

modified by the addition of small quantities of electrospun biopolymers nanofibre exhibit non-Newtonian behaviour. Increasing the nanofibre concentration increases viscosity from that of the control neat sunflower oil. The effect of zein electrospun nanofibre on viscosity was greater than PVOH



electrospun nanofibre. The viscosity increased with the concentration of all nanofibres showing that addition of these nanofibres, even in small amount, increase the viscosity of the sunflower oil. In brief, the addition of nanofibre increased dynamic and kinematic viscosities as compared to sunflower without any nanofibre even when added in very small amounts. In this study, it could be revealed that the use of nanofibers in low quantity can increase the viscosity of foods due to their tiny diameter, fibrous and porous structure.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Daniel Robu of Dairycrest Ltd. supplied certain of the biomaterials used. Gheorghie Lang made some preliminary observations on this subject in his final year undergraduate project in the School of Engineering at the University of Lincoln. Prof. Kerry Kirwan of the Warwick Manufacturing Group loaned the Electrospinz "Adam" spinning machine used to make the fibres.

## REFERENCES

- [1] Karimi, S., Staiger, M.P., Buunk, N., Fessard, A., Tucker, N. (2016). Complementary characterization data in support of uniaxially aligned electrospun nanocomposites based on a model PVOH-epoxy system. *Data in Brief*, 7, 316-324.
- [2] Ergin, F., Küçükçetin, A., Oral, A., Gürsoy, O. (2017). Elektropüskürtme yönteminin probiyotik mikroorganizmaların mikrokapsülasyonunda kullanımı. *Akademik Gıda*, 15(3), 281-287.
- [3] Ghorani, B., Tucker, N. (2015). Fundamentals of electrospinning as a novel delivery vehicle for bioactive compounds in food nanotechnology. *Food Hydrocolloids*, 51, 227-240.
- [4] Ghorani, B., Tucker, N., Yoshikawa, M. (2015). Approaches for the assembly of molecularly imprinted electrospun nanofibre membranes and consequent use in selected target recognition. *Food Research International*, 78, 448-464.
- [5] Corradini, E., Mattoso, L.H.C., Guedes, C.G.F., Rosa, D.S. (2004). Mechanical, thermal and morphological properties of poly ( $\epsilon$ -caprolactone)/zein blends. *Polymers for Advanced Technologies*, 15(6), 340-345.
- [6] Kanatt, S.R., Rao, M.S., Chawla, S.P., Sharma, A. (2012). Active chitosan-polyvinyl alcohol films with natural extracts. *Food Hydrocolloids*, 29(2), 290-297.
- [7] López-Rubio, A., Sanchez, E., Sanz, Y., Lagaron, J.M. (2009). Encapsulation of living bifidobacteria in ultrathin PVOH electrospun fibers. *Biomacromolecules*, 10(10), 2823-2829.
- [8] Lepe, P.G., Tucker, N., Simmons, L., Watson, A.J., Fairbanks, A.J., Staiger, M.P. (2015). Sub-micron sized saccharide fibres via electrospinning. *Electrospinning*, 1(1), 1-9.
- [9] Nieuwland, M., Geerdink, P., Brier, P., Van Den Eijnden, P., Henket, J.T., Langelaan, M. L., Stroeks, N., van Deventer, H.C., Martin, A.H. (2014). Reprint of "Food-grade electrospinning of proteins". *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 24,138-144.
- [10] Selling, G.W., Biswas, A., Patel, A., Walls, D.J., Dunlap, C., Wei, Y. (2007). Impact of solvent on electrospinning of zein and analysis of resulting fibers. *Macromolecular Chemistry and Physics*, 208(9), 1002-1010.
- [11] Ajayan, P.M., Schadler, L.S., Braun, P.V. (2006). *Nanocomposite Science and Technology*. John Wiley & Sons.
- [12] Hua, Y., Gu, L., Premaraj, S., Zhang, X. (2015). Role of interphase in the mechanical behavior of silica/epoxy resin nanocomposites. *Materials*, 8(6), 3519-3531.
- [13] Paul, D.R., Robeson, L.M. (2008). Polymer nanotechnology: Nanocomposites. *Polymer*, 49(15), 3187-3204.
- [14] Otsubo, Y., Fujiwara, M., Kouno, M., Edamura, K. (2007). Shear-thickening flow of suspensions of carbon nanofibers in aqueous PVA solutions. *Rheologica Acta*, 46(7), 905-912.
- [15] American Society for Testing Materials. (2005). *Standart Test Method for Viscosity by Ford Viscosity Cup D1200-10*, vol. 94, no. Reapproved, pp. 1-4.
- [16] Gökşen, G., Fabra, M.J., Ekiz, H.I., López-Rubio, A. (2020). Phytochemical-loaded electrospun nanofibers as novel active edible films: Characterization and antibacterial efficiency in cheese slices. *Food Control*, 112, 107133.
- [17] Gökşen, G., Fabra, M. J., Pérez-Cataluña, A., Ekiz, H.I., Sanchez, G., López-Rubio, A. (2021). Biodegradable active food packaging structures based on hybrid cross-linked electrospun polyvinyl alcohol fibers containing essential oils and their application in the preservation of chicken breast fillets. *Food Packaging and Shelf Life*, 27, 100613.
- [18] Yang, D., Li, Y., Nie, J. (2007). Preparation of gelatin/PVA nanofibers and their potential application in controlled release of drugs. *Carbohydrate Polymers*, 69(3), 538-543.
- [19] Torres-Giner, S., Gimenez, E., Lagaron, J.M. (2008). Characterization of the morphology and thermal properties of zein prolamine nanostructures obtained by electrospinning. *Food Hydrocolloids*, 22(4), 601-614.
- [20] Jarahnejad, M., Haghghi, E.B., Saleemi, M., Nikkam, N., Khodabandeh, R., Palm, B., Toprak, S.M., Muhammed, M. (2015). Experimental investigation on viscosity of water-based Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and TiO<sub>2</sub> nanofluids. *Rheologica Acta*, 54(5), 411-422.



## Chemical Properties of Tahini Halva Marketed in The Southern Marmara Region of Turkey and Their Compliance with Turkish Food Codex

Zeynep Kilci  ✉, Ramazan Ülkü Çetin 

Department of Food Processing, Vocational School of Susurluk, Bandırma Onyedi Eylül University, Balıkesir, Türkiye

Received (Geliş Tarihi): 27.07.2022, Accepted (Kabul Tarihi): 24.03.2023

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): znale@bandirma.edu.tr (Z. Kilci)

☎ +90 266 606 84 02 📠 +90 266 606 0715

### ABSTRACT

In this study, three different tahini halva types (plain, cocoa and pistachio) from 15 different brands were obtained from various manufacturers or commercial markets in the Southern Marmara Region provinces of Balıkesir, Bilecik, Bursa, and Canakkale. For each manufacturer, samples were obtained from two different lot numbers. The results of chemical analysis in tahini halva samples were as follows; the total amount of sugar was 39.45-43.78%, the total amount of tahini was 51.88-76.84%, the amount of oil was 33.1-38.9%, the amount of peroxide in the extracted oil was 0-3.67 meq/kg, the amount of copper was 5.88-7.98 mg/kg, the amount of iron varied between 6.98 and 22.33 mg/kg, the amount of tin ranged between 0 and 1.12 mg/kg, the amount of lead was 0.019 mg/kg, and the amount of salt was between 0 and 0.96 g/100g. Arsenic was not detected in halva samples. When the fatty acid composition of oils extracted from tahini halva was analyzed using gas chromatography, a profile high in oleic acid (43%) and linoleic acid (40%) was found. When all of these results were taken into consideration, tahini halva from one of the examined enterprises was inconsistent with the Turkish Food Codex Communique on Tahini Halva (2015/28) in terms of the total amount of tahini.

**Keywords:** Tahini halva, Chemical quality, Southern Marmara Region

### Güney Marmara Bölgesi'nde Tüketime Sunulan Tahin Helvalarının Kimyasal Kalitesi ve Standartlara Uygunluğu

#### ÖZ

Bu çalışmada Güney Marmara Bölgesi'nde yer alan Balıkesir, Bilecik, Bursa ve Çanakkale illerindeki üreticilerden ve ticari olarak satış yapılan marketlerden 15 farklı markaya ait sade, kakaolu, Antep fıstıklı olmak üzere üç farklı çeşit tahin helvası örnekleri toplanmıştır. Numuneler her bir firma için iki farklı parti numarasından olacak şekilde temin edilmiştir. Tahin helvası numunelerine yapılan analizler neticesinde toplam şeker miktarının %39.45-43.78, toplam tahin miktarının %51.88-76.84, yağ miktarının %33.1-38.9, ekstrakte edilen yağda peroksit sayısının 0-3.67 meq/kg, Bakır miktarının 5.88-7.98 mg/kg, Demir miktarının 6.98-22.33 mg/kg, Kalay miktarının 0-1.12 mg/kg, Kurşun miktarının 0-0.019 mg/kg, tuz miktarının 0-0.96 g/100g aralığında değiştiği tespit edilirken numunelerde Arsenik ölçülmemiştir. Tahin helvalardan ekstrakte edilen yağ, yağ asitleri bileşeni yönünden kromatografik analize tabi tutulduğunda oleik asit (~%43) ve linoleik asit (~%40) açısından zengin bir profile karşılaşılmıştır. Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde numune alınan firmalardan bir tanesinin toplam tahin miktarı açısından Türk Gıda Kodeksi Tahin Helvası Tebliği (2015/28)'ne uygun üretim yapmadığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tahin helva, Kimyasal kalite, Güney Marmara Bölgesi

## INTRODUCTION

The term "halva" refers to a kind of traditional dessert prepared by mixing roasted and ground white sesame seeds (tahini), *Saponaria officinalis* root, sugar (sucrose), and citric acid, reaching the peak of its popularity in the Mediterranean Region [1]. The dessert, which is expressed as halva in Turkish, has various names such as halva in English, halava in Sanskrit, halawi in Arabic [2]. Tahini halva can be consumed plain-type or with added ingredients like walnuts, pistachios, cocoa, and vanilla. When its nutritional composition is examined, it is discovered that when consumed in 100 g, it provides approximately 500-550 kcal of energy. While the high amount of fat (30-35%) plays the leading role in reaching these high energy values, it is also stated as an important carbohydrate (40-47%), protein (10-12%), and mineral source [3].

Tahini, one of the main components in the production of tahini halva, is produced only from sesame seeds and does not contain additives. In the Turkish Food Codex, tahini is defined as "the product obtained by separating the sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds suitable for tahini production from their shells in accordance with the technique, drying in the oven, roasting and then crushing in the mill." Furthermore, as stated in the Codex, tahini should contain at least 50% fat, 20% protein, a maximum of 1.5% moisture, and 3.2% ash [23]. When the chemical composition of tahini, one of the primary ingredients in halva, is examined in more detail; it mainly consists of 57-65% oil (oleic and linoleic acid), 23-27% protein (rich in methionine, cystine, and tryptophan), and some minerals such as calcium, phosphorus, potassium, and magnesium [5].

Despite the fact that tahini halva is produced in industrial quantities, there are still traditional and minimal productions with regional variations using a wide range of materials [6].

Tahini halva has a reasonably extended shelf life of two years starting from the date of manufacturing because of its low moisture content (3%). Nevertheless, depending on the temperature and humidity levels, changes that occur throughout manufacturing, storage, distribution, and use can result in various condensation problems in the product, and this circumstance paves the way for numerous developments that will harm the food [8]. While there are various studies on tahini halva in countries such as Egypt and Greece [9, 10]; Turkey has lagged in tahini halva research despite high consumption rates.

Food production involves lots of risks during production processes. It is therefore essential to ensure, monitor, and evaluate adequate and effective controls in all phases of a food production chain. In this regard, many countries and companies meet to develop standards for safe food supply [24]. One of these developed standards is the Turkish Food Codex Communiqué. Based on this knowledge, the purpose of this research was to monitor and evaluate the chemical quality aspects of tahini halva samples collected from

marketplaces in terms of the Turkish Codex for tahini halva. Tahini halva samples were obtained from producers and retail outlets in the Southern Marmara Region (in the provinces of Balıkesir, Bilecik, Bursa, and Canakkale). The reasons for selecting the Southern Marmara Region can be summarized as having geographical significance due to its location as a transition corridor between Europe and Asia, as well as diversity in terms of both corporate businesses and small family businesses and sales points.

## MATERIALS and METHODS

### Materials

Samples of plain-type, cocoa, and pistachio tahini halva belonging to 15 different brands were collected from producers and commercial markets in Balıkesir, Bilecik, Bursa, and Canakkale provinces located in the Southern Marmara Region between January 2022 and March 2022. From the manufacturers of the same product with two different lot numbers, a total of 90 samples were collected. All samples were collected in their original packaging and delivered to the laboratory at 4-6°C. Until and during the analyses, halva samples were kept in a refrigerator at 4-6°C.

Figure 1 shows the process flow diagram for the production of tahini halva [7].

### Determination of Total Sugar Content

The determination of total sugar content in tahini halva samples was made according to [11]. According to the method; 5 g of the halva samples were weighed and transferred to a 250 mL balloon jug, and after being dissolved in 50 mL of distilled water, Carrez-I and Carrez-II solutions were added to make up to 250 mL with distilled water. The solution is filtered through filter paper, and the clear filtrate is titrated in a boiling solution with 5 mL of Fehling I and II solutions and a few drops of distilled water using the methylene blue indicator. The titration was completed as soon as the solution color changed from blue to brick red. Calculation made by the equation; [11].

- i. Amount of Natural Invert Sugar in the Sample:  $\text{g}/100\text{g} = (f/M_1) \cdot 100$   
 f: The amount of inverted sugar determined at the adjustment, equivalent to 10 mL of Fehling's solution mixture, g  
 M<sub>1</sub>: Previously inversion, the titration's spent sample solution actually contained sample, g.
- ii. Total Amount of Invert Sugar:  $\text{g}/100\text{g} = (f/M_2) \cdot 100$   
 f: The amount of invert sugar determined at the adjustment, equivalent to 10 mL of Fehling's solution mixture, g  
 M<sub>2</sub>: The amount of actual sample used in the titration of the sample following its inversion in the sample solution
- iii. Amount of Sucrose,  $\text{g}/100\text{g}$ : (Total Amount of Invert Sugar- Amount of Natural Invert Sugar in the Sample)\*0.95

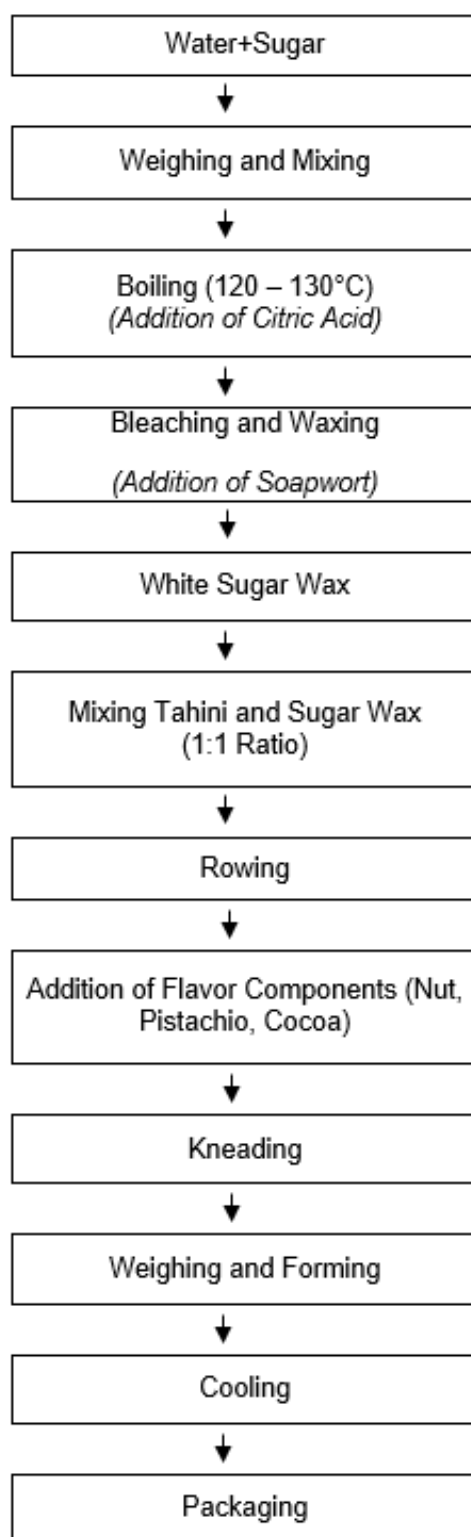


Figure 1. Tahini halva production flow chart [7]

### Determination of Tahini Amount

The approach of multiplying the amount of oil in the samples by 1.9 was used to calculate the amount of tahini in the tahini halva samples according to the method in TS2590, Turkish Standards Institute Tahini Halva Standard [12].

### Determination of Total Oil Content

The oil content of the tahini halva was determined gravimetrically as a result of extraction with the soxhlet method. 10 g of halva sample were weighed and added to the Soxhlet cartridge for analysis. For the extraction process to be more effective, sand was also added to the cartridge and mixed with the sample to make it homogeneous. Petroleum ether was placed in the cooler compartment, and after the extraction process, which lasted for about 6 hours, the remaining petroleum ether in the soxhlet balloon was removed, and the cartridge was kept at 100°C until it reached a constant weight [11].

### Determination of Peroxide Value in Extracted Oil

Peroxide value determination was made as specified in TS-4964, "Animal and Vegetable Oils-Peroxide Number Determination Standard". Accordingly, approximately 2 g of oil extracted from tahini halva samples was weighed and put into a 250 mL flask. Oil was dissolved by adding 10 mL of chloroform, and then potassium iodide solution was added, shaken for 1 minute, and kept in the dark for 5 minutes. After adding approximately 75 mL of distilled water, a few drops of the starch solution were added to the flask, which was shaken well, and iodine was released. Titration was carried out with 0.01 N sodium thiosulfate solution. All these processes were also repeated without a sample, as in the witness experiment [13].

### Determination of Transmitted Minerals Content

The Turkish Food Codex Communique on Tahini Halva specifies maximum levels for arsenic, copper, iron, lead and tin. Tahini halva samples were analyzed for the relevant contaminants. Analyses were made with an ICP-MS device according to the international standard of NMKL-186 (Nordic Committee on Food Analysis) [14].

### Determination of Total Salt Content

The total salt in the tahini halva samples was determined by the Mohr method. In the analysis, tahini halva samples weighing 10 g were titrated with a solution of silver nitrate, the normality of which was predetermined using a potassium chromate indicator [15].

### Determination of Fatty Acid Composition

Chromatographic analysis was used to assess the fatty acid composition of the oils recovered from tahini halva. In the analysis applied according to [16], firstly, the methyl esters of the samples were prepared, and then the methyl esters of the fatty acids were given to the gas chromatography device.

The operating conditions for the gas chromatography device were adjusted according to the following parameters:

- i. Inlet Conditions; temperature: 250°C, pressure: 21.231 psi, total flow: 42.398 mL/min, injection volume: 1µL, split ratio: 1:20.
- ii. Column Conditions: A RESTEK Rtx-2330 column (fusedsilica) 30 mm x 0.25 mm x 0.2 µm (Cat. No. 10723, Serial no. 1081624) capillary GC column was used. Flow rate: 1.8761 mL/min, pressure: 21.231 psi, flow state: constant pressure.
- iii. Column Oven Programme: The initial temperature was increased to 50°C for 1 min at this temperature, to 200°C at this temperature with 25°C increments per minute, to 230°C with an increase of 3°C per minute and 27 min at these temperatures. Total program duration was 45 minutes.
- iv. Detector Conditions: FID temperature: 280°C, H<sub>2</sub> flow rate: 40 mL/min, air flow rate: 450 mL/min, make up Helium flow rate: 25 mL/min.

## RESULTS and DISCUSSION

The analysis results of the samples were compared with the limit values given in the Turkish Food Codex Communiqué on Tahini Halva in this study, which determined the chemical quality features of tahini halva samples acquired from various sales locations. The limit values in the Turkish Food Codex regarding the chemical composition of tahini halva are given in Table 1.

Table 1. Chemical properties of tahini halva [4]

Components	Value
Sesame oil (at least, %)	26
Tahini (at least, %)	52
Protein (at least, %)	10
Total sugar (in terms of sucrose) (at most, %)	47
Moisture (at most, %)	3
Ash (at most, %)	2
Peroxide value (in the extracted oil) (at most, meq/kg)	10
Acidity (as oleic acid in the extracted oil) (at most, %)	2
Saponin (at most, %)	0.1

There is a provision in the Turkish Food Codex Communiqué on Tahini Halva, "Dry-shelled fruits such as hazelnuts and pistachios, among the seasoning materials used in Tahini Halva, should be added as whole or in separable pieces, and their ratio in the net mass of the product should be at least 8%". In the analysis of whether the relevant rule is fulfilled in tahini halva with pistachio varieties, the flavor ratio detected in the range of 9.87-12.53% is compatible with the codex.

The findings of the chemical analysis of the samples of the plain, cocoa, and pistachio halva varieties are compiled in Tables 2, 3, and 4. In terms of the quantity of tahini they contain, it has been determined that the samples from a brand included in the halva samples are not acceptable for the Turkish Food Codex when compared to the limit values of the pertinent analyses in the codex.

Table 2. Chemical analysis results of plain-type tahini halva samples

Parameter	Min	Max	Mean	Turkish Food Codex Limit Value
Sugar (%)	39.45	42.57	40.10	≤ 47
Tahini (%)	53.82	73.17	69.35	≥ 52
Oil (%)	33.60	35.30	34.70	≥ 26
Peroxide Value (meq/kg)	1.71	3.67	2.40	≤ 10
Arsenic (mg/kg)	0.00	0.00	0.00	≤ 0.2
Copper (mg/kg)	5.94	7.84	7.13	≤ 10
Iron (mg/kg)	14.27	17.39	15.06	≤ 40
Tin (mg/kg)	0.00	0.98	0.62	≤ 200
Lead (mg/kg)	0.00	0.017	0.013	≤ 0.3
Salt (g/100 g)	0.35	0.96	0.40	-

Table 3. Chemical analysis results of tahini halva samples with cocoa

Parameter	Min	Max	Mean	Turkish Food Codex Limit Value
Sugar (%)	40.06	43.78	41.80	≤ 47
Tahini (%)	51.88	57.53	54.72	≥ 52
Oil (%)	33.10	38.90	36.10	≥ 26
Peroxide value (meq/kg)	0.00	0.00	0.00	≤ 10
Arsenic (mg/kg)	0.00	0.00	0.00	≤ 0.2
Copper (mg/kg)	6.34	7.98	7.50	≤ 10
Iron (mg/kg)	15.78	22.33	20.25	≤ 40
Tin (mg/kg)	0.11	0.34	0.28	≤ 200
Lead (mg/kg)	0.00	0.02	0.01	≤ 0.3
Salt (g/100 g)	0.12	0.64	0.50	-

Table 4. Chemical analysis results of tahini halva samples with pistachio

Parameter	Min	Max	Mean	Turkish Food Codex Limit Value
Sugar (%)	39.98	41.12	40.60	≤ 47
Tahini (%)	54.01	76.84	68.02	≥ 52
Oil (%)	34.40	36.10	35.20	≥26
Peroxide value (meq/kg)	1.23	2.32	1.98	≤ 10
Arsenic (mg/kg)	0.00	0.00	0.00	≤ 0.2
Copper (mg/kg)	5.88	6.44	6.00	≤ 10
Iron (mg/kg)	6.98	7.78	7.5	≤ 40
Tin (mg/kg)	0.87	1.12	0.95	≤ 200
Lead (mg/kg)	0.00	0.00	0.00	≤ 0.3
Salt (g/100 g)	0.00	0.05	0.02	-

The table shows that for plain-type halva samples, the lowest amount of sugar is 39.45% and the highest is 43.78%; for tahini halva samples with cocoa the lowest value is 40.06% and the highest is 43.78%; the lowest and highest amount of sugar values were found in tahini halva samples with pistachio, respectively at 39.98% and 41.12%. The Turkish Food Codex Communiqué on Tahini Halva (2015/28) states that the amount of sugar that should be present in halvah need to be at least 47% in percentage terms. When evaluated from this point of view, it can be said that the halva samples of all three varieties are compatible with the TFC in terms of sugar content. In a study examining the properties of plain-type tahini halva produced in Samsun, it was stated that the sugar content of halva samples was measured in the range of 31.06-46.79% [17]. In another study in which the chemical and microbiological properties of tahini halvah offered for sale in Bursa were determined, it was stated that the sugar content of the samples was determined as 41.99-48.23% [18]. The results for all three types are similar as compared to research with a corresponding scope.

Tahini, one of the most critical ingredients in halva, is crucial for the best possible development of the product's nutritional and textural qualities [19]. The amount of tahini in the samples was 53.82-73.17% for plain-type halva, 51.88-57.53% for halva with cocoa, and 54.01-76.84% for tahini halva with pistachio. Halva must include a minimum of 52 percent tahini, according to the Turkish Food Codex Communiqué on Tahini Halva (2015/28). From this current perspective, the samples of cocoa tahini halva samples belonging to a company are slightly below the limit value specified in the Codex. When the literature on the subject is researched, it is seen that the tahini content values of the samples are similar to the studies conducted in previous years [17, 19, 20].

Once Table 2, Table 3 and Table 4 given above are examined, the lowest amount of fat for plain-type halva samples is 33.6%, the highest 35.3%; for cocoa halva samples the lowest fat value was 33.1%, the highest was 38.9%; the lowest fat value 34.4% and the highest 36.1% were determined for the pistachio halva samples. The Turkish Food Codex Communiqué on Tahini Halva (2015/28) states that the amount of sesame oil that should be in halvah needs to be at least 26% in percentage terms. From this current perspective, it is possible to claim that all three varieties of halva samples have values that are in accordance with the Codex. The oil content values of the tahini halva samples were

indicated to be in the range of 27.76-38.48 in the research done by [7], and it was observed that the results were consistent with the products examined within the scope of this study. Similar findings may also be noticed in the study carried out by [21].

In oil and foods containing oil, oxidation begins when the oil comes into contact with the oxygen in the air; this process is referred to as "autooxidation", and it progresses autocatalytically, forming first peroxides and later hydroperoxides. Hydroperoxides produce aldehydes, ketones, and derivatives of polymers since they are unstable substances. According to reports, these have a negative impact on the appearance, flavor, and aroma of food [25]. The peroxide number, which measures the amount of active oxygen in oils, is the milligram amount of peroxide oxygen present in 1 kg of oil [26]. The peroxide value measures the amount of active oxygen present in oils, and it is correlated positively with the rancidity level of oil [22]. Tahini halva's peroxide value is restricted by the Turkish Food Codex at 10 meq/kg [4]. When evaluated from this point of view, all of the plain-type, cocoa, and pistachio tahini halva samples had values compatible with the codex and their peroxide values were determined below the limit of 10 meq/kg. The varying oxygen permeability of various packing techniques can be demonstrated as one of the factors for different peroxide value measurements to be made in tahini halva variants. The change and increase in the peroxide number are expected results given this permeability difference [26]. Furthermore, search of the relevant literature reveals that the samples' peroxide content levels are comparable to the studies conducted in previous years [17, 20].

According to the Turkish Food Codex Communiqué on Tahini Halva (2015/28), tahini halva may include a maximum of 0.2 mg/kg of arsenic, 10 mg/kg of copper, 40 mg/kg of iron, 200 mg/kg of tin, and 0.3 mg/kg of lead [4]. In light of this analysis, it can be stated that each of the plain-type, cocoa and pistachio tahini halva samples have values in line with the codex.

When the tables containing the results of the chemical analysis are examined, it is seen that the amount of salt differs in halva varieties. For plain-type tahini halva samples, the lowest salt content was 0.45%, the highest 0.96%; while the lowest salt amount was calculated as 0.12%, the highest 0.64% for the cocoa tahini halva samples; whereas the highest salt amount was measured as 0.05%, the average salt value of all halva with pistachio samples' was determined as 0.02%.



Table 5. Analysis of the fatty acid methyl esters in samples of the plain, cocoa, and pistachio halva types

Fatty Acid Name	Plain-Type	Halva with	Halva with	Turkish Food Codex Interpretation
	Halva	Cocoa	Pistachio	
Average Amount (%)				
Palmitic acid (C16:0)	9.2	9.3	9.2	Proper
Palmitoleic acid (C16:1)	0.1	0.2	0.2	Proper
Heptadecanoic acid (C17:0)	-	0.06	-	Proper
Stearic acid (C18:0)	5.5	5.7	5.3	Proper
Oleic acid (C18:1n9c)	43.1	43.2	43.7	Proper
Linoleic acid (C18:2n6c)	40.7	40.4	40.4	Proper
Linolenic acid (C18:3n3)	0.3	0.2	0.2	Proper
Arachidic acid (C20:0)	0.6	0.6	0.6	Proper
Cis-11-Eicosenoic acid (C20:1n9)	0.2	0.2	0.2	Proper
Behenic acid (C22:0)	0.1	0.1	0.1	Proper
Lignoserinic acid (C24:0)	0.08	0.08	0.07	Proper

Table 5 shows information on the ratios and fatty acid composition of plain-type, cocoa, and pistachio tahini halva samples. The results of all three types of tahini halva samples show that productions are made by the Turkish Food Codex Communique on Tahini Halva (2015/28) [4]. One of the most crucial and critical ingredients in the production of tahini halva is sesame oil. The use of oils from other grains, such as sunflower and soybean, in place of sesame oil, has been found to produce imitation and adulteration recently. At this point, a chromatographic analysis can be applied to the tahini halva samples and more robust predictions can be made about the oil used in production. For example, it can be assumed that an oil rich in stearic acid, such as peanut oil, is adulterated if the stearic acid level is higher than the values listed in the TFC. Nevertheless, gas chromatography gives an idea of the components, and an advanced diagnostic analysis such as Principal Component Analysis (PCA) should be applied to samples suspected of counterfeiting or adulteration.

It can be concluded from the fatty acid composition analysis results of a total of 90 samples (15 different brands \* 3 varieties of tahini halva \* 2 different lot numbers) examined as part of this study that there is no evidence that these samples are adulterated or counterfeited.

## CONCLUSION

In this study, some chemical quality characteristics of tahini halva, which is commercially produced and offered for sale in our country, were tried to be determined. In this case, 15 different brands of tahini halva in 3 different types (plain, cocoa, and pistachio) were analyzed. The investigation revealed that the tahini halva sample with cocoa from a particular manufacturer did not adhere to the Turkish Food Codex Communique on Tahini Halva (2015/28) in terms of tahini content. The amount of tahini should be at least 52% according to the TFC, but the relevant sample is slightly below this limit value. In addition, when the chemical analysis results are examined, no tahini halva sample shows results incompatible with the Turkish Food Codex. When the outcomes of an analysis using gas chromatography are evaluated, no inappropriate fatty acid component was found in the samples after the fatty acid components were identified using gas chromatography analysis,




which would indicate imitation and/or adulteration. As a result, it may be inferred that the tahini halva manufacturers in the Southern Marmara Region adhere to the general criteria for chemical quality given that it is a popular dessert in our nation.

## REFERENCES

- [1] Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Attia, H. (2007). Quality characteristics of sesame seeds and by-products. *Food Chemistry*, 103(2), 641-650.
- [2] Davidson, A. (2002). *Penguin Companion to Food*. Penguin Books, UK.
- [3] Güneşer, O. (2009). Farklı Gıda Katkı Maddeleri Kullanımının Tahin Helvası Emülsiyon Stabilitesi ve Kalitesine Olan Etkilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale.
- [4] TGK, 2015.Türk Gıda Kodeksi Tahin Helvası Tebliği (Tebliğ No 2015/28), Resmi Gazete 13 Haziran 2015, Sayı 29385, 2015.
- [5] Yamani, M.I., Isa, J.K. (2006). Microbiological quality of tehena and development of a generic HACCP plan for its production. *World Journal of Agricultural Sciences*, 2(3), 290-297.
- [6] Catargiu, A.D., Raican, D.D., Poiana, M.A. (2017). Innovative approaches to improve the quality attributes of halva: A review. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 23, 188-193.
- [7] Ünsal, M., Nas, S. (1995). Tahin helvasının ve yağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Gıda*, 20(1), 43-47.
- [8] Sengun, I.Y., Hancioglu, O., Karapinar, M. (2005). Microbiological profile of helva sold at retail markets in Izmir city and the survival of *Staphylococcus aureus* in this product. *Food Control*, 16(10), 840-844.
- [9] Eissa, H.A., Zohair, A. (2006). Quality and safety of halawa modified with mushroom. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(15), 2551-2559.
- [10] Kotzekidou, P. (1998). Microbial stability and fate of *Salmonella enteritidis* in halva, a low-moisture confection. *Journal of Food Protection*, 61(2), 181-185.

- [11] Cemeroğlu, B. (2007). Gıda analizleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 34, 168-171.
- [12] Anonim. (1998). Tahin Helvası Standardı. TS. 2590, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [13] Anonim. (1986). Hayvansal ve Bitkisel Yağlar-Peroksit Sayısı Tayini Standardı. TS.4964. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [14] Anonymous. (2007). NMKL method no: 186. (<https://www.nmkl.org/product/tungmetaller-as-cd-hg-og-pb-bestemmelse-med-icp-ms-ettersyreoppslutning-under-trykk-nmkl-186-2007/>) (Access Date 07.07.2022).
- [15] Akbulut, S., Kuleaşan, H. (2022). Konserve hindi sosis üretiminde ısıtma işlem ve depolama süresinin bazı kalite özellikleri üzerindeki etkisi. *Gıda*, 47(2), 157-168.
- [16] Erkmen, D. (2019). Gıdalarda Erusik Asidin Eş Zamanlı GC-MS/FID Tayini için Metot Geliştirme ve Validasyon Çalışmalarının Yapılması. Yüksek Lisans Tezi. Gümüşhane Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gümüşhane.
- [17] Meydani, E. (2008). Samsun'da Üretilen Sade Tahin Helvalarının Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- [18] Yiğit, A., Şahan, Y., İrkin, R., Korukluoğlu, M. (2006). Bursa'da satışa sunulan tahin helvalarının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, May 24-26, 2006, Bolu, Türkiye, Book of Proceedings, 269-272p.
- [19] Benlikurt, A.S. (2019). Ticari Olarak Üretilen Sade Tahin Helvalarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- [20] Benlikurt, A.S., Kaya, C., Yücel, E.E., Bayram, M., Topuz, S. (2020). Ticari olarak üretilen sade tahin helvalarının bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 9(3), 90-98.
- [21] Güler, Z. (2003). Tahin ve tahin helvalarında kimyasal niteliklerin belirlenmesi ve standartlara uygunluğunun değerlendirilmesi. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, 2-4 Ekim Ankara, 559-573.
- [22] Shahidi, F., Wanasundara, U.N. (2002). Methods for measuring oxidative rancidity in fats and oils. In: Akoh, C.C., Min, D.B., Eds., Food Lipids, Chemistry, Nutrition, and Biotechnology, Marcel Dekker Inc., New York, 465-488.
- [23] TKG. (2015). Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliği (Tebliğ No 2015/28), Resmi Gazete 13 Haziran 2015, Sayı 29385, Ankara.
- [24] Aydın, F., Başaran, B. (2018). Microbiological risks related with raw materials in halva production and detection of microbiological critical control points. *Akademik Gıda*, 16(1), 42-50.
- [25] Tuğal, N. (2011). Adana Piyasasında Satılan Kahvaltılık Margarınların Bazı Özellikleri Üzerinde Saklama Koşulları ve Sürelerinin Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [26] Akyol, B. (2022). Kastamonu Çekme Helvasının Depolamaya Bağlı Bozulma Karakteristiklerinin Ve Kinetiğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kastamonu.

## Comparison of Novel and Conventional Techniques for Tarhana Production

Kübra Yaralı , Ahmet Levent İnanç  

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Food Engineering 46040, Kahramanmaraş, Türkiye

Received (Geliş Tarihi): 22.11.2021, Accepted (Kabul Tarihi): 27.03.2023

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): [linanc@ksu.edu.tr](mailto:linanc@ksu.edu.tr) (A.L. İnanç)

☎ +90 344 300 2084 📠 +90 344 300 1602

### ABSTRACT

The new method of direct fermentation was applied to tarhana production. Chemical and sensory differences in tarhana samples between conventional and direct fermentation techniques were determined. A total of 72 volatile compounds in tarhana mixes were detected by headspace analysis during fermentation. Fifteen of these compounds were from aldehyde group, 13 from ketone group, 10 from alcohol group, 7 from alkane group, 5 from acid group, 5 from ester group, 4 from terpene group and 13 from others. The bilateral interactions between techniques or sampling times were significant for 64 compounds and insignificant for 8 compounds according to the analysis of variance ( $p<0.05$ ). Some compounds were not detected in the direct fermentation technique nor conventional technique. A total of 44 compounds were identified in the tarhana samples of direct fermentation and 48 compounds in the tarhana samples of conventional method. Tarhana samples produced by both techniques were compared by sensory evaluation tests. Sourness, taste, smell and color were identified as positive criteria while oxidized flavor as negative criteria. The best sourness, color and taste results were determined in direct-fermented tarhana samples. The panellists liked the direct-fermented tarhana more than the conventional tarhana in terms of off-flavor.

**Keywords:** Sensory evaluation, Fermentation, Process Design, Tarhana, Volatile compounds

### Tarhana Üretiminde Yeni ve Geleneksel Tekniklerin Karşılaştırılması

#### ÖZ

Tarhana üretimine direkt fermantasyon adı verilen yeni bir teknik uygulanmıştır. Konveksiyonel ve direkt fermantasyon teknikleri arasındaki kimyasal ve duyuşsal farklılıklar araştırılmıştır. Tepe boşluğu analizi ile tüm fermantasyon süreleri boyunca tarhana karışımlarında toplam 72 uçucu bileşik tespit edilmiştir; 15'i aldehit, 13'ü keton, 10'u alkol, 7'si alkan, 5'i asit, 5'i ester, 4'ü terpen ve 13'ü diğer farklı gruplardandır. Varyans analizine göre 64 bileşiğin teknikler veya süreler arasındaki ikili etkileşimler önemli ve 8 bileşik için önemsiz bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Bazı bileşikler, direkt fermantasyon veya konveksiyonel tekniğinde hiçbir zaman tespit edilememiştir. Direkt fermantasyonlu tarhana örneğinde toplam 44, konveksiyonel tarhana örneğinde ise 48 bileşik tespit edilmiştir. Her iki teknikle üretilen tarhana örnekleri duyuşsal değerlendirme testleri ile karşılaştırılmıştır. Değerlendirmede ekşilik, tat, koku ve renk pozitif kriter olarak alınırken, oksitlenmiş aroma negatif kriter olarak alınmıştır. En iyi ekşilik, renk ve tat sonuçları doğrudan fermente edilmiş tarhanada belirlenmiştir. Panelistler, aroma açısından direkt fermente tarhanayı konveksiyonel tarhanaya göre daha çok beğenmişlerdir.

**Anahtar Kelimeler:** Duyusal analiz, Fermantasyon, Proses tasarım, Tarhana, Uçucu Bileşenler

## INTRODUCTION

There is an intense interest in traditional food consumption worldwide. In the past, many of the traditional foods, which have been ignored historically, have become more known and consumed with the rapid increase in the advertising, communication and transportation means. Hence, many traditional homemade foods have been transformed into industrial production by commercializing. Traditional foods are eaten by enjoyment in out of the place or the countryside, where it is mostly consumed, so they are being included favourite food category. One of these traditional foods is tarhana. Tarhana usually consumed in and around Turkey. For the last decades, scientists have seriously focused on tarhana. Studies on tarhana include many topics such as nutritional properties, food components, bioactive substances, fermentation and sensory properties.

Tarhana has different names and is produced by different techniques from region to region due to many types of tarhana. Maras tarhana is one of these types. The popularity of this tarhana type is increasing day by day. A product, which is made from Maras tarhana and its commercial name is tarhana chips has the potential to replace potato chips in the future. Maras tarhana is basically a dry food obtained by mixing yoghurt and wheat. Tarhana, a fermented food, has a high nutritive value and has a long shelf life. Because it is a great source of water-soluble vitamins, minerals, organic acids and free amino acids, especially for babies and children [1]. In addition to the fact that fermented products are reliable foods in fabrication production, their rich nutritional qualities, taste and aroma also promote the consumption. In other words, to achieve success in a food market, it must be delicious as well as healthy and nutritive properties. Even though the hygiene factor of a product is put forward, its flavour and aroma increase its market ratio [2]. Therefore, determination of volatile organic compounds for food industry gained importance. Foods which include volatile and non-volatile flavours as well as basic ingredients such as proteins and carbohydrates are complex with multi-components. Aroma compounds are defined as volatile molecules detected in the gas phase under normal room conditions by reaching the olfactory tissue (olfactory receptors) in the nasal cavity. The transmission of the aroma components from the foodstuff to the gas phase is related with the interaction also with non-volatile compounds found in the food matrix [3]. The concept of flavouring substances should be used more flexibly, such as the concept of taste ingredients, since a composition can typically contribute positively to the odour or taste of a food, while in another food it may cause an erroneous odour or taste or both. The number of volatile substances in the food is quite low. However, in general, they contain many aromatic components. Specific foods (e.g., coffee) made by thermal processes or foods (e.g., tarhana, bread, beer, cocoa or tea) made by combination with fermentation and thermal processes can contain more than 800 volatile compounds. There are also many varieties of aromatic compounds in fruits and vegetables [4]. Nijssen et al. [5] classified all known volatile

compounds according to foods and classes of compounds and published as a table. A total of 7100 components in more than 450 foods listed in it are available as a database on a web page [6].

A new production process was designed for Maras tarhana in this study. The tarhana productions were performed with new production technique and convectional production technique. The changes of the basic chemical parameters and volatile aromatic components in the fermentation processes of both techniques were monitored, and the properties of the end products were compared.

## MATERIALS and METHODS

### Materials

It was purchased sterilized milk (Ülker Co., Ltd., İstanbul, Turkey) from a local market, industrial yoghurt culture (CH-1) from Chr Hansen Co., Ltd. (İstanbul, Turkey), skim milk powder and milk creamy from Pınar Co., Ltd. (İzmir, Turkey) and the abraded wheat (it is a product obtained by abrading slightly outer pericarp of whole wheat in stone mill and it is called as dovme) from a local mill (Kahramanmaraş, Turkey).

### Methods

Tarhana production was achieved getting reference to Maras tarhana. The productions were conducted by two techniques; one is a direct fermentation technique (D) which is a new production technique, and the other conventional technique (C).

### Stages of Tarhana Production

Flow diagrams of the productions are shown in Figure 1. The stages of the production are described below:

**Milk standardization:** Milk is standardized in laboratory. Solid content was adjusted to 15% using milk powder, the fat content is set to 3% using milk cream, and it was applied heat treatment at 90°C for 5 minutes.

**Cooking of dovme:** Dovme was washed with tap water in the laboratory and then was put into a cooking vessel. It was added 3 kg of water for each 1 kg of dovme. It was continued to cook until there were no white spots in dovme.

**Yoghurt production:** This stage is applied in conventional technique. Firstly, the culture was mixed with 100 mL of milk, and it was pre-inoculated at 44°C for 2 hours. The pre-inoculated milk was added to the milk which would be inoculated (the amount of the culture recommended by the company is 50 U or 90 mg culture/L milk). The fermentation was achieved in inoculation oven adjusted to 44°C for 4 hours. Then yoghurt was kept at 4°C for 24 hours.

**Mixing:** This step applies to direct fermentation technique. The standardized milk-cooked dovme was

blended 2.5:1 by weight, homogenized by mechanical stirrer and the mixture was obtained.

**Inoculation:** This step is one of the stages in the direct fermentation technique. The mixture obtained in mixing stage was added the culture using the amount of the culture recommended by the company (90 mg culture/L milk). The fermentation of the mixture was achieved in inoculation oven adjusted to 44°C for 4 hours.

**Tarhana mix:** This stage is the mixing stage of yoghurt and dovme in the convectional production technique. Tarhana mix contains 2.5:1 by weight of yoghurt-dovme.

**Maturation:** The mixture was allowed to maturate at 24°C for 24 hours after the inoculation step in direct fermentation technique.

**Fermentation and drying:** These two steps are common steps of production processes. Fermentation was carried out at 44°C for 24 hours under vacuum. The dough was spread out, with a thickness of about 3 mm, by hand on a special tarhana mat named as “çiğ” (like a sushi mat) and the drying process was carried out in the oven at 60°C. Drying was continued until the water contents of the final products was 10% by weight on wet basis.

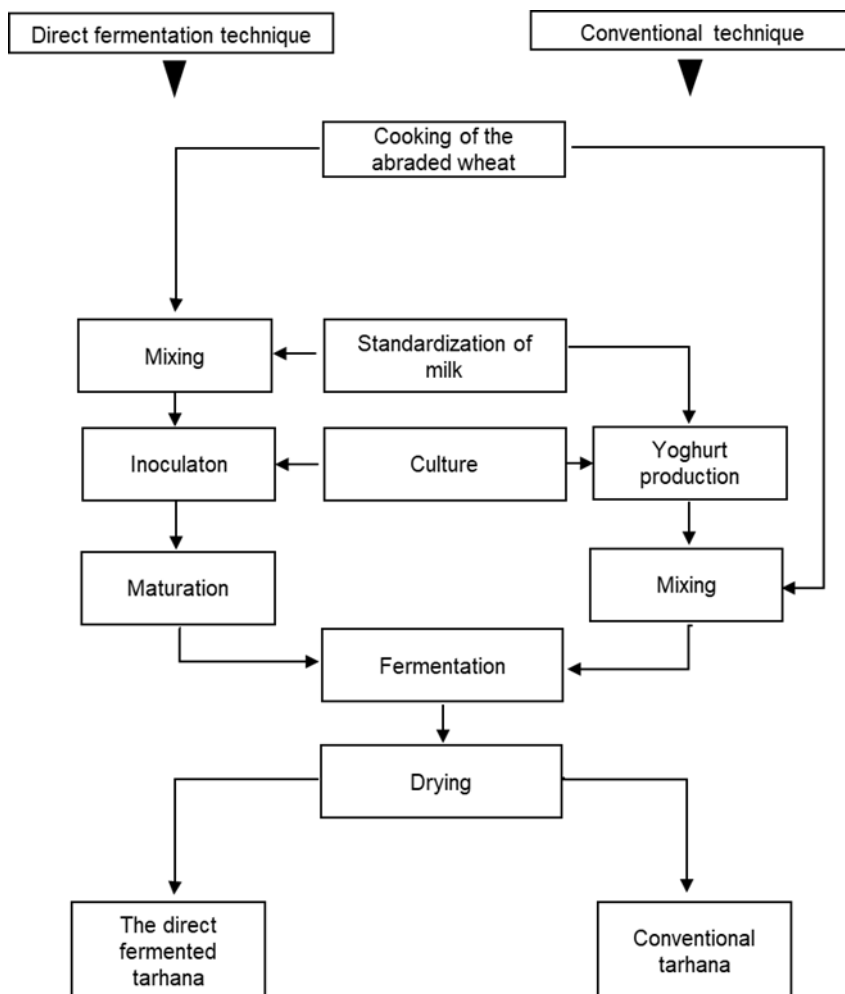


Figure 1. Tarhana processing flow diagram

### Sampling and Analysis

Tarhana mix samples were taken in 6 different periods (between 0-24 hours). In the fermentation stages for both productions. They were stored in the deep freezer until the analysis together with the produced tarhanas. Each sample was analysed in triplicate.

The moisture contents were determined by drying the samples at 130°C for 1 h in an air oven. pH values of samples were calculated according to the procedures described by İbanoğlu et al. [7]. Titrable acidity was

determined by titration using 0.1 M NaOH and expressed as percent lactic acid [8].

Lactose contents of the samples were determined according to HPLC method described by Erbaş et al. [9]. All solvents and diluents used were HPLC grade. Water was used for all dilutions. Standard solutions of lactose, glucose and galactose were prepared at concentration range from 0.005% and 0.25%. 5 g of sample, 40 mL water and 25 mL methanol were poured in a 100 mL volumetric flask, and the flask was filled to mark with water. Each sample flask was then agitated for 10 minutes. The resulting mixture was transferred to



centrifuge tubes and centrifuged at 3250xg for 30 minutes. Supernatant was filtered using Alltech C18 cartridge. 2.5 mL supernatant was mixed with 7.5 mL acetonitrile. The mixture filtered via 0.45- $\mu$ m filters (Sigma) was transferred into Eppendorf tube and then stored at -18°C until analysing. For analysis, the sample was defrosted in freezer, filtered through 0,45  $\mu$  filter and then 10  $\mu$ L of sample was injected onto the HPLC including SIL 20AT HT auto sampling unit, DGU-20A5R degasser unit, CTO-10ASVP column oven and RI detector. All instrument control, analyzes and data processing were performed using LC solution version 1.25 software. Lactose content was calculated on total dry basis (g/g).

Solid phase microextraction and identification of volatile compounds in sample was conducted according to the procedures described by Göçmen et al. [10]. 5 grams of sample transferred in 15 mL headspace vial, which was sealed with PTFE/BYTL headspace septa and aluminium cap. The vial was placed to equilibrate headspace volatiles in a 70°C water bath for 15 min, a SPME (Supelco Co., Bellefonte, PA) fiber (50/30 mm DVB/Carboxen/PDMS) was manually inserted into the headspace. Fiber exposure time was 45 min; after that, the SPME fiber was inserted into the GC injection port at 220°C and kept there for 5 min for thermal desorption. Volatiles were separated and analysed using Shimadzu (Japan) GC- 2010 Plus including Shimadzu GC/MS-QP2010 SE detector. It was used Restek Rx-5Sil MS 30 m x0.25 mm x0.25  $\mu$ m column using split mode (10:1) in the analysis. The injector temperature and transfer line temperature were 250°C. Headspace volatiles were introduced into the chromatograph via SPME. Helium was used as the carrier gas at 1.61 mL/min. The oven temperature program consisted of a single thermal gradient from 40–250°C at 4°C/min. The ionization energy was set at 70 eV. NIST and Wiley databases were used to identify compounds based upon fragmentation spectra. The percentage of the relative peak area (expressed as %A) of a peak in a sample was calculated by dividing the peak area by the total peak area of all identified peaks in the chromatogram. The total ion chromatogram (TIC) of sample was used for peak area integration.

It was used 12 panellists to compare tarhanas produced by both technique in the sensory test [11]. Panellists were selected from the native people who constantly consume Maras tarhana. Education level of panellist varied from elementary to university. The panellist group consisted of 6 women and 6 men. Their ages were 30-40 years old. The panellists evaluated samples based on their perceptions attributes, giving a score between 0 (worst) and 10 (best) for four positive criteria (colour, flavour, sourness, taste) and between -10 (worst) and 0 (best) for a negative criterion (oxidized taste). Panellists cleaned their mouth with tap water (20°C) before evaluating new sample.

The tarhanas produced by two different techniques and the tarhana mixes during fermentation time were statistically compared. Differences were considered to be significant at  $p \leq 0.05$ . The data, collected from tarhana and tarhana mix samples in triplicate, were subjected to a three-way analysis of variance (ANOVA) using the SPSS software (SPSS for Win, Release 19.0, 2012). The means were compared using Duncan's multiple range test for multiple comparisons, and the "Student" T-test was applied to the two sets of data that were significantly different.

## RESULTS and DISCUSSION

The pH, acidity and lactose values of milk, yoghurt, tarhana and tarhana mix samples during the fermentation process are shown in Table 1. The bilateral interactions between technique-time, technique-pH and time-pH were significant for pH of the samples ( $p < 0.05$ ) and for acidity too, but insignificant for lactose ( $p > 0.05$ ) because of variance analysis of pH, acidity and lactose values of tarhana mix samples. Time and technique for lactose values were separately found to be significant and the averages ( $\bar{x}$ ) were evaluated. Irregular changes were observed among the times in all three parameters during the fermentation process. While pH and lactose decreased, acidity values increased. The pH values of tarhana samples after drying were determined the similarity, but it was found the differences for acidity and lactose values. It was concluded that lactose was consumed more, and acidity developed more in direct fermentation technique.

Table 1. pH, acidity and lactose values of tarhana samples

Parameter	Technique	Fermentation time (hour)**						$\bar{x}$ ***	Tarhana	Milk	Yogurt
		0	3	6	9	12	24				
pH	C*	4.63 <sup>eX</sup>	4.39 <sup>bcY</sup>	4.32 <sup>aX</sup>	4.39 <sup>cX</sup>	4.38 <sup>bY</sup>	4.46 <sup>dY</sup>		3.88 <sup>X</sup>	6.57	4.14
	D	4.02 <sup>fY</sup>	3.87 <sup>aX</sup>	3.91 <sup>bY</sup>	3.93 <sup>cY</sup>	3.95 <sup>eX</sup>	3.94 <sup>dX</sup>		3.80 <sup>X</sup>		
Acidity (%LA)	C	0.19 <sup>aX</sup>	0.22 <sup>bY</sup>	0.26 <sup>dY</sup>	0.23 <sup>bcX</sup>	0.23 <sup>bcY</sup>	0.24 <sup>cX</sup>		2.29 <sup>X</sup>	0.16	1.05
	D	0.30 <sup>aY</sup>	0.38 <sup>bX</sup>	0.43 <sup>cX</sup>	0.37 <sup>bY</sup>	0.36 <sup>bX</sup>	0.38 <sup>bY</sup>		2.82 <sup>Y</sup>		
Lactose (g/g)	C	2.02	1.88	1.64	1.94	1.76	1.98	1.87 <sup>Y</sup>	5.04 <sup>Y</sup>	6.72	5.50
	D	1.52	1.26	1.16	1.24	1.30	1.30	1.30 <sup>X</sup>	4.08 <sup>X</sup>		
	$\bar{x}$	1.78 <sup>c</sup>	1.58 <sup>abc</sup>	1.40 <sup>a</sup>	1.58 <sup>abc</sup>	1.54 <sup>ab</sup>	1.64 <sup>bc</sup>				

\*C: conventional production technique, D: direct fermentation production technique, %LA: percent lactic acid (g/g), \*\*Values followed by the same letter are not significantly different at the level of 5%. series 'a-e' show differences between the samples during fermentation in a production technique, series 'X-Y' show differences between the samples in the same fermentation time, \*\*\* $\bar{x}$ : samples mean

In previous studies on how different applications affect pH values in traditional tarhana production, Herken and Aydin [12], Erdem et al. [13], Işık et al. [14], Gabriel et al.

[15], Bilgiçli et al. [16], İbanoğlu et al. [7], Çolakoğlu and Bilgir [17] found higher pH values than in the study, were lower than the works of Tarakçi et al. [18], Coşkun [19],

but it is consistent with the findings of Koca et al. [20], Alkan and Çon [21], Soyyiğit [22]. Işık et al. [14] found that the pH value of tarhana dough was higher than the pH values of tarhana mixes in the study. As comparing for the acidity values with previous studies, the results were lower than the findings of İnanç and Çolakoğlu [23], Gabriel et al. [15], Soyyiğit [22] and were higher than Koca et al. [20], Erbaş and Certel [24], Alkan and Çon [21], Bozkurt et al. [1], İbanoğlu et al. [7], Çolakoğlu and Bilgir [17]. Erbaş et al. [9] found that the amount of lactose in tarhana dough decreased from 15.80 to 12.00 mg/g, therefore the findings were similar to those.

The flavour and aroma development of tarhana mix samples during fermentation were monitored by headspace analysis. A total of 72 volatile compounds were detected. As a result of analysis of variance, 64 compounds with significant bilateral interactions between

techniques or times are given in Table 2a, and 8 compounds with insignificant interactions in Table 2b. 14 compounds in the direct fermentation technique and 6 compounds in conventional technique were never determined at all. In addition, 16 compounds determining only once in direct fermentation and/or conventional technique were found, and 29 compounds being present in all periods were detected during the fermentation process. It was determined that 2,4-dimethyl hexane and pentane had the highest percent area value (19.74% at the zero period) and the lowest percent area value was belong to delta-3-carene (0.22% at the 6th period) amongs the compounds in the direct fermentation whereas the highest number of compounds was belong to the aldehyde group, styrene had the highest percent area value (47.30% in the 6th period), and the lowest percent area value was decanoic acid (0.21% in the 24th period) in conventional fermentation.

Table 2a. List and the amounts of volatile compounds (% of relative peak area of a peak in a sample) in tarhana mix samples during fermentation

Group	Compound	Technique*	Fermentation time (hour)					
			0**	3	6	9	12	24
Aldehydes	Acetaldehyde	C	2.68 <sup>bX</sup>	2.44 <sup>bX</sup>	2.38 <sup>abX</sup>	2.29 <sup>abX</sup>	2.26 <sup>abX</sup>	1.93 <sup>aX</sup>
		D	5.05 <sup>dY</sup>	4.55 <sup>dY</sup>	3.73 <sup>cY</sup>	3.62 <sup>cY</sup>	2.91 <sup>bX</sup>	1.31 <sup>aX</sup>
	3-Methyl butenal	C	-	-	-	0.30	0.34	0.32
		D	-	-	-	-	-	-
	3-Methyl-2-butenal	C	1.44 <sup>eY</sup>	1.04 <sup>dY</sup>	0.90 <sup>cdY</sup>	0.78 <sup>bcX</sup>	0.68 <sup>abX</sup>	0.55 <sup>aX</sup>
		D	0.96 <sup>cX</sup>	0.61 <sup>bX</sup>	0.60 <sup>bX</sup>	0.53 <sup>abX</sup>	0.52 <sup>abX</sup>	0.45 <sup>aX</sup>
	Hexanal	C	8.08 <sup>dY</sup>	7.26 <sup>cdY</sup>	6.76 <sup>bcY</sup>	6.43 <sup>abcY</sup>	5.69 <sup>abY</sup>	5.27 <sup>aY</sup>
		D	5.19 <sup>cX</sup>	4.98 <sup>cX</sup>	3.73 <sup>bX</sup>	3.48 <sup>bX</sup>	3.37 <sup>bX</sup>	2.16 <sup>aX</sup>
	Furfural	C	-	-	-	-	-	0.53
		D	-	-	-	0.26	-	0.43
	(E)-2-hexenal	C	-	-	-	-	0.29	-
		D	-	-	-	-	-	0.32
	Heptanal	C	0.68 <sup>b</sup>	0.66 <sup>b</sup>	0.58 <sup>b</sup>	0.60 <sup>b</sup>	0.35 <sup>aX</sup>	0.30 <sup>aX</sup>
		D	-	-	-	-	0.32 <sup>aX</sup>	0.41 <sup>bX</sup>
	(Z)-2-heptenal	C	0.48 <sup>bX</sup>	0.41 <sup>bX</sup>	0.40 <sup>bX</sup>	0.31 <sup>aX</sup>	0.28 <sup>aY</sup>	0.27 <sup>aX</sup>
		D	0.49 <sup>bX</sup>	0.49 <sup>bX</sup>	0.42 <sup>bX</sup>	0.41 <sup>bY</sup>	0.40 <sup>bX</sup>	0.28 <sup>aX</sup>
	(E,E)-2,4-heptadienal	C	-	-	-	-	-	0.61
		D	-	-	-	-	-	-
	Benzaldehyde	C	2.85 <sup>eY</sup>	2.62 <sup>bcY</sup>	2.46 <sup>bcY</sup>	2.17 <sup>bY</sup>	2.16 <sup>bY</sup>	1.65 <sup>aX</sup>
		D	1.88 <sup>cX</sup>	1.79 <sup>bcX</sup>	1.54 <sup>abX</sup>	1.47 <sup>aX</sup>	1.46 <sup>aX</sup>	1.45 <sup>aX</sup>
Octanal	C	-	0.49	-	0.42	0.25	-	
	D	-	-	-	-	-	0.30	
Benzene Acetaldehyde	C	-	-	-	-	-	0.24	
	D	-	-	0.26	-	-	-	
Nonanal	C	2.75 <sup>eY</sup>	2.37 <sup>cY</sup>	1.70 <sup>bX</sup>	1.68 <sup>bY</sup>	1.62 <sup>abY</sup>	1.27 <sup>aY</sup>	
	D	1.41 <sup>cX</sup>	1.40 <sup>cX</sup>	1.34 <sup>cX</sup>	1.07 <sup>aX</sup>	0.89 <sup>aX</sup>	0.64 <sup>aX</sup>	
(E)-oct-2-enal	C	0.25 <sup>aX</sup>	0.27 <sup>aX</sup>	0.27 <sup>aX</sup>	0.31 <sup>aX</sup>	0.40 <sup>bX</sup>	0.42 <sup>bX</sup>	
	D	0.24 <sup>aX</sup>	0.27 <sup>aX</sup>	0.30 <sup>aX</sup>	0.33 <sup>bX</sup>	0.34 <sup>bX</sup>	0.44 <sup>cX</sup>	
Decanal	C	0.67 <sup>eY</sup>	0.46 <sup>bX</sup>	0.45 <sup>b</sup>	0.40 <sup>abX</sup>	0.33 <sup>aX</sup>	0.31 <sup>aX</sup>	
	D	0.42 <sup>aX</sup>	0.40 <sup>aX</sup>	0.39 <sup>aX</sup>	0.38 <sup>aX</sup>	0.37 <sup>aX</sup>	0.36 <sup>aX</sup>	

\*C: conventional production technique, D: direct fermentation production technique, \*\*Values followed by the same letter are not significantly different at the level of 5% (series 'a-e' for the samples in a production technique, series 'X-Y' for the samples in the same fermentation time)

Components and percentage areas of tarhana samples are given in Table 3. The compounds are composed of alcohol, acid, aldehyde, ketone, alkane, terpene group compounds according to their chemical groups. It was determined a total of 44 compounds including 17 aldehydes, 9 ketones, 6 alkanes, 4 alcohols, 3 acids, and 1 terpene group in the direct fermentation technique and a total of 48 compounds including 20 aldehydes, 9 ketones, 5 alcohols, 4 alkanes, 2 acids and 1 terpene

group in the conventional fermentation technique. The most aldehyde group compounds were determined in the tarhana samples produced by both techniques. The highest percentage area value was determined as hexanal (27.58) and the lowest acetaldehyde (0.21) among aldehyde group compounds in the direct fermentation technique and respectively as hexanal (30.34) and benzene (0.05) in the conventional fermentation technique.

Table 2a. List and the amounts of volatile compounds (% of relative peak area of a peak in a sample) in tarhana mix samples during fermentation (Continued)

Group	Compound	Technique*	Fermentation time (hour)					
			0**	3	6	9	12	24
Ketones	2-propanone	C	3.11 <sup>cY</sup>	2.56 <sup>bX</sup>	2.28 <sup>bX</sup>	2.22 <sup>abY</sup>	2.17 <sup>abY</sup>	1.78 <sup>aX</sup>
		D	2.97 <sup>bX</sup>	2.84 <sup>bY</sup>	2.53 <sup>bY</sup>	1.90 <sup>aX</sup>	1.66 <sup>aX</sup>	1.62 <sup>aX</sup>
	3-Hydroxy-2-butanone	C	0.43	0.56	0.63	0.73	0.86	1.35
		D	-	-	-	-	-	-
	2-pentanone	C	1.82 <sup>cX</sup>	1.57 <sup>cX</sup>	1.27 <sup>bX</sup>	1.20 <sup>bX</sup>	1.16 <sup>abX</sup>	0.93 <sup>aX</sup>
		D	2.57 <sup>cY</sup>	2.37 <sup>bcY</sup>	2.11 <sup>bY</sup>	1.66 <sup>aY</sup>	1.64 <sup>aY</sup>	1.49 <sup>aY</sup>
	1-phenylethanone	C	1.56 <sup>dY</sup>	1.22 <sup>cY</sup>	1.12 <sup>cY</sup>	0.86 <sup>bY</sup>	0.80 <sup>bY</sup>	0.25 <sup>d</sup>
		D	0.79 <sup>cX</sup>	0.63 <sup>bX</sup>	0.41 <sup>aX</sup>	0.32 <sup>aX</sup>	0.56 <sup>bX</sup>	-
	2-nonanone	C	5.44 <sup>bX</sup>	5.32 <sup>bX</sup>	4.62 <sup>bX</sup>	3.53 <sup>aX</sup>	3.46 <sup>aX</sup>	3.20 <sup>aX</sup>
		D	8.25 <sup>cY</sup>	5.94 <sup>bX</sup>	5.70 <sup>abY</sup>	5.65 <sup>abY</sup>	5.28 <sup>abY</sup>	4.69 <sup>aY</sup>
	Nonyl methyl ketone	C	1.62 <sup>cX</sup>	1.57 <sup>cX</sup>	1.50 <sup>cX</sup>	1.22 <sup>bX</sup>	1.09 <sup>abX</sup>	0.91 <sup>aX</sup>
		D	2.68 <sup>cY</sup>	1.88 <sup>bX</sup>	1.87 <sup>bX</sup>	1.81 <sup>bY</sup>	1.67 <sup>abY</sup>	1.39 <sup>aY</sup>
	2-tridecanone	C	0.65 <sup>cX</sup>	0.56 <sup>bcX</sup>	0.52 <sup>bX</sup>	0.39 <sup>aX</sup>	0.37 <sup>aX</sup>	0.36 <sup>aX</sup>
		D	0.75 <sup>cX</sup>	0.59 <sup>bX</sup>	0.56 <sup>bX</sup>	0.55 <sup>bY</sup>	0.50 <sup>bY</sup>	0.32 <sup>aX</sup>
	6-Methyl-5-hepten-2-one	C	1.42	-	-	-	-	-
		D	2.43	2.39	2.34	2.27	1.53	-
	2,3-butanedione	C	-	-	-	-	1.66	-
		D	-	-	-	-	-	-
2,3-pentanedione	C	-	-	-	-	-	-	
	D	2.73	1.60	1.85	1.30	-	-	
2-bütanon	C	-	-	-	-	-	-	
	D	2.25	1.93	1.66	1.56	1.34	1.31	
Esters	Ethyl acetate	C	3.68 <sup>eY</sup>	2.83 <sup>dY</sup>	2.30 <sup>cX</sup>	1.53 <sup>bX</sup>	1.28 <sup>bX</sup>	0.56 <sup>aX</sup>
		D	3.14 <sup>cX</sup>	2.18 <sup>bX</sup>	2.07 <sup>bX</sup>	1.96 <sup>bY</sup>	1.21 <sup>aX</sup>	1.30 <sup>aY</sup>
	2-Ethylhexyl acetate	C	0.65 <sup>cX</sup>	0.62 <sup>cX</sup>	0.59 <sup>bcX</sup>	0.51 <sup>bX</sup>	0.28 <sup>a</sup>	-
		D	0.84 <sup>cY</sup>	0.76 <sup>bcY</sup>	0.66 <sup>bY</sup>	0.30 <sup>aY</sup>	-	-
	2-ethyl-1-hexylpropionate	C	0.78 <sup>bX</sup>	0.62 <sup>abX</sup>	0.54 <sup>aX</sup>	0.54 <sup>aY</sup>	-	-
		D	1.06 <sup>cY</sup>	0.86 <sup>bY</sup>	0.72 <sup>bY</sup>	0.32 <sup>aX</sup>	-	-
Linalyl acetate	C	0.47	0.47	-	-	-	-	
D	-	-	-	-	-	-		
Terpenes	Alpha-Pinene	C	3.48 <sup>cY</sup>	3.15 <sup>cY</sup>	1.52 <sup>bY</sup>	0.81 <sup>aX</sup>	0.65 <sup>aX</sup>	0.64 <sup>aX</sup>
		D	2.02 <sup>dX</sup>	1.61 <sup>cX</sup>	0.93 <sup>bX</sup>	0.81 <sup>bX</sup>	0.77 <sup>bX</sup>	0.42 <sup>aX</sup>
	dl-limonene	C	3.45 <sup>eY</sup>	2.05 <sup>dY</sup>	1.07 <sup>cY</sup>	0.96 <sup>bcX</sup>	0.64 <sup>abX</sup>	0.46 <sup>aX</sup>
		D	1.85 <sup>bX</sup>	0.90 <sup>aX</sup>	0.89 <sup>aX</sup>	0.82 <sup>aX</sup>	0.79 <sup>aX</sup>	0.78 <sup>aY</sup>
Camphor	C	-	-	-	-	-	0.63	
D	-	-	-	-	-	-		

\*C: conventional production technique, D: direct fermentation production technique, \*\*Values followed by the same letter are not significantly different at the level of 5% (series 'a-e' for the samples in a production technique, series 'X-Y' for the samples in the same fermentation time)

Table 2a. List and the amounts of volatile compounds (% of relative peak area of a peak in a sample) in tarhana mix samples during fermentation (Continued)

Group	Compound	Technique*	Fermentation time (hour)					
			0**	3	6	9	12	24
Alkanes	2,4-dimethyl hexane&pentane	C	18.92 <sup>bX</sup>	17.50 <sup>bY</sup>	17.49 <sup>bY</sup>	4.04 <sup>aX</sup>	3.51 <sup>aX</sup>	1.30 <sup>aX</sup>
		D	19.74 <sup>dX</sup>	9.56 <sup>cX</sup>	7.44 <sup>bX</sup>	7.20 <sup>bY</sup>	3.49 <sup>aX</sup>	2.79 <sup>aY</sup>
	Heptane	C	9.20 <sup>bY</sup>	7.39 <sup>aX</sup>	7.09 <sup>aX</sup>	6.75 <sup>aX</sup>	6.45 <sup>aY</sup>	6.17 <sup>aY</sup>
		D	8.24 <sup>bX</sup>	7.78 <sup>bX</sup>	7.38 <sup>bY</sup>	7.31 <sup>bY</sup>	4.84 <sup>aX</sup>	4.80 <sup>aX</sup>
	Decane	C	-	0.23	-	0.27	-	-
		D	-	-	-	-	-	-
	Dodecane	C	0.79 <sup>dX</sup>	0.73 <sup>dY</sup>	0.49 <sup>cY</sup>	0.42 <sup>bcX</sup>	0.30 <sup>abX</sup>	0.29 <sup>aX</sup>
		D	0.77 <sup>bX</sup>	0.40 <sup>aX</sup>	0.38 <sup>aX</sup>	0.36 <sup>aX</sup>	0.34 <sup>aX</sup>	0.30 <sup>aX</sup>
	Tridecane	C	-	0.80	0.55	0.47	0.33	0.29
		D	0.44	-	-	-	-	-
Heptadecane	C	0.31	-	0.38	-	-	2.04	
	D	-	-	-	-	-	-	
Nonadecane	C	0.53 <sup>cX</sup>	0.49 <sup>cX</sup>	0.46 <sup>bcX</sup>	0.38 <sup>abX</sup>	0.34 <sup>aX</sup>	-	
	D	0.63 <sup>cY</sup>	0.57 <sup>bcY</sup>	0.52 <sup>bX</sup>	0.48 <sup>bY</sup>	0.35 <sup>aX</sup>	-	
Alcohols	Ethanol	C	-	-	-	-	-	0.47
		D	-	-	0.38	-	-	-
	1-Butanol	C	-	-	-	-	-	0.96
		D	-	-	-	-	-	-
	1-pentanol	C	0.49 <sup>aX</sup>	0.55 <sup>aX</sup>	0.61 <sup>aX</sup>	0.74 <sup>bcX</sup>	0.76 <sup>bcX</sup>	0.89 <sup>cX</sup>
		D	1.21 <sup>dY</sup>	1.19 <sup>eY</sup>	1.12 <sup>deY</sup>	1.00 <sup>cdX</sup>	0.92 <sup>bcX</sup>	0.83 <sup>bX</sup>
	Hexanol	C	1.67 <sup>cX</sup>	1.41 <sup>cX</sup>	1.41 <sup>cX</sup>	1.03 <sup>bX</sup>	0.69 <sup>aX</sup>	0.56 <sup>aX</sup>
		D	4.48 <sup>dY</sup>	4.35 <sup>dY</sup>	4.25 <sup>cdY</sup>	3.62 <sup>cY</sup>	2.41 <sup>bY</sup>	1.61 <sup>aY</sup>
	Trans-2-octenol	C	-	-	-	-	0.29	-
		D	-	-	-	-	0.32	-
	1-Heptanol	C	-	-	-	-	-	-
		D	-	0.28	0.28	-	-	-
	2-nonanol	C	-	-	-	-	-	-
		D	-	0.39	-	-	0.46	0.53
2-methoxy-4-ethenyl phenol	C	-	-	0.30	-	-	-	
	D	0.89	-	-	0.31	0.33	-	

\*C: conventional production technique, D: direct fermentation production technique, \*\*Values followed by the same letter are not significantly different at the level of 5% (series 'a-e' for the samples in a production technique, series 'X-Y' for the samples in the same fermentation time)

Table 2a. List and the amounts of volatile compounds (% of relative peak area of a peak in a sample) in tarhana mix samples during fermentation (Continued)

Group	Compound	Technique*	Fermentation time (hour)					
			0**	3	6	9	12	24
Acids	Acetic acid	C	3.76 <sup>cX</sup>	3.62 <sup>cX</sup>	2.11 <sup>bX</sup>	1.70 <sup>bX</sup>	1.59 <sup>bX</sup>	1.08 <sup>aX</sup>
		D	9.58 <sup>cY</sup>	7.26 <sup>bY</sup>	7.18 <sup>bY</sup>	6.57 <sup>bY</sup>	6.40 <sup>abY</sup>	4.93 <sup>aY</sup>
	Octanoic acid	C	2.75 <sup>dX</sup>	1.22 <sup>cX</sup>	0.72 <sup>bX</sup>	0.63 <sup>bX</sup>	0.35 <sup>aX</sup>	0.31 <sup>aX</sup>
		D	5.48 <sup>dY</sup>	4.92 <sup>dY</sup>	3.07 <sup>cY</sup>	2.24 <sup>bY</sup>	0.88 <sup>aY</sup>	0.63 <sup>aX</sup>
	Decanoic acid	C	0.45 <sup>bX</sup>	0.40 <sup>bX</sup>	0.27 <sup>aX</sup>	0.25 <sup>aX</sup>	0.23 <sup>aX</sup>	0.21 <sup>aX</sup>
		D	0.83 <sup>dY</sup>	0.73 <sup>cdY</sup>	0.69 <sup>cY</sup>	0.64 <sup>bcY</sup>	0.51 <sup>bY</sup>	0.35 <sup>aX</sup>
	Hexanoic acid	C	-	-	-	-	-	-
		D	2.32	-	-	2.28	-	-
Others	Chloroform	C	2.51 <sup>cY</sup>	2.12 <sup>bX</sup>	1.84 <sup>bX</sup>	0.82 <sup>aX</sup>	0.58 <sup>aX</sup>	0.57 <sup>aX</sup>
		D	2.39 <sup>cX</sup>	2.27 <sup>cX</sup>	1.75 <sup>bX</sup>	1.70 <sup>bY</sup>	0.70 <sup>aX</sup>	0.66 <sup>aX</sup>
	Benzene	C	3.39 <sup>cY</sup>	2.84 <sup>bY</sup>	2.74 <sup>bY</sup>	1.46 <sup>aY</sup>	1.08 <sup>aY</sup>	1.04 <sup>aY</sup>
		D	1.88 <sup>cX</sup>	1.18 <sup>bX</sup>	1.10 <sup>bX</sup>	1.00 <sup>bX</sup>	0.54 <sup>aX</sup>	0.41 <sup>aX</sup>
	Toluene	C	2.91 <sup>cY</sup>	2.60 <sup>cY</sup>	2.06 <sup>bY</sup>	1.59 <sup>aY</sup>	1.51 <sup>aY</sup>	1.51 <sup>aY</sup>
		D	1.91 <sup>cX</sup>	1.84 <sup>cX</sup>	1.17 <sup>bX</sup>	0.72 <sup>aX</sup>	0.70 <sup>aX</sup>	0.64 <sup>aX</sup>
	Naphthalene	C	0.31 <sup>a</sup>	0.36 <sup>ab</sup>	0.40 <sup>abX</sup>	0.45 <sup>bcX</sup>	0.52 <sup>cdX</sup>	0.55 <sup>dX</sup>
		D	-	-	0.50 <sup>aY</sup>	0.85 <sup>bY</sup>	1.24 <sup>cY</sup>	1.91 <sup>dY</sup>
	Ethylbenzene	C	-	-	-	0.39	0.40	0.39
		D	-	-	-	-	-	-
	1,2-dimethyl benzene	C	0.56	0.53	-	0.55	-	0.31
		D	-	-	-	-	-	-
	2-Pentylfuran	C	5.05 <sup>cX</sup>	4.58 <sup>cY</sup>	2.73 <sup>bX</sup>	2.58 <sup>bX</sup>	1.78 <sup>aX</sup>	1.44 <sup>aX</sup>
		D	5.51 <sup>cY</sup>	4.21 <sup>bX</sup>	4.01 <sup>bY</sup>	3.95 <sup>bY</sup>	3.79 <sup>bY</sup>	2.87 <sup>aY</sup>
	p-Dichlorobenzene	C	0.35 <sup>aX</sup>	0.40 <sup>aX</sup>	0.48 <sup>abX</sup>	0.53 <sup>bX</sup>	0.60 <sup>bX</sup>	0.65 <sup>bcX</sup>
		D	2.40 <sup>aY</sup>	4.90 <sup>aY</sup>	9.53 <sup>bY</sup>	13.16 <sup>cY</sup>	13.20 <sup>cY</sup>	19.29 <sup>dY</sup>
	Cymene	C	0.26	0.37	-	-	-	-
		D	-	-	-	-	-	-
	Trans-Caryophyllene	C	-	-	-	-	-	0.30
		D	-	-	-	-	-	-
o-Xylene	C	-	-	-	-	-	-	
	D	-	0.28	-	-	-	-	
Alpha Humulene	C	-	-	-	-	-	0.31	
	D	-	-	-	-	-	-	

\*C: conventional production technique, D: direct fermentation production technique, \*\*Values followed by the same letter are not significantly different at the level of 5% (series 'a-e' for the samples in a production technique, series 'X-Y' for the samples in the same fermentation time)

Table 2b. Statistical analysis results of the compounds determined to have not significant interaction between the techniques or the fermentation times during fermentation process

Compound	Technique*	Fermentation time (hour)						
		0	3	6	9	12	24	$\bar{x}$
Heptan-2-one	C	11.76	12.02	12.90	13.24	13.90	14.13	12.97 <sup>Y</sup>
	D	10.09	10.32	10.50	11.48	12.05	12.90	11.35 <sup>X</sup>
	$\bar{x}$							
Pent-3-en-2-one	C	0.83	0.35	-	-	-	-	0.59 <sup>X</sup>
	D	1.69	-	0.40	-	0.29	-	0.79 <sup>Y</sup>
	$\bar{x}$	1.26 <sup>b</sup>	0.35 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	-	0.29 <sup>a</sup>	-	
Butyl acetate	C	0.61	0.67	0.43	0.33	0.33	0.29	0.45 <sup>Y</sup>
	D	0.39	-	-	-	-	-	0.39 <sup>X</sup>
	$\bar{x}$	0.50 <sup>b</sup>	0.67 <sup>c</sup>	0.43 <sup>b</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>	
Delta-3-carene	C	1.27	0.80	0.32	-	-	-	-
	D	-	-	0.22	0.61	-	-	-
	$\bar{x}$	1.27 <sup>d</sup>	0.80 <sup>c</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.61 <sup>b</sup>	-	-	
Octen-3-ol	C	0.93	0.81	0.69	0.68	0.51	0.29	0.71 <sup>Y</sup>
	D	0.66	0.50	0.47	0.29	-	-	0.48 <sup>X</sup>
	$\bar{x}$	0.80 <sup>e</sup>	0.65 <sup>d</sup>	0.58 <sup>c</sup>	0.49 <sup>bc</sup>	0.51 <sup>bc</sup>	0.29 <sup>a</sup>	
2-Ethyl hexanol	C	-	-	-	-	1.65	-	-
	D	-	2.34	1.96	-	1.71	1.44	-
	$\bar{x}$	-	2.34 <sup>c</sup>	1.96 <sup>bc</sup>	-	1.68 <sup>b</sup>	1.44 <sup>a</sup>	-
Butanoic acid	C	-	-	-	-	-	0.59	0.59 <sup>X</sup>
	D	1.01	0.98	0.95	0.46	0.37	0.29	0.68 <sup>X</sup>
	$\bar{x}$	1.01 <sup>b</sup>	0.98 <sup>b</sup>	0.95 <sup>b</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.44 <sup>a</sup>	
Styrene	C	-	-	47.30	37.44	28.04	26.06	37.21 <sup>Y</sup>
	D	-	11.81	-	-	-	16.05	13.93 <sup>X</sup>
	$\bar{x}$	-	11.81 <sup>a</sup>	47.30 <sup>d</sup>	37.44 <sup>c</sup>	28.04 <sup>b</sup>	26.06 <sup>b</sup>	

\*C: conventional production technique, D: direct fermentation production technique, \*\*Values followed by the same letter are not significantly different at the level of 5% (series 'a-e' for the samples in a production technique, series 'X-Y' for the samples in the same fermentation time)

Table 3. The volatile compounds and the percentage of the relative peak areas in tarhana samples produced by conventional and direct fermentation production technique

Group	Compound	Conventional*	Direct fermentation
Alcohol	Hexanol	0.16 <sup>X</sup>	0.35 <sup>Y</sup>
	1-Pentanol	0.66 <sup>X</sup>	0.82 <sup>X</sup>
	Octen-3-ol	1.38 <sup>X</sup>	1.01 <sup>X</sup>
	Trans-2-octenol	0.17	-
	3-methyl-6-propyl phenol	0.51 <sup>Y</sup>	0.26 <sup>X</sup>
	<i>Total</i>	<i>2.88</i>	<i>2.44</i>
Acid	Acetic acid	1.19 <sup>X</sup>	3.85 <sup>Y</sup>
	Lactic acid, methyl ester	0.10 <sup>X</sup>	0.94 <sup>Y</sup>
	Hexanoic acid	-	0.63
	<i>Total</i>	<i>1.29</i>	<i>5.42</i>
Aldehyde	Acetaldehyde	-	0.21
	3-Methyl butenal	0.12	-
	4-pentenal	0.21 <sup>X</sup>	0.24 <sup>X</sup>
	Hexanal	30.34 <sup>X</sup>	27.58 <sup>X</sup>
	Heptanal	5.18 <sup>X</sup>	4.78 <sup>X</sup>
	Furfural	0.27 <sup>X</sup>	0.38 <sup>X</sup>
	(Z)-2-heptenal	8.64 <sup>X</sup>	6.80 <sup>X</sup>
	Benzaldehyde	1.45 <sup>X</sup>	1.50 <sup>X</sup>
	Octanal	3.43 <sup>X</sup>	3.11 <sup>X</sup>
	Benzene Acetaldehyde	0.24 <sup>X</sup>	0.37 <sup>Y</sup>
	(E)-oct-2-enal	4.45 <sup>Y</sup>	3.06 <sup>X</sup>
	Nonanal	5.12 <sup>X</sup>	5.45 <sup>X</sup>
	Decanal	0.55 <sup>X</sup>	0.57 <sup>X</sup>
	Deca-2(E).4(E)-dienal	1.09 <sup>Y</sup>	0.41 <sup>X</sup>
	2- butenal	0.33 <sup>X</sup>	0.40 <sup>X</sup>
	Pentanal	2.97 <sup>X</sup>	3.26 <sup>X</sup>
	Hex-2(E)-enal	0.77 <sup>X</sup>	0.78 <sup>X</sup>
	(E,E)-2,4-heptadienal	0.34 <sup>X</sup>	0.27 <sup>X</sup>
	Nona-2(E),4(E)-dienal	0.44	-
	Dec-2(E)-enal	3.00 <sup>Y</sup>	1.74 <sup>X</sup>
Undec-8(Z)-enal	0.42	-	
	<i>Total</i>	<i>69.36</i>	<i>60.91</i>
Ketone	2-propanone	3.71 <sup>X</sup>	4.67 <sup>X</sup>
	Pent-3-en-2-one	0.61 <sup>X</sup>	0.76 <sup>X</sup>
	1-octen-3-on	0.37 <sup>Y</sup>	0.23 <sup>X</sup>
	6-Methyl-5-hepten-2-one	0.62 <sup>X</sup>	0.67 <sup>X</sup>
	1-phenylethanone	0.43 <sup>X</sup>	0.63 <sup>Y</sup>
	2-nonanon	0.58 <sup>X</sup>	0.45 <sup>X</sup>
	Nonyl methyl ketone	0.50 <sup>Y</sup>	0.31 <sup>X</sup>
	Oct-3(E)-en-2-one	0.32 <sup>X</sup>	0.22 <sup>X</sup>
	(3E)-3-nonen-2-one	0.91 <sup>Y</sup>	0.42 <sup>X</sup>
	<i>Total</i>	<i>8.05</i>	<i>8.36</i>
Alkane	Decane	0.35 <sup>X</sup>	0.55 <sup>Y</sup>
	Undecane	0.28 <sup>X</sup>	0.62 <sup>Y</sup>
	Dodecane	2.02 <sup>X</sup>	3.55 <sup>Y</sup>
	Tridecane	2.89 <sup>X</sup>	3.56 <sup>X</sup>
	Heptadecane	-	0.32
	Nonadecane	-	0.29
	<i>Total</i>	<i>5.54</i>	<i>8.89</i>
Terpene	dl-limonene	1.66 <sup>X</sup>	3.54 <sup>Y</sup>
Other compounds	Benzene	0.05	-
	Toluene	1.20 <sup>X</sup>	1.23 <sup>X</sup>
	o-Xylene	0.20 <sup>X</sup>	0.38 <sup>Y</sup>
	Styrene	2.39 <sup>X</sup>	3.37 <sup>Y</sup>
	2-Pentylfuran	5.24 <sup>Y</sup>	4.47 <sup>X</sup>
	2,5-dimethyl furan	0.16	-
	Octahydro -2,3'-bifuran	0.38	-
	<i>Total</i>	<i>9.62</i>	<i>9.45</i>

\*Values followed by the same letter are not significantly different at the level of 5% (series 'a-e' for the samples in a production technique, series 'X-Y' for the samples in the same fermentation time)

The lowest group in the total percent area was acid group in the conventional technique, the alcohol group in the

direct fermentation technique. When both techniques are compared, the total percent area of the acid, ketone,



alkane and terpene groups in the direct fermentation technique was found to be higher than the conventional technique, while the percent area of alcohol, aldehyde and others were found to be lower than the conventional technique. In studies on volatile components, Coppa et al. [25] detected 1-pentanol, 2-furanmethanol, 2-octanol, 1-dodecanol in milk, Kati et al. [26] detected ethanol and butanol components in sour wheat dough. But Coppa et al., [25] and Kati et al. [26] did not detect those components in tarhana samples.

In the studies on the volatile components in the acid group of tarhana, Carpino et al. [27] identified 8 components (Hexanoic acid, octanoic acid, n-decanoic acid, heptanoic acid, nonanoic acid, undecanoic acid, tetradecanoic acid, n-hexadecanoic acid), Göçmen et al. [10] identified 1 component (butanoic acid). The acid group components determined by Carpino et al. [27] and Göçmen et al. [10] were not detected in the present study, the different components were detected. It was reported that the hexanal had the highest value among the aldehyde group components in wheat [28, 29]. Therefore, those results show similarity the results of the present study. Eight volatile components included in the ketone group (2-pentanone, 2-heptanone, 2-nonanone, 2-decanone, 2-undecanone, 2-dodecanone, 2-tridecanone, 2,3,4-trimethylacetone, 2-tetradecanone, 2-pentadecanone) were determined in milk on the study by Shimoda et al. [30] and 2-nonanone was also detected in tarhana samples. Göçmen et al. [10] found 2 ketone group components (terpinolene,  $\alpha$ -humulene) in tarhana, but those volatile compounds were not detected in the present study.

The type of wheat, the cooking temperature, time, amount of water, the starter culture, the type and

composition of milk, the processes applied to the milk, even the feeding patterns of the animals from which the milk is obtained can be effective on aroma components of tarhana mixes during fermentation. Although the raw material and amount of tarhanas produced by both techniques are the same, the differ effects of the two production techniques are shown on volatile components.

A total of 44 components were found in the tarhana sample produced by the direct fermentation technique, and a total of 48 components in the tarhana sample produced by the conventional technique. Carpino et al. [27] determined a total of 20 compounds (including 12 aldehydes, 3 alcohols, 1 free acid ester, 1 sulphur component, 1 terpene and 2 unidentified unstable components) in the sun-dried tarhana sample, and a total of 11 compounds (including 8 aldehydes, 2 sulphur components and 1 alcohol) in the oven-dried tarhana sample. The number of components in the tarhana samples produced with both production techniques was found to be more than by the number of components identified by Carpino et al. [27] and Göçmen et al. [10]. Göçmen et al. [10] found a total of 41 components (17 aldehydes, 6 esters, 4 ketones, 7 alcohols, 2 terpenes, 1 phenol, 1 furan, 1 sulphur compound, 1 acid and 1 other component) in vacuum dried tarhana, and 23 components (10 aldehydes, 3 esters, 3 ketones, 5 alcohols, 1 sulphur compound and 1 other component) in the sun-dried tarhana sample.

Sensory evaluations of the tarhana samples are shown in Figure 2. Sourness is a desirable feature in conventional tarhana. The new technique has brought this feature to tarhana more. The expectations of the panellists from colour were whiteness. The direct fermented tarhana received the best liking score for color.

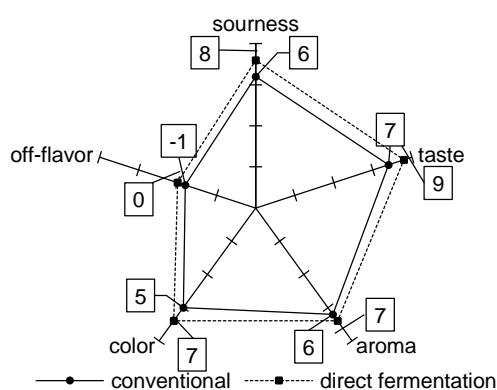


Figure 2. Sensory evaluation of tarhana samples

Oxidized taste is never desired in fermented food products, especially in fermented milk products. The new technique succeeded in reducing the oxidized taste in tarhana. In terms of taste, the direct fermentation technique gave near perfect result (9 points). And aroma scores for tarhanas were close to each other; 6 points for the conventional tarhana and 7 points for the direct fermented tarhana. In the overall evaluations of tarhanas produced with both techniques, conventional tarhana collected 23 points and directly fermented tarhana 31.

## CONCLUSION

In this study, tarhana was produced with a new production technique (direct fermentation), the chemical and the sensory properties were investigated and compared with the conventional technique. While all pH and lactose values in the direct fermentation technique were determined to be lower than the conventional technique, titration acidity values were found to be higher. Those chemical results were supported with sensory

evaluation. The total number of volatile components in conventional tarhana were higher than the number of components in the direct fermented tarhana. However, that does not mean that conventional production is better in terms of taste and aroma. Because the sensory evaluation results show the opposite. Moreover, the direct fermentation technique gave the better results according to other results of sensory evaluation, too. As a result, a new process was gained to tarhana production.

## ACKNOWLEDGMENTS

This study was funded by the Scientific Research Fund of Kahramanmaraş Sutcu Imam University (KSU BAP, Turkey, Project No. 2016/5-15 YLS).

## REFERENCES

- [1] Bozkurt, O., Gürbüz, O. (2008). Comparison of lactic acid contents between dried and frozen tarhana. *Food Chemistry*, 108(1), 198-204.
- [2] McGee, C., Ward, R., Gibbons, J., Harlow, A. (2003). Transition to secondary school: A literature review. Report to the Ministry of Education New Zealand: The Ministry of Education: 2003, ISBN 0-478-18769-3, 37-43p.
- [3] Eker, T., Cabaroğlu, T. (2018). Determination of retronasal aroma release during food consumption. *Journal of Food*, 43(1), 64-77.
- [4] Belitz, H.D. Grosch, W., Schieberle, P. (2009). Cereals and Cereal Products. Food chemistry, 4th revised and extended eds. Germany: Revised and enlarged edition: 2009, ISBN: 978-3-540-69934-7, 670-740p.
- [5] Nijssen, L.M., Visscher, C.A., Maarse, H., Willemsens, L.C., Boelens, M.H. (1999). Volatile Compounds in Food. Qualitative and Quantitative Data. 7th Edition and supplements 1 and 2. Zeist, Netherlands: TNO Nutrition and Food Research Institute, 1999. ISBN: 9067434132 9789067434133.
- [6] Nijssen, L.M., Ingen-Visscher, C.A., Van Donders, J.J.H. (2016). VCF Volatile Compounds in Food: Database Version 16.2. Zeist, the Netherlands: TNO Triskelion.
- [7] İbanoglu, Ş., Ainsworth, P., Wilson, G., Hayes, G.D. (1995). The Effect of fermentation conditions on the nutrients and acceptability of tarhana. *Food Chemistry*, 53(2), 143-147.
- [8] İbanoglu, Ş., İbanoğlu, E., Ainsworth, P. (1999). Effect of different ingredients on the fermentation activity in tarhana. *Food Chemistry*, 64(1), 103-106.
- [9] Erbaş, M., Certel, M., Uslu, M.K. (2004). Yaş ve kuru tarhananın şeker içeriğine fermentasyon ve depolamanın etkisi. *Gıda Dergisi*, 29(4), 299-305.
- [10] Göçmen, D., Gürbüz, O., Rouseff, R.L., Smoot, J.M., Dağdelen, A.F. (2004). Gas chromatographic-olfactometric characterization of aroma active compounds in sun-dried and vacuum-dried tarhana. *European Food Research and Technology*, 218(6), 573-578.
- [11] Zoecklein, B.W., Fugelsang, K.C., Gump, B.H. (1995). In Wine Analysis and Production Kluyver: Bruxel: Academic Publisher, 1995, ISBN-10: 0834217015, 485p.
- [12] Herken, E.N., Aydin, N. (2015). Use of carob flour in the production of tarhana. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 65(3), 167-174.
- [13] Erdem, E., Yapar, A., Sariçoban, C. (2014). Effect of ground tench (*Tinca tinca* L., 1758) flesh substitution on physico-chemical, the free amino acids and microbial changes and sensory properties of tarhana. *Journal of Selçuk University Natural and Applied Science*, 3, 10-27.
- [14] Işık, F., Çelik, İ., Yılmaz, Y. (2014). Effect of cornelian cherry use on physical and chemical properties of tarhana. *Akademik Gıda*, 12(2), 34-40.
- [15] Gabrial, S.G., Zaghloul, A.H., Khalaf-Allah, A.E.R., El-Shimi, N.M., Mohamed, R.S., Gabrial, G.N. (2010). Synbiotic tarhana as a functional food. *Journal of American Science*, 6(12), 847-857.
- [16] Bilgiçli, N., Elgün, A., Herken, E.N., Ertaş, N., İbanoğlu, Ş. (2006). Effect of wheat germ/bran addition on the chemical, nutritional and sensory quality of tarhana, a fermented wheat flour-yoghurt product. *Journal of Food Engineering*, 77(3), 680-686.
- [17] Çolakoğlu, M., Bilgir, B. (1977). Türk Kuru Çorbalıkları Üzerinde Bazı Araştırmalar, II. *Gıda ve Beslenme Sempozyumu*, 4-8 Nisan 1977, İstanbul, Türkiye.
- [18] Tarakci, Z., Anil, M., Koca, I., İslam, A. (2013). Effects of adding cherry laurel (*Laurocerasus officinalis*) on some physicochemical and functional properties and sensorial quality of tarhana. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 5(4), 347-355.
- [19] Coşkun, F. (2002). Trakya'nın değişik yörelerinde üretilen ev tarhanalarının kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özellikleri üzerine bir araştırma. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 12, 48-52.
- [20] Koca, A.F., Koca, I., Anil, M., Hasbay, I., Yılmaz, V.A. (2015). Physical, rheological and sensory properties of tarhana prepared with two wild edible plants (*Trachystemon orientalis* (L.) G. Don) and (*Portulaca oleracea* L.). *Journal Food Process Technology*, 6(5), 443.
- [21] Alkan, L.B., Çon, A.H. (2013). Some Characteristics of tarhana dough produced by different lactic starter cultures. *Symposium: The 2nd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, 24-26 October 2013, Struga (Ohrid Lake), Macedonia, Book of Proceedings, 219p.
- [22] Soyuyiğit, H. (2004). Isparta ve Yöresinde Üretilen Ev Yapımı Tarhanaların Mikrobiyolojik ve Teknolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [23] İnanç, A.L., Çolakoğlu, A.S. (2015). Determination of the quality parameters of home-made and commercial maras tarhanası. *Symposium: The 3rd International Symposium on Traditional: Foods from Adriatic to Caucasus*, 01-04 October 2015, Sarajevo/Bosnia, Book of Proceedings, 93p.

- [24] Erbaş, M., Certel, M. (2015). The Effects of fermentation and various storage types on properties of wet tarhana. *Symposium: The 3rd International Symposium on Traditional: Foods from Adriatic to Caucasus*, 01-04 October 2015, Sarajevo/Bosnia, Book of Proceedings, 200p.
- [25] Coppa, M., Martin, B., Pradel, P., Leotta, B., Priolo, A., Vasta, V. (2011). Effect of a hay-based diet or different upland grazing systems on milk volatile compounds. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 59(9), 4947-4954.
- [26] Kati, K., Kaisa, P., Karin, A. (2004). Influence and interactions of processing conditions and starter culture on formation of acids, volatile compounds, and amino acids in wheat sourdoughs. *Cereal Chemistry*, 81(5), 598-610.
- [27] Carpino, S., Rapisarda, T., Belvedere, G., Papademas, P., Neocleous, M., Scadt, I., Pasta, C., Licitra, G. (2010). Effect of dehydration by sun or by oven on volatiles and aroma compounds of trachanas. *Dairy Science Technology*, 90(6), 715-727.
- [28] Mo, X., Fan, W, Xu, Y. (2009). Changes in volatile compounds of Chinese rice wine wheat qu during fermentation and storage. *Journal of the Institute of Brewing*, 115(4), 300-307.
- [29] Cramer, A.C.J., Mattinson, D.S., Fellman, J.K., Baik, B.K. (2005). Analysis of volatile compounds from various types of barley cultivars. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 53(19), 7526-7531.
- [30] Shimoda, M., Yoshimura, Y., Yoshimura, T., Noda, K., Osajima, Y. (2001). Volatile flavor compounds of sweetened condensed milk. *Journal of Food Science*, 66(6), 804-807.
- 
-

## **Ayçiçek Mumu ve Poligliserol Stearat Organojelatörleriyle Soğuk Pres Fındık Yağı Oleojellerinin Hazırlanması ve Karakterize Edilmesi**

Emin Yılmaz , Ceren Öz 

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 17020, Çanakkale

Geliş Tarihi (Received): 13.05.2022, Kabul Tarihi (Accepted): 24.03.2023

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [eyilmaz@comu.edu.tr](mailto:eyilmaz@comu.edu.tr) (E. Yılmaz)

☎ 0 286 218 0018 / 20054 📠 0 286 218 0541

### **ÖZ**

Bu çalışmada soğuk preslenmiş fındık yağının ayçiçek mumu (AMO) ve poligliserol stearat (PGSO) ile oleojelleri hazırlanmış ve karakterizasyon çalışmaları yapılmıştır. Organojelatör konsantrasyonu ağırlıkça %10 olarak seçilmiştir. Hazırlanan oleojellerin önemli oranda doymamış yağ asitleri içerdiği, sadece PGSO örneğinde palmitik asit oranının bir miktar arttığı gözlenmiştir. Oleojellerin yağ bağlama kapasitelerinin %99'un üstünde ve jelleşme zamanının 4 dakikanın altında olduğu, renklerinin ise kremi sarı tonlarda olduğu görülmüştür. Oldukça dayanıklı jel yapısında olan oleojellerde  $\beta'$  (AMO) ve  $\beta$  (PGSO) kristal polimorfları belirlenmiştir. AMO ve PGSO örneklerinin ergime pik noktaları sırasıyla 62.4 ve 47.9°C olarak ölçülmüştür. AMO örneğinin depo modül değeri 110-130 kPa aralığında olup PGSO oleojelinkinden (13-14 kPa) daha yüksektir. Yani AMO örneği çok daha sert ve katı yapıdadır. Her iki oleojel örneği de mekanik ve termal geri-dönüşüm özelliği göstermiştir. PGSO örneğinin çarpaz-geçiş sıcaklığı 62°C civarında olup, bu noktaya kadar jel yapı kısmen korunmuştur. İki oleojelin de teknolojik özellikler açısından birçok gıdada katı yağ ikamesi olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Fındık yağı, Ayçiçek mumu, Poligliserol stearat, Oleojel, Kalite, Reoloji

### **Preparation and Characterization of Cold Pressed Hazelnut Oil Oleogels with Sunflower Wax and Polyglycerol Stearate Organogelators**

#### **ABSTRACT**

In this study, the oleogels of cold pressed hazelnut oil with sunflowerseed wax (SWO) and polyglycerol stearate (PGSO) were prepared and characterized. Organogelator concentration was 10% by weight. The oleogels contained important portions of unsaturated fatty acids but the content of palmitic acid in PGSO sample was enhanced. The oil binding capacities were over 99%, and the jel formation times were less than 4 minutes in both samples, and they had creamy yellow color values. Quite stable oleogels included  $\beta'$  (SWO) and  $\beta$  (PGSO) polymorph crystal types. The melting peak temperatures of SWO and PGSO samples were determined as 62.4 and 47.9°C, respectively. SWO sample showed 110-130 kPa storage modulus values, and they were much higher than that of the PGSO sample (13-14 kPa). Consequently, the SWO sample was much harder and solid. Both oleogel samples presented mechanical and thermal recovery abilities. The cross-over point of the PGSO sample was around 62°C, and it had a gel-like structure until this temperature. It was concluded that both oleogel samples were quite suitable as a solid fat source in terms of technological properties for uses in many food products.

**Keywords:** Hazelnut oil, Sunflower wax, Polyglycerol stearate, Oleogel, Quality, Rheology

## GİRİŞ

Jel, geniş olarak akışkan-olmayan likit faz olarak tanımlanmaktadır. Özel olarak jeller, bir jelleştirici ajan (ağ yapı oluşumundan sorumlu) ve sıvı (likit) faz (hidrofilik veya hidrofobik) olmak üzere iki bileşenden oluşan, sıvı fazı hareketsiz kılma yeteneğine sahip üç boyutlu ağı yapılar olarak da tanımlanmaktadır. Jeller ağ içine hapsedilmiş sıvı (likit) fazın polaritesine bağlı olarak, hidrojel (polar likitler) ve organojel (organik solventler) olarak iki gruba ayrılmaktadır [1]. Organojellerin bir üyesi olarak oleojeller, yemeklik likit yağların üç boyutlu bir jel ağına hapsedilmesiyle oluşan termo geri-dönüşümlü, anhidroz (susuz), viskoelastik yarı katı yağlar olarak bildirilmektedir [2, 3].

Kullanılan organojelatör türüne ve üretim tekniğine göre onlarca farklı oleojel literatürde bildirilmiştir [4, 5]. Bu çalışmada soğuk pres fındık yağıyla hazırlanan oleojellerden birisi olan ayçiçek mumu oleojelleri (AMO), daha önce yoğun olarak araştırılmıştır [6-8]. Yapılan araştırmalarda ayçiçek mumu oleojellerinin son derece dayanıklı, ince kristal yapıda ve birçok gıda için uygun oleojeller verdiği görülmüştür [6, 7, 9]. Bu çalışmada kullanılan diğer organojelatör poligliserol stearat (PGS) ile ilgili oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Gliserol oligomerlerinden olan PGS'in jel oluşturma yeteneği ilk olarak Nakajima ve ark. [10] tarafından yapılan bir araştırmada farklı organik çözücüler için gösterildikten sonra, yapılan bir başka çalışmada [11], PGS'in Pluronic F68 and Tween 60 amfifilleriyle birlikte oluşturduğu oleojeller üretilmiş ve karakterize edilmiştir. PGS, aslında gliserol oligomerinin stearik asit ile esterleşmesinden meydana gelmiş bir tür orta büyüklükteki polimerdir. PGS'ler çoğunlukla beyazdan sarıya kadar değişen renklerde, oda sıcaklığında katı veya çok viskoz likit formunda olan, yağda serbestçe çözünebilir, suda kısmen dağılabilen ve ergime aralığı 55-65°C olan materyallerdir. Gıda endüstrisinde güvenli gıda katkı maddesi statüsünde kullanılmaktadırlar [12].

Literatürde yayınlanan çok sayıda çalışmada bitkisel numuların çok başarılı oleojeller verdikleri görülmüştür. Özellikle iyi kalitede ayçiçek mumu ile %1 konsantrasyonda bile jel üretilmediği, ancak %10 gibi oranlarda ise katı yağa oldukça benzer sertlikte

oleojeller geliştirildiği bilinmektedir [4-9]. Öte yandan oleojel üretimi için çok büyük bir potansiyel taşıyan PGS organojelatörü ile çok az sayıda araştırma yayınlanmıştır [10, 11]. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı, aynı konsantrasyonda (%10) ayçiçek mumu (AMO) ve poligliserol stearat oleojellerini (PGSO) soğuk preslenmiş fındık yağıyla hazırlamak ve özelliklerini karşılaştırmaktır. Çalışma kapsamında her iki örneğin detaylı fiziko-kimyasal, termal, mikro-yapısal ve reolojik analizleri gerçekleştirilmiştir. Böylece mum oleojellerinin altın standardı olan AMO ile yeni bir ürün olan PGSO karşılaştırılmıştır. Bu çalışma ile sunulan bilgilerin yeni araştırmalara yol açacağı ve bazı olası kullanımlar için de ilgi sağlayacağı beklenilmektedir.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Bu çalışmada kullanılan fındık yağı, kendi laboratuvarımızda bulunan pilot-ölçekli (tek kafa, 2 hp, 1.5 kW güç ve 12 kg tohum/saat kapasiteli) soğuk pres makinası (Koçmaksan, ESM 3710, İzmir, Türkiye) kullanılarak 20 rpm dönüş hızı, 10 mm çıkış memesi, ve 40°C çıkış sıcaklığı koşullarında soğuk presleme tekniği ile Giresun Tombul fındıklarından üretilmiştir. Kullanılan fındıklar 2018 sezonunda hasat edilmiş ve direkt üreticiden temin edilmiştir. Soğuk pres yağ üretiminin bir fotoğrafı Şekil 1'de sunulmuştur. Preslemeden hemen sonra, fındık yağı 6797xg hız ile santrifüj (Sigma 2-16 K, Postfach, Almanya) edilmiş ve süspanse parçacıklar ve nem uzaklaştırılmıştır. Elde edilen soğuk pres fındık yağı hemen renkli ve kapaklı cam şişelere alınmış, üzerine azot gazı basılmış ve kullanılıncaya kadar buzdolabında saklanmıştır. Organojelatörler olarak kullanılan ayçiçek mumu (6607 L) Kahlwax Co. (Kalh GmbH & Co., Trittau, Almanya) firmasından ve poligliserol stearat (Finamul PGE 2000, krem toz, maksimum 5.0 asit değeri, 130-150 sabunlaşma sayısı, ve 52-59°C ergime noktası) Fine Organics Inc., Mumbai (Hindistan) firmasından satın alınmıştır. Analizlerde kullanılan tüm kimyasallar, standartlar ve solventler Sigma Chem. Co. (St. Louis, MO, ABD) ve Merck (Darmstadt, Almanya) firmalarından satın alınmıştır.



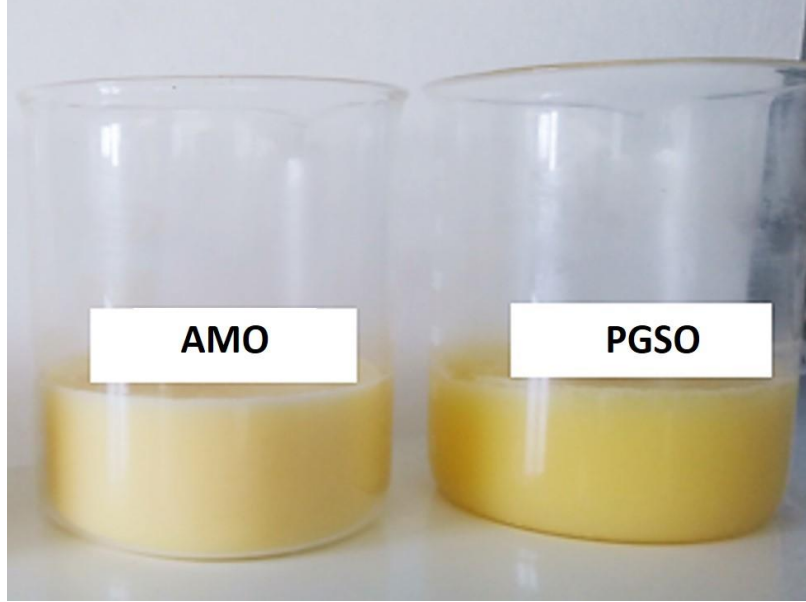
Şekil 1. Fındıktan soğuk pres tekniği ile yağ üretimi  
Figure 1. Oil production from hazelnut by cold pressing technique



## Fındık Yağı Oleojellerinin Hazırlanması

Soğuk preslenmiş fındık yağı ve her bir organojelator (ayçiçek mumu veya poligliserol stearate) ağırlıkça 90:10 oranında tartılmış ve cam bir beher içine yerleştirilmiştir. Karışımlar su banyosunda 80°C sıcaklıkta tamamen homojen karışım oluncaya kadar ergitilmiş ve karıştırılmıştır. Ergimiş karışım daha sonra oda sıcaklığına alınmış (25±3°C, klima ile kontrol edilen

laboratuvar ortamı) ve bir gece bekletilmiştir. Ertesi günü tamamen oluşan oleojeller hemen analize alınmıştır. Analizler süresince oleojel örnekleri oda sıcaklığında ve karanlıkta tutulmuştur. Hazırlanan oleojel örnekleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Makalenin bundan sonraki kısımlarında hazırlanan oleojellerin kısa isimleri kullanılmıştır. Hazırlanan oleojeller fındık yağı-ayçiçek mumu oleojeli (AMO) ve fındık yağı-poligliserol stearate oleojelidir (PGSO).



Şekil 2. Soğuk pres fındık yağı ile hazırlanan oleojeller (AMO: fındık yağı-ayçiçek mumu oleojeli; PGSO: fındık yağı-poligliserol stearat oleojeli)

*Figure 2. The oleogels prepared with cold pressed hazelnut oil (SWO: hazelnut oil-sunflowerseed wax oleogels; PGSO: hazelnut oil-polyglycerol stearate oleogel)*

## Yağ Asidi Bileşimi Analizi

Oleojelleri hazırlamada kullanılan soğuk pres fındık yağının ve hazırlanan AMO ve PGSO örneklerinin yağ asitleri bileşimi belirlenmiştir. Önce örneklerin yağ asidi metil esterleri AOCS Ce 2-66 (AOCS, 1998)'e göre hazırlanmıştır. Örneklerin yağ asidi bileşimi Agilent 7890 B Gaz Kromatografisi (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, ABD) cihazı ve FID (Flame Ionization Detector, Agilent Technologies, Palo Alto, ABD) dedektör ile yapılmıştır. Cihazda HP-88 (100 m×0.25mmID×0.2µm film thickness, J&W Scientific Co, CA, USA) kapilar kolon bulunmaktadır. Giriş sıcaklığı 250°C olarak belirlenmiş ve 1 µL örnek enjeksiyonu sağlanmıştır. Mobil faz olarak hidrojen gazı, 2 mL/dk bir akış hızı ile kullanılmıştır. Fırın programlaması 120°C'de 1 dk, 10°C/dk artış ile 175°C'ye çıkış ve bu sıcaklıkta 10 dk bekleme, 5°C /dk ile 210°C'ye çıkma ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme, 5°C/dk ile 230°C ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme olacak şekilde ayarlanmıştır. Referans olarak yağ asidi metil esterleri karışımı (37-bileşenli, C4-C24, Supelco, Bellefonte, PA, ABD) kullanılmıştır. Eş koşullarda analiz edilen kromatogramların tanımlanması ve kantitasyonu cihazın kendi bilgisayarı ve yazılımı ile yapılmıştır.

## Oleojellerin Fiziko-kimyasal Analizleri

AMO ve PGSO örneklerinin bazı temel fiziksel özellikleri analiz edilmiştir. Daha önce hazırlanmış oleojel örneklerinden 5'er gram deney tüpüne tartılmış ve 80°C'deki su banyosunda 0.5 saat bekletilerek tamamen ergitilmiştir. Ergimiş tüpler oda sıcaklığına çıkarıldığı anda kronometre çalıştırılmış ve jelleşmenin tamamlanması için geçen süre 'jelleşme zamanı' (JZ) olarak dakika cinsinden belirlenmiştir. Tüpler 90° çevrilerek paralel hale getirilmiş ve akışın olmadığı an jelleşmenin tam olarak gerçekleştiği zaman olarak kaydedilmiştir [6].

Oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasitelerinin (YBK) ölçümü için aynı su banyosunda ergitilmiş oleojel örneklerinden eppendorf tüplerine yaklaşık olarak 1 ml konulmuştur ve tartılmıştır (a). Oleojel içeren eppendorf tüpleri +4°C'de 1 saat süreyle bekletilmiş ve jelleşme gerçekleşmiştir. Jel oluşumu sonrasında eppendorf tüpleri yeniden tartılmış (b), ardından 20°C'de 10.000 rpm hızla 15 dk boyunca santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası tüpler 3 dk süreyle ters çevrilerek drenaj işlemi uygulanmış ve sonra tekrar tartım (c) yapılmıştır. Oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasiteleri (%YBK) aşağıdaki eşitlik (1) ve (2) kullanılarak hesaplanmıştır [13].

$$\% \text{ Serbest Yağ} = \frac{(b-a)-(c-a)}{(b-a)} \times 100 \quad (1) \quad \text{ve} \quad \% \text{YBK} = 100 - \text{Serbest yağ} \quad (2)$$

Santrifüj stabilitesi tayini için, temiz bir falkon tüpü içerisine 5 g oleojel örneği tartılmış 4°C'de bir gün şartlandırıldıktan sonra 1300xg'de ve oda sıcaklığında 15 dk santrifüj edilmiştir. Emülsiyonda kırılma gözlenmeyen dayanıklı örneklerin test sonucu pozitif (+) (stabil) olarak belirtilmiştir [14].

Oleojel örneklerinin renk ölçümleri Minolta CR-400 (Konica, Minolta Sensing, Osaka, Japonya) ile CIE lab standardına göre gerçekleştirilmiştir. Söz konusu standartta L değeri parlaklık/koyuluk, a\* değeri kırmızılık (+) / yeşillik (-), b\* değeri ise sarılık (+) / mavilik (-) olarak ifade edilmektedir [14].

Oleojellerin serbest yağ asitlik değeri AOCS Ca 5a-40 metodu ve peroksit değerleri AOCS Cd 8-53 metodu kullanılarak ölçülmüştür [15].

### Oleojellerin X-Işını Kırınım Deseni Analizi

Hazırlanan oleojel örneklerinin polimorfik formları AOCS Cj 2-95 metodu uygulanarak PANalytical Empyrean (Hollanda) X-ışınları difraktometre sistemi ile belirlenmiştir [16]. Bu amaçla, oleojel örnekleri oda sıcaklığında cihazın örnek haznesine dikkatlice yerleştirilmiştir. Açısız taramalar Cu radyasyonu ( $\lambda$  (CuK $\alpha$ ) = 1.54056 Å voltaj, 40 kV akım ve 40 mA) ile  $2\theta$  = 2.0-50° tarama aralığında 0.02 basamak ve 2°/dk tarama hızında gerçekleştirilmiştir. Veri analizi X'Pert HighScore Plus yazılımı (Malvern Panalytical Ltd., Royston, İngiltere) ile yapılmıştır.

### Oleojellerin Termal Özelliklerinin Analizi

AMO ve PGSO örneklerinin kristalizasyon ve ergime başlama ve pik noktaları ve entalpi değerleri Perkin-Elmer 4000 Seri Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) cihazı (Groningen, Hollanda) kullanılarak ölçülmüştür. Cihaz düzenli olarak Indium ve Çinko ile kalibre edilmektedir. Ölçüm için yaklaşık 5-8 mg oleojel örneği aliminyum pan içerisine tartılmış ve ağız hermetik olarak kapatılmıştır. Boş pana karşı örnek haznesine yerleştirildikten sonra şu sıcaklık programı uygulanmıştır: örnekleri 20°C'den 100°C'ye kadar 10°C/dk hızla ısıt, örnekleri - 30°C'ye kadar 10°C/dk hızla soğut ve bu sıcaklıkta 3 dk beklet ve son olarak da örnekleri tekrar 100°C'ye kadar 5°C/dk hızla ısıt. Elde edilen termogramlar, cihazın kendi yazılımı olan Pyris 1 Manager Software kullanılarak hesaplamalar yaptırılmış ve veriler kaydedilmiştir [14].

### Oleojellerin Reolojik Özelliklerinin Ölçümü

Örneklerin reolojik analizleri DHR 2 reometresiyle (TA Instruments, ABD) gerçekleştirilmiştir. Analizde paralel plakalı geometri ( $\phi$  = 40 mm, 0.9 ± 0.1 mm aralık) ve Peltier sıcaklık kontrol sistemi (± 0.1°C) kullanılmıştır. Önce her örnek için genlik-tarama (amplitude-sweep) testi (strain = 0.01 – 100%) 1 Hz frekansta ve 10°C'de uygulanarak doğrusal viskoelastik bölge (LVR, linear viscoelastic region) belirlenmiştir. Daha sonra LVR'de

her örnek için belirlenen gerilim değerleri ile frekans-tarama (frequency-sweep) testi 10°C'de ve %0.02-0.26 gerilim aralığında ve 0.1'den 100 Hz'e kadar frekans aralığında gerçekleştirilmiştir. Böylece örneklerin depo (G') ve kayıp (G'') modülleri belirlenmiştir.

Daha sonra her örneğin zaman-tarama (time-sweep) testi, 10°C'de 1 Hz frekansta ve gerilim değerleri LVR bölgesinde, LVR bölgesinin altında (LVRstrain ≥ Strain) ve LVR bölgesinin üstünde (LVRstrain ≤ Strain) olmak üzere ölçülmüştür. Zaman tarama testi ilk bölge için 180 saniye, ikinci bölge için 180 saniye ve son bölge için 900 saniye olarak uygulanmıştır.

Son olarak, bu örneklere sıcaklık-rampa (temperature-ramp) testi de uygulanmıştır. Örnekler LVR bölgesinde 1 Hz frekans ile 0°C'den 75°C'ye 1°C/dk hızla ısıtılmışlardır. Tüm örnekler 3 kez test edilmiş ve ortalama sonuçlar verilmiştir [11].

### İstatistik Analizler

Bu çalışmada hazırlanan oleojel örnekleri iki tekerrürlü olarak üretilmiştir. Yapılan tüm analizler her bir tekerrür için 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Yani sunulan veriler 6 farklı ölçümün ortalaması ve standart hatasını göstermektedir. İki oleojel örneği t-testi ile %95 güvenlik seviyesinde karşılaştırılmıştır [17].

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Oleojellerin Yağ Asidi Bileşimi

Oleojel üretiminde kullanılan soğuk pres fındık yağı ve geliştirilen fındık yağı oleojellerinin (AMO ve PGSO) yağ asitleri bileşimi Tablo 1'te verilmiştir. Literatüre göre fındık yağı yaklaşık %78-83 oleik, %7-13 linoleik, %4-5 palmitik ve %2-3 oranında stearik asit ihtiva etmektedir [18]. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliği'ne (Tebliğ No: 2012/29) göre fındık yağı ortalama olarak %4.2-8.9 palmitik, %71.0-91.0 oleik, %5.2-22.3 linoleik ve %0-0.3 linolenik, araşidik ve eikosanoik asitler içermektedir [19]. Ancak yağ asitleri kompozisyonu sürekli sabit değildir; morfolojik, ekolojik ve fizyolojik faktörlerden etkilenmektedir. Fındık yağı diğer yağlarla kıyaslandığında içerisinde tekli doymamış yağ asitlerinden biri olan oleik asidi en fazla barındıran yağ çeşididir. Bu çalışmada kullanılan soğuk pres fındık yağının yağ asitleri bileşimi hem literatür hem de kodekste yer alan bileşim bilgisiyle örtüşmektedir. Hazırlanan oleojellerden fındık yağı-ayçiçek mumu oleojeli (AMO) yağ asidi profilinde oleik asit bakımından önemli ölçüde değişime sebep olmamakla birlikte ayçiçeği mumundan geldiğine inandığımız palmitik asit varlığı %7.73'ten %15.30'a çıkmıştır. Öte yandan linoleik asit miktarında ise azalma oluşmuştur. Poligliserol stearat-fındık yağı oleojelinde de (PGSO) oleik asit değeri oldukça yüksektir, ancak ayçiçek mumu kullanılarak hazırlanan oleojele kıyasla oleik asit miktarında önemli bir azalma gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak palmitik asit değerinin yüksek olması

gösterilmektedir. Bu palmitik asitin de katılan organojelatörden geldiği açıktır. Açıkçası kullanılan poligliserol stearat organojelatörünün önemli miktarda palmitik asit ve bir miktar da stearik asit sağladığı görülmektedir. Sonuç olarak, hazırlanan bu oleojeller yemeklik katı yağlara kıyasla çok daha düşük doymuş

yağ asitleri içeriğine sahiptir ve diyetle önemli miktarda da doymamış yağ asitleri sağlamaktadır. Dolayısıyla beslenme açısından bir avantaj sağlamaktadırlar. Bu durum oleojelasyon tekniğinin temel avantajlarından birisi olarak literatürde bildirilmiştir [4, 6, 7, 9].

Tablo 1. Soğuk pres fındık yağı ve ondan hazırlanan oleojellerin (AMO ve PGSO) yağ asitleri bileşimi (%)

*Table 1. Fatty acid compositions (%) of the cold pressed hazelnut oil, and the oleogels (SWO and PGSO) prepared with the cold-pressed hazelnut oil*

Yağ Asidi	Fındık Yağı	AMO	PGSO
Laurik (C12:0)	-	-	-
Tridekanoik (C13:0)	-	-	-
Miristik (C14:0)	0.21±0.09 <sup>b*</sup>	0.22±0.30 <sup>b</sup>	0.55±0.39 <sup>a</sup>
Miristoleik (C14:1)	-	-	-
Palmitik (C16:0)	7.73±3.33 <sup>c</sup>	15.30±1.33 <sup>b</sup>	28.99±0.73 <sup>a</sup>
Palmitoleik (C16:1)	0.48±0.14 <sup>a</sup>	0.52±0.02 <sup>a</sup>	0.44±0.07 <sup>a</sup>
Stearik (C18:0)	2.25±0.05 <sup>b</sup>	2.05±0.30 <sup>b</sup>	4.49±0.57 <sup>a</sup>
Oleik (C18:1)	75.83±0.75 <sup>a</sup>	74.01±0.01 <sup>a</sup>	59.24±1.41 <sup>b</sup>
Linoleik (C18:2)	13.50±0.03 <sup>a</sup>	7.90±0.05 <sup>b</sup>	6.29±0.20 <sup>c</sup>
Linolenik (C18:3)	-	-	-
Araşidik (C20:0)	-	-	-
Behenik (C22:0)	-	-	-

\*Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak birbirlerinde farklıdır (p<0.05)

*\*Samples with different small letters in the same row indicate statistically significant differences (p<0.05)*

### Oleojellerin Fiziko-kimyasal Özellikleri

Fındık yağından hazırlanan AMO ve PGSO örneklerinin bazı önemli fiziko-kimyasal özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Analiz edilen bu özellikler iki farklı organojelatörün aynı katım oranında (%10) kullanılmasıyla hazırlandığı için, oleojellerin karşılaştırılması açısından da oldukça önemlidir. Bu karşılaştırma oleojellerin farklı gıda uygulamalarının seçimi için de önemlidir. AMO ve PGSO örneklerinin jelleşme zamanları istatistik olarak farklı olup, ayçiçek mumu organojelatörü daha kısa zamanda jel oluşturabilmiştir. Ancak her ikisi de oldukça kısa süreler olup, oda sıcaklığında bu oleojellerin kısa zamanlarda

hazırlanabileceğini göstermektedir. Literatürde daha önce benzer jelleşme zamanları rapor edilmiştir [6, 7, 11, 14]. Her iki oleojelde de yağ bağlama kapasitesi oldukça yüksek olup, literatür verileriyle yine benzeşmektedir. Oleojel yapısında yer alan likit fındık yağının hemen tamamı jel yapısı içinde hapsedilmiş ve mobilitesi durdurulmuştur. Bu veri, elde edilen yapının dayanıklı bir jel olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, oleojeller yüksek hızda (1300 xg'de 15 dakika) santrifüj edildiklerinde yapılarını korumuşlar ve jel yapısı bozulmamıştır. Yani hazırlanan oleojeller oldukça dayanıklı ve tam jel durumunda olan örneklerdir (Tablo 2, Şekil 2). Bu bulgular her iki örneğin de gıda ürünlerinde uygulanabilmesini destekler niteliktedir.

Tablo 2. Soğuk pres fındık yağından hazırlanan oleojellerin (AMO ve PGSO) fiziko-kimyasal özellikleri

*Table 2. Physico-chemical properties of the oleogels (SWO and PGSO) prepared with cold pressed hazelnut oil*

Parametre	AMO	PGSO
Jelleşme Zamanı (dakika)	3.8±0.5 <sup>b*</sup>	4.4±0.3 <sup>a</sup>
Yağ Bağlama Kapasitesi (%)	99.9±0.1 <sup>a</sup>	99.8±0.1 <sup>a</sup>
Santrifüj Stabilitesi	+ (stabil) <sup>a</sup>	+ (stabil) <sup>a</sup>
Renk - L değeri	68.5±1.1 <sup>a</sup>	55.7±2.1 <sup>b</sup>
Renk - a* değeri	-2.5±0.8 <sup>a</sup>	-0.7±0.0 <sup>b</sup>
Renk - b* değeri	5.4±0.2 <sup>b</sup>	10.2±0.9 <sup>a</sup>
Serbest Yağ Asitliği (% Oleik)	1.1±0.7 <sup>b</sup>	2.4±0.8 <sup>a</sup>
Peroksit Sayısı (meqO <sub>2</sub> /kg yağ)	2.0±0.9 <sup>a</sup>	2.3±1.2 <sup>a</sup>

\*Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak birbirlerinde farklıdır (p<0.05)

*\*Samples with different small letters in the same row indicate statistically significant differences (p<0.05)*

Örneklerin aletsel renk değerleri ölçülmüştür (Tablo 2). AMO örneği diğerinden daha beyaz (aydınlık)

bulunmuştur (L değeri 68.5). Şekil 2'den de bu durum gözlenebilmektedir. Aletsel rengin a\* boyutu pozitif

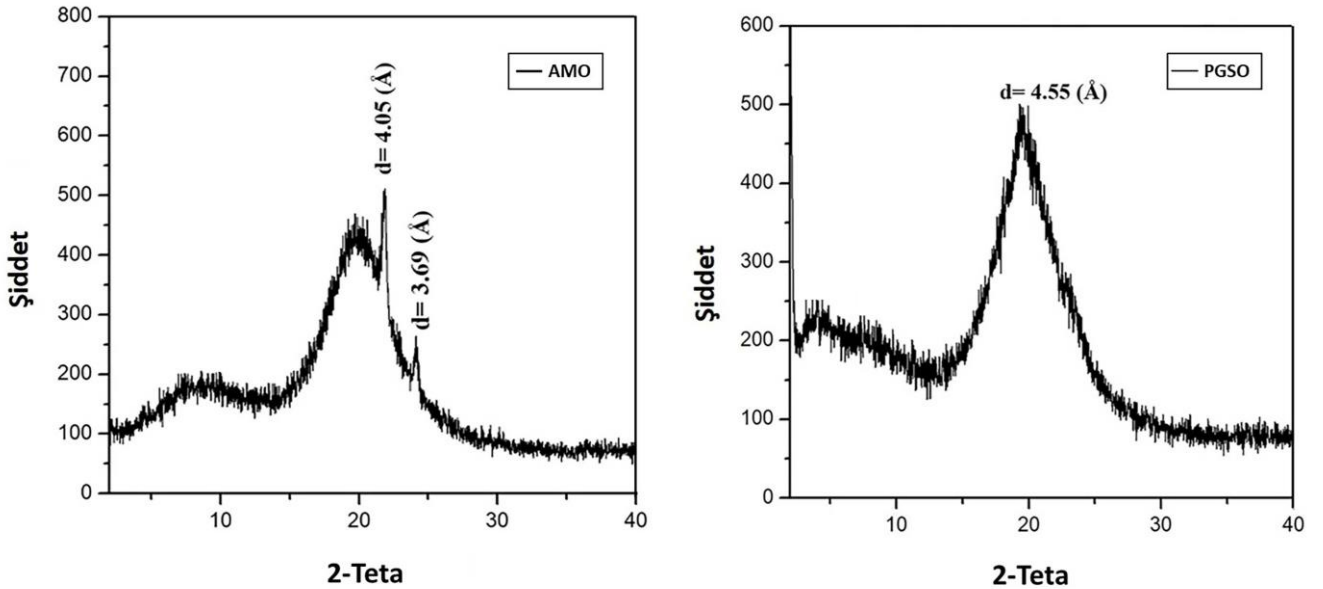
yönde kırmızılığı ve negatif yönde yeşilliği göstermektedir. Her iki örnekte de az miktarda yeşillik değeri ölçülmüş olmakla beraber, bu değer AMO'da istatistik olarak daha yüksektir. İki örneğin de  $b^*$  değerleri pozitif olup (Tablo 2), örneklerde önemli miktarda sarılık olduğunu göstermektedir. Aletsel rengin  $b^*$  bileşeni,  $+b^*$  (sarılık miktarı) ve  $-b^*$  (mavilik miktarı) değerlerini göstermektedir [11]. Hazırlanan iki oleojel örneği de (Şekil 2) katı yemeklik yağlar olan tereyağı ve margarinlere benzer renk tonlarına sahiptir. Bu örnekler katı yağ stoğu olarak fırıncılık, çikolata, et ve süt ürünlerinde herhangi bir renk uyumsuzluğu olmadan kullanılabilir niteliktedirler. Bu durum önemli bir avantaj olarak kabul edilmektedir.

Tüm yemeklik yağlarda serbest yağ asitliği (SYA) ve peroksit sayısı (PS) değerleri, bu ürünlerin hem kodekslerle uygunluğu hem de tüketicilerin lezzet ve aroma algılarının kabul edilebilirliği açısından son derece önemli parametrelerdir [21]. PGSO örneğinin serbest yağ asitliği AMO örneğinden daha yüksek bulunmuşken, iki örneğin peroksit sayısı değerleri arasında istatistik olarak önemli bir fark bulunmamıştır

(Tablo 2). Türk Gıda Kodeksi'ne göre, soğuk preslenmiş yağlarda asit sayısı en fazla 4.0 mg KOH/g yağ ve peroksit sayısı da en fazla 15 meqO<sub>2</sub>/kg yağ olarak belirlenmiştir [19]. Bu çalışmada soğuk preslenmiş fındık yağı kullanıldığı için, oleojellerde ölçülen değerler bu sınır değerleri ile kıyaslanmıştır. Görüldüğü gibi her iki oleojel örneği de kodeks değerlerinin çok altında serbest asitlik ve peroksit sayısı değerlerine sahiptir. Hazırlanan örnekler yağ bozunma ürünleri açısından herhangi bir sorun taşımamaktadır. Genel olarak oleojel literatüründe de benzer bulgular yer almaktadır [8, 11, 14].

### Oleojellerin X-ışını Kırınım Desenleri

Hazırlanan AMO ve PGSO örneklerinin X-ışınları kırınım desenleri Şekil 3'te verilmiştir. Teorik olarak bir numunenin kırınım deseninin o örnekteki tüm moleküllerin kristal yapılarının bir sonucu olduğu kabul edilmektedir. Bu sebeple gözlenen sonuçların oleojelleri oluşturan organojelator moleküllerinin kristal yapısı ile fındık yağı trigliseridlerinden kaynaklandığı söylenebilmektedir.



Şekil 3. Hazırlanan oleojel örneklerinin X-ışını kırınım desenleri (AMO: fındık yağı-ayçiçek mumu oleojeli, PGSO: fındık yağı-poligliserol stearate oleojeli)

*Figure 3. The X-ray diffraction patterns of the prepared oleogels (SWO: hazelnut oil-sunflowerseed wax oleogels; PGSO: hazelnut oil-polyglycerol stearate oleogel)*

Bir örneğin kırınım deseni grafiğinde yaklaşık olarak 4.2 Å noktasında tek bir pik gözleniyorsa, onun kristal formunun  $\alpha$  tipinde, 3.8 ve 4.2 Å tepe noktalarını içeriyorsa  $\beta'$  formunda, ve 4.6 Å konumunda bir tepe noktasına sahip ise  $\beta$  polimorfik formunda olduğu bildirilmiştir [16]. Stahl ve ark. [22]'nin çalışmasında  $\alpha$  formu için AOCS metotunda bildirilen verilerden farklı olarak tek 4.15 Å pik değerinin de  $\alpha$  tip polimorfik kristal olarak kabul edileceği bildirilmiştir. Ayrıca metotda bu pik noktalara en yakın değerlerinde aynı polimorf tipini belirlediği bildirilmiştir. Şekil 3'de verilen kırınım desenleri AOCS metot Cj 2-95 [16]'ye göre değerlendirildiğinde, AMO örneğinde  $\beta'$  tip polimorfik kristallerin olduğu, PGSO örneğinde ise  $\beta$  tip kristallerin

olduğu anlaşılmaktadır. Daha önce 3.70 ve 4.10 Å civarındaki pikler kandelila, karnauba ve pirinç kepeği mumu oleojellerinde ölçülmüştür [23]. Balmumu ve ayçiçek mumunun rafine fındık yağıyla hazırlandığı oleojel örneklerinde de  $\beta'$  polimorf tipini ifade eden pikler gözlenmiştir [6, 7, 14]. Genel olarak  $\beta'$  polimorf tipindeki katı yağların kolay sürülebilir, yumuşak ve ince dokulu, optimum ergime ve ağız hissi özelliğinde olduğu ve kahvaltılık margarin üretiminde tercih edildiği bilinmektedir. Öte yandan daha kaba ve kumsu yapıda olan  $\beta$  polimorf tipi yağların ise özellikle çikolata ürünlerinde tercih edildiği bildirilmiştir. Çoğunlukla  $\alpha$  polimorf dayanıklı olmayıp depolama süresince, ortam sıcaklığına bağlı olarak  $\beta$  veya  $\beta'$  polimorfuna

dönüşmektedirler [24]. Bu verilere göre geliştirilen AMO örneği daha çok margarin ve sürülebilir yağlar üretimi ve PGSO ise daha çok çikolata ve konfeksiyoneri ürünleri için uygun bulunmuştur.

### Olejellerin Termal Özellikleri

Oleojel örneklerinin hem kristallenme hem de ergime özellikleri DSC ile ölçülmüş ve sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir. Termal analiz ile örneklerin ergime/kristallenme başlangıç ve pik noktaları ile entalpi değerleri elde edilmiştir. Ortalama sonuçlar, standart hata değerleriyle birlikte sunulmuştur.

Önceden tamamen ergitilmiş oleojeller soğutulmaya başlandığında, AMO'nun 63.4°C'de ve PGSO'nun ise 43.5°C'de kristallenmeye başladığı ve tam kristallenmenin ise sırasıyla 59.9 ve 41.2°C'lerde tamamlandığı anlaşılmaktadır. Yani bu iki oleojel örneği

oda sıcaklığında kesinlikle kristal (katı) formda bulunmaktadır. Benzer şekilde, ergime pik noktalarını da birbirinden farklı olduğu ve AMO'nun çok daha yüksek sıcaklıkta (62.4°C) ergidiği görülmektedir. İki oleojel de oda sıcaklığında ve hatta ağız içi sıcaklığında (35-37°C) ergimemektedir. Bu durum ürün açısından olumlu olmakla beraber ağız-hissi açısından çok arzu edilmemektedir. Termal özellikler açısından bu oleojeller daha çok hayvan vucüt yağlarına benzer profil sergilemişlerdir. Ancak formüle edilen gıda ürünlerinde belli oranlarda kullanılacakları için, ağızda rahatça ergiyebilecek bir profil sağlamaları ayarlanabilir. Oldukça benzer termal davranışlar daha önce çalışılmış ayçiçek yağı oleojellerinde de görülmüştür [6, 7, 11]. Hazırlanan bu oleojellerin farklı gıda formülasyonlarında belli oranlarda kullanılmasının termal özellikler açısından ürünlerle uyumlu olacağı ve oda sıcaklığında stabilite açısından (katı yağ formunun korunması) bir sorunla karşılaşmayacağı değerlendirilmesi yapılmıştır.

Tablo 3. Soğuk pres fındık yağından hazırlanan oleojellerin (AMO ve PGSO) termal özellikleri

*Table 3. Thermal properties of the oleogels (SWO and PGSO) prepared from cold pressed hazelnut oil*

	Kristalizasyon		
	Başlangıç (°C)	Pik (T <sub>c</sub> , °C)	ΔH <sub>c</sub> (J/g)
AMO	63.4±0.0 <sup>a</sup>	59.9±0.6 <sup>a</sup>	-17.5±0.7 <sup>a</sup>
PGSO	43.5±0.4 <sup>b</sup>	41.2±0.3 <sup>b</sup>	-4.9±0.5 <sup>b</sup>
	Ergime		
	Başlangıç (°C)	Pik (T <sub>m</sub> , °C)	ΔH <sub>m</sub> (J/g)
AMO	62.7±1.0 <sup>a</sup>	62.4±1.0 <sup>a</sup>	20.3±0.9 <sup>a</sup>
PGSO	38.2±1.9 <sup>b</sup>	47.9±0.6 <sup>b</sup>	5.9±0.3 <sup>b</sup>

\*Aynı kolonda farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak birbirlerinde farklıdır (p<0.05)

*\*Samples with different small letters in the same column indicate statistically significant differences (p<0.05)*

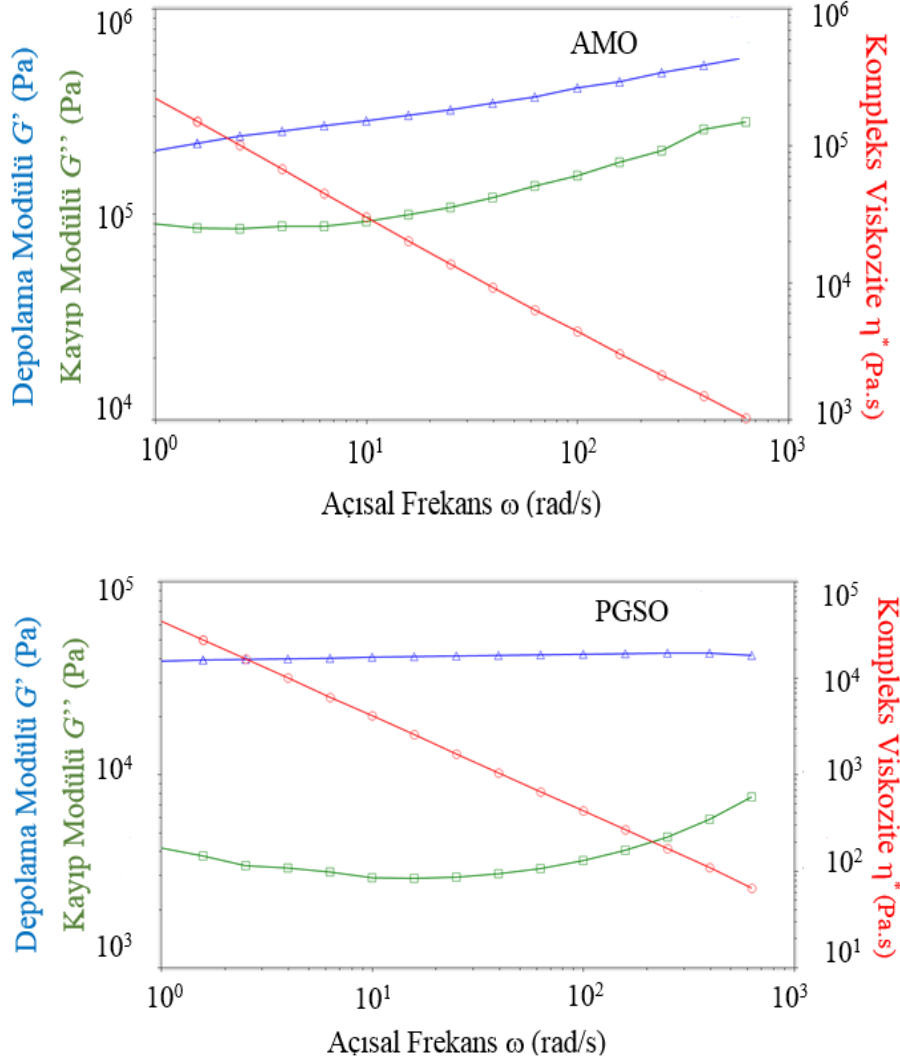
### Olejellerin Reolojik Özellikleri

Reoloji, maddelerin akış ve deformasyon özelliklerini inceleyen bilim dalıdır. Reolojik analizlerle gıdanın tekstür ve duyu özelliklerinin korelasyonu belirlenebilmekte, kalite kontrol uygulamaları ve raf ömrü çalışmalarında yararlanılmaktadır. Ayrıca gıdanın yapısının belirlenmesi ve yeni ürün geliştirmek için ingrediyeentlerin fonksiyonelliklerinin incelenmesi açısından da önemlidir [24]. Oleojellerin reolojik özelliklerin incelenmesi son derece önemli bir konudur. Geliştirilen oleojelin sergilediği akış-davranış özellikleri reometre ile gerçekleştirilen bazı analizlerle belirlenebilmektedir. Bu amaçla çalışma kapsamında geliştirilen oleojellere osilasyon testlerinden gerinim-taraması, frekans-taraması, zaman-taraması ve sıcaklık-rampa (amplitude-sweep, time-sweep, frequency-sweep, temperature-ramp) testleri uygulanmıştır. Tüm reolojik ölçümler örneklerin yapısının korunduğu doğrusal viskoelastik bölge (LVR) içinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla ilk olarak %0.01-100 gerinim aralığında 10°C sıcaklık ve 1 Hz frekansta gerinim taraması testi yapılmış ve her örneğin kendi

LVR strain (gerinim) değeri belirlenmiştir [11, 24]. İki oleojel örneği için yapılan gerinim tarama testinde belirlenen LVR bölgesinde (%0.11 ve 0.21 gerinim) yapılan frekans-tarama (frequency-sweep) testinin sonuçları Şekil 4'te gösterilmiştir.

Depolama modül değerinin (G'), kayıp modül değerinden (G'') yüksek olması oleojellerin kuvvetli elastik yapısına sahip ve jele özgü özelliklerini taşıdığını ifade etmektedir. Şekil 4'ten de görüldüğü gibi mavi renkli çizgi ile tanımlayan depolama modül (G') değerleri, yeşil renk ile gösterilen kayıp modül değerinden (G'') daha yüksektir. Bu durum iki örnekte de uygulanan frekans aralığı boyunca devam etmiştir. Yani örneğe uygulanan gerinim frekansı arttığı halde örneklerin elastiklik değerleri (depo modül), viskoz değerlerinden (kayıp modül) daha yüksektir. Jel türü bir örnekte depo modülü (G'), o örneğin yapısının ne kadar katı-benzeri olduğunun ve kayıp modülü (G'') ise o örneğin ne kadar likit-benzeri olduğunun bir ölçütüdür. Dolayısıyla genel bir ilke olarak bir örnekte G' > G'' durumu, o örneğin daha çok katı-benzeri veya jel yapıda olduğunu ispatlamaktadır [14, 24].





Şekil 4. Hazırlanan oleojel örneklerinin reolojik frekans-tarama testi grafikleri (AMO: fındık yağı-ayçiçek mumu oleojeli, PGSO: fındık yağı-poligliserol stearate oleojeli)

Figure 4. The rheological frequency-sweep test graphics of the prepared oleogels (SWO: hazelnut oil-sunflowerseed wax oleogels; PGSO: hazelnut oil-polyglycerol stearate oleogel)

Şekil 4'ten de görüleceği gibi AMO örneğinin  $G'$  değeri 110-130 kPa aralığında olup, PGSO örneğinin  $G'$  değerinden (13-14 kPa) çok daha yüksektir. Yani AMO örneği daha katı ve sert bir yapıya sahiptir. Bu oleojellerde katılan organojelatör oranı aynı (%10) ve kullanılan bitkisel yağ da (fındık yağı) aynı olduğu için, ölçülen bu farklılık, oleojeli oluşturan üç-boyutlu yapının farklılığından kaynaklanmaktadır. Ayçiçek mumu, poligliserol stearattan çok daha kuvvetli bir ağ yapı oluşturmakta ve daha sert jel yapısı oluşturmaktadır. Oleojeller farklı gıda ürünlerinde katı yağ ikamesi olarak kullanılmaktadırlar ve kullanım alanlarına göre farklı sertlikte olarak tercih edilmektedirler. Dolayısıyla farklı organojelatörler kullanılarak ve farklı konsantrasyonlar kullanılarak istenilen reolojik özelliklerde oleojel tasarlamak mümkündür.

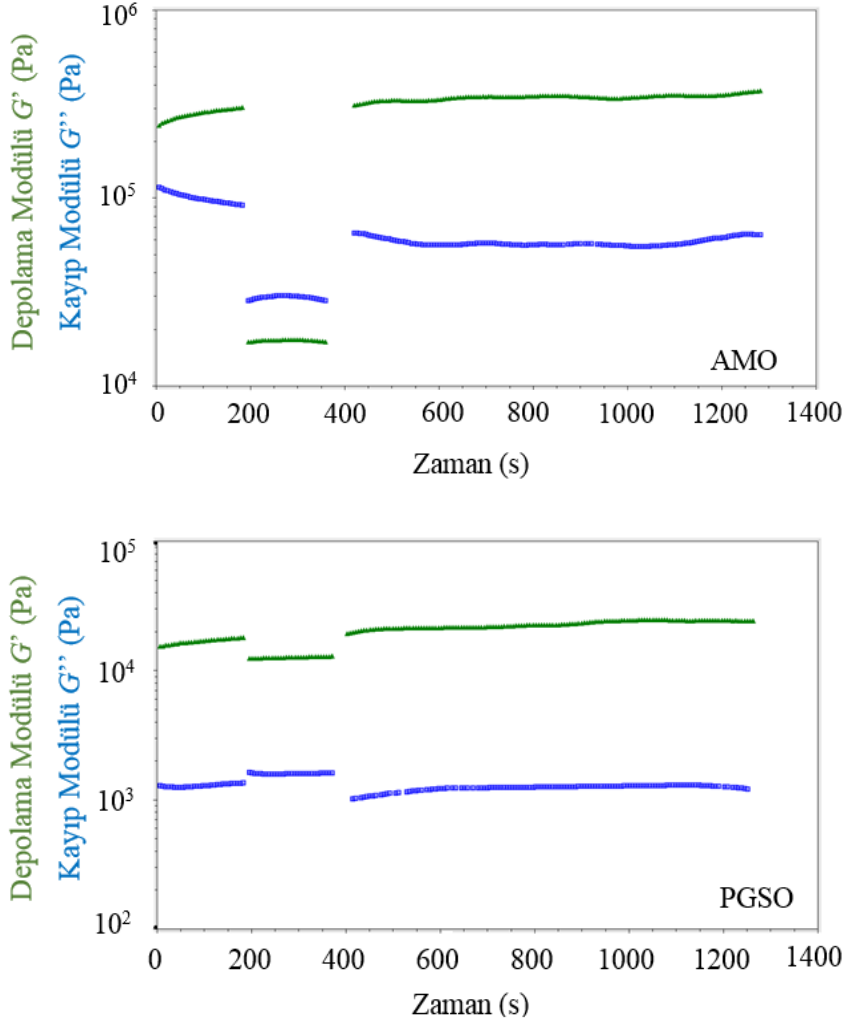
AMO ve PGSO örneklerinin zamana bağlı olarak viskoelastik yapılarını incelemek amacıyla reolojik zaman-tarama (time-sweep) testleri uygulanmıştır. Örneklere  $10^\circ\text{C}$ 'de 1 Hz frekansta ve gerilim değerleri

LVR bölgesinde, LVR bölgesinin altında ( $LVR_{\text{strain}} \geq \text{Strain}$ ) ve LVR bölgesinin üstünde ( $LVR_{\text{strain}} \leq \text{Strain}$ ) olmak üzere testler yapılmıştır (Şekil 5). Üç zaman bölgesinden birinci bölge 180 saniye'lik salınım sürecinde tüm örneklerde  $G'$  depolama modül değerinin  $G''$  kayıp modül değerinden yüksek olduğu (yani jel oldukları), ikinci bölge için 180 saniye'lik süreçte ürünlere kuvvetli bir kayma gerinimi uygulanarak örneklerin modül değerlerinde önemli ölçüde azalma oluşturulduğu ve jel yapının kırıldığı görülmektedir. Jel yapısının tamamen kırıldığı depo modülünün kayıp modül değeri altına düşmesiyle ispatlanmaktadır. Son bölgede 900 saniye boyunca uygulanan yüksek kuvvet ortamdaki kaldırılmış ve örneklerin yeniden-yapılanması (recovery) durumu gözlenmiştir. Her iki örnekte de birinci bölgedeki dinlenme fazı modül değerlerine yeniden ulaşılmıştır (Şekil 5). Bu test, her iki örnekte de stabil olan yapının (birinci zaman bölgesi) yüksek kuvvet uygulamasıyla kırıldığını (ikinci zaman bölgesi), ancak uygulanan kuvvet ortadan kaldırıldıktan sonra, eski yapının yeniden kazanıldığını (üçüncü zaman bölgesi)



göstermektedir. Bu durum özellikle oleojellerin kullanıldığı gıda ürünlerinde basınç uygulaması, karıştırma, çırpma gibi mekanik kuvvet işlemleri sırasında oleojelin yapısının likit benzeri duruma dönüşse de (yapının kırılması), mekanik işlemler tamamlandıktan ve uygulanan kuvvet ortadan kaldırıldıktan sonra jel yapısının yeniden oluştuğunu

ispatlamaktadır. Bu özellik oleojeller için uygulamada bir avantaj oluşturmaktadır. Uygulanan herhangi bir kuvvet etkisi ile gevşeyen jel yapının, uygulanan bu kuvvet ortadan kalktıktan sonra tekrar eski haline gelmesi durumu literatürde birçok mum ve diğer oleojeller için de bildirilmiştir [5, 7, 9, 11, 14].

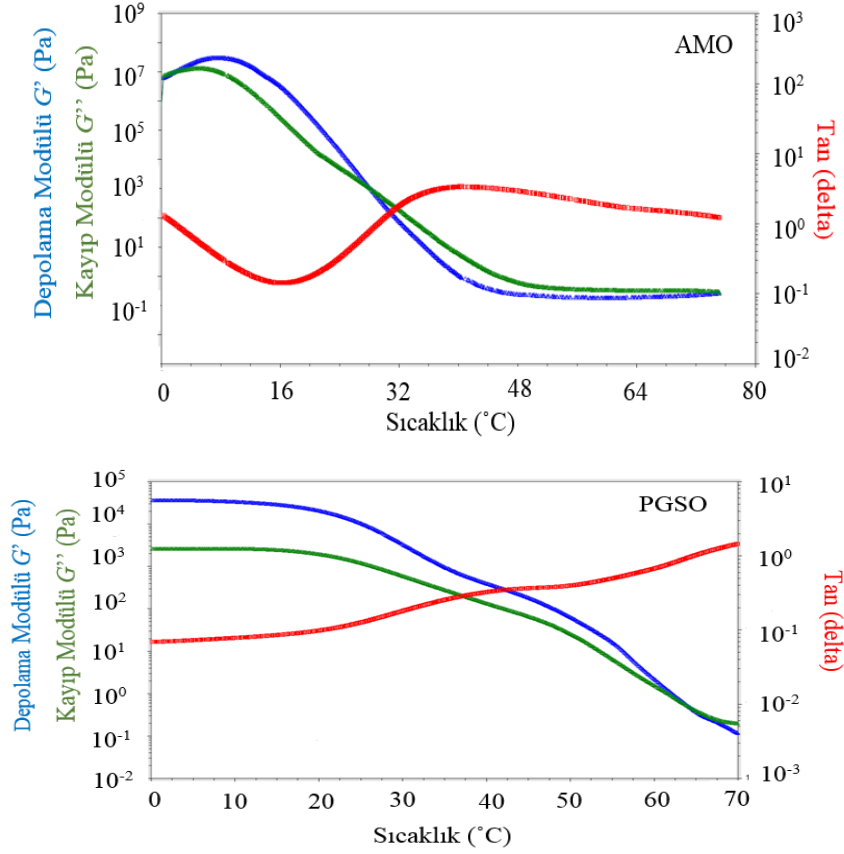


Şekil 5. Hazırlanan olejel örneklerinin reolojik zaman-tarama testi grafikleri (AMO: fındık yağı-ayçiçek mumu oleojeli, PGSO: fındık yağı-poligliserol stearate oleojeli)

*Figure 5. The rheological time-sweep test graphics of the prepared oleoges (SWO: hazelnut oil-sunflowerseed wax oleogels; PGSO: hazelnut oil-polyglycerol stearate oleogel)*

Sabit genlik ve frekans altında jelasyon davranışlarını incelemek, birbiriyle kıyaslamak ve jel kırılma noktası sıcaklığını belirleyebilmek için sıcaklık-tarama (temperature-ramp) testi de yapılmıştır (Şekil 6). Bu testte, olejel reometre cihazı üzerinde peltier sistemiyle kademeli olarak ısıtılmakta veya soğutulmakta ve aynı anda da akış-davranış parametreleri olan depo ve kayıp modül değerleri takip edilmektedir. Yani bu test

örneklerin sıcaklık değişimiyle akış özelliklerinin nasıl değiştiğinin incelenmesini sağlamaktadır. Şekil 6'dan da görüleceği gibi her iki olejel örneğinde de sıcaklık 0°C'den 80°C'ye doğru arttırıldıkça her iki modül değerleri de beklenildiği gibi azalmaktadır. Yani jel yavaşça yapısını kaybetmekte ve gittikçe likit bir akışkana benzemektedir.



Şekil 6. Hazırlanan oleojel örneklerinin reolojik sıcaklık-artış testi grafikleri (AMO: fındık yağı-ayçiçek mumu oleojeli, PGSO: fındık yağı-poligliserol stearate oleojeli)

Figure 6. The rheological temperature-ramp test graphics of the prepared oleogels (SWO: hazelnut oil-sunflowerseed wax oleogels; PGSO: hazelnut oil-polyglycerol stearate oleogel)

Ancak depo modülünün ( $G'$ ) kayıp modülden ( $G''$ ) daha yüksek olduğu her durumda yapının henüz jel formunda olduğu da anlaşılmalıdır. İki modül değerlerinin kesiştiği ve depo modülünün bundan sonra kayıp modülden daha düşük değerler almaya başladığı noktaya çarpaz-geçiş noktası (cross-over point) denilmektedir. Bu noktadaki sıcaklıktan sonra jel yapının tamamen kaybolduğu ve serbest likit-formda akışın başladığı bilinmektedir [24]. Öte yandan daha önce de yağ bağlama kapasitesi ölçümleriyle gösterildiği gibi oleojeller çoğunlukla termal geri-dönüşümlü örneklerdir. Yani ısıtılarak çarpaz geçiş noktasını aşan ve ergiyen bir oleojel soğutulduğunda yeniden jelleşmektedir. Hazırlanan AMO ve PGSO örnekleri için çarpaz-geçiş noktaları yaklaşık olarak 30 ve 62°C olarak ölçülmüştür (Şekil 6). Görüldüğü gibi PGSO oleojeli çok daha yüksek termal dayanıklılığa sahiptir. Hâlbuki önceki analizde frekans-tarama testinde (Şekil 4), AMO oleojeli daha sert olarak ölçülmüştür. Bu durum oleojeller için normal ve beklenen sonuçlardandır. Farklı organojelatörler farklı mekanizmalar ve farklı ağ yapıları ile jel oluşturdıkları için farklı mekanik ve termal stabilite özellikleri gösterebilmektedirler [4, 8, 9].

Burada DSC ile ölçülen termal özellikler (ergime ve kristalizasyon noktaları ve entalpileri) ile reolojik sıcaklık-rampa testinin farklı amaçlar için yapıldığını ve farklı özellikleri gösterdiğini de açıklamak gerekmektedir. DSC ile bir örneğin faz değişim sıcaklık noktaları ve enerji

değerleri ölçülmektedir. Yani bir oleojelde katı-sıvı faz değişim sıcaklık noktası ve bunun enerji değeri belirlenmektedir. Reolojik sıcaklık-rampa testinde ise çevresel sıcaklık kademeli olarak yükseltildiğinde örneğin akış-davranışının nasıl değiştiği incelenmektedir. Reolojik analizle ölçülen çarpaz-geçiş noktası, jeli oluşturan ağ yapının tamamen açıldığı ve serbest akışın başladığı noktadır. Bu nedenle DSC ile ölçülen ergime pik noktası değerlerinden biraz farklıdır. Benzer durum literatürde bir çok oleojel örneği için rapor edilmiştir [4, 6, 8, 9, 11].

## SONUÇ

Bu çalışmada soğuk preslenmiş fındık yağıyla iki çeşit oleojel (ayçiçek mumu oleojeli, AMO ve poligliserol stearat oleojeli, PGSO) üretilmiş ve özellikleri belirlenmiştir. Her iki oleojelde likit fındık yağına benzer yağ asidi profili göstermiş olup, PGSO örneğinde palmitik asit miktarında artış gözlenmiştir. Her iki oleojelin hızlı jelleşen ve stabil örnekler olduğu belirlenmiştir. Örnekler genelde kremi beyaz renge sahip olup, gıda uygulamaları için uygundur. Oleojellerde ölçülen SYA ve PS değerleri oldukça düşüktür. AMO örneği  $\beta'$  polimorf yapı gösterirken, PGSO örneği  $\beta$  polimorf özelliktedir. Oleojeller termal ve mekanik stabiliteye ve geri-dönüşüm özelliklerine sahiptirler. Bu oleojeller çeşitli gıda ürünlerinde kullanılabilirler ve gıda işlenirken uygulanan mekanik

(basınç, çırpma, karıştırma gibi) ve termal (ısıtma) işlemler sonucunda jel yapılarını geçici olarak kaybetmeler bile, bu etkiler ortadan kalktığında tekrar jel yapılarına dönebilirler. Sonuç olarak geliştirilen oleojellerin farklı gıda ürünlerinde katı yağ stoğu olarak kullanılabilir özellikler taşıdığı ortaya konulmuştur. Daha önce de yapılan benzer çalışmalarda AMO ve benzeri oleojellerin gıda uygulama çalışmaları yayınlanmıştır. PGSO ile ise gıda uygulama çalışmaları bulunmamaktadır. Bu çalışma sonuçlarının alanın araştırmacıları ve gıda sektörü tarafından ilgiyle karşılanacağı ve çeşitli uygulama çalışmalarının başlayacağı beklenmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma TÜBİTAK 1001 projesi olarak (Proje No: 217O094) desteklenmiştir. Sağlanan destek için TÜBİTAK'a sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

## KAYNAKLAR

- [1] Sagiri, S.S., Behera, B., Rafanan, R.R., Bhattacharya, C., Pal, K., Banerjee, I. Rousseau, D. (2014). Organogels as matrices for controlled drug delivery: a review on the current state. *Soft Materials*, 12, 47-72.
- [2] Doan, C.D., Van de Walle, D., Dewettinck, K., Patel, A.R. (2015). Evaluating the oil-gelling properties of natural waxes in rice bran oil: rheological, thermal, and microstructural study. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 92(6), 801-811.
- [3] Marangoni A.G., Garti N. (2011). An Overview of the Past, Present and Future of Organogels. In *Edible Oleogels: Structure and Health Implications*, Edited by A.G. Marangoni and N. Garti, AOCS Press, Urbana, IL, USA, pp. 1-18.
- [4] Patel, A.R. (2018). Oil Structuring: Concepts, Overview And Future Perspectives. In *Edible Oil Structuring: Concept, Methods And Applications*, Edited by A.R. Patel, Royal Society of Chemistry, Chambridge, UK pp. 3-24.
- [5] Yılmaz, E., Ok, S. (2018). Edible Applications of Wax-based Oleogels. In *Edible Oil Structuring: Concept, Methods and Applications*, Edited by A.R. Patel, Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK. pp. 217-24.
- [6] Yılmaz, E., Ögütçü, M. (2014). Comparative analysis of olive oil organogels containing beeswax and sunflower wax with breakfast margarine. *Journal of Food Science*, 79(9), E1732-E1738.
- [7] Yılmaz, E., Ögütçü, M. (2015). Oleogels as spreadable fat and butter alternatives: sensory description and consumer perception. *RSC Advances*, 5, 50259-50267.
- [8] Mattice, K.D., Marangoni, A.G. (2018). New Insights into Wax Crystal Networks in Oleogels. In *Edible Oil Structuring: Concept, Methods and Applications*, Edited by A.R. Patel, Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, pp. 71-94.
- [9] Yılmaz, E., Ögütçü, M., Güneser, O. (2015). Influence of storage on physico-chemical and volatile features of enriched and aromatized wax organogels. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92, 1429-1443.
- [10] Nakajima, N., Hamada, M. (2012). Synthesis of structurally well-defined polyglycolols and their fatty acid esters as new oil gelators. *Journal of Synthetic Organic Chemistry Japan*, 70(7), 742-753.
- [11] Keskin Uslu, E., Yılmaz, E. (2021). Preparation and characterization of glycerol monostearate and polyglycerol stearate oleogels with selected amphiphiles. *Food Structure*, 28, 100192.
- [12] Norn, V. (2015). Emulsifiers in Food Technology (Chapter 8). Wiley-Blackwell Pub., New York, ABD.
- [13] Da Pieve, S., Calligaris, S., Co, E., Nicoli, M.C., Marangoni, A.G. (2010). Shear nanostructuring of monoglyceride organogels. *Food Biophysics*, 5, 211-217.
- [14] Ögütçü, M., Yılmaz, E. (2015). Characterization of hazelnut oil oleogels prepared with sunflower and carnauba waxes. *International Journal of Food Properties*, 18, 1741-1755.
- [15] AOCS. (1998). Official methods and recommended practices of the AOCS. Vol. I and II. AOCS Press, Champaign, IL, ABD.
- [16] AOCS. (2012). AOCS Official Method Cj 2-95. X-ray diffraction analysis of fats. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 6th Ed. 2011-2012 Methods and Additions and Revisions.
- [17] Minitab. (2010). Minitab Statistical Software (Version 16.1). Minitab, Inc., State College, Pennsylvania, ABD.
- [18] Turhan, S. (2011). Türk Fındık Yağlarının Triglicerit Yapılarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
- [19] TGK. (2012). Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliği (Tebliğ No: 2012/29). Tarım Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- [20] O'Brien, R.D. (2008). Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications. CRC Press, New York, ABD.
- [21] Stahl, M.A., Buscato, M.H., Grimaldi, R. (2017). Low sat-structured fats enriched in  $\alpha$ -linolenic acid: physico-chemical properties and crystallization characteristics. *Journal of Food Science and Technology*, 54, 3391-3403.
- [22] Dassanayake, L.S.K., Kodali, D.R., Ueno, S. Sato, K. (2009). Physical properties of rice bran wax in bulk and organogels. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86, 1163-1173.
- [23] Chrysam, M.M. (1996). Margarines and Spreads. In *Bailey's Industrial Oil & Fat Products*, Edited by Y.H. Hui, Wiley-Interscience Publications, New Yorks, ABD, pp. 65-114.
- [24] Mezger TG. (2014). Applied Rheology (1st ed.). Anton Paar GmbH.

## Yumurtacı Tavuk Etlerinden Üretilen Köftelerde Koyun Yağı Kullanımının Ürün Kalitesine Etkisi

Murat Kumral , Ramazan Gökçe  

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

Geliş Tarihi (Received): 08.08.2022, Kabul Tarihi (Accepted): 30.01.2023

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): rgokce@pau.edu.tr (R. Gökçe)

☎ 0258 296 3106 📠 0258 296 3262

### ÖZ

Çalışmada yumurta verimi azaldığı için yaklaşık 2 yaşında kesime gönderilen yumurtacı tavuk etlerinden köfte üretilmiş ve üretimde koyun kuyruk yağı ve gömlek yağlarının farklı oranlarda (%0, 10 ve 20) kullanım olanakları araştırılmıştır. Üretilen köfteler pişirildikten sonra vakumla paketlenerek 4±2°C'de 21 gün süresince depolanmış ve depolama boyunca belirli sürelerde (0., 7., 14. ve 21. gün) fiziksel, kimyasal, duyu ve mikrobiyolojik özellikler açısından incelenmiştir. Köfte örneklerinin depolama süresi boyunca ölçülen ortalama fizikokimyasal değerleri; pişirme kaybı %36.53, pH değeri 6.21, nem içeriği %57.32, protein içeriği %22.68, kül içeriği %2.57, tuz içeriği %1.76 ve TBARS değeri 0.279 mg MA/kg olarak bulunmuştur. Ortalama duyu genel beğeni puanı ise 5 üzerinden 3.17 olarak tespit edilmiştir. Yağ içeriği en yüksek köfte gruplarının %22.57 ile %20 kuyruk ve %22.58 ile %20 gömlek yağlı gruplar olduğu belirlenmiştir. Köfte örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı ortalama olarak 6.17 log kob/g tespit edilmiş olup ürün gruplarının hiçbirinde *Salmonella spp.* ve *Clostridium perfringens* varlığı gözlenmemiştir. Yumurtacı tavuk etlerinden üretilen köftelerde farklı koyun yağları hayvan yağı kullanımının, ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyu özellikleri üzerinde olumlu yönde etkileri olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yumurtacı tavuk eti, Köfte, Kuyruk yağı, Gömlek yağı

### Effect of Using Slaughtering Animal Fats in Meatballs Produced From Layer Hen Meat on Product Quality

#### ABSTRACT

In this research, meatballs were produced from layer hen meat that were sent for slaughter at the age of 2 and in these products, the possibilities of using animal fats in different proportions (0, 10 and 20%) were studied. The meatball samples were fried, vacuum-packed and stored at 4±2°C for 21 days, and the physical, chemical, sensory and microbiological properties of meatball products were determined during storage on certain days (day 0, 7, 14 and 21). During storage, average cooking loss was found as 36.53%, pH value as 6.21, moisture content as 57.32%, crude protein content as 22.68%, ash content as 2.57%, salt content as 1.76%, TBARS value as 0.279 mg MA/kg, and overall acceptance score as 3.17 out of 5. The meatball groups, which contained the highest amount of fat, were identified as sheep tail fat group with %22.57 and tallow fat group with %22.58. In meatball samples, the total aerobic mesophilic bacteria count was determined as 6.11 log cfu/g and *Salmonella spp.* and *Clostridium perfringens* were not detected in any of the product groups. The use of animal fats in meatballs produced from layer hen meat was found to have positive effects on the physical, chemical and sensory properties of meatball products.

**Keywords:** Layer hen meat, Meatball, Sheep tail fat, Tallow fat

## GİRİŞ

Beslenme, kaliteli ve sağlıklı yaşam için insan ihtiyacı olan enerji ve besin maddelerinin vücuda alınmasıdır. Hayvansal gıdalar yeterli ve dengeli beslenmede önemli görev almaktadır. İnsanların yeterli ve dengeli beslenebilmesi için yetişkin bir kişinin günde yaklaşık olarak g/kg vücut ağırlığı seviyesinde protein tüketmesi gerekmektedir. Bu miktar kişinin yaş, gün içindeki aktivite ve fizyolojik durumuna göre değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte günlük tüketilmesi gereken toplam protein miktarının yarısının bitkisel kökenli, diğer yarısının da hayvansal kökenli olması gerekmektedir. Hayvansal kökenli protein tüketimi özellikle esansiyel amino asitlerin tedariki açısından son derece önemlidir [1-4].

İnsan vücudunda 1 g protein ve karbonhidrat 4'er kcal enerji verirken, 1 g yağ 9 kcal enerji vermektedir. Yağ, insanlar için önemli enerji ve yağ asidi kaynaklarından biridir [5]. Aynı zamanda yağda çözünen vitaminlerin de (A, D, E ve K) taşıyıcısı konumundadır. Ancak bitkisel ve hayvansal yağların fazla tüketimi hipertansiyon, obezite, kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi birçok hastalığa sebep olması nedeniyle mümkün olan en az miktarda tüketilmelidir [6, 7].

Kırmızı etin maliyeti ve dolayısıyla da satış fiyatının yüksek olması, insanları beslenmedeki protein ihtiyacını gidermek için tavuk ve diğer kanatlı etlerine yönlendirmektedir [8]. Kanatlı eti denildiğinde ilk akla gelen broyler (etlik piliç) olmakla birlikte, hindi, ördek, bildircin, kaz ve yumurtacı tavuk etleri de bu başlık altında ele alınmaktadır.

Hayvansal organizmada bulunan yağlar, doğrudan gıdalarla alınan karbonhidrat ve yağların adipoz dokularda birikmesi ile meydana gelir [9]. Kasaplık hayvanlardan elde edilen kaliteli yağlar koyun kuyruk yağı ve gömlek (omentum) yağlarıdır. Bu yağlar yemeklik olarak kullanılmasının yanı sıra et ve et ürünlerine de katılmaktadır. Böylece katıldığı ürünlerde lezzet, tekstür gibi özelliklerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır [10]. Kuyruk yağı düşük erime noktası ve kendine özgü aroması ile gömlek yağına kıyasla daha fazla tercih edilmektedir.

Hayvansal yağlar ilave edildiği üründe, ürünün kendine özgü karakteristik lezzet ve tekstür gibi özelliklerini iyileştirdiği için döner, ızgaralık ürünler ve kebab gibi birçok üründe kullanılmaktadır. Son yıllarda Türkiye'de koyun kesiminin azalması ve kuyruk yağı tüketimindeki yükseliş, kuyruk yağına olan talebi dolayısıyla fiyatını arttırmıştır. İşkembenin etrafını sarmış halde bulunan dantela görümlü yağ olan gömlek yağı ise koyunlarda kuyruk yağından sonraki en değerli yağ çeşididir. Gömlek yağı; köfte, sucuk, sosis ve salam gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır [11, 12].

Yumurtacı tavuklar, 70-80 hafta ve daha uzun süre yumurtlayan tavuklardır. Yumurtlama veriminin sonuna yaklaşan tavuklar çıkma tavuk adıyla da bilinir. Bu tavukların eti önemsiz gibi görülse de farklı et ve et ürünlerine işlenerek daha değerli hale getirilebilmektedir.

Yumurtacı tavuklar yumurtlama evrelerinin sonlarına doğru geldiğinde, ette baş doku oranı artmakta ve et sertleşmektedir. Bu nedenle taze tavuk eti olarak tüketilmesi zorlaşmaktadır. Türkiye'de sadece 7 ilde bulunan çıkma tavuk kesimhanelerinden elde edilen ürünler büyük oranda et-kemik unu olarak değerlendirilmekte, az bir kısmı ise doğu illerinde değerlendirilmekte veya bazı Afrika ve Asya ülkelerine ihraç edilmektedir. Türkiye'de 2015 yılındaki yumurta tavuğu sayısı yaklaşık 98.597.000 adet iken bu sayı 2019 yılında yaklaşık 120 milyona kadar ulaşmış ve kapasite oldukça artmıştır [13]. Dolayısıyla yumurtacı tavuk kapasitesinin çok fazla olması ihracatın yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle yumurtacı tavuk etlerinin değerlendirilmesine yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Tavuk eti ürünlerinden biri olan tavuk köfte; kıyma haline getirilen tavuk etinin ve hayvansal yağların, farklı baharat ve katkı maddeleriyle homojen şekilde karıştırılarak şekillendirilmesi sonucu elde edilen üründür [14]. Köfte, pratik hazırlanabildiği ve hızlı tüketilebildiği için başta tüketime hazır (fast-food) restoranlar olmak üzere birçok yerde yaygın olarak tüketilmektedir [15]. Yumurtacı tavuk etleri, broyler (etlik piliç) etlerine göre sert ve kaba tekstürlüdür. Bu nedenle yumurtacı tavuk etlerinin kıyma haline getirilip kullanılması, bu etlerinin değerlendirilmesi açısından önemlidir. Kıyma haline getirilen etler köfte, nugget, şinitzel, sucuk, salam, sosis gibi birçok farklı ürüne işlenerek tekstürü yumuşatmakta ve tüketim kolaylığı sağlanmaktadır.

Yapılan çalışmada, yumurtacı tavuk etlerinden koyun yağlarıyla birlikte tavuk köftesi üretimi yapılmıştır. Kontrol, %10 ve 20 oranlarında kuyruk ve gömlek yağları eklenerek 5 farklı formülasyonda tavuk köfte üretimi yapılmış ve ürünlerin tat ve lezzetinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda yumurtacı tavuk etlerinin farklı ürünlere işlenerek artan kapasiteyi değerlendirme olanakları araştırılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Çalışmada materyal olarak kullanılan yumurtacı tavuklar (100 haftalık) Afyon ilinde bulunan özel bir tavuk kesimhanesinden (İşlek Piliç) donmuş karkas olarak temin edilmiştir. Tavuk karkasları -18°C soğuk zincir altında Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Et ve Et Ürünleri Laboratuvarına getirilmiştir. Koyun yağları ise Denizli'de bulunan bir et işleme tesisinden (Özüçü Kemiksiz İşleme Tesisi) temin edilmiştir. Üretimde kullanılan baharat, yağ ve diğer katkı maddeleri piyasadaki marketlerden satın alınmıştır. Donuk tavuk karkasları 12 saat boyunca 4±2°C'de bekletilerek çözündürülmüş ve etler bıçak yardımıyla manuel olarak kemiklerinden sıyrılmıştır. Kemiksiz tavuk etleri kıyma makinesinde (PM-70, Mainca, Barcelona, İspanya) önce 1.5 cm ve daha sonra 3 mm delik çaplı aynada kıyma haline getirilerek köfte üretimine hazırlanmıştır.

## Yöntem

Kıyma haline getirilen etler, Tablo 1'deki formülasyon ile homojen şekilde karıştırılarak 2 saat  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de dinlendirilmiştir. Süre sonunda farklı oranlarda koyun yağları [kontrol grubu (Ktrl), %10 gömlek yağı (G10), %20 gömlek yağı (G20), %10 kuyruk yağı (K10) ve %20 kuyruk yağı (K20)] ilave edilen 5 farklı formülasyonda köfte karışımı hazırlanmıştır. Hazırlanan kıymalar 2.5 cm yükseklik x 1.5 cm çaplı metal silindir kalıplara basılmıştır. Kalıplanan köfteler 2.5 L yağ yüklemesi yapılan fritözde (Mizan, Ankara, Türkiye) ayçiçek yağı ile 30-35 saniye ve fırında (13007 XBLB Termikel-statik, Türkiye) merkez iç sıcaklığı  $72-74^{\circ}\text{C}$ 'ye gelene kadar pişirilmiştir. Merkez iç sıcaklığı termokupl termometre (Cole-parmer 37000-90 Tri Sense Temperature, ABD) ile ölçülmüştür. Pişirilmiş köfteler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra vakum ambalajlama makinesi ile (Intervac, Bad Liebenzell, Almanya) paketlenerek  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 21 gün muhafaza edilmiştir. Her bir grup köfte örneği için analizler 0., 7., 14. ve 21. günlerde 2 tekerrürlü ve 2 paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Köfte formülasyon  
**Table 1. Meatball formulation**

Katkı Maddesi	Katkı Oranı (%)
Tavuk Kıyma	91.78
Taze soğan	4.58
Tuz	1.46
Maydanoz	0.92
Kekik	0.45
Toz karabiber	0.24
Toz kimyon	0.24
Kırmızı pul biber	0.24
Sarımsak	0.09
Toplam	100.00

## Fiziksel Analizler

Köftelerde pişirme kaybı, pişirmeden önceki köfte ağırlığının pişmiş köfte ağırlığından çıkarılıp, pişmemiş köfte ağırlığına bölümünün yüz ile çarpımı sonucu elde edilmiştir. Örneklerin pH değeri dijital pH metreye (Crison Basic 20+, İspanya) ölçülmüştür [16].

## Kimyasal Analizler

Köfte örneklerinin nem değerleri, örnek ağırlığından etüvde kurutulmuş örnek ağırlığı çıkartılarak örnek ağırlığına bölünmüş ve 100 ile çarpılarak bulunmuştur [22].

Kül değerleri kuru yakma kül tayin yöntemine göre  $550^{\circ}\text{C}$  kül fırınında örneğin yakılmasından sonraki ağırlığının ilk örnek ağırlığına bölünmesi ve çıkan sonucun 100 ile çarpılmasıyla bulunmuştur [18].

Köfte örneklerinin protein değerleri Kjeldahl yöntemi, yağ değerleri ise Soxhlet yöntemine göre bulunmuştur [18, 19]. Köftelerde TBARS analizi, [20] yöntemine göre yapılmış ve örneklerin absorbans değerleri 532 nm dalga boyunda okunarak 5.2 faktörüyle çarpılmış ve köftelerdeki mg/kg malonaldehit miktarı bulunmuştur.

## Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analiz için köfte örneklerinden  $10^{-6}$ 'ya kadar sıralı dilüsyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan toplam aerobik bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA) besiyerine yayma plak yöntemine göre ekim yapılmış ve  $37^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda sayım yapılarak toplam aerobik mezofil bakteri (TAMB) sayısı belirlenmiştir. Koliform bakteri sayımı için  $10^{-2}$  ve  $10^{-3}$  dilüsyonlardan Violet Red Bile Agar (VRB) besiyerine yayma plak yöntemine göre ekim yapılmış ve  $37^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda sayım yapılarak koliform bakteri sayısı belirlenmiştir. Ayrıca rolling tüp yöntemi ile sülfite redükte eden anaeroblar (*Clostridium perfringens*) ve 25 gramda zenginleştirme yapılarak *Salmonella* açısından örnekler incelenmiştir [21].

## Duyusal Analizler

Köfte örnekleri, yarı eğitimli ve 8'er kişiden oluşan 2 grup halinde toplamda 16 kişilik Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm akademik personeli ve lisansüstü öğrencileri tarafından 5'li hedonik test (1: Çok Kötü, 2: Kötü, 3: Orta, 4: İyi, 5: Çok iyi) kullanılarak duyuşal değerlendirme yapılmıştır [33]. Köfte örnekleri, duyuşal değerlendirme için panelistlere farklı formülasyonlara ait köfte örneklerine farklı kodlar verilerek sunulmuştur. Örnekler arasında, ağızdaki tadı nötrlemek için panelistlere su ve tuzsuz Etimex (Eti, İstanbul, Türkiye) servis edilmiştir.

## İstatistiksel Analizler

Elde edilen bulgular doğrultusunda analiz sonuçları istatistiksel olarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak analiz edilmiş, sonuçlar Tukey çoklu karşılaştırma testiyle değerlendirilerek uygulama grupları arasında farklılık olup olmadığı ortaya konulmuştur. Çalışmada Minitab 16 istatistiksel paket programı (Minitab Inc., Coventry, Birleşik Krallık) kullanılmıştır [17].

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Hammadde Analiz Sonuçları

Köfte üretiminde kullanılan yumurtacı tavuk etlerinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin standartlara uygunluğunu belirlemek amacıyla yapılan analizin bulguları Tablo 2'de verilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre yumurtacı tavuk etinde ham protein içeriği %17.73, yağ içeriği %5.36, nem içeriği %75.75, kül içeriği %0.96 ve pH değeri 6.25 olarak bulunmuş ve sonuçların literatür ile uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Kaya [23], yaşlı tavukların sırasıyla göğüs ve but etlerinin pH değerini 5.92-6.25, nem içeriğini %66.42-61.16, protein içeriğini %20.26-16.87 ve yağ içeriğini ise %9.66-20.66 olarak bulmuştur. Karakaya ve ark. [24], yaptıkları çalışma ile yumurtacı tavukların göğüs ve but etlerinin pH değerini 6.07-6.17 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Söylemez [25] ise yaşlı tavuk



etinin pH değerini 6.1, protein içeriğini %19.9, yağ içeriğini %5.0 ve nem içeriğini %66.4 olarak bulmuştur.

Tablo 2. Yumurtacı tavuk eti kıymasının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları (ortalama±standart sapma)

*Table 2. Physical, chemical and microbiological analysis results of layer hen meat (mean±standard deviation)*

Parametre (Birim)	Değer
Ham Protein (%)	17.73±0.09
Yağ (%)	5.36±0.33
Nem (%)	75.75±0.65
Kül (%)	0.96±0.02
pH	6.25±0.01
Toplam Aeorobik Mezofil Bakteri Sayısı (TAMB) (log kob/g)	5.25±0.13

### Köfte Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Köfte örneklerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Pişirme kaybı verilerine göre en çok pişirme kaybının gömlek ve kuyruk yağlarının %20 oranında eklendiği gruplarda, en az pişirme kaybının ise kontrol ve %10 gömlek yağı ilave edilen gruplarda olduğu görülmüş ve diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Üretilen köftelerde %20 yağ kullanımının pişirme kaybını önemli derecede artırdığı görülmüştür ( $p<0.05$ ).

Köfte örneklerinde en düşük nem içeriği %54.48 ile kontrol, en yüksek nem içeriği ise %59.32 ile K20 grubunda tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Üretimde %10 gömlek ve %10 ile %20 kuyruk yağı ilavelerinin, köftelerdeki nem içeriklerini istatistiksel açıdan etkilemediği tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Kesemen [7], yağı azaltılan tavuk köftelerindeki nem içeriğini %58.10-60.30 arasında; başka bir çalışmada [5] ise nem içeriği %58.05-62.25 arasında tespit edilmiştir.

Kül tayini gıda maddelerindeki mineral ve tuz içeriğinin bir göstergesidir. Baharat, jelatin gibi maddeler kül miktarının yüksek çıkmasına neden olmaktadır ve bu kalite açısından istenmeyen bir özelliktir. Kül analiz sonuçlarına göre en düşük kül içeriği %2.33 ile %10 kuyruk yağlı grupta bulunmuş ve diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Diğer dört grubun kül içerikleri arasında istatistiksel anlamda fark olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Çelik [26], tavuk köftenin kül içeriğini %2.44, Zorba [1] ise %1.01 olduğunu bildirmişlerdir. Tavuk köftesine enzim ilavesi

yapılan çalışmada ise kontrol grubu köftelerin kül içeriğinin %1.93 olduğu belirtilmiştir [27].

Genel olarak grupların protein içeriklerinin birbirine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. En yüksek protein içeriği %20 gömlek ve kuyruk yağı eklenen gruplarda olduğu bulunmuş ve diğer gruplardan istatistiksel anlamda farklı olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). En düşük protein içeriği olan grubun yağ ilavesi olmayan kontrol grubu olduğu belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'nde [28], ısıtma işlemi uygulanmış et ürünlerinde toplam protein içeriğinin en az %12 olması gerektiği bildirilmiş ve çalışmada bulunan sonuçların ilgili tebliğ ile uyumlu olduğu saptanmıştır. Söylemez [25] anaç tavuk köftelerindeki protein miktarının %23.78 olduğunu belirtmiştir. Tavuk göğüs etinden üretilen köftelere enzim ilavesi yapılan çalışmada kontrol grubu köftelerin protein miktarı %17.36 olarak tespit edilmiştir [27].

Yağlar, ilave edildiği ürünlerde lezzet ve aromanın iyileştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Köftelerde, yağ içeriği en düşük bulunan grup %10.43 ile kontrol grubu olmuş ve diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Yağ içeriğinin en yüksek olduğu gruplar ise %22.58 ile G20 ve %22.57 ile K20 gruplarının olduğu belirlenmiş ve diğer gruplardan istatistiksel anlamda farklı olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Söylemez [25], yaptığı çalışmada anaç tavuk köftelerinin yağ oranlarının %8.23-10.36 arasında olduğunu bildirmiştir. Çelik [26] ise çiğ ve pişmiş tavuk köftesinde sırasıyla yağ oranının %14.59-12.08- olduğunu tespit etmiştir. Uran ve ark.[27], kontrol grubu tavuk köftelerinin yağ oranının %11.26 olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 3. Köfte örneklerinin pişirme kaybı, nem, kül, protein ve yağ analiz sonuçları (%) (ortalama±standart sapma)  
*Table 3. Cooking loss, moisture, ash, protein and fat analysis results of meatball samples (%) (mean±standard deviation)*

Grup*	Pişirme Kaybı**	Nem	Kül	Protein	Yağ
Ktrl	32.16±0.79 <sup>C</sup>	54.48±2.98 <sup>B</sup>	2.54±0.08 <sup>A</sup>	22.14±0.06 <sup>C</sup>	10.43±0.42 <sup>C</sup>
G10	32.68±1.06 <sup>C</sup>	57.05±1.54 <sup>AB</sup>	2.62±0.07 <sup>A</sup>	22.41±0.11 <sup>B</sup>	11.39±0.11 <sup>B</sup>
G20	41.08±0.69 <sup>A</sup>	58.44±0.86 <sup>AB</sup>	2.68±0.07 <sup>A</sup>	22.89±0.05 <sup>A</sup>	22.58±0.16 <sup>A</sup>
K10	35.79±0.45 <sup>B</sup>	57.34±2.56 <sup>AB</sup>	2.33±0.10 <sup>B</sup>	23.04±0.18 <sup>A</sup>	11.43±0.31 <sup>B</sup>
K20	40.95±0.57 <sup>A</sup>	59.32±1.20 <sup>A</sup>	2.68±0.06 <sup>A</sup>	22.98±0.12 <sup>A</sup>	22.57±0.19 <sup>A</sup>

\*Ktrl: Kontrol grubu, G10: %10 Gömlek yağı ilaveli grup, G20: %20 Gömlek yağı ilaveli grup, K10: %10 Kuyruk yağı ilaveli grup, K20: %20 kuyruk yağı ilaveli grup. \*\*Aynı sütunda farklı büyük harflerle (A-C) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ )

Köfte örneklerine ait pH analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Depolamanın 0. gününde köfte örneklerinin pH değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ). En yüksek pH değeri depolamanın 0. gününde G20 grubunda (6.32), en düşük pH değeri ise depolamanın 21. gününde kontrol grubunda tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında; köfte örneklerindeki pH değeri 0. günden 7. güne kadar düşmüş, 7. günden 14. güne kadar yükselmiş ve 14. günden 21. güne kadar tekrar düşüş göstermiştir.

Depolama günleri boyunca köfte gruplarının azalan pH'sının mikrobiyal gelişimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'nde pişmiş köfte için pH değeri ile ilgili olarak bir değerlendirme bulunmamaktadır [28]. Çelik [26], tavuk etinden üretilen pişmiş köftenin pH değerini 5.78 olarak belirlemiştir. Kaya [14], kontrol grubu köftelerin pH değerini 6.46-6.65 arasında, İnce (2019) ise kontrol grubu köftelerin pH değerini 5.85-5.95 arasında tespit etmiştir.

Tablo 4. Köfte örneklerinin pH değerleri (ortalama±standart sapma)  
*Table 4. pH values of meatball samples (mean±standard deviation)*

Grup*	Depolama Süresi (gün)			
	0**	7	14	21
Ktrl	6.21±0.09 <sup>Aa</sup>	6.10±0.04 <sup>Bab</sup>	6.16±0.07 <sup>Ab</sup>	6.06±0.05 <sup>Bb</sup>
G10	6.28±0.10 <sup>Aa</sup>	6.16±0.08 <sup>ABbc</sup>	6.24±0.09 <sup>Aab</sup>	6.10±0.06 <sup>ABc</sup>
G20	6.32±0.08 <sup>Aa</sup>	6.26±0.10 <sup>Aa</sup>	6.24±0.12 <sup>Aab</sup>	6.10±0.08 <sup>ABb</sup>
K10	6.31±0.05 <sup>Aa</sup>	6.25±0.05 <sup>Aa</sup>	6.26±0.06 <sup>Aa</sup>	6.14±0.04 <sup>ABb</sup>
K20	6.31±0.03 <sup>Aa</sup>	6.25±0.04 <sup>Aa</sup>	6.28±0.03 <sup>Aa</sup>	6.17±0.06 <sup>Ab</sup>

\*Ktrl: Kontrol grubu, G10: %10 Gömlek yağı ilaveli grup, G20: %20 Gömlek yağı ilaveli grup, K10: %10 Kuyruk yağı ilaveli grup, K20: %20 kuyruk yağı ilaveli grup. \*\*Aynı sütunda, farklı büyük harflerle (A-C), aynı satırda farklı küçük harflerle (a-b) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

Üretilen köfte örneklerinin depolamaya bağlı olarak değişen TBARS analiz sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. TBARS analizi, yağ içeren gıdalardaki oksidatif acılaştırmanın ölçülmesine yarayan metotlardan biridir. Bu metot yardımıyla çoklu doymamış yağ asitlerinin ikincil oksidasyon ürünü olarak meydana gelen malonaldehit (MA) değeri ölçülmektedir. Acılaşmaya ve ransit tat algılanmasına neden olan kısa karbon zincirli ürünlerin birikimine bağlı olarak TBARS değerinde de (mg MA/kg) artış görülmektedir [30]. G10 grubunun 0. günde 0.08 mg/MA değeri ile en düşük grup olduğu ve diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ). Depolamanın 7. gününde bulunan TBARS analiz sonuçlarına göre en yüksek malonaldehit miktarı 0.29 mg/MA ile kontrol grubunda olduğu tespit edilmiş

ve diğer gruplardan istatistiksel açıdan farklı olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Köfte gruplarının 7., 14. ve 21. günlerde en yüksek TBARS değeri kontrol grubunda bulunmuş ve diğer gruplardan istatistiksel açıdan önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Depolamaya bağlı olarak tüm gruplarda malonaldehit miktarının arttığı tespit edilmiştir. Yağı azaltılmış farklı formülasyonlarda üretilen tavuk köftelerinde TBARS değeri 0.20-0.30 mg MA/kg arasında bulunmuştur [7]. Yenilebilir film kaplı hindi köftelerin TBARS değerleri ise 0.23-0.37 mg/MA arasında olduğu bildirilmiştir [29]. İnce [5], yağı azaltılmış tavuk köftelerin TBARS miktarlarını ise 0.21-0.22 mg/MA arasında tespit etmiştir.

Tablo 5. Köfte örneklerinin TBARS analiz sonuçları (mg malonaldehit/kg) (ortalama±standart sapma)  
*Table 5. TBARS analysis results of meatball samples (mg malonaldehyde/kg) (mean±standard deviation)*

Grup*	Depolama Süresi (gün)			
	0**	7	14	21
Ktrl	0.11±0.01 <sup>Ad</sup>	0.29±0.02 <sup>Ac</sup>	0.43±0.01 <sup>Ab</sup>	0.58±0.01 <sup>Aa</sup>
G10	0.08±0.00 <sup>Bd</sup>	0.19±0.01 <sup>Dc</sup>	0.28±0.01 <sup>Cb</sup>	0.42±0.03 <sup>Ba</sup>
G20	0.10±0.01 <sup>Ad</sup>	0.20±0.00 <sup>CDc</sup>	0.29±0.00 <sup>Cb</sup>	0.44±0.05 <sup>Ba</sup>
K10	0.10±0.00 <sup>Ad</sup>	0.22±0.00 <sup>BCc</sup>	0.31±0.01 <sup>BCb</sup>	0.43±0.02 <sup>Ba</sup>
K20	0.11±0.00 <sup>Ad</sup>	0.23±0.00 <sup>Bc</sup>	0.32±0.01 <sup>Bb</sup>	0.46±0.02 <sup>Ba</sup>

\*Ktrl: Kontrol grubu, G10: %10 Gömlek yağı ilaveli grup, G20: %20 Gömlek yağı ilaveli grup, K10: %10 Kuyruk yağı ilaveli grup, K20: %20 kuyruk yağı ilaveli grup. \*\*Aynı sütunda farklı büyük harflerle (A-D), aynı satırda farklı küçük harflerle (a-c) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

### Köfte Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları

Kuyruk ve gömlek yağlarının farklı oranlarda kullanımı ile üretilen köfte örneklerinin duyusal analiz sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Köfte örneklerinde; renk, 3.12-3.93 aralığında, koku 3.25-4.06, sululuk 3.31-3.93, yapı 3.43-3.93 arasında puanlanmış ve gruplar arasında istatistiksel olarak fark olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Aroma açısından; en yüksek puan 4.31 ile K10, en

düşük ise 3.43 ile kontrol ve G10 gruplarında görülmüş ve aroma puanları açısından aralarında istatistiksel olarak fark olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Yağlılık açısından; en yağlı bulunan gruplar, %20 yağ ilavesi yapılan grupların olduğu tespit edilmiş ve diğer gruplardan farklı olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). En çok beğenilen grup kuyruk yağı ilave edilen grup, en az beğenilen ise kontrol grubu olmuştur.

Tablo 6. Köfte örneklerinin duyusal analiz sonuçları (ortalama±standart sapma)  
 Table 6. Sensory analysis results of meatball samples (mean±standard deviation)

Parametre	Grup*				
	Ktrl**	G10	G20	K10	K20
Renk	3.12±0.95 <sup>a</sup>	3.18±0.83 <sup>a</sup>	3.56±0.72 <sup>a</sup>	3.75±1.06 <sup>a</sup>	3.93±0.92 <sup>a</sup>
Koku	3.31±1.01 <sup>a</sup>	3.25±1.23 <sup>a</sup>	3.50±0.89 <sup>a</sup>	3.68±0.94 <sup>a</sup>	4.06±0.77 <sup>a</sup>
Sululuk	3.87±0.61 <sup>a</sup>	3.31±0.60 <sup>a</sup>	3.62±0.71 <sup>a</sup>	3.93±0.77 <sup>a</sup>	3.56±0.98 <sup>a</sup>
Yapı	3.93±0.57 <sup>a</sup>	3.43±0.51 <sup>a</sup>	3.56±0.62 <sup>a</sup>	3.75±0.85 <sup>a</sup>	3.75±0.93 <sup>a</sup>
Aroma	3.43±0.81 <sup>b</sup>	3.43±0.89 <sup>b</sup>	3.56±0.62 <sup>b</sup>	4.31±0.60 <sup>a</sup>	3.62±0.80 <sup>ab</sup>
Tuzluluk	3.31±0.60 <sup>a</sup>	3.06±0.25 <sup>a</sup>	3.43±0.51 <sup>a</sup>	3.18±0.40 <sup>a</sup>	3.12±0.50 <sup>a</sup>
Ekşilik	1.93±0.77 <sup>a</sup>	2.06±0.77 <sup>a</sup>	2.18±0.98 <sup>a</sup>	2.00±0.73 <sup>a</sup>	2.12±0.71 <sup>a</sup>
Acılık	2.93±0.68 <sup>a</sup>	3.06±0.68 <sup>a</sup>	3.06±0.85 <sup>a</sup>	3.12±0.88 <sup>a</sup>	3.00±0.89 <sup>a</sup>
Yağlılık	2.00±0.81 <sup>b</sup>	2.56±0.62 <sup>b</sup>	3.50±0.89 <sup>a</sup>	2.43±0.81 <sup>b</sup>	3.62±1.08 <sup>a</sup>
Genel Beğeni	2.43±0.62 <sup>b</sup>	3.31±0.79 <sup>ab</sup>	3.12±0.71 <sup>ab</sup>	3.56±1.09 <sup>a</sup>	3.43±1.16 <sup>a</sup>

\*Ktrl: Kontrol grubu, G10: %10 Gömlek yağı ilaveli grup, G20: %20 Gömlek yağı ilaveli grup, K10: %10 Kuyruk yağı ilaveli grup, K20: %20 kuyruk yağı ilaveli grup. \*\*Aynı satırda, farklı küçük harflerle (a-b) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05)

### Köfte Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Üretilen köfte örneklerinin depolama sürelerine bağlı olarak toplam aerobik mezofil bakteri sayısı sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre; örneklerin 0. günde TAMB sayıları ortalamaları 5.30 log kob/g bulunmuş ve gruplar arasında istatistiksel açıdan fark tespit edilmemiştir. Depolama süresi arttıkça TAMB sayısının arttığı ve K10 grubunun depolamanın son gününde Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'nde [31] pişmiş et ürünleri için belirlenen sınır değeri (7.00 log kob/g) aştığı belirlenmiştir. Depolama boyunca, koyun yağı kullanılarak üretilen köfte örneklerinin TAMB sayıları, kontrol grubu köfte örneğinin TAMB sayısına göre daha yüksek seyretmiştir. Koyunda bulunan kuyruk yağı ve işkembeyi çevreleyen gömlek yağlarının belli seviyelerde mikrobiyolojik yükleri bulunmaktadır. Bu

nedenle koyun yağları kullanılan köfte gruplarındaki TAMB sayıları, kontrol grubunun TAMB sayısına göre yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Üretilen köfte örneklerinin hiçbirinde koliform, *Salmonella spp.* ve *Clostridium perfringens* varlığı tespit edilmemiştir. Çelik [26], tavuk köftelerinin TAMB sayılarını 0. ve 7. günlerde 7.29-7.47 log kob/g arasında belirlemiştir. Yapılan çalışmada koliform grubu bakteri sayısı 5.24-6.18 log kob/g bulunurken *Salmonella spp.* varlığı tespit edilememiştir. Akgün [32] ise çiğ tavuk köftelerinde TAMB sayısını 4.70-5.40 log kob/g arasında olduğunu bildirmiştir. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'nde (2009/6), *Clostridium perfringens* değerinin, 5 örnekten 2 adedinin 1 g'ında bulunabileceği ve en fazla mikroorganizma sayısının 10<sup>3</sup> kob/g olabileceği bildirilmiştir [31]. Yapılan çalışmada 10<sup>-1</sup> dilüsyondan yapılan ekimlerde *Clostridium perfringens* üremesi görülmemiştir.

Tablo 7. Köfte örneklerinin toplam aerobik mezofil bakteri sayısına (log kob/g) ait mikrobiyolojik analiz sonuçları (ortalama±standart sapma)

Table 7. Microbiological analysis results of the total number of aerobic mesophyll bacteria (log cfu/g) of meatball samples (mean±standard deviation)

Grup*	Depolama Süresi (gün)			
	0**	7	14	21
Ktrl	5.47±0.39 <sup>Ac</sup>	5.83±0.29 <sup>Abc</sup>	6.22±0.25 <sup>Aab</sup>	6.75±0.06 <sup>Ca</sup>
G10	5.42±0.23 <sup>Ac</sup>	6.01±0.21 <sup>Ab</sup>	6.53±0.11 <sup>ABa</sup>	6.89±0.04 <sup>Ba</sup>
G20	5.26±0.36 <sup>Ac</sup>	6.22±0.11 <sup>Ab</sup>	6.68±0.05 <sup>Aa</sup>	6.92±0.07 <sup>ABa</sup>
K10	5.19±0.23 <sup>Ac</sup>	6.22±0.32 <sup>Ab</sup>	6.51±0.16 <sup>ABb</sup>	7.02±0.03 <sup>Aa</sup>
K20	5.20±0.40 <sup>Ab</sup>	5.70±0.48 <sup>Ab</sup>	6.51±0.24 <sup>ABa</sup>	6.90±0.04 <sup>ABa</sup>

\*Ktrl: Kontrol grubu, G10: %10 Gömlek yağı ilaveli grup, G20: %20 Gömlek yağı ilaveli grup, K10: %10 Kuyruk yağı ilaveli grup, K20: %20 kuyruk yağı ilaveli grup. \*\*Aynı sütunda, farklı büyük harflerle (A-C), aynı satırda farklı küçük harflerle (a-c) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05)

### SONUÇ

Yumurtacı tavuk etlerinin ülkemiz açısından önemli protein kaynağı olarak değerlendirilmesi ekonomik açıdan önemlidir. Bu amaçla yumurtacı tavuk etlerine kuyruk ve gömlek yağı ilave edilerek tavuk köfte üretim olanakları incelenmiştir. Köfte üretiminde, yumurtacı tavuk etlerinin koyun yağlarıyla birlikte kullanılması ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerini olumlu yönde geliştirdiği görülmüştür. Duyusal özellik

bakımından en çok puan alan köfte grubunun %10 kuyruk yağlı grubun olduğu görülmüş fakat sadece kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır (p<0.05). Fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından da iyi sonuçlar veren %10 kuyruk yağlı köftenin üretim yapılabilir en uygun köfte olduğu görülmüştür. Ülkemizde hayvansal proteine olan ihtiyaç yeterince karşılanamamaktadır. Değersiz gibi görülen yumurtacı tavuk etlerinin doğrudan ya da belli oranlarda broyler etleri ile karıştırılarak koyun yağları ile işlenmiş

et ürünlerine dönüştürülmesine yönelik daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Yumurtacı tavukların bu şekilde değerlendirilmesi ülkemiz ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın 2020FEBE004 numaralı proje ile desteklenmesinden dolayı Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- [1] Zorba, A.M. (2009). Tavuk Eti Ürünlerine (Sosis, Burger, Köfte) Uygulanan Gama Işınlamanın Yağ Asitleri Kompozisyonu Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- [2] Tüzün, E.A. (2013). Farklı Yağ Kaynaklarının Broylerlerde Performans, Karkas Özellikleri, Bazı Dokuların Yağ Asidi Profili, Plazma Trigliserid ve Kolesterol Konsantrasyonuna Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- [3] Kadioğlu, P. (2019). Ananas Suyunun Ekonomik Verimini Tamamlamış Yumurtacı Tavuk Etlerinin Tekstürel ve Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- [4] Yerlikaya, S., Özkaya, Ö. (2020). Chicken meat and some processed chicken meat products, *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1), 35-40.
- [5] İnce, D. (2019). Yağı Azaltılmış Tavuk Köftesinde Kinoa Unu ve κ-karragenan Kullanımının Kalite Özelliklerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- [6] Ding, Y., Lin, H.W., Lin, Y.L., Yang, D.J., Yu, Y.S., Chen, J.W., Wang, S.Y., Chen, Y.C. (2018). Nutritional composition in the chia seed and its processing properties on restructured ham-like products. *Journal of Food and Drug Analysis*, 26(1), 124-134.
- [7] Kesemen, M.A. (2018). Yağı Azaltılmış Tavuk Unu ve κ-karragenan Kullanımının Fizikokimyasal, Tekstürel ve Duyusal Özelliklere Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- [8] Dokuzlu, S., Barış, O., Hecer, C., Güldaş, M. (2013). Türkiye'de tavuk eti tüketim alışkanlıkları ve marka tercihleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 83-92.
- [9] Kayahan, M. (2008). Yağ kimyası, Kitaplar Serisi: 18, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası. Ankara.
- [10] Atay, Ö., Ertaş, H.A. (1998). Dondurularak depolanan sığır böbrek yağının ve koyun kuyruk yağının bazı özelliklerine ve butillendirilmiş hidroksitoluen ve butillendirilmiş hidroksianizolün etkisi üzerine araştırma. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 181-186.
- [11] Yılmaz, T.M. (2010). Sığır, Koyun ve Keçi Yağlarının Fiziksel, Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Ambalaj Şekli ve Depolama Süresine Etkisi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- [12] Ünal, K. (2017). Farklı Hayvansal Ve Değişik Baharat İlavesinin Sucuğun Bazı Kalite Özelliklerine ve Heterosiklik Aromatik Amin Oluşumu Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- [13] Anonim. (2020). Kümes hayvancılığı üretimi-tavuk eti üretimi verileri, TÜİK. Ankara.
- [14] Kaya, M. (2019). Tavuk Köftesi Üretiminde Farklı Klorür Tuzları Kullanımının Fizikokimyasal ve Duyusal Özelliklerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- [15] Şener, A., Temiz, A. (2004). Tavuk kesimhane ve işletmelerinde kullanılan ticari dezenfektanlar ve etkinlikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 2(10), 1-28.
- [16] Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö. (1993). Et ve Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum, 287s.
- [17] Anonymus. (2000). Minitab Stastical Software Inc., Minitab Release 13.0.
- [18] Horwitz, W., Latimer, G. W. (2006). Official methods of analysis (AOAC), 2005 Current Through Revision 1. 18th ed. Gaithersburg, MD. USA.
- [19] Flynn, A.W., Brambert, V.D. (1975). Effects of frozen storage cooking methods and muscle quality attributes of pork loins. *Journal Food Science*, 40, 631-633.
- [20] Kılıç, B. Richards, M.P., (2003). Lipid oxidation in poultry döner kebab: Pro-oxidative and anti-oxidative factors. *Journal of Food Science*, 68(2), 686-689.
- [21] Halkman, A.K. (2005). Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Başak Matbaacılık, Akyurt. Ankara.
- [22] Anonymous. (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International (17. Edition). USA.
- [23] Kaya, S. (1997). Yaşlı yumurta Tavuk Karkaslarının Değişik Etlerinin Taze ve Dondurarak Depolandıktan Sonra Farklı Tuz ve Fosfat İlavesi İle Oluşturulan Emülsiyonlarının Çeşitli Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- [24] Karakaya, M., Yetişir, R., Aygün, A., Yılmaz, T.M., Tikse, S.S. (2010). İkinci verim yılını tamamlamış beyaz ve kahverengi yumurtacı tavuk karkaslarına bitkisel orijinli proteolitik enzim uygulamalarının bazı et kalite özelliklerine etkisi. *Hayvansal Üretim* 51(2), 44-49.
- [25] Söylemez, N. (2013). Galeta Unu, Yumurta Akı Tozu ve Jelatinin Anaç Tavuk Köftelerinin Çeşitli Özellikler Üzerindeki Etkilerinin Yanıt Yüzey Yöntemi İle Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bolu.

- [26] Çelik, P. (2012). Kanatlı Eti (Hindi Eti ve Tavuk Eti) ve Kırmızı Et Karışımı ile Elde Edilen Köftelerin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- [27] Uran, H., Aksu, F., Yılmaz, İ., Durak Z.M. (2013) Transglutaminaz enziminin tavuk köftesinin kalite özelliklerine etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(2), 331-335.
- [28] Anonim. (2019). Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et ürünleri Tebliği (2018/52). 29.01.2019 tarih ve 30670 sayılı Resmî Gazete. Ankara.  
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/01/20190129-4.htm>. (Erişim tarihi: 04.03.2021).
- [29] Çiltepe, A. (2013). Yenilebilir Kaplama ve Filmler İle Kaplanan Hindi Eti Köftelerinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- [30] Köseoğlu, E.İ. (2014). Çeşitli Et Ürünlerinde Üretim Aşamalarının Yağ Asidi Bileşimi ve Yağ Oksidasyonu Üzerine Etkisi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Konya.
- [31] Anonim, Türk Gıda Kodeksi Et, Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği (2009/6), 2009. 06.02.2009 tarih ve 27133 sayılı Resmî Gazete. Ankara.  
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090206-8.htm>. (Erişim tarihi: 20.03.2021).
- [32] Akgün, A.A. (2006). Farklı Kaplama Formülasyonları İle Kaplanmış Tavuk Köftelerin Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- [33] AMSA, (1995), Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation and Instrumental Measurements of Fresh Meat, Chicago, American Meat Science Association.
-



## Rebaudiosit A Kullanılarak Düşük Şekerli Portakal Marmelatı Üretimi ve Duyusal Özellikleri

Şeyda Öztürk  

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Zile Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Zile, Tokat

Geliş Tarihi (Received): 11.11.2021, Kabul Tarihi (Accepted): 03.03.2023

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [seyda.ozturk@gop.edu.tr](mailto:seyda.ozturk@gop.edu.tr) (Ş. Öztürk)

☎ 0 356 317 5078-6257 📠 0 356 317 5079

### ÖZ

Bu çalışmada Rebaudiosit A (Reb A) içeren düşük şekerli portakal marmelatı üretilmesi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı miktarlarda Reb A, şeker ve pektin içeren reçeteler hazırlanmış ve üretilmiştir. Üretilen marmelatların suda çözünür kuru madde (SÇKM), renk ve duyu analizi yapılmıştır. Pektin miktarı denemelerinde panelistler, %0.50, 0.75 ve 1.00 pektin oranları arasında en çok %1.00 pektin ile üretilen marmelatı beğenmiştir. Yalnız Reb A içeren marmelatlardan da 6. reçeteyi (400 g karışımda; 0.48 g Reb A, %1.00 pektin içeren) beğenmişlerdir. Tüm reçeteler içerisinde standart marmelata en yakın reçete, 11. reçete (400 g karışımda; 58.4 g şeker, 0.30 g Reb A, %1.00 pektin içeren) olmuştur. Şeker miktarı azaldıkça SÇKM miktarı da azalmıştır. Şeker miktarının artması ile  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerinde azalma, esmerleşme indeksinde (BI) ise artış görülmüştür. En fazla renk değişimleri ( $\Delta E$ ), 1 ve 2 numaralı reçetede (400 g karışımda; 97.6 g şeker, sırasıyla %1.00 ve %0.75 pektin içeren) tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonrası yalnızca Reb A içeren örneklerin daha canlı, sarı ve meyve rengine yakın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca portakal kokusu daha yüksek olmuştur. Ancak şeker miktarının azalması ile kıvamı ve ağdalı yapısı azalmıştır. Reb A miktarı arttıkça kimyasal koku, acı tat ve tatlılık artmıştır. Sonuç olarak panelistler diyet yaptıklarında Reb A ile üretilen marmelatları satın alabileceklerini ancak Reb A-şeker karışımı ile üretilen reçeteleri daha çok beğendiklerini belirtmişlerdir.

**Anahtar Kelimeler:** Düşük şekerli, Marmelat, Portakal, Rebaudiosit A, Tatlandırıcı

### Production of Low Sugar Orange Marmalade Using Rebaudioside A and Its Sensory Properties

#### ABSTRACT

In this study, it is aimed to produce low sugar orange marmalade containing Reb A and to determine some quality characteristics. For this purpose, recipes with different amounts of Reb A, sugar and pectin were used to produce marmalades. Water-soluble dry matter (WSDM), color and sensory analyzes of the produced marmalades were made. In the determination of optimum pectin ratio, panelists liked marmalades with 1.00% pectin the most, among 0.50, 0.75 and 1.00% pectin ratios. They also liked the 6. recipe (400 g mixture with 0.48 g Reb A and 1.00% pectin) of marmalades produced with only Reb A. They stated that the 11. recipe (400 g mixture with 58.4 g sugar, 0.30 g Reb A and 1.00% pectin) was the closest recipe to the standard marmalade among all recipes. As the amount of sugar decreased in the recipe, the content of WSDM also decreased.  $L^*$  and  $b^*$  values decreased while browning index (BI) increased by an increase in the sugar content of marmalades. The highest color change ( $\Delta E$ ) was determined in recipes 1 and 2 (400 g mixture with 97.6 g sugar containing 1.00 and 0.75% pectin, respectively). In sensory analysis, the sample produced with only Reb A was more vivid, yellow and close to fruit color. It also had a higher orange scent; however, its consistency and gummy structure decreased with a decrease in the amount of sugar. As the amount of Reb A increased, chemical odor, bitter taste and sweetness increased. As a result, the



panelists stated that they could purchase marmalades produced with Reb A when they were on a diet, but they liked the recipes produced with Reb A-sugar mixture more than others.

**Keywords:** Low-calorie, Marmalade, Orange, Rebaudioside A, Sweetener

## GİRİŞ

Eğitim seviyesinin artması ve medyanın etkisiyle tüketiciler daha bilinçli hale gelmiş, yeterli ve dengeli beslenmek için lezzetli gıdanın yanında sağlıklı ve daha doğal gıda arayışına girmiştir. Gıda endüstrisindeki gıdalar genel olarak katkı maddesi içermektedir. Bu nedenle insanların endüstriyel gıda ürünlerine karşı olumsuz bir tavrı vardır. Katkı maddesi ve miktarı sağlıklı olsa dahi insanların çoğunun kafasında nasıl bir etki bıraktığı ise araştırma konusudur. Stevia doğal sağlıklı bir tatlandırıcı olarak bilinmektedir. Bilim insanları stevianın bu özellikleri üzerinde durmuş ve steviayı farklı ürünlerde tatlandırıcı olarak kullanmışlardır. Stevia içeren bazı ürünleri marketlerde raflara görmek de mümkündür. Ayrıca bu tatlandırıcının farklı ürünler üzerindeki etkisi ve bu konuda tüketicinin tutumu üzerine olan çalışmalar devam etmektedir. Stevia insülin metabolizmasını etkilemeden kan şekeri düzeyini düşürdüğü için özellikle şeker hastalarına tavsiye edilmektedir [1]. Bununla birlikte obezite, kalp hastalığı ve diş çürümesi gibi rahatsızlıkları olan bireyler için iyi bir üründür [2, 3].

Şeker otu (*Stevia rebaudiana* Bertoni) yapraklarından elde edilen steviol glikozitler yüksek tatlılığa sahiptir. Kalorisiz doğal bir tatlandırıcı olan bu glikozitler; steviosit, rebaudiosit A, B ve C olarak isimlendirilmektedir [4]. Bu glikozitlerden Reb A'nın asitli gıdalar üzerindeki stabilitesi yüksektir. Çözeltilerinde pH 4-8 aralığında stabilite gösterirken pH 2' nin altında daha az stabilite göstermektedir. Bu tatlandırıcı, marmelat yapımında yüksek metoksilli (HM) pektinin jel oluşturabilmesi için pH değeri 3.6'nın altında olması gerektiğinden, bu çalışmadaki marmelat reçetesi üretimi için önem arz etmektedir. Araştırmacılar Reb A'nın asidik içeceklerde geniş kullanım alanı olan yoğun tatlandırıcılardan daha iyi stabilite gösterdiğini belirtmiştir. Yüksek saflık derecesine sahip (150-450 tatlılık derecesi) Reb A aynı zamanda saf temiz bir tada sahiptir [4].

Marmelat Türk Gıda Kodeksine göre; Meyve pulpu, püre, meyve suyu ve sulu ekstraktlarının veya bitkilerin kök, yaprak, çiçek gibi yenilebilen kısımlarına gerektiğinde şekerler ve su ilave edilerek sürülme kıvamına getirilmiş karışım olarak ifade edilmektedir. Geleneksel marmelatla refraktometre ile tayin edilen çözünebilir kuru madde içeriği %55'den daha az olamaz; Çözülebilir KM miktarı en az %25 oranında azaldığında ürün düşük şekerli.....olarak adlandırılır. Piyasada marmelatlar, normal, düşük şekerli ve light (diyabetler için) olarak üretilmektedir [5].

Geleneksel bazı ürünlerin tüketimi her ne kadar doğal yapılabilsen genelleştirilerek katkı maddesi içermese de fazla

tüketildiğinde içeriğindeki bazı besin maddelerinin zararlı etkileri olabilmektedir. Taze meyve ve sebzelerin saklanması amacıyla ortaya çıkan reçel ve marmelat, içerdiği meyvenin birçok yararını sağlasa da içerisinde bulunan şeker miktarı özellikle şeker hastaları için zararlı olabilmekte ve bunun dışında kilo aldırabilmektedir.

Son zamanlarda fazla şeker tüketiminin olumsuz etkileri nedeniyle araştırmacılar geleneksel marmelat üretiminde şeker içeriğinin azaltılmasına yönelik çalışmalara yönelmiştir. Düşük şekerli ve light marmelat üretimi için yaygın olarak yapay tatlandırıcılar kullanılmaktadır. Yapay tatlandırıcıların birçoğunun sağlığa zararlı olabileceği tartışmaları ise çalışmalarda doğal tatlandırıcı kullanımının önemini artırmaktadır [6]. Literatürde bu konu üzerine yapılmış çeşitli araştırmalara rastlanılmaktadır [7]. Ancak bu çalışmalar stevianın önemini henüz anlaşılabilir olması nedeniyle (Stevia ilk defa 1887 yılında Antonio Bertoni tarafından keşfedilmiştir.) sınırlı kalmıştır.

Duyusal özellikler insan duyuları tarafından belirlenen tüketicinin bir gıdayı kabul veya reddetmesine yol açan özelliklerdir. Bu nedenle gıda endüstrisinde yeni bir ürün piyasaya sunulacağı zaman kimyasal ve biyolojik analizlerin öncesinde yeme kalitesinin araştırılması gerekir. Böylelikle pazar payı artmayan, sevilmeyen yemeyen ürünlerin de kalitesini yükseltmek amacıyla daha fazla deneysel çalışma yapılabilir ve ürünler geliştirilebilir.

Günümüz tüketicisi; diyabet ve obezite hastalıklarının artmasıyla birlikte kalorisi düşük, damak tadına hitap eden ve daha çok doğal olarak yetişen ham maddelerden hazırlanmış gıdalara yönelmektedir. Bu nedenle, gıdaların aroma ve tatlarının geliştirilmesine yönelik çalışmaların, ürün formülasyonlarının tatlandırıcılar üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmada, portakal marmelatı üretiminde dünyada kullanımı yaygınlaşan ve doğal bir tatlandırıcı olan stevia bitkisinden elde edilen tatlandırıcının, sakkaroz yerine kullanılması ve kalorisi düşük bir ürün elde edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, ülkemizde stevia bitkisinin tarımsal üretiminin yaygınlaşması ve Rize şekerli adı altında stevia şekerli üretiminin gerçekleşmesi ile stevia şekerine yeni kullanım alanı sağlanması hedeflenmiştir. Literatürde bu konu üzerine yapılmış çeşitli çalışmalara rastlanılmaktadır [8]. Ancak bu çalışmalar stevianın önemini henüz anlaşılabilir olması nedeniyle sınırlı kalmış ve portakal marmelatı üzerine herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma ile ayrıca ilerde teknik olarak diyet yapanlar için de piyasada bulunan "marmelat-reçel yap" gibi çeşitli yardımcı ürünlerin üretimi mümkün görünmekte ve bu çalışmanın bu noktada yardımcı olacağı düşünülmektedir.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Marmelat üretiminde kullanılan Washington Navel cinsi portakallar Zile/Tokat ilçesinde bulunan meyve-sebze halinden temin edilmiştir. Marmelat reçete denemeleri için ayrıca pektin (E440, turunçgil pektini, Benosen, kıvam artırıcı), Reb A (stevia pura, %98, Almanya, tatlandırıcı), sitrik asit (Tito, SSA30, pektinin jelleşmesi amacıyla) ve şeker kullanılmıştır.

### Metot

#### Marmelat Reçetelerinin Oluşturulması ve Deneme Planı

Çalışma iki aşamada yapılmıştır. Birinci aşamada yalnızca Reb A içeren marmelatlarda Reb A miktarı tatlılık derecesi dikkate alınarak belirlenmiştir. İyi bir reçete oluşturmak amacıyla yalnızca Reb A içeren marmelatların eksik yönleri değerlendirilerek çalışmanın ikinci aşamasında şeker ilavesine gidilmiştir. Reb A-şeker karışımı içeren marmelat denemelerinde kullanılan oranlar tatlılık dereceleri dikkate alınarak

rastgele olacak şekilde yapılmıştır. Burada tatlılık derecesi hesaplanmalarında sakkaroz (pancar şekeri) esas alınmış ve 100 olarak kabul edilmiştir. Toplamda 20 reçete denemesi yapılmış ve iyi olan reçetenin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Şeker ve Reb A oranları pulp miktarına göre oranlanmış ve tartılmıştır. Kullanılacak olan sitrik asit miktarı ve pektin çözeltisi de hesaba katılarak oluşan toplam miktar %100'e tamamlanacak şekilde pulp ilave edilmiştir [8]. %30'luk sitrik asit çözeltisi, pH değerini 3.6'nın altına ayarlamak için ilave edilmektedir (pH değeri 3.5'a ayarlanmıştır). Bu nedenle her üründe farklı oranlarda sitrik asit ilave edilmekle birlikte tabloda ortalama olarak bir değer ( $1.75 \pm 0.01$ ) verilmiştir. Bu miktar ön denemelerle belirlenmiştir. Pektin oranları (%0.75, %1.00); Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'ne göre "Tüm ürünlerde pektin ve amide edilmiş pektin son üründe % 1'i geçmemelidir" ifadesi ve literatür taramaları dikkate alınarak belirlenmiştir [5]. Reb A aralığı ise, tatlılık derecesi ve literatür çalışmaları ile belirlenmiştir (Tablo 1) [9].

Tablo 1. Portakal marmelatı üretiminde kullanılan reçeteler (400 g karışım için)

*Table 1. Formulations used in orange marmalade production (for 400 g mix)*

Reçete	Şeker	Reb A	Pektin çözeltisi	Sitrik asit (mL,%30'luk)	Pulp
1	97.6 g	-	100 mL (%1 pektin)	7-8	195±1 g
2	97.6 g	-	100 mL (%0.75 pektin)	7-8	195±1 g
3	-	-	100 mL (%1 pektin)	7-8	292±1 g
4	-	-	100 mL (%0.75 pektin)	7-8	292±1 g
A	-	0.24 g	100 mL (%1 pektin)	7-8	292±1 g
B	-	0.24 g	100 mL (%0.75 pektin)	7-8	292±1 g
5	-	0.36 g	100 mL (%1 pektin)	7-8	292±1 g
6	-	0.48 g	100 mL (%1 pektin)	7-8	292±1 g
7	-	0.60 g	100 mL (%1 pektin)	7-8	292±1 g
8	-	0.36 g	100 mL (%0.75 pektin)	7-8	292±1 g
9	-	0.48 g	100 mL (%0.75 pektin)	7-8	292±1 g
10	-	0.60 g	100 mL (%0.75 pektin)	7-8	292±1 g
11	58.4 g	0.30 g	100 mL (%1 pektin)	7-8	234±1 g
12	32.44 g	0.40 g	100 mL (%1 pektin)	7-8	260±1 g
13	17.52 g	0.48 g	100 mL (%1 pektin)	7-8	274±1 g
14	17.61 g	0.39 g	100 mL (%1 pektin)	7-8	274±1 g
15	58.4 g	0.30 g	100 mL (%0.75 pektin)	7-8	234±1 g
16	32.44 g	0.40 g	100 mL (%0.75 pektin)	7-8	260±1 g
17	17.52 g	0.48 g	100 mL (%0.75 pektin)	7-8	274±1 g
18	17.61 g	0.39 g	100 mL (%0.75 pektin)	7-8	274±1 g

### Marmelat Üretimi

Marmelat üretimi; farklı iki pektin oranında (%1.00, %0.75) i) yalnızca şeker içeren (kontrol 1), ii) yalnızca Reb A içerenler iii) Reb A-şeker karışımı içerenler ve iv) Reb A-şeker içermeyen olarak gerçekleştirilmiştir.

### Ön İşlemler

Portakallar yıkandıktan sonra kurulanmıştır. Ardından bıçak yardımıyla kabuğuyla birlikte yüzeyindeki zarlar uzaklaştırılmış, daha sonra da segmentlerine zarsız olarak ayrılmıştır. Zarsız segmentler laboratuvar

mikserinde parçalanarak homojen bir pulp oluşturulmuştur.

**Pektin çözeltisinin hazırlanması:** Toz halde bulunan HM pektin direkt marmelata eklenemeyeceği için %3-4 oranında çözeltileri hazırlanmıştır. Çözeltilerin hazırlanması için su ısıtıcılı manyetik karıştırıcıya alınmış öncelikle 75°C'ye kadar ısıtılmıştır. Su üzerine pektin azar azar ilave edilerek 10 dakika tamamen çözünene kadar karıştırılmıştır [10, 8]. Çalışmada %0.50, %0.75, %1.00 oranlarında pektin kullanılmıştır.

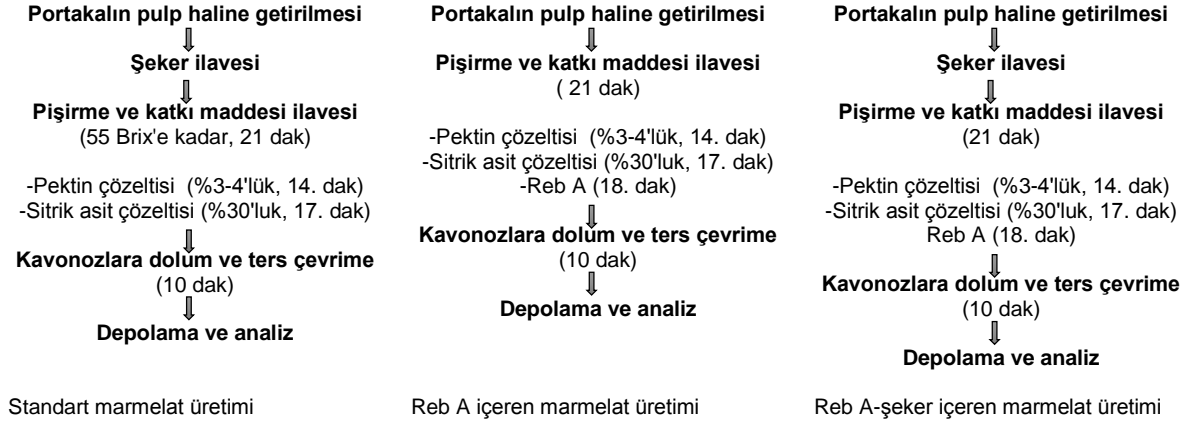
## Marmelatların Üretimi

Marmelatların üretiminde farklı reçeteler kullanılması ve açık kazanda pişirme tekniği uygulanması nedeniyle belirli bir Brix ile çalışılması mümkün değildir. Pişirme süresi renk ve diğer birçok özelliği etkilemektedir [11]. Bu şartların eşit olması amacıyla geleneksel marmelat üretimi ön denemeleri yapılarak öncelikle pişirme süresi belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'ne göre; Geleneksel marmelatta refraktometre ile tayin edilen çözünebilir kuru madde içeriği %55'den daha az olamaz [5]. Bu ifade dikkate alınarak standart bir marmelat üretimi için %1.00 pektin ile 55 ve 65 Brix'lerde marmelatlar hazırlanmış ve pişirme süreleri belirlenmiştir. Bu oranlar literatür çalışmaları dikkate

alınarak seçilmiştir [12]. Ardından %1.00 pektin ve Reb A içeren birkaç formül için belirlenen sürelerde marmelatlar üretilmiş, marmelatlar soğuduktan sonra kıvam ve sürülebilir özellikleri değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda farklı reçetelerde marmelatların üretilmesi için standart marmelatta pişirme süresi 55 Brix'e göre seçilmiştir. Pişirme süresi ön denemelerle 400 g karışım için 21 dakika olarak belirlenmiştir.

## Standart Marmelat Üretimi (Şeker İçeren)

Tartılan portakal pulpunun %50'si kadar şeker pulpa ilave edilmiştir. Ardından ocağa alınarak pişirmeye başlanmıştır. Pişirme işleminin 14. dakikasında %3-4 lük (100 mL) pektin çözeltisi ilave edilmiştir. Pektin çözeltisi ile pulp karışımı 3 dakika daha karıştırıldıktan sonra (17. dakika) %30'luk sitrik asit çözeltisi ile pH değeri 3.6'nın altına düşürülmüştür (pH değeri 3.5'a ayarlanmıştır). Bu sırada refraktometre ile karışımın SÇKM'si sık sık kontrol edilmiş ve 55 Brix'e gelince pişirme işlemine son verilmiştir. Pişirme işlemi toplam 21 dakika sürmüştür. Pişirme işlemi tamamlanan marmelat örnekleri kavanozlara sıcak dolum yöntemiyle doldurularak kapakları sıkıca kapatılmıştır. Ardından başağı çevrilerek 10 dakika süreyle bu şekilde bekletilmiş ve sonrasında kavanozlar düz konuma getirilerek soğumaya bırakılmıştır (Şekil 1) [12].



Şekil 1. Farklı reçetedeki marmelatların üretim aşamaları

Figure 1. Production stages of marmalades in different formulations

## Yalnızca Reb A İçeren Marmelatların Üretimi

Tartılan portakal pulpu ocağa alınarak orta ateşte 14 dakika karıştırılmıştır. Ardından jel yapıyı oluşturmak amacıyla %3-4 lük (100 mL) pektin çözeltisi ilave edilmiştir. Pektin çözeltisi ile pulp 3 dakika karıştırıldıktan sonra (17. dakika) %30'luk sitrik asit çözeltisi ile pH değeri 3.6'nın altına düşürülmüştür (pH değeri 3.5'a ayarlanmıştır). Pişirme işleminin 18. dakikasında farklı reçeteler için farklı oranlarda Reb A ilave edilmiştir. Reb A ilavesi standart marmelat üretiminde olduğu gibi başta yapılmamıştır. Çünkü araştırmacılar sıcaklığın artmasıyla Reb A'nın stabilitesinde azalmalar meydana geldiğini belirtmişlerdir [4]. Böylece Reb A'nın uzun süre sıcaklığa maruz kalmaması sağlanmıştır. Pişirme işlemine 21. dakikada (SÇKM 20 Brix, düşük şekerli marmelat) son verilmiştir.

Marmelat örnekleri kavanozlara sıcak dolum yöntemiyle doldurularak kapakları sıkıca kapatılmıştır. Sonra başağı çevrilerek 10 dakika süreyle bu şekilde bekletilmiş ardından kavanozlar düz konuma getirilerek soğumaya bırakılmıştır (Şekil 1)[12].

## Reb A-Şeker Karışımı İçeren Marmelatların Üretimi

Tartılan portakal pulpuna (pulpun %25, 12.5 ve 6.5'i kadar) şeker ilave edilmiştir. Pişirme işleminin 14. dakikasında jel yapı oluşturması amacıyla %3-4 lük (100 mL) pektin çözeltisi ilave edilmiştir. 17. dakikasında %30'luk sitrik asit çözeltisi ile pH değeri 3.6'nın altına düşürülmüştür (pH değeri 3.5'a ayarlanmıştır). 18. dakikasında farklı reçeteler için farklı oranlarda Reb A ilave edilmiştir. 21 dakika sonra marmelatlar ocaktan

alınarak kavonozlara doldurulmuştur. Marmelatların SÇKM oranları şeker miktarına göre 58.4g; 40 Brix, 32.44g; 30 Brix ve 17.52g, 17.62g; 25 Brix olarak ayarlanmıştır. Kapakları sıkıca kapatıldıktan sonra başağı çevrilerek 10 dakika süreyle bu şekilde bekletilmiş ve sonrasında kavonozlar düz konuma getirilip soğumaya bırakılmıştır (Şekil 1)[12].

### Reb A ve Şeker İçermeyen Marmelat Üretimi

Bazı kalite değişimlerinin belirlenmesi amacıyla Reb A içeren marmelat üretim aşamalarına benzer olarak şeker ve Reb A ilave etmeden üretilmiştir.

### Analitik metotlar

#### Fiziksel analizler

**Renk ölçümü:** Renk ölçüm cihazı kalibre edildikten sonra marmelatların  $L^*$  (0=siyah, 100=beyaz

$$\Delta E = [(L^* - L_{ref}^*)^2 + (a^* - a_{ref}^*)^2 + (b^* - b_{ref}^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

$$C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$

$$h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (\text{eğer } a^* > 0 \text{ ve } b^* \geq 0) \quad (3)$$

$$h^\circ = 180 + \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (\text{eğer } a^* < 0 \text{ ve } b^* \geq 0)$$

$$h^\circ = 180 + \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (\text{eğer } a^* < 0 \text{ ve } b^* < 0)$$

$$h^\circ = 360 + \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (\text{eğer } a^* > 0 \text{ ve } b^* < 0)$$

$$BI = (100(x - 0.31))/0.17 \quad (4)$$

$$x = (a^* + 1.75L^*) / (5.645L^* + a^* - 3.012b^*)$$

### Duyusal Analizler

Eşlenmiş Kıyaslama Testi: Panelistlere aynı anda iki örnek verilerek değerlendirilmesi istenmiştir. İki örneği tadım arasında su verilmiştir. İki örneğin aynı olup olmadığı veya lezzet, görünüş, koku gibi duyuşal özellikler açısından hangisinin daha iyi olduğu sorulmuştur. Test iki farklı oranda pektin içeren, iki farklı Brix'te üretilen, kıvam/rengi değerlendirilmelerini içeren marmelat örnekleri arasında eğitilmiş 7 panelist tarafından yapılmıştır. Duyusal analize katılan panelistlerin özellikle sigara kullanmamasına, 20-50 yaş aralığında olmasına, eğitilmiş ve analiz yapıldığı saatlerde tok olmasına dikkat edilmiştir [17].

Duyusal değerlendirme anketi: Aslanova (2005)'nin, hazırlanmış olduğu duyuşal değerlendirme formuna ek olarak açık uçlu soruların eklenmesi ile yapılmıştır (Tablo 3). Duyusal değerlendirmeler için panelistlere 1 saat eğitim verilmiş ve her bir örnek için 7 panelist tarafından tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir [19]. Duyusal değerlendirme renk, kıvam, koku ve tat olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca genel değerlendirme amacıyla açık uçlu sorular sorulmuştur.

### İstatistiksel Analiz

Fiziksel ve duyuşal analizlerden elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi ile (ANOVA) değerlendirilmiş ve

koyuluk/açıklık),  $a^*$  (a; +a kırmızı, -a yeşil),  $b^*$  (+b sarı, -b mavi) değerleri üç farklı noktada ölçülmüştür (Konica Minolta, CR- 300, Tokyo, Japonya). Renk ölçüm işlemini takiben;  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri ile insanların renk algısına hitap eden kroma (C) ve hue açısı (h) değerleri hesaplanmıştır (1, 2, 3, 4). Ayrıca yine ürünlerin toplam renk değişim eğilimi hakkında bilgi veren  $\Delta E$  değeri ve esmerleşme reaksiyonlarının ürün renginde meydana getirdiği değişimleri tanımlamada kullanılan esmerleşme indeksi (BI) de  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri dikkate alınarak aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır [13, 14, 15].

**Suda çözünür kuru madde:** Örnekler Abbe refraktometresi (Soif 2WAJ) ile ölçülmüş, °Brix cinsinden ifade edilmiştir [16].

**pH değeri:** Örneklerin pH değeri dijital pH metre (Ohaus ST3100-F) ile belirlenmiştir [16].

ortalamalar arasındaki önem dereceleri %95 güven aralığında Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Bunun için SPSS 20 paket programı kullanılmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

#### Suda Çözünabilir Kurumadde Analizi

Suda çözünabilir kurumadde miktarının ölçümü, bütün çeşitler için standart marmelatın üretim denemelerinde belirlenen 21 dakika pişirme süresi sonrasında ölçülmüştür. Reçetede yalnızca Reb A içeren ve Reb A-şeker içermeyen marmelatların SÇKM'si  $20 \pm 1$  Brix, Reb A-şeker içeren marmelatlarında şeker miktarına göre 58.4 g;  $40 \pm 1$  Brix, 32.44g;  $30 \pm 1$  Brix ve 17.52-17.62 g;  $25 \pm 1$  Brix olarak belirlenmiştir. Verilerden anlaşıldığı üzere reçetelerde kullanılan şeker miktarı suda çözünür kuru madde miktarını artırmıştır ( $P < 0.05$ ). Bununla ilgili olarak bir çalışmada 20 dakika açık kazanda pişirme tekniği ile düşük kalorili böğürtlen reçeli üretimi gerçekleştirilmiştir. Sonucunda reçel örneklerine eklenen şeker miktarı arttıkça suda çözünür kuru madde oranının yükseldiğini en düşük şeker miktarına sahip örneğin ise (pişirme süresi 20 dakika, 0.0400 stevia, 0.75 pektin, 3.0686 şeker) %15 ile en düşük orana sahip olduğunu belirtmiştir [8].

Tablo 3. Duyusal değerlendirme anketi

Table 3. Sensory evaluation survey

Değerlendirilen özellik	Puan	Marmelatın özelliği
Renk	5	-Canlı, yapıldığı meyvenin rengi baskın
	4	-Çok hafif renk karaması ya da renk kaybı
	3	-Hafif oksidasyon veya karama
	2	-Belirgin karama
	1	-Çok belirgin karama
Kıvam	5	-Uygun jelimsi yapı
	4	-Çok hafif koyuluk veya cıvıklık
	3	-Hafif koyuluk veya cıvıklık
	2	-Belirgin koyuluk veya cıvıklık
	1	-Çok belirgin koyuluk veya cıvıklık
Koku	5	-Meyve kokusu veya Kokusuz
	4	-Çok hafif yabancı koku (otsu koku vb)
	3	-Hafif yabancı koku
	2	-Belirgin yanık ve diğer yabancı koku
	1	-Çok belirgin yanık ve diğer yabancı koku
Tat	5	-Meyvemsi, uyumlu hoş
	4	-Çok hafif yabancı tat ve uyumlu, hoş
	3	-Hafif yabancı tat, uyumlu
	2	-Belirgin yabancı tat ve çok ekşi ya da tatlı
	1	-Çok belirgin yabancı tat ve çok ekşi veya tatlı
Açık uçlu sorular		Marmelatların rengi hakkında ne düşünüyorsunuz. Aralarında nasıl bir farklılık var? Marmelatların kıvamı hakkında ne düşünüyorsunuz. Aralarında nasıl bir farklılık var? Marmelatların kokusu hakkında ne düşünüyorsunuz. Aralarında nasıl bir farklılık var? Marmelatların tadı hakkında ne düşünüyorsunuz. Aralarında nasıl bir farklılık var? Reb A içeren bir marmelatı normalde satın alırsınız mı? Reb A içeren bir marmelatı şeker hastası olsanız veya diyet yapsanız alırsınız mı? Yalnızca Reb A içeren marmelatı mı beğendiniz yoksa içerisinde bir miktar şeker bulunan marmelatı mı? En çok hangisini beğendiniz?

### Renk Analizleri

Yüzde 1.00 ve 0.75 pektinli yalnızca şeker ile üretilen marmelatlar için  $L^*$  değeri sırasıyla 29.78 ve 30.02; Reb A ya da şeker içermeyen marmelatların  $L^*$  değeri ise sırasıyla 45.83 ve 46.66'dır. Yalnızca Reb A içeren örneklerin  $L^*$  değeri 45.82-47.67 arasında değişmektedir. Reb A-şeker karışımı içeren örneklerin  $L^*$  değeri ise 36.43-43.61 değerleri arasındadır. Bu değerlerden görüldüğü üzere şeker miktarı  $L^*$  değerini yani parlaklığını azaltmıştır ( $P < 0.05$ ) (Tablo 4). Yalnızca Reb A içeren örnekler, şeker içerenlere göre daha parlaktır ve reçetesinde Reb A ya da şeker olmayan marmelat ile aralarında bir fark yoktur. Benzer olarak Kaya ve ark. [12] 4 farklı formülasyona göre üretilen marmelat örneklerinin renk değerlerini incelemiştir; En yüksek  $L^*$  değerinin; 23.32 ile 4. reçete ile üretilen örnekte (375 g ticari stevia şekeri), en düşük  $L^*$  değerinin ise 21.68 ile 1. reçete ile üretilen örnekte (750 g şeker) olduğunu tespit etmişlerdir.  $L^*$  değeri, rengin parlaklığında meydana gelen değişimleri göstermektedir. 0'a yaklaştıkça koyu (siyah), 100'e yaklaştıkça açık (beyaz) olarak ifade edilmektedir. Yapılan çalışmalar,  $L^*$  değerinin karamelizasyonun bir ölçüsü olduğunu göstermiştir [20].

Renge ait  $a^*$  değerleri %1.00 ve 0.75 pektinli yalnızca şeker ile üretilen marmelatlar için sırasıyla -3.90 ve -4.64 olarak bulunmuştur. Reb A ya da şeker içermeyen marmelatlarda her iki pektin oranında da  $a^*$  değeri -6.17 olarak belirlenmiştir. %1.00 pektin-Reb A karışımı içeren örneklerin  $a^*$  değeri -4.48 ile -5.04 değerleri arasında; %0.75 pektin- Reb A karışımı içeren örneklerin  $a^*$  değeri -5.04 ile -5.48 arasında değişmektedir. %1.00 pektin-

Reb A-şeker karışımı içeren örneklerin  $a^*$  değeri -5.17 ile -5.90; %0.75 pektin-Reb A-şeker karışımı içeren örneklerin  $a^*$  değeri -5.24 ile -6.40 arasındadır (Tablo 4).  $a^*$  değerinin pozitif değerleri kırmızı rengi, negatif değerleri ise yeşil rengi göstermektedir [21]. Renk sonuçlarındaki  $a^*$  değeri meyve ve sebzelerdeki kırmızı rengin yoğunluğun gösteren bir değerken, reçel ve marmelat gibi ürünlerde şekerin karamelizasyonu ile oluşan ve artan arzu edilmeyen bir renktir. Yani kırmızılığın değerindeki azalma ve  $L^*$  değerindeki artış reçel ve marmelat tipi ürünlerde istenen bir özelliktir [22]. Kaya ve ark. [12], marmelat örneklerinin  $a^*$  değerlerinin 0.76-0.97 aralığında değişkenlik gösterdiğini tespit edilmişler, en yüksek  $a^*$  değerini; 0.97 ile 2. reçete ile üretilen örnekte (375 g şeker + 1.125 g stevia Reb D), en düşük  $a^*$  değerini; 0.76 değeri ile 1. reçete ile üretilen (750 g şeker) ve 3. reçete ile üretilen (2.25 g stevia Reb D) marmelat örneklerinde saptamışlardır.

En düşük  $b^*$  değerleri %1.00 (29.39) ve %0.75 (28.81) pektinli yalnızca şeker ile üretilen marmelatlarda görülmüştür. Reb A ya da şeker içermeyen marmelatlarda da sırasıyla 37.31 ve 37.80 olarak belirlenmiştir. %1.00 pektin-Reb A karışımı içeren örneklerin  $b^*$  değeri 35.57 ile 37.09 değerleri arasında; %0.75 pektin-Reb A karışımı içeren örneklerin  $b^*$  değeri 39.00 ile 40.06 arasında değişmektedir. %1.00 pektin-Reb A-şeker karışımı içeren örneklerin ise  $b^*$  değeri 34.22 ile 35.73; %0.75 pektin-Reb A-şeker karışımı içeren örneklerin  $b^*$  değeri 32.33 ile 36.17 arasındadır (Tablo 4).  $b^*$  değeri + ise sarı, - ise mavi koordinatlarını göstermektedir.  $b^*$  değerinin pozitif olması ve değerinin yüksek olması nedeniyle reçetede yalnızca Reb A içeren örnekler, reçetesinde şeker içerenlerden daha

sarıdır. Kaya ve ark. [12] 'da en yüksek b\* değerini; 6.84 ile 4. reçete ile üretilen örnekte (375 g ticari stevia şekeri), en düşük b\* değerini 5.79 ile 1. reçete ile üretilen örnekte (750 g şeker) belirlemiştir. Tüm bu

sonuçlar doğrultusunda reçeteye şeker ilavesi sonrasında marmelatların b\* değerinin düştüğü tespit edilmiştir

Tablo 4. Portakal marmelatlarının renk değerleri  
*Table 4. Color values of orange marmalades*

Reçete	L*	a*	b*	ΔE	C	h°	BI
1	29.78±0.22	-3.90±0.10	29.39±0.07	18.05±0.20	29.65±0.07	97.55±0.19	192.49±3.55
2	30.02±0.15	-4.64±0.31	28.81±0.24	18.97±0.11	29.18±0.27	99.14±0.55	178.68±3.78
3	45.83±0.10	-6.17±0.14	37.31±0.28	0.87±0.09	37.82±0.29	99.39±0.18	128.35±1.75
4	46.66±0.07	-6.17±0.13	37.80±0.59	0.55±0.26	38.30±0.56	99.27±0.32	127.40±4.43
5	46.49±0.14	-4.69±0.20	36.57±0.26	1.80±0.22	36.87±0.29	97.31±0.26	122.93±0.86
6	47.30±0.25	-4.78±0.16	37.08±0.26	2.07±0.11	37.38±0.24	97.34±0.29	122.44±3.03
7	45.83±0.46	-5.03±0.40	35.58±0.61	2.14±0.65	35.93±0.64	98.05±0.55	119.43±2.79
8	47.36±0.18	-5.05±0.38	40.07±0.15	2.66±0.28	40.38±0.14	97.18±0.54	140.93±0.86
9	47.66±0.33	-5.23±0.05	40.07±0.38	2.68±0.42	40.41±0.38	97.43±0.07	138.98±1.66
10	46.94±0.25	-5.47±0.08	39.01±0.19	1.46±0.18	39.40±0.19	97.98±0.12	135.27±1.70
11	37.46±0.13	-5.18±0.25	33.37±0.24	10.05±0.22	33.77±0.24	98.83±0.08	153.44±1.19
12	41.74±0.04	-5.48±0.13	34.60±0.18	5.66±0.13	35.03±0.19	99.00±0.26	133.25±1.13
13	43.60±0.15	-5.50±0.26	35.72±0.27	3.51±0.23	36.14±0.26	98.76±0.15	130.73±1.29
14	43.07±0.53	-5.89±0.21	34.23±0.48	5.06±0.72	34.73±0.50	99.76±0.12	122.37±0.51
15	36.44±0.24	-5.25±0.52	32.34±0.45	11.62±0.41	32.76±0.40	99.23±0.58	151.68±2.97
16	40.48±0.42	-6.10±0.08	32.47±0.76	8.15±0.81	33.04±0.74	100.64±0.33	123.30±3.45
17	43.58±0.15	-5.99±0.20	36.16±0.26	3.49±0.24	36.66±0.25	99.40±0.34	132.99±1.41
18	43.24±0.18	-6.39±0.65	35.52±0.40	4.11±0.38	36.09±0.36	100.19±0.43	129.41±2.30
%1 pektin içeren marmelatların gruplar arasındaki ortalama renk değerleri							
Gruplar	L*	a*	b*	ΔE	C	h°	BI
Yalnızca şeker içeren	29.77±0.22 <sup>a</sup>	-3.89±0.10 <sup>d</sup>	29.39±0.07 <sup>a</sup>	18.04±0.20 <sup>c</sup>	29.65±0.07 <sup>a</sup>	97.54±0.19 <sup>a</sup>	192.49±3.55 <sup>c</sup>
Reb A-şeker içermeyen	45.83±0.10 <sup>c</sup>	-6.17±0.14 <sup>a</sup>	37.31±0.28 <sup>d</sup>	0.86±0.09 <sup>a</sup>	37.82±0.29 <sup>d</sup>	99.39±0.18 <sup>a</sup>	128.34±1.75 <sup>ab</sup>
Yalnızca Reb A içeren	46.54±0.68 <sup>c</sup>	-4.83±0.29 <sup>c</sup>	36.40±0.75 <sup>c</sup>	2.00±0.40 <sup>a</sup>	36.72±0.74 <sup>c</sup>	97.56±0.51 <sup>a</sup>	121.60±2.78 <sup>a</sup>
Reb A-Şeker içeren	42.03±2.07 <sup>b</sup>	-5.56±0.27 <sup>b</sup>	34.64±0.86 <sup>b</sup>	5.49±2.12 <sup>b</sup>	35.08±0.85 <sup>b</sup>	99.12±0.46 <sup>a</sup>	132.30±9.92 <sup>b</sup>

Şirin [23], düşük şekerli elma marmelatının reolojik, dokusal, fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Formülasyonlar içerisinde en yüksek şekerle sahip 6. formülasyonun daha koyu renkte ve en düşük L\* değerine sahip olduğunu belirtmiştir. Bunun nedeni olarak ise maillard reaksiyonunu göstermiştir. Maillard reaksiyonunun ısı işlem sonrası şeker ve aminoasitler varlığında oluştuğunu ve bunun da son ürünün renginde kırmızılık ya da koyuluk meydana getirdiğini belirtmiştir. Aynı şekilde bu nedenle 6. formülasyonun en yüksek kırmızılığa yani en yüksek a\* değerine sahip olduğunu, şeker yerine tatlandırıcı ilavesinin daha düşük a\* değerleri verdiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca şeker içeriğinin az olmasından dolayı 500 g sakaroz (formülasyon 1) içeren marmelatın, 600 g sakaroz (6. formülasyon) içeren marmelatından daha parlak olduğunu belirtmişlerdir. Igual ve ark. [24], reçel ürününde yüksek ısı işlem sonrasında sakarozda karamelizasyon gerçekleşebileceğini ve bu nedenle daha koyu bir renk oluşabileceğini belirtmiştir.

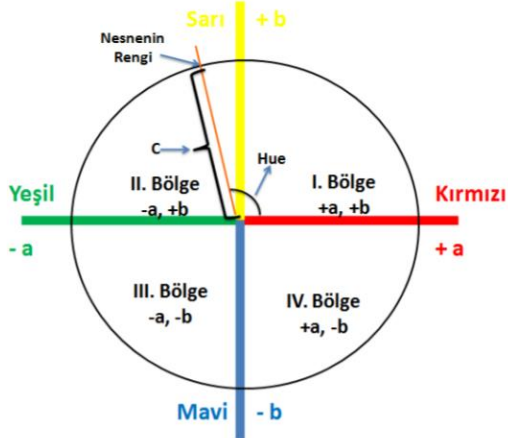
BI değeri esmerleşme indeksini göstermektedir. En yüksek BI değerleri %1.00 (192.49) ve %0.75 (178.68) pektinli yalnızca şeker içeren marmelatlarda görülmüştür. Reb A ya da şeker içermeyen marmelatlarında her iki pektin oranında da sırasıyla BI değeri 128.35 ve 127.40 olarak belirlenmiştir. %1.00 pektin-Reb A karışımı içeren örneklerin BI değeri 119.42 ile 122.94 değerleri arasında; %0.75 pektin-yalnız Reb A karışımı içeren örneklerin BI değeri 135.24 ile 140.94 arasında değişmektedir. %1.00 pektin-Reb A-şeker karışımı içeren örneklerin BI değeri 122.36 ile 153.45; %0.75 pektin-Reb A-şeker karışımı içeren örneklerin ise BI değeri 123.29 ile 152.69 arasındadır. Esmerleşme indeksinin artmasında şeker miktarı önemli olmuştur. Çünkü yüksek ısı işlem sonrasında şekerin karamelizasyonu söz konusu olabilir ve bunun sonucunda marmelat renginde esmerleşme görülebilir. Esmerleşme indeksi verileri incelendiğinde Reb A fazla bir esmerleşme göstermemiş meyve rengini korumuştur.

Tablo 4'de marmelatların kroma (C), renk değişimi (ΔE) ve ton açısı (h) ve değerleri verilmiştir. Kırmızılık ve



sarılık değerlerini birlikte ele alan ve metrik renk kroması olarak tanımlanan C değeri, ürünlerin görünüşünde etkili faktörlerden birisi olup ürün tercihinde etkili olmaktadır. C değeri ürünlerde rengi tonunu göstermekte olup değerler solgun renklerde düşük, canlı renklerde ise yüksek olmaktadır [15]. En düşük C değerleri %1.00 (29.65) ve %0.75 (29.18) pektinli yalnızca şeker ile üretilen marmelatlarda görülmüştür. Reb A ya da şeker içermeyen marmelatlarda da sırasıyla 37.82 ve 37.30 olarak belirlenmiştir. %1.00 pektin-Reb A karışımı içeren örneklerin C değeri 35.92 ile 37.39 değerleri arasında; %0.75 pektin- Reb A karışımı içeren örneklerin C\* değeri 39.39 ile 40.42 arasında değişmektedir. %1.00 pektin-Reb A-şeker karışımı içeren örneklerin ise C\* değeri 33.76 ile 36.15; %0.75 pektin-Reb A-şeker karışımı içeren örneklerin ise C\* değeri 32.75 ile 36.67 arasındadır. Verilerden de anlaşılacağı üzere reçetede yalnızca Reb A içeren örnekler, şeker içerenlere göre daha yüksek C değeri vermiştir yani daha canlı görünmektedir.

$\Delta E$  değeri ise toplam renk değişimini ifade etmektedir.  $\Delta E$  değeri Reb A ve şeker içermeyen marmelata göre hesaplanmıştır. Marmelatlar içerisinde %1.00 ve %0.75 pektinli yalnızca şeker içeren marmelatların (1. ve 2. reçete) en fazla renk değişimi gösterdiği belirlenmiştir. Yalnızca Reb A içeren örnekleri incelediğimizde ise belirgin bir değişim gözlenmemiştir. Reb A -şeker karışımı olan reçetelerde bulunan şeker miktarı renk değişimini etkilemiş ve en fazla renk değişimini 11 ile 15. reçete göstermiştir.



Şekil 2. Renk değerlerinin trigonometrik bölgelere göre ayırımı

*Figure 2. Separation of color values according to trigonometric regions*

Hue açısı değerlerinde  $0^\circ$  kırmızılığı (+a),  $90^\circ$  sarılığı (+b),  $180^\circ$  yeşilliği (-a) ve  $270^\circ$  maviliği (-b) ifade etmektedir. Burada renge dayalı trigonometrik fonksiyonlarda  $0-90^\circ$  I. bölgeyi (+a, +b),  $90-180^\circ$  II. bölgeyi (-a, +b),  $180-270^\circ$  III. bölgeyi (-a, -b) ve son olarak  $270-360^\circ$  IV. bölgeyi (+a, -b) göstermektedir (Şekil 2) [25]. Portakal marmelatı örneklerinin renk analizi sonucunda, a değerinin negatif (-), b değerinin ise pozitif (+) olduğu tespit edilmiştir. Bu durum portakal marmelatı örneklerinin Hue açısı değerlerinin II. bölgede olacağını göstermektedir. Hue değeri 97.30 ile 100.65

arasında değişmektedir. Ağçam [25]' da yapmış olduğu çalışma da portakal suyu örneklerinin Hue açısı değerlerini  $97.96^\circ$  ile  $100.97^\circ$  arasında değiştiğini belirtmiştir.

## Duyusal Değerlendirme

### Reçeteler İçin Brix Seçimi ve Pişirme Süresi

Standart portakal marmelatı üretimi ve diğer marmelatlarda uygulanmak üzere ortak bir pişirme süresi belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla %1.00 pektinde 55 ve 65 Brix'lerde standart portakal marmelatı üretilmiştir. 55 Brix olan portakal marmelatının pişirme süresi 21 dakika, 65 Brix olan marmelatın pişirme süresi 26 dakika olarak belirlenmiştir.

Üretilen iki marmelat soğutulduktan sonra eşlenmiş kıyaslama testi için hazırlanmıştır. Panelistlerin tamamı 65 Brix olan marmelatın koyu olduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle çalışmada standart marmelat üretimi için marmelatın SÇKM'si 55 Brix, pişirme süresi 21 dakika olarak seçilmiştir. Kaya ve ark. [12]'da marmelat pişirme işlemini 55 Brix'te sonlandırmıştır. Ayrıca geleneksel marmelatla meyve oranı %45 olmalıdır. Kıvamlı bir yapı oluşacağından Brix'in 55 olabileceği bildirilmiştir [26].

### Reçeteler İçin Uygun Pektin Oranı

Panelistlerden pektin oranları farklı olan şeker ya da Reb A içeren marmelatların kıvam yönünden eşlenmiş kıyaslama tekniğine göre değerlendirilmesi istenmiştir. Panelistlerin tamamı %1.00 pektin içeren marmelatların %0.75 pektin içeren marmelatlarla göre daha iyi kıvamda olduğunu belirtmiştir (Şekil 3). %0.50 pektin oranında üretilen marmelatların ise daha akışkan olduğu belirlenmiştir. Bu beklenen bir sonuçtur. Pektin çözeltilisinin viskozitesi, sıcaklık artışı ile azalırken konsantrasyon artışı ile artmaktadır [27]. Bu nedenle marmelat denemelerinde %0.50 pektin oranı kullanılması tercih edilmemiştir. Çünkü reçel ve marmelatın kısmen akışkan bir yapıda olmalarına karşın, ekmek dilimine sürülünce dilim üzerinden akmaksızın bir tabaka halinde kalabilecek kıvamda olması gerekir. Bu yapı ise; meyvede doğal olarak bulunan ve ayrıca ilave edilen pektinden kaynaklanmaktadır. Kaliteli bir marmelatla, mutlaka pektin jeli oluşturulmalıdır. Yoksa ürünün kıvamı, sadece şekerden sağlanmak istenirse, hem istenilen kıvama ulaşmaz hem de kristalizasyon gibi çeşitli sorunlar oluşur. Bu nedenle pektin jelinin oluşum koşulları ve jelin nitelikleri iyi bilinmelidir [28].

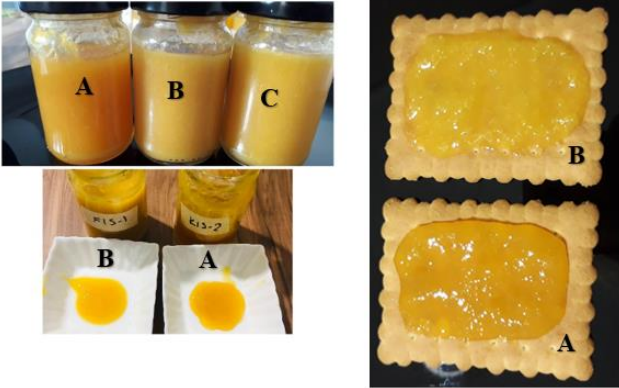
Yüksek metoksilli (HM) pektinin jel oluşturma yeteneği seker ve asidin bulunmasına bağlıdır. Ayrıca pH değeri yaklaşık 3.6'nın altında olmalıdır. Seker dehidratasyon etkisi yapar. Asit ise pozitif yüklü hidrojen iyonları ile pektin molekülünün negatif yükünü azaltır. Bu çift etki, koloidal çözünmüş pektinin çökmesine neden olur ve üç boyutlu bir şeker-pektin jeli oluşur, hidrojen köprüleri yardımıyla kitle halinde durur. Yaklaşık  $88^\circ\text{C}$ 'de jel yapmaya başlarlar ve ürünün  $90^\circ\text{C}$ 'nin üzerinde olduğu gibi yüksek sıcaklıkta doldurulduğu durumlarda kullanılır

[28, 29]. Marmelat üretiminde ilave edilen ve portakal pulpunda doğal olarak bulunan şeker pektinin jelleşmesini sağlar. Portakaldaki şekerin %2.5'inin fruktoz, %2.5'inin glikoz ve %4.8'inin sakarozdan oluştuğu ve toplam şeker miktarının da %9.8 olduğu bilinmektedir [30].

### Belirlenen Reçetelerde Duyusal Test Bulguları

Pektin oranları değerlendirildikten sonra, %1.00 pektin-Reb A içeren marmelatlar ve %1.00 pektin-Reb-A-şeker karışımı içeren marmelatlarla renk, kıvam, koku ve tat özelliklerinin daha iyi değerlendirilmesi açısından ayrıca bir duyusal değerlendirme yapılmıştır.

**Renk:** Panelistlere yalnızca Reb A içeren ve Reb A-şeker içermeyen marmelatlar sunulmuş ve standart marmelatla arasındaki renk farklılığı sorulmuştur (daha koyu, daha açık, fark yok). Şekil 3'de görüldüğü üzere panelistlerin hepsi yalnızca Reb A içeren ve Reb A-şeker içermeyen marmelat örneklerinin standart örneğine göre daha açık renkte olduğunu belirtmiştir ( $P<0.05$ ). Reb A-şeker içermeyen marmelat ile yalnızca Reb A içeren marmelatların renginin arasında bir fark görmediklerini ifade etmişlerdir ( $P\geq 0.5$ ). Bu durumda Reb A miktarındaki artışın rengi etkileme de panelistler tarafından önemli olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 3. A; Standart marmelat (şekerli), B; yalnızca Reb A içeren marmelat, C; Reb A-şeker içermeyen marmelat.

*Figure 3. A; Standard marmalade (with sugar), B; marmalade containing only Reb A, C; Reb A-sugar free marmalade.*

Yapılan ankette yalnızca Reb A içeren örnekler ve Reb A-şeker içermeyen marmelat örneğinin canlı yapıldığı meyvenin renginin baskın olduğunu, şekerli marmelatın ise meyve rengine göre çok hafif renk kararması ya da renk kaybının olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 3) ( $P<0.05$ ). Ancak panelistlere -hangisini renk olarak beğendiniz?- sorusu sorulduğunda panelistlerin tamamı standart marmelatı tercih etmiştir ( $P<0.05$ ). Görsel lezzeti olan bir renk olduğunu daha parlak ve canlı göründüğünü ifade etmişlerdir. Bu durum şeker içeriğinden kaynaklanmaktadır. Şeker ve pektin marmelata yarı geçirgenlik özelliği kazandırmıştır. Yalnızca Reb A içerenler ile Reb A-şeker içermeyen örnekler arasında benzer oldukları için tercih yapmamışlardır. Bununla ilgili olarak ticari pektin ve kimyasal koruyucu katkı maddeleri kullanılmadan, sukrozun stevia ve sukraloz gibi alternatif tatlandırıcılar (%25 ve 50) ile kısmen değiştirilmesiyle ev yapımı düşük şekerli elma marmelatı üretilen bir çalışmada; tatlandırıcı ilavesinin görünüm ve renk parametreleri üzerinde etkili olduğu bulgulanmıştır. Toplam çözünür katı madde konsantrasyonundaki azalma ile marmelatların renk puanları azaldığını, 5. formülasyon (250g şeker, 416mg sukrolaz) ve 10. formülasyonun (300g şeker, 500mg sukrolaz), daha düşük miktarda sakaroz nedeniyle daha açık bir renk ve daha az stabil bir yapı sergileyerek tüm formülasyonlar arasında en düşük görünüm ve renk skoru ile sonuçlandığını belirtmiştir [23].

Panelistlere ayrıca Reb A-şeker karışımı içeren marmelatlar sunulmuş ve standart marmelatla arasındaki renk farklılığı sorulmuştur (daha koyu, daha açık, fark yok). Panelistlerin hepsi Reb A-şeker karışımı içeren marmelat örneklerinin kontrol örneğine göre daha açık renkte olduğunu belirtmiştir ( $P<0.05$ ). Panelistler en koyu ve standarda en yakın renkteki marmelatın, şeker içeriği fazla olan 11. reçete olduğunu belirtmişlerdir. Şeker içerenler arasında meyve rengine en yakın ve en acık renkte olan marmelatların ise 13 ve 14. reçeteler ile üretilen marmelatlar olduğunu belirtmişlerdir ( $P\geq 0.5$ ). Şeker miktarı rengin değişmesinde etkili olmuştur (Şekil 3). Nitekim renk analizinde elde edilen bulgularda da bu durum görülmektedir.

Tablo 5. Yüzde 1.00 pektin içeren marmelatlarla ait ortalama duyusal değerlendirme verileri

*Table 5. Average sensory evaluation data of marmalades containing 1.00% pectin*

Reçete	Değerlendirme Puanı								
	1	3	5	6	7	11	12	13	14
Renk	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.57	4.85	5.00	5.00
Kıvam	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.71	3.71	3.00	3.00
Koku	5.00	5.00	4.14	3.28	2.85	5.00	3.28	3.00	3.00
Tat	5.00	2.00	3.00	3.42	2.00	5.00	3.71	2.00	2.00

Reb A-şeker karışımı içeren marmelatlardan, 13. ve 14. reçeteler ile yapılan marmelatların canlı yapıldığı meyvenin renginin baskın olduğunu, 11 ve 12. reçeteler ile üretilen marmelatların ise meyve rengine göre çok

hafif renk kararması ya da renk kaybının olduğunu belirtmişlerdir ( $P<0.05$ ).

**Kıvam:** Panelistlere eşlenmiş kıyaslama tekniğiyle yalnızca Reb A içeren örneklerin kıvamının standart

olan örneğe göre nasıl olduğu soruldu (daha koyu, daha cıvık). Panelistlerin tamamı yalnızca Reb A içeren örneklerin daha cıvık olduğunu belirtti ( $P<0.05$ ). Reb A-şeker içermeyen marmelatlarla Reb A içeren marmelatların kıvamı arasında ise bir fark görmediklerini belirtmişlerdir ( $P\geq 0.5$ ). Bu durumda Reb A miktarındaki artışın kıvamı etkileme de panelistler tarafından önemli olmadığı belirlenmiştir.

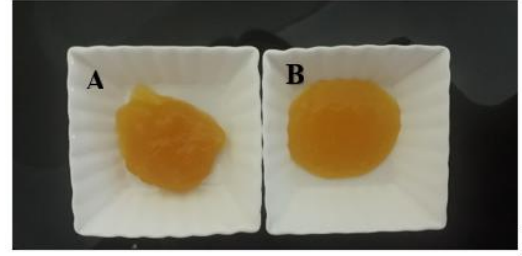
Ayrıca panelistlere marmelatlardan -Hangisini beğendiniz?- sorusu sorulmuştur. Standart marmelatın kıvamını yalnızca Reb A içeren ve Reb ya da şeker içermeyen marmelata göre daha çok beğendiklerini belirtmişlerdir ( $P<0.05$ ). Duyusal anket sonucunda panelistler standart marmelatı uygun jelimsi yapıda olarak belirtmişler, Reb A içeren ve şekeriz marmelatların tamamının hafif koyuluk/cıvıklık gösterdiğini bildirmişlerdir ( $P<0.05$ ). Şekil 3'de de görüldüğü üzere iki örnek bisküviye sürüldüğünde standart örnek daha toplu, jelimsi ve katı formda dururken, yalnızca Reb A içeren örneklerin daha dağılmış ve akışkan olduğu gözlemlendi. Şekerin verdiği o ağdalı yapı, Reb A içeren örneklerde görülmemiş, daha çok koyulaştırılmış pulpu andırmıştır. Nitekim Şirin [23]'de çalışmasında, tatlandırıcı eklenmiş elma marmelatların sertliğinin, toplam çözünür katı maddelerin azalması nedeniyle azaldığını, kıvam indeksinin, tatlandırıcı ikamelerinin artırılmasıyla azalırken, akış davranış endeksinin tatlandırıcı içeriğinin artmasıyla birlikte artan bir eğilim gösterdiğini belirtmiştir.

Panelistlere eşlenmiş kıyaslama tekniğiyle Reb A-şeker karışımı içeren örneklerin kıvamının standart olan örneğe göre nasıl olduğu soruldu (daha koyu, daha cıvık). Panelistlerin tamamı Reb A-şeker karışımı içeren örneklerin daha cıvık olduğunu belirtti ( $P<0.05$ ). Ancak panelistler standart marmelata, şeker içeriğinin fazla olmasından dolayı 11 numaralı örneğin en yakın kıvamda (Şekil 4), 12 numaralı örneğin çok hafif cıvıklıkta diğerlerinin ise hafif cıvıklıkta olduğunu ifade etmişlerdir ( $P<0.05$ ).

Başka bir çalışmada; Reb A-şeker karışımı kullanılarak enerjisi azaltılmış reçel üretimi gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar reçel örneklerinin görünüş, renk, koku, akışkanlık, tat ve lezzet ve tekstür özelliklerini duyusal olarak incelemiş ve istatistiki olarak değerlendirmiştir. Duyusal özelliklerinden görünüş, renk, koku, tat ve lezzet, tekstür özellikleri üzerinde istatistiki bakımından önemli olmadığını, akışkanlık özelliği üzerinde ise  $P<0.05$  seviyesinde önemli olduğunu belirtmiştir [9].

Panelistler Reb A-şeker karışımı içeren marmelatların tümünü yalnızca Reb A içeren örneklerle göre daha kıvamlı bulmuşlardır ( $P<0.05$ ). Reb A-şeker karışımı içeren örneklerde şeker miktarı artışına göre kıvamında artış görülmüştür. Ancak Reb A miktarı artışı kıvamını etkilememiştir. Bunun nedeni olarak şekerin SÇKM miktarını artırması ve de pektinin şeker içeriğinden dolayı daha fazla etki göstermesi olarak görülmektedir. Ayrıca şeker ürüne ağdalı yapı kazandırmaktadır. Panelistler en az miktardaki şekerin bile kıvamına etki

ettiğini belirtmişlerdir. En fazla şeker içeren örneğin kıvamını standarda yakın bulmuşlardır.



Şekil 4. A: 1. reçete (standart marmelat, yalnızca şekeri içermektedir), B: 11. Reçete, C: 12. reçete D: 13. reçete (B, C, D marmelatları Reb A-şeker karışımı içermektedir)

*Figure 4. A: 1<sup>st</sup> formulation (standard marmalade, with sugar), B: 11<sup>th</sup> formulation, C: 12<sup>th</sup> formulation, D: 13<sup>th</sup> formulation (B, C, D marmelades contain Reb A-sugar mix)*

**Koku:** İdeal bir tatlandırıcı en az şeker kadar tatlı, rensiz ve kokusuz olmalıdır. Steviol glikozit preparatları kokusuzdur veya kendine has kokusu olabilir. Bu amaçla panelistlere eşlenmiş kıyaslama testine göre standart örnekle ve yalnız Reb A içeren örneklerin kokusu arasında fark olup olmadığı sorulmuştur (daha kokulu, daha az kokulu, fark yok). Panelistlerin hepsi Reb A ve Reb A-şeker içermeyen örneklerin daha kokulu olduğunu belirtmiştir ( $P<0.05$ ). Reb A içeren örneklerde standart örnekten farklı olarak baskın meyve kokusu ve farklı bir koku aldıklarını belirtmişlerdir.

Duyusal test analizinde panelistlerden marmelatları kokunun "meyve kokusu veya kokusuz(5), çok hafif yabancı koku (otsu koku vb) (4), hafif yabancı koku (3), belirgin yanık ve diğer yabancı koku (2), çok belirgin yanık ve diğer yabancı koku (1)" olarak tanımlanması istenmiştir. Standart marmelatı meyve kokusu veya kokusuz, 5. numaralı örnekte çok hafif yabancı koku, 6 ve 7 numaralı örnekte hafif yabancı koku olduğunu belirtmişlerdir ( $P<0.05$ ). Bu durumda Reb A miktarının artması kokuyu etkilemiştir. Bu kokunun Reb A içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Panelistlere standart örnekle ve Reb A-şeker karışımı içeren örneklerin kokusu arasında fark olup olmadığı sorulmuştur (daha kokulu, daha az kokulu, fark yok). Panelistler 11 numaralı örnekte koku almadıklarını ancak diğerlerinde standarda göre farklı bir koku aldıklarını belirtmiştir ( $P<0.05$ ).

Duyusal test analizinde panelistlerden marmelatları kokunun "meyve kokusu veya kokusuz(5), çok hafif yabancı koku (otsu koku vb) (4), hafif yabancı koku (3),

belirgin yanık ve diğer yabancı koku (2), çok belirgin yanık ve diğer yabancı koku (1)" olarak tanımlanması istenmiştir. Standart ve 11 numaralı örneği; meyve kokusu veya kokusuz, 12, 13 ve 14 numaralı örnekleri; hafif yabancı koku olarak tanımlanmışlardır ( $P<0.05$ ). Bu durum şeker miktarının kokuyu maskeleymesinden kaynaklanabilir.

*Tat:* Panelistler standart marmelatı değerlendirirken olması gerektiği gibi ifadesinde bulunmuşlardır. Ağıza alındığında uygun jelimsi yapının olduğunu, şeker asitliğin dengeli ve yerinde olduğunu belirtmişlerdir. Marmelat örneklerinden 7 numaralı reçeteyi standart marmelata göre daha fazla tatlı, 5 numaralı reçeteyi daha az tatlı bulmuşlardır ( $P<0.05$ ). 6 numaralı reçetenin tatlılığı ise benzer görülmüş ve beğenilmiştir. 5 ve 6 numaralı reçeteyi hafif yabancı tatta ancak meyvemsi uyumlu hoş ve 7 numaralı reçeteyi belirgin yabancı tat ve tatlı olarak belirtmişlerdir ( $P<0.05$ ). Reb A içeren marmelatları tattıklarından sonra ağızda kendine özgü (acımsı) bir tat bıraktığını ve bu tadı uzun bir süre sonra bile ağızda kaldığını ifade etmişlerdir. Stevioside ve rebaudiosit A gibi steviol glikozitlerin acı bir tat ve meyan kökü aroması özellikleri sergilediği çalışmalarca açıklanmıştır [31]. Ayrıca Reb A'nın acılık ve kimyasal hissi Fujimaru ve ark. [32] tarafından da bildirilmiştir [33]. Rebaudiana A ne kadar saf ve konsantre olursa, o kadar az acı ve daha tatlı olduğunu belirtmişlerdir [34]. Bunun yanında Reb A miktarının önemli olduğu belirlenmiştir. Panelistler daha tatlı olan da (7. reçete) bu kendine özgü tadın (acımsı) biraz daha fazla olduğuna değinmişlerdir. Benzer olarak Yılmaz [9] 'da Reb A kullanılmış reçel örneklerinde yaptıkları duyu analizi sonucunda hafif bir acımsı tadın hakim olduğunu bildirmiştir.

Reb A-şeker karışımı içeren marmelatlar için panelistlere marmelatların meyvemsi, uyumlu hoş -hafif yabancı tat ve uyumlu, hoş -çok hafif yabancı tat, uyumlu -belirgin yabancı tat ve çok ekşi ya da tatlı -çok belirgin yabancı tat ve çok ekşi veya tatlı olarak değerlendirilmesi istenmiştir. 11. reçetenin tatlılığını standarda en yakın bulmuşlardır. Ayrıca daha meyvemsi ve hoş olduğunu ifade etmişlerdir. 12. reçete için çok hafif yabancı tat aldıklarını, 13 ve 14. reçeteler için belirgin yabancı tat ve çok ekşi ya da tatlı olarak nitelendirmişlerdir ( $P<0.05$ ). Panelistler 12, 13, 14 örneklerini standarda göre daha tatlı bulmuşlardır ( $P<0.05$ ). Şeker katılan ürünlerin tadını ağız yapısı olmasından dolayı yalnız Reb A içeren örneklere göre daha çok beğenmişlerdir.

Genel değerlendirme soruları: Panelistlerin hepsi Reb A içeren bir marmelatı normalde satın almayacaklarını ancak şeker hastası olduklarında veya diyet yaptıklarında alabileceklerini belirtmiştir. Reçetelerden ise %87.7 si sadece Reb A içeren marmelatı değil içerisinde bir miktar şeker bulunan marmelatı tercih edeceklerini ifade etmiştir. Reçeteler içerisinde en çok hangisini beğendiniz diye sorulduğunda panelistler 11. reçeteyi tercih etmiştir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Normal reçel veya marmelatların üçte ikisi şekerden oluşmaktadır. Şeker hastalarının ve diyet yapanların böyle bir ürünü tüketmesi önerilmemektedir. İşte böyle durumlarda tatlandırıcılardan yararlanılarak veya şeker miktarını azaltarak normal bir marmelatın tekstürel özelliklerine sahip marmelatlar üretilmeye çalışılmaktadır. Ancak bunun en önemli koşulu, bu amaca uygun özel pektin preparatları kullanarak, şekerli veya çok düşük şeker içeren ortamda jel oluşumunun gerçekleştirilmesidir. Bu yolla %15-40 arasında çözünmüş madde içeren yeterli nitelikte bir jel elde edilebilmektedir [35]. Çalışmamızda da suda çözünür kuru madde; Yalnızca Reb A içeren ve Reb A-şeker içermeyen marmelatlarda  $20\pm 1$  Brix, Reb A-şeker karışımı içeren marmelatlarda şeker miktarına göre  $58.4g; 40\pm 1$  Brix,  $32.44g; 30\pm 1$  Brix ve  $17.52g-17.62g; 25\pm 1$  Brix olarak belirlenmiştir. Verilerden görüldüğü üzere reçeteler bu şartı sağlamıştır. Ayrıca 11. reçete hariç Türk Gıda Kodeksinin, "Çözülebilir KM miktarı en az %25 oranında azaldığında ürün düşük şekerli....olarak adlandırılır" tanımına uymaktadır. Ancak Reb A içeren örneklerde SÇKM içeriğine rağmen geleneksel marmelatta görülen jelimsi ve parlak yapının tam oluşmadığı görülmüştür. Marmelatların SÇKM' sinin az olması duyu özelliklerini olumsuz etkilemiştir. Bununla birlikte SÇKM azlığından dolayı ürünlerin kısa sürede bozulduğu gözlemlenmiştir. Çünkü meyvelerin muhafaza edilme yöntemlerinden biri de şekerle dayandırılarak depolanmasıdır. Reçel ve marmelat şekerle dayandırılmış ürünlerdendir. Bu yöntemle; meyveye belli konsantrasyona ulaşana kadar şeker ilave edilmesi sonucu bozulmaya neden olabilecek mikroorganizma faaliyetine engel olunmaktadır [28]. Bu nedenle bu bilgiler göz önünde bulundurularak ayrıca raf ömrü çalışmaları araştırmacılar tarafından yapılabilir.

Renk analizi ve duyu analizi sonucu elde edilen renk verileri değerlendirildiğinde yalnızca Reb A içeren örneklerin standart marmelata göre daha acık bir renkte olduğu belirlenmiştir. Meyve rengine daha yakındır. Şeker katılan ürünlerin renginin farklı olmasının nedeni ise şekerin karamelizasyonudur. Şeker miktarı  $L^*$  değerini yani parlaklığını azaltmıştır. Yalnızca Reb A içerenlerin standart marmelata göre  $a^*$  ve  $b^*$  değeri incelendiğinde;  $a^*$  değeri daha yeşil,  $b^*$  değerleri daha sarıdır. Şeker miktarının esmerleşmeye etkisi esmerleşme indeksi verilerinde de görülmektedir. En yüksek BI değeri 192.49 ile %1.00 pektin-şeker içeren standart marmelattadır. %1.00 pektin-Reb A karışımı içeren örneklerin BI değeri ise 119.42 ile 122.94 değerleri arasındadır. Ayrıca yalnızca Reb A içeren örnekler, şeker içerenlere göre daha yüksek C değeri vermiştir yani daha canlı görünmektedir. Yalnızca Reb A içeren örnekler için renk değişimi önemsizdir. Genel olarak marmelatların hue değeri 97.30 ile 100.65 arasında tespit edilmiştir. Her ne kadar renk analizi verilerinin analitik değerlendirmesinde Reb A içeren örnekler meyve rengine daha yakın olsa da örneklerin rengi geleneksel marmelatlar için panelistlerin alışık olmadığı bir renk olarak karşımıza çıkmıştır. Renk diğer duyu özelliklerini ve dolayısıyla yiyeceklerin kabul edilebilirliğini, tercihini etkiler. Panelistler standart



marmelatın rengini daha çok beğenmiştir. Bunun nedeni olarak ise daha lezzetli görünen bir renk olduğunu bildirmişlerdir. Lezzetli görünümde geçmişten gelen renk alışkanlıklarının yanında oluşan jelin etkisi de olabilir. Jel oluşumu rengin daha parlak ve yarıgeçirgen görülmesini sağlamıştır. Ayrıca a\* değerlerinde bakıldığında şekerli marmelatlar kırmızılığa daha yakındır. Kırmızı tüketicilerin bilinçaltını uyaran ve onlara açlık hissi veren iştah acı bir özelliğe sahip olduğu da araştırmacılar tarafından belirtilmiştir [36]. Standart marmelat dışında marmelatlardan da en çok rengini beğendikleri örnek 11 numaralı reçete ile yapılan marmelat olmuştur. Panelistler 11 numaralı örneğin rengini standarta en yakın renk olarak belirtmiştir.

Panelistler yalnızca Reb A içeren örneklerin kıvamının standart örneğe göre civık olduğunu belirtmiştir. Az miktarda şeker ilavesi bile SÇKM miktarını ve pektinin işlevselliğini artırdığı için kıvamında etkili olmuş ve olumlu etkilemiştir. Reçeteler içerisinde kıvamı standarta en yakın olan reçete 11'dir. Reb A miktarı kıvamda etkili olmamıştır. Çünkü Reb A'nın çok az bir miktarı bile yüksek tatlılık vermekte ve dolayısıyla Reb A miktarındaki artışlar oransal olarak kıvamı etkilemede önemsiz kalmaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda yalnızca Reb A kullanılarak üretilen marmelatların kıvamında sorun olduğu ve pektinin yetersiz kaldığı görülmektedir. Marmelatlar için kıvam önemli bir kalite kriteridir. Yalnızca Reb A kullanılmak istenen marmelat üretiminde başka kıvam artırıcılar araştırmacılar tarafından çalışılabilir. Bununla birlikte çalışma da kullanılan pektin HM pektindir. HM pektinin çalışmasında şeker içeriği önemlidir. Portakal içerisinde bulunan şeker oranı ise yeterli gelmemiştir. Ancak 11. reçetede olduğu gibi geleneksel marmelata göre daha az kalori bir ürün üretilmesi açısından bir miktar şeker yerine tatlandırıcı ilave edilebilir. Şeker ilavesi ile olumlu sonuç alınmıştır. Yalnızca Reb A içeren örneklerin kıvamı sadece pektinden değil aynı zamanda şekerin verdiği ağıdalı yapının oluşmamasında dolayı da beğenilmemiştir. Bu nedenle çalışmalarda kıvam artırma konusunun yanında ağıdalı yapının oluşturulması da önem kazanmaktadır.

Bir üründe lezzet oluşumunda koku ve tat algısı önemlidir. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda gıdalardaki koku yoğunluğunun artması ile panelistlerin tat algısının artabileceği, aynı şekilde gıdanın tat bileşeninin konsantrasyonunun artması ile birlikte koku algısının artabileceği ifade edilmiştir [37]. Bu nedenle iki özelliğin birlikte değerlendirilmesi önemlidir. Panelistler Reb A içeren örneklerde farklı bir koku ve acımsı bir tat aldıklarını belirtmişlerdir. Ve bu durumun Reb A miktarı arttıkça arttığı belirlenmiştir. Aynı zamanda panelistler Reb A ve Reb A-şeker içermeyen örneklerde meyveli tadın ve meyve kokusunun baskın olduğunu bildirmişlerdir. Aroma bileşikleri, oda sıcaklığında buhar fazında bulunan, burun boşluğundaki koku alma dokusuna (olfaktör reseptörlerine) ulaşarak algılanan uçucu moleküllerdir. Birçok çalışmada, gıdanın aroma algısının ve in vivo aroma salınımının, (i) gıdanın doğası (tekstür, parçacık boyutu, viskozite), (ii) aroma maddelerinin miktarı ve doğası, (iii) gıda matriksi (lipid, protein, şeker, asit, alkol ve pektin vb.), (iv) yeme

davranışı ve (v) oral fizyoloji (tükürük salınımı, çiğneme, nefes alma, ağız boşluğu hacmi, ağız sıcaklığı, zaman, vb.) gibi faktörlerden etkilendiği bildirilmiştir [38]. Buna göre reçetelere göz attığımızda yalnızca Reb A içeren reçetelerde meyve oranı daha fazladır. Aynı zamanda standart marmelatın SÇKM'sinin yüksek olması yani şeker miktarının çok olması aromayı etkileyebilir. Reçeteler içerisinde 11. reçete tat olarak standarta en yakın görülmüştür. Aynı zamanda daha meyve kokulu olduğu belirtilmiştir. Panelistler 11 numaralı örnekte acımsı tadın ve kokunun fazla hissedilmediğini belirtmişlerdir. Bu nedenle standart marmelata göre daha çok beğenilmiştir. Yalnızca Reb A içeren örnekler arasında ise 6. reçete beğenilmiştir.

Sonuç olarak yalnızca Reb A kullanımında birçok duyuşsal problemle karşılaşmıştır. Bununla birlikte 11. reçete birçok alanda panelistler tarafından standarta yakın görülmüş ve beğenilmiştir. Böylelikle Reb A'nın marmelatta kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Ayrıca panelistler bu ürünü satın alabileceklerini belirtmişlerdir. Bu noktada eksik yönlerinin iyileştirilmesiyle geleneksel marmelata göre daha düşük kalorili bir ürün olarak piyasaya sunulabileceği düşünülmektedir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Lisak, K., Jelcic, I., Tratnik, L., Bozanic, R. (2011). Influence of sweetener stevia on the quality of strawberry flavoured fresh yoghurt. *Mljekarstvo*, 61(3), 220-225.
- [2] Ghanta, S., Banerjee, A., Poddar, A., Chattopadhyay, S. (2007). Oxidative DNA damage preventive activity and antioxidant potential of stevia rebaudiana bertonii, a natural sweetener. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 10962-10967.
- [3] Manisha, G., Soumya, C., Indrani, D. (2012). Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. *Food Hydrocolloids*, 29, 363-373.
- [4] Prakash, I., Dubois, G., Clos, J., Wilkens, K., Fosdick, L. (2008). Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 75-82.
- [5] Türk Gıda Kodeksi (2006). Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği. *T.C. Resmi Gazete* (2006/55), Ankara.
- [6] Yüksel, G.N. (2019). Şeker Otu (*Stevia rebaudiana*) ve Ürünlerinin Kek ve Kurabiyede Şeker Yerine Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- [7] Acaoğlu, B., Yolci Omeroğlu P. (2020). Nar suyu ve yeşil çay ilaveli kalorisi azaltılmış fonksiyonel geleneksel karışık meyve marmelatı üretimi. *Akademik Gıda*, 18(2), 143-155.
- [8] Benzer Gürel, D. (2016). Cevap Yüzeyi Yöntemi Kullanılarak Stevia Özü İçeren Düşük Kalorili Böğürtlen Reçeli Formülasyonunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

- [9] Yılmaz, F. (2016). Enerjisi Azaltılmış Reçel Üretiminde Stevia Ekstraktının Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [10] Reçel-Marmelat Üretim Teknolojisi. (2016, 6 Ocak). Erişim adresi: <https://silo.tips/download/reel-marmelat-ve-jle-reel-marmelat-retim-teknolojisi-pektin-pektin-pektin-pektin>
- [11] Talay, R. (2019). Goji Berry Pestili Üretiminde Farklı Formülasyon ve Pişirme Süresinin Ürünün Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Bayburt Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bayburt.
- [12] Kaya, C., Topuz, S., Bayram, M., Kola, O. (2019). Alıç marmelatı üretiminde farklı tatlandırıcı kullanımının ürün özelliklerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD)*, 8(3), 180-192.
- [13] Vega-Gálvez, A., Ah-Hen, K., Chacana, M., Vergara, J., Martínez-Monzó, J., García-Segovia, P., Lemus-Mondaca, R., Di Scala, K. (2012). Effect of temperature and air velocity on drying kinetics antioxidant capacity total phenolic content colour texture and microstructure of apple (var. Granny Smith) slices. *Food Chemistry*, 132(1), 51-59.
- [14] İzli, G. (2018). Farklı kurutma uygulamalarının armut meyvesinin bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(4), 479-485.
- [15] Çetin, N. (2019). Kurutma koşullarının elma ve portakalda renk özelliklerine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 463-470.
- [16] Cemeroglu, B. (2010). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara.
- [17] MEB (2012). Gıda Teknolojisi: Duyusal Test Teknikleri. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- [18] TS 3734 (1982). Marmelatlar Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [19] Aslanova, D. (2005). Reçel Üretimi ve Depolanması Sürecinde HMF Oluşum Kinetiği. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [20] Koç, E., Yolcu Ömeroğlu, P. (2019). Geleneksel anjelika (melek otu) reçelinin fizikokimyasal ve duyusal özellikleri. *Akademik Gıda*, 17(4), 485-496.
- [21] Turfan, Ö. (2008). Nar Suyu Konsantresi Üretim Ve Depolama Sürecinde Antosiyaninlerdeki Değişimler. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [22] Zor, M. (2007). Depolamanın Ayva Reçelinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum.
- [23] Şirin, P. (2019). Rheological, Textural, Physico-Chemical and Sensory Properties of Low Sugar Apple Marmalade. M.Sc. Thesis. İzmir Institute of Technology, Graduate Education Institute, İzmir, Turkey.
- [24] Igual, M., Contreras, C., Martínez-Navarrete, N. (2010). Non-conventional techniques to obtain grapefruit jam. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, (11), 335-341.
- [25] Ağçam, E. (2011). Vurgulu Elektrik Alan ve Isıl İşlem Uygulamalarının Portakal Suyunun Özellikleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [26] MEB (2007). Marmelat Üretimi. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- [27] Tekin, T. (2009). Farklı Kıvam Verici Maddelerin Nar Reçelinin Reolojik Özellikleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- [28] Cemeroglu, B., Karadeniz, F., Özkan, M. (2003). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara.
- [29] Kaplan, B. (2006). Çukurova Bölgesinde Satışa Sunulan Bazı Reçellerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Türk Gıda Kodeksine Uygunluğu Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [30] Cemeroglu, B. (2004). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- [31] Muñoz-Labrador, A., Azcarate S., Lebrón-Aguilar, R., Quintanilla-López, J.E., Galindo-Iranzo, P., Kolida, S., Methven, L., Rastall, R.A., Javier, F.M., Hernandez-Hernandez, O. (2020). Transglycosylation of steviol glycosides and rebaudioside a: Synthesis optimization, structural analysis and sensory profiles. *Foods*, (9), 1753.
- [32] Fujimaru, T., Park, J.H., Lim, J. (2012). Sensory characteristics and relative sweetness of tagatose and other sweeteners. *Journal of Food Science*, (77), S323–S328.
- [33] Tao, R., Cho, S. (2020). Consumer-based sensory characterization of steviol glycosides (Rebaudioside A, D, and M). *Foods*, (9), 1026.
- [34] Difference Between Stevia and Rebaudiana-A? (2021, 7 Ekim). <http://www.everstevia.com/stevia-rebaudiana-a.html>.
- [35] Cemeroglu, B. (2013). Meyve Sebze Teknolojisi 2, Bizim Grup Basımevi, Ankara.
- [36] Demirdöğmez, M. (2021). Girişimlerin (işletmelerin) kullandıkları renkler ve pazarlamada renk psikolojisi. *Dijital Communication Journal*, 4(5), 92-105.
- [37] Karagöz, Ş. (2018). Gastronomide tat ve aroma etkileşimleri. *International West Asia Congress of Tourism Research*, 27 Sept –30 Sept 2018, Van, Turkey.
- [38] Eker, T., Cabaroğlu, T. (2018). Gıdaların tüketilmesi sırasında retronazal yolla aroma salınımının belirlenmesi. *Gıda*, 43(1), 64-77.



## Üniversite Öğrencilerinde Sosyal Fizik Kaygısı ile Duygusal Beslenme Arasındaki İlişki

Melisa Çakar<sup>1</sup> , Sedat Arslan<sup>2</sup>  

<sup>1</sup>İstanbul Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

<sup>2</sup>Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Balıkesir

Geliş Tarihi (Received): 06.09.2022, Kabul Tarihi (Accepted): 03.02.2023

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [sarslan@bandirma.edu.tr](mailto:sarslan@bandirma.edu.tr) (S. Arslan)

☎ 0 266 717 4554 📠 0 266 718 6414

### ÖZ

Duygusal yeme, bireysel ve çevresel etkenlere bağlı duygusal durumlara yanıt olarak ortaya çıkan bir eğilim olarak tanımlanır. Genellikle kaygı, öfke ve depresyon gibi duygusal durumlar iştahı azaltırken benzer duygusal durumları yaşadıklarında, duygusal yeme davranışı gösteren bireyler aşırı yeme davranışları sergileyebilirler. Yeme davranışına bağlı olarak bireylerin sosyal fizik kaygıları etkilenebilir. Beden şekli dâhil olmak üzere genel görünümü çevreleyen sosyal kaygı, başkaları tarafından olumsuz değerlendirme korkusu anlamına da gelir. Buna dayanarak bu çalışmada üniversite öğrencilerinde sosyal fizik kaygısı ile duygusal yeme davranışının ilişkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada 370 üniversite öğrencisinden kişisel bilgiler toplandıktan sonra Sosyal Kaygı Anksiyetesi ve Hollanda Yeme Davranışı ölçekleri kullanılarak veriler elde edilmiştir. SPSS programı kullanılarak parametrik olmayan testlerden Mann-Whitney U ve Kruskal-Wallis testi ile korelasyon analizleri için Pearson korelasyon testi kullanılmıştır.  $P < 0.05$  değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Yaş ortalaması  $21.93 \pm 2.23$  olan bireyler (216 kadın ve 154 erkek) arasında değerlendirme yapıldığında yaşanan yer ve birey, sigara ve alkol kullanımı, ebeveynin eğitim düzeyi gibi kişisel faktörlerin yeme davranışı ve/veya sosyal fizik kaygısına etkili olduğu belirlenmiştir. Sosyal fizik kaygısı ve duygusal beslenme açısından ise fiziksel görünümünden rahatsız olanlarda ve yiyeceklerle ilgili dış uyaranlar nedeniyle yeme davranışı gösterenlerde duygusal yeme davranışının arttığı görülmüştür. Duygusal yeme davranışının çevre tarafından da fiziksel açıdan olumsuz değerlendirme beklentisinin olması ve kendilerini ağırlık kazanımı korkusuyla kısıtlamaları nedeniyle bireylerin psikolojik ya da diyetisyen destekli yaklaşımı önerilmektedir. İlerleyen çalışmalarda yeme bozuklukları ölçekleri de dâhil edilerek bu davranış ve kaygı yaklaşımlarının yeme bozukluğu açısından aydınlatılması da sağlanabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Sosyal fizik kaygısı, Duygusal yeme davranışı, Dışsal yeme davranışı, Kısıtlayıcı yeme davranışı

### Relationship between Social Physique Anxiety and Emotional Nutrition among University Students

#### ABSTRACT

Emotional eating is defined as a tendency that occurs in response to emotional states related to individual and environmental factors. While emotional states such as anxiety, anger, and depression generally reduce appetite, individuals with emotional eating behavior may exhibit binge eating behaviors when they experience similar emotional situations. The social physique anxiety of individuals is affected depending on eating behavior. Social anxiety surrounding general appearance, including body shape, also means fear of negative evaluation by others. This study aimed to evaluate the relationship between social physique anxiety and emotional eating behavior among university students. For this purpose, after collecting personal information from 370 university students, data were obtained by using Social Anxiety and Dutch Eating Behavior scales. The SPSS program was used for the Mann-Whitney U and

Kruskal-Wallis tests, nonparametric tests, and the Pearson correlation test was used for correlation analysis. P values less than 0.05 were considered statistically significant. Among individuals (216 females and 154 males) with a mean age of 21.93±2.23, personal factors such as the place of residence and individual, smoking and alcohol use, and parental education status had an effect on eating behavior and / or social physique anxiety. In terms of social physical anxiety and emotional nutrition, emotional eating behavior increased in those individuals who were disturbed by their physical appearance and who showed eating behavior due to external stimuli related to food. Psychological or dietitian-assisted approach of individuals is recommended because emotional eating behavior is expected to be evaluated physically by the environment negatively and they restrict themselves with the fear of gaining weight. Eating disorders' scales can be included in future studies, and behavioral and anxiety approaches can be clarified in terms of eating disorders.

**Keywords:** Social physical anxiety, Emotional eating behavior, External eating behavior, Restrictive eating behavior

## GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü sağlığı; yalnızca bir hastalık ya da sakatlığın olmayışı değil, insanın ruhsal, fiziksel, zihinsel ve sosyal yönlerinden tam bir iyilik halinde olması şeklinde tanımlamıştır [1]. Kişinin ruhsal, fiziksel, zihinsel ve sosyal yönden sağlıklı olabilmesinin temel noktalarından birisi de yeterli ve dengeli beslenmesidir. Beslenme davranışı bireyin yaşam kalitesinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Beslenme, yaşam standartlarının kaliteli olması ve birçok yönden iyilik halinde olması için temel ihtiyacımız olup, yapılması gereken bilinçli bir davranıştır. Sağlıklı beslenme, insanın fiziksel büyümesi, gelişmesi, sağlıklı ve üretken olabilmesi için gerektiği kadar besin öğelerini vücuda alıp yaşam boyu kullanabilmesidir [2]. Beslenme gereksiniminin yeterli kadar karşılanması, biyolojik büyüme ve gelişmenin yanında bireyin psikolojisinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Besin öğelerinin ihtiyaç kadar alınmaması sonucunda bireyin sağlığı olumsuz etkilenir. Bazı besin öğelerinin bağışıklık sistemi hücrelerinin yapımında fonksiyonları bulunmaktayken bazıları antioksidan etkileri ile immün sistem fonksiyonlarını düzenlemekte, bazıları ise inflamatuvar yanıtta görev almaktadır [3]. Bireylerin duyu durum değişikliklerinde, öfke probleminde ya da baskı altında hissettikleri durumlarda normale göre daha çok yiyecek tükettiği belirtilmiştir. Duygu değişikliği ile gereksinimden fazla beslenmenin ana faktörü bireylerin beslenme ilişkili psikolojik unsurlarının etkilenmesidir. Bazen de duygusal değişiklik iştah kaybına sebep olabilir. Örneğin, bireyin heyecanlı olması veya stresli olduğu zamanlarda iştahsız olması duygusal durumların yemek yeme üzerinde bıraktığı etki ile ifade edilmektedir [4].

Duygusal yeme, olumlu ya da olumsuz duygulara karşılık olarak oluşan aşırı yeme davranışını anlatan bir yeme bozukluğu olarak geçmektedir. Olumlu ya da olumsuz duyu değişimine karşılık olarak gelişen bu gerektiğinden fazla yeme tepkisinin; yeme bozukluğu olanlarda, kilo sorunu yaşayanlarda ve normal kilolu olanlarda da mevcut olabileceği görülmüştür [5]. Duygu durum değişikliğinin besin tercihi ve bireyin iştahının etkilenmesinde %30-48 oranında etkili olduğu ve yemek yemeyi artırdığı ya da azalttığı bilinmektedir [6].

Beslenmenin bireyin ruh sağlığı üzerinde etkisi olduğu gibi ruhsal sağlık sorunlarının da beslenme davranışı üzerinde etkisi görülmektedir. Duygusal, ruhsal ve bilişsel faktörler bireyin tüketeceği besine dair tercihinin

farklılık göstermesini de etkilemektedir [7]. Bozulmuş duygusal beslenme davranışının diğer nedenlerinden olan psikosomatik kurama göre, bozulmuş duygusal beslenme bireyin çocukluk zamanındaki olumsuz deneyimleri ile ilişkilidir. Ebeveynlerin çocuklarına "ödül veya ceza" (ebeveynin sözünü dinlemesi sonucu çocuğun ödül olarak sevdiği yiyeceği tüketmesine izin vermek ya da izin vermemek "ceza") sonuçlu besinleri öne sürmesi, çocuklar yemek yeme arzusunun dile getirmeden ve dinlemeden çocukların adına beslenmesini yönlendirmesi sonucu çocukta açlık veya tokluk sinyallerini kavrayamamasına yol açmaktadır. Özellikle çocukluk zamanında duygularını ve isteklerini ifade edemeyen bireylerin yetişkinlik zamanında yemek yemeyi ödül olarak görmeye, duyu durum değişikliğine karşı yemek yemeyi sürdürmeye ve duygusal yeme davranışının devam ettiği görülmektedir [8]. Bireyin, doğumdan yetişkinliğe kadar geçen süreçte beslenme davranışının şekillenmesinde duygusal açlık, ödül mekanizması, çevresi, ailenin yaklaşımı gibi pek çok faktör etkilidir. Beslenme davranışı, psikiyatrik sorun haline dönüşebilmekte ya da normal yeme davranışlarında sorunlar görülmektedir [9].

Duygusal beslenme davranışı, gerçek ihtiyaç duyulan açlık olmadığı halde kişinin yaşadığı olumsuzluklardan uzaklaşmak, sorun oluşturan durumlardan kaçınmak ya da başa çıkabilmek gibi nedenlerden dolayı yemek yemeye yönelimini ifade etmektedir. Sonrasında hissedilen pişmanlık duygusu kişide sorunu çözme becerilerinin yetersiz kaldığının göstergesidir [10]. Üniversite öğrencilerinin, ev yemekleri dışında beslenme yönelimleri, sıklıkla fast-food yemeklerine yönelik beslenme tercihleri geliştirdiği ve elzem besin öğelerinden eksik beslendiği ortaya çıkmakta olup, öğrencilerin beslenme tercihleri ve davranışları farklılık göstermektedir [11].

Shawn ve ark. [12], 14 farklı çalışmayı kapsayan aşırı yeme, duygusal beslenme ve ağırlık kazanımı sonucunda duyu durum değişikliğiyle yemek yemeye yönelmenin önüne geçmek için bireyde farkındalık meditasyonunu değerlendiren araştırmayı incelemişlerdir. Farkındalık, yorumlamadan veya yargılamadan, o anda ne hissedildiğinin yoğun bir şekilde fark edilmesine odaklanan bir tür meditasyondur. Farkındalık meditasyonu, bedeni ve zihni gevşetmek ve stresi azaltmaya yardımcı olmak için nefes alma yöntemlerini, rehberli imgelemeyi ve diğer uygulamaları içermektedir. Kişide, farkındalık meditasyonunun

ihtiyaçtan daha çok beslenme ve duygusal yemede olumlu sonuçların görüldüğü, ağırlık değişiminde ise tedavinin etkili olduğu görülmüştür [12].

Son zamanların önemli sorunlarından birisi de sosyal kaygıdır. Bireyin kendi bedeninin görünümünden dolayı duyduğu anksiyete kavramlardan biri olan sosyal fizik (görünüş) kaygısı, insanların fiziksel görünüşlerinin başkaları tarafından değerlendirilirken hissettikleri endişe olarak tanımlanmaktadır. İnsanlar, dış görünüşlerine dışarıdan bakıldığında iyi bir izlenim kurma isteği duymaktadır. Buna dayanarak arzu edilen algıyı ve olumlu imajı kurmada yetersiz olduğunu hissettikleri ya da anladıkları zamanlarda da sosyal fizik kaygısı yaşamaktadırlar [13, 14]. Genel olarak, psikolojik bir etken olarak görülen sosyal fizik kaygısı; kişinin bedensel görünümünün dış çevresi tarafından olumlu olarak değerlendirilmediğini hissettiği veya inandığı durumlar beden imgesi endişesi ile ilişkilidir [15].

Bu bilgilere dayanarak, bu çalışmada üniversite öğrencilerinin sosyal fizik kaygısı ile duygusal beslenme arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu amaçla sosyal fizik kaygısının yeme tutum ile ilgili olumsuzluğu gösteren "Duygusal Yeme", "Kısıtlayıcı Yeme" ve "Dışsal Yeme" davranışları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ayrıca öğrencilerin demografik özellikleri, sağlık bilgileri, beslenme alışkanlıkları ve fiziksel aktivite durumları sosyal fizik kaygısı ve yeme tutumlarına olan etkisi incelenmiştir. Son olarak öğrencilerin demografik özellikleri, sağlık bilgileri, beslenme alışkanlıkları ve fiziksel aktivite durumlarının, öğrencilerin sosyal fizik kaygı durumları ile ilişkisi ele alınmış olup "Duygusal Yeme", "Kısıtlayıcı Yeme" ve "Dışsal Yeme" tutumları üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Üniversite öğrencilerinin sosyal fizik kaygısı ile duygusal beslenme arasındaki ilişkilerin incelenmesinin amaçlandığı bu araştırma tanımlayıcı ve kesitsel türde bir araştırma tipindedir. Çalışma için gerekli izinler İstanbul Okan Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (130/2020) alınmıştır. Bu araştırma Tunceli Munzur Üniversitesi kurumunda Şubat-Mart 2021 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın gerçekleştirileceği Tunceli Munzur Üniversitesi'nde öğrenim kaydı olan 5743 öğrenci çalışmanın evrenini oluşturmaktadır. Örneklem seçiminde rastgele örneklem yöntemi kullanılmıştır. Çalışmaya, 18 yaşından büyük, tanısı konulmuş psikolojik rahatsızlığı olmayan ve anketteki bütün soruları eksiksiz cevaplamış öğrenciler dâhil edilmiştir. Bu araştırma için; çalışmanın evreni N=5743, incelenen olayın görülüş sıklığı  $p=0,5$ , incelenen olayın görülme sıklığı  $q=0,5$ , t tablo değeri  $t=1.96$  ve olayın gerçekleşme sıklığına göre kabul edilen örneklem hatası  $d=0.05$  olarak belirlendiğinde örneklem sayısı 360 olarak saptanmış olup çalışmaya 360 öğrenci dâhil edilmiştir.

Araştırma verilerinin toplanma aracı olarak anket formu kullanılmıştır. Söz konusu anket formu katılımcılara sunulmadan önce çalışmaya katılacak öğrenciler yazılı

ve sözlü olarak araştırmanın amacı hakkında bilgilendirilmiş ve onayları alınmıştır. Verilerin toplanmasında, araştırmacı tarafından ölçekler dağıtılıp, çalışmaya katılan öğrencilere çalışmanın önemi hakkında bilgiler verilmiştir. Bu kapsamda öğrencilere, doğru ve samimi cevaplar vermelerinin çalışmanın güvenilirliğini etkileyeceği açıklanmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda demografik özellikler için kişisel bilgi formu hazırlanmış olup katılımcılara Sosyal Fizik Kaygı Envanteri (SFKE) ve Duygusal Yeme Ölçeği uygulanmıştır.

Katılımcılara ait cinsiyet, yaş, boy, ağırlık, spor yapma durumu, anne-baba eğitim durumu, uyku süresi gibi bilgilerini belirlemeye yönelik araştırmacı tarafından oluşturulan 14 soruluk kişisel bilgi formu kullanılmıştır.

Sosyal fizik kaygı düzeyini belirlemek için Hart ve arkadaşları (1989) tarafından geliştirilen ve Mülazımoğlu ve Aşçı [16] tarafından geçerlik ve güvenilirliği yapılarak Türkçeye uyarlanan SFKE kullanılmıştır. SFKE, fiziksel görünüm rahatlığı (FGR) (5 madde) ve olumsuz değerlendirilme beklentisi (ODB) (7 madde) olmak üzere iki alt boyutlu bir envanter olup toplam 12 maddeden oluşmaktadır. İç tutarlık katsayısı, FGR alt boyutu için kadınlarda 0.77, erkeklerde 0.75; ODB alt boyutu için kadınlarda 0.69, erkeklerde 0.68; genel olarak tüm envanter için kadınlarda 0.81, erkeklerde 0.77 olarak saptanmıştır. Test-Tekrar Test korelasyon katsayısı (güvenilirlik türü), kadınlarda her iki alt boyut için 0.80, erkeklerde FGR alt boyutu için 0.76 ve ODB alt boyutu için 0.77; tüm envanter için kadınlarda 0.88, erkeklerde 0.81 bulunmuştur [16]. Envanterdeki maddeler 5'li derecelendirme sistemine göre hazırlanmış olup "Tamamen doğru (5), Genellikle doğru (4), Bazen doğru bazen yanlış (3), Genellikle yanlış (2), Tamamen yanlış (1)" şeklinde derecelendirilmiş olup cevaplandırılmaktadır. Envanterdeki 1., 2., 5., 8. ve 11. maddeler ters puanlanmaktadır. Envanterden alınabilecek en düşük puan 12 ve en yüksek puan 60'tır. SFKE'den alınan puan arttıkça kişinin dış görünüşünden duyduğu kaygı düzeyi de artmaktadır. Çalışmaya dâhil edilen tüm öğrencilere çalışma hakkında bilgi verilerek aydınlatılmış onam belgesi alınmıştır. Değerlendirme sürecinde, kişilerle yüz yüze görüşme yapılmıştır.

Hollanda Yeme Davranışları Anketi, Van Strien ve ark. (1986) tarafından Hollandalı örneklerle geliştirilmiştir [17]. Envanter 33 maddeden oluşmaktadır. Maddeler, "Hiçbir Zaman", "Nadiren", "Bazen", "Sık" ve "Çok Sık" cevap şıklarından oluşmaktadır. Her madde 1 ile 5 arasında puanlanmaktadır. Ankette yer alan maddeler 5'li Likert skalasıyla çalışılmıştır (1: hiçbir zaman, 2: nadiren, 3: bazen, 4: sık, 5: çok sık) [17]. Testin toplam skoru değerlendirilmemekte 3 alt ölçek kendi içinde değerlendirilmektedir. "Duygusal Yeme", "Kısıtlayıcı Yeme" ve "Dışsal Yeme" olmak üzere üç alt boyut içermektedir. Testin skorlamasında herhangi bir "cut-off" noktası olmazken 3 alt skorun kendi içinde Likert skalası ile değerlendirilen toplam puanın yüksek olması yeme tutumu ile ilgili olumsuzluğu göstermektedir. "Duygusal Yeme" kişinin duygu durumundaki değişikliğe bağlı olarak yeme davranışına yönelmesi, "Kısıtlayıcı Yeme" kişinin ağırlık kazanımından korktuğu için yeme

davranışından kaçınması, "Dışsal Yeme" ise kişinin yiyeceklerle ilgili dış uyaranlardan etkilenerek yeme davranışını artırmaya yönelik tutumdur. Ölçekte bulunan 31. Madde ters puanlanmaktadır. Orijinal çalışmada ölçeğin Cronbach Alpha katsayısı Duygusal Yeme alt boyutu için 0.94, Kısıtlayıcı Yeme alt boyutu için 0,95, Dışsal Yeme alt boyutu için 0.85 olarak bulunmuştur. Hollanda Yeme Davranışları Anketinin 2009 yılında Türkçeye uyarlanması, geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Bozan [18] tarafından kazandırılmıştır. Hollanda Yeme Ölçeğinin Türkçe versiyonunda ilk 10 soru kısıtlayıcı yeme, 11-23 arası duygusal yeme, 24-33 arası ise dışsal yeme tutumunu değerlendiren sorulardır. Dışsal yeme skalasında bulunan 31. soru ise ters sorudur. Ölçeğin Türkçeye uyarlanması çalışmasında iç tutarlılık Cronbach Alpha katsayısı, Duygusal Yeme alt boyutu için 0.97, Kısıtlayıcı Yeme alt boyutu için 0.91 ve Dışsal Yeme alt boyutu için 0.90 olarak elde edilmiştir [18].

Çalışma verilerin değerlendirilmesinde SPSS 20 paket programı kullanılmıştır. Araştırmada yer alan öğrencilere ait tanımlayıcı bilgiler olan demografik özellikler, sağlık bilgileri, beslenme alışkanlıkları ve fiziksel aktivite durumlarına ait tanımlayıcı istatistikler frekans, yüzde, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanılarak sunulmuştur. Araştırmada yer alan değişkenlerin normal dağılım sınaması Shapiro-Wilk testi ve çarpıklık ve basıklık değerleri üzerinden yapılmıştır. Testler sonrası normal dağılım gösteren değişkenlerin bağımsız iki grup karşılaştırmasında Student T test, ikiden fazla bağımsız grubun karşılaştırılmasında ise ANOVA testi kullanılmıştır. ANOVA test sonucu sonrasında anlamlı farklılık elde edildiği durumlarda farklılığın hangi gruptan kaynaklandığının test edilmesinde Post-hoc testlerinden yararlanılmıştır. Değişkenler arasındaki ikili ilişkiler Pearson Korelasyon Analizi ile incelenmiştir. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkilerinin test edilmesinde ise çoklu ve hiyerarşik regresyon analizleri kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Bireylerin genel özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Araştırmaya dâhil edilen 370 kişinin (216 kadın, 154 erkek) yaş ortalaması yaş 18-35 arasında değişmekte olup ortalaması  $21.93 \pm 2.23$ 'dir. Çoğunluk olarak öğrenciler evde (%90.3) ve ailesiyle (%69.8) yaşamaktadır. Ebeveynlerin eğitim durumlarına bakıldığında annelerinin çoğunlukla lise (%33.2) ve

takiben ilköğretim (%27.6) mezunu olup babaların çoğunlukla lise (%38.6) ve ortaokul (%21.6) mezunu olduğu bulunmuştur. Katılımcıların vücut ağırlığı ortalama  $66.92 \pm 13.96$  kg'dır. Boy uzunlukları ise ortalama  $169.7 \pm 8.94$  cm'dir. Sigara kullanım alışkanlığı açısından 150 kişi (%40.5) sigara kullanmaktadır ve günde ortalama yaklaşık 10 sigara tüketilmektedir. Alkol kullanım açısından 193 kişi (%52.2) alkol tüketmektedir. Tüketilen alkol miktarı ortalama en çok ayda birkaç defa olarak saptanmıştır (%35.8).

Yapılan analizlere göre SFK toplam skoru fark göstermemiştir ( $p=0.065$ ). Ancak SFK alt boyutu olan fiziksel görünüm rahatlığı skoru erkeklerde ( $15.62 \pm 4.99$ ), kadınlardan ( $13.0 \pm 4.39$ ) daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). Olumsuz değerlendirilme beklentisi skoru ise kadınlarda ( $22,00 \pm 5.99$ ) erkeklere göre ( $18.41 \pm 7.21$ ) daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). Buna göre erkekler fiziksel görünümünden kadınlara göre daha fazla rahatsızlık duymakta iken başkaları tarafından olumsuz değerlendirilme beklentisinin kadınlarda daha yüksek olduğu bulunmuştur (Tablo 2).

Yaşanan yer ve birlikte yaşanan kişi(ler) ile SFK skorlarının Shapiro-Wilk normal dağılım sonucuna göre  $p < 0.05$  bulunmuştur (Tablo 3). Bu durum yaşanan yere göre SFK skorlarının normal dağılım göstermediğini ifade etmektedir. Normal dağılım olmadığı için istatistiksel analiz parametrik olmayan Mann-Whitney U testi (yaşanan yer için) ve Kruskal-Wallis (birlikte yaşanan kişi) ile yapılmıştır. Buna göre yaşanan yer ile SFK toplam skoru ve fiziksel görünüm rahatlığı alt boyutu skoru arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir (sırasıyla  $p=0.068$  ve  $p=0.158$ ). Ancak yurtda yaşayanların ( $24.22 \pm 7.55$ ), evde yaşayanlara göre ( $20.11 \pm 6.55$ ) daha fazla başkaları tarafından fiziksel görünüm olumsuz değerlendirilme beklentisi yaşadığı görülmüştür ( $p < 0.001$ ). Birlikte yaşanan kişiye göre SFK sonuçları karşılaştırıldığında hem SFK toplam puanı hem de SFK alt boyutları açısından anlamlı fark görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Aile ile yaşayanların fiziksel görünüm rahatsızlığı en fazla iken, fiziksel görünüm başkaları tarafından olumsuz değerlendirilmesi yönünde beklentisi ve sosyal fizik kaygısı en düşük bulunmuştur ( $p < 0.001$ ).

Mann-Whitney U testine göre cinsiyet ile kısıtlayıcı yeme davranışı ( $p=0.622$ ), duygusal yeme (0.849), dışsal yeme ( $p=0.652$ ) ve toplam yeme davranışı ( $p=0.741$ ) istatistiksel anlamlı fark göstermemiştir (Tablo 4).

Tablo 1. Katılımcıların genel özellikleri

*Table 1. General characteristics of the participants*

	N	%
Cinsiyet		
Kadın	216	58.4
Erkek	154	41.6
Toplam	370	100.0
Yaşanılan yer		
Ev	334	90.3
Yurt	36	9.7
Toplam	370	100.0
Hane Halkı		
Aile	259	69.8
Arkadaş	64	19.2
Tek	37	11.0
Toplam	370	100
Anne eğitim durumu		
Okur-yazar değil	50	13.5
İlkokul	102	27.7
Ortaokul	53	14.3
Lise	123	33.2
Üniversite	40	10.8
Üniversite üzeri	2	0.5
Toplam	370	100
Baba eğitim durumu		
Okur-yazar değil	23	6.2
İlkokul	70	18.9
Ortaokul	80	21.6
Lise	143	38.7
Üniversite	50	13.5
Üniversite üzeri	4	1.1
Toplam	370	100
Sigara kullanma durumu		
Evet	150	40.5
Hayır	220	59.5
Toplam	370	100
Alkol kullanma durumu		
Evet	193	52.2
Hayır	177	47.8
Toplam	370	100
Kullanıyorsa, alkol adedi		
Her gün	1	5
Haftada birkaç kez	41	21.2
Ayda birkaç kez	69	35.8
Yılda birkaç kez	40	20.7
Nadiren	42	17.3
Toplam	193	100
	Alt değer-Üst değer	Ortalama±Standart Sapma
Yaş (yıl)	18.0-35.0	21.93±2.23
Vücut ağırlığı (kg)	40.0-110.0	66.92±13.96
Boy uzunluğu (cm)	150.0-194.0	169.7±8.94
Tüketilen sigara adedi (gün)	1.0-30.0	9.9±1.07
Uyku süresi (saat)	3.0-13.0	8.63±1.79

Tablo 2. Cinsiyet ile sosyal fizik kaygısı ilişkisi

*Table 2. The relationship between sex and social physique anxiety*

Parametre	Kadın	Erkek	p
Fiziksel görünüm rahatlığı	13.00±4.39	15.62±4.99	<0.001*
Olumsuz değerlendirilme beklentisi	22.00±5.99	18.41±7.21	<0.001*
Toplam sosyal fizik kaygısı	35.02±4.66	34.02±5.48	0.065

\*p&lt;0.05 Mann-Whitney U testi

Tablo 3. Yaşanan yer ile sosyal fizik kaygısı ilişkisi

*Table 3. The relationship between residence and social physical anxiety*

Parametre	Ev	Yurt	p	
Fiziksel görünüm rahatlığı	14.34±4.84	11.72±3.95	0.002*	
Olumsuz değerlendirilme beklentisi	20.11±6.55	24.22±7.55	0.001*	
Toplam sosyal fizik kaygısı	34.46±5.01	35.94±5.01	0.024*	
	Aile	Arkadaş	Tek başına	p
Fiziksel görünüm rahatlığı	15.60±4.61	11.26±3.68	11.78±4.70	<0.001*
Olumsuz değerlendirilme beklentisi	18.34±5.83	24.27±6.23	24.05±6.55	<0.001*
Toplam sosyal fizik kaygısı	33.94±5.36	35.53±4.35	35.84±2.98	<0.001*

\*p&lt;0.05 Kruska-Wallis, Mann-Whitney U testi

Tablo 4. Yeme davranışı ile cinsiyet ilişkisi

*Table 4. Relationship between eating behavior and sex*

Parametre	Kadın	Erkek	p*
Kısıtlayıcı yeme davranışı	25.43±8.88	24.63±8.10	0.215
Duygusal yeme davranışı	37.54±15.12	37.12±14.26	0.588
Dışsal yeme davranışı	33.40±9.00	33.83±8.55	0.379

\*Mann-Whitney U testi, p&lt;0.05

Bireyin yaşadığı yere göre kısıtlayıcı yeme davranışı (p=0.215), duygusal yeme davranışı (p=0.588), dışsal yeme davranışı (p=0.379) ve toplam yeme davranışı (p=0.743) arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır (p>0.05). Bireyin kimle yaşadığına dair yapılan analizlerde ise kısıtsal yeme davranışı (p=0.847) anlamlı fark göstermezken, duygusal yeme davranışı (p=0.005) ve dışsal yeme davranışı (p=0.001)

istatistiksel anlamlı fark göstermiştir (p<0.05). Buna göre arkadaşı ile yaşayanlarda duygu durumuna göre yeme davranışına yönelme durumu en fazla iken, aile ile birlikte yaşayanlarda en azdır. Arkadaş ile birlikte yaşayanlarda dış uyaranlardan etkilenerek yeme davranışı artışı en fazla iken bu durum aile ile yaşayanlarda en azdır (Tablo 5).

Tablo 5. Evde yaşayanlar ile yeme davranışı ilişkisi

*Table 5. The relationship of eating behavior with those living at home*

Parametre	Aile ile Yaşama	Arkadaş ile Yaşama	Tek başına Yaşama	p
Kısıtlayıcı yeme davranışı	24.98±8.94	25.18±7.52	24.72±9.68	0.847
Duygusal yeme davranışı	35.88±14.2	42.05±15.30	40.11±16.64	<b>0.005*</b>
Dışsal yeme davranışı	32.69±8.37	36.84±9.41	34.94±9.16	<b>0.001*</b>

\*p&lt;0.05. Kruskal-Wallis testi

Yapılan analizlere göre fiziksel görünüm rahatlığı puanı, fiziğinin başkaları tarafından olumsuz değerlendirilme beklentisi puanı ile negatif yönlü korelasyon göstermektedir (r=-0.670 ve p<0.001). Sosyal fizik kaygısı ile olumsuz değerlendirilme beklentisi pozitif korelasyon göstermektedir (r=0.702 ve p<0.001). Duygusal yeme davranışı fiziksel görünüm rahatlığı ile

negatif korelasyon gösterirken (r=-0.177 ve p=0.001) olumsuz değerlendirilme beklentisi (r=0.144 ve p=0.006) ve kısıtlayıcı yeme davranışı ile (r=0.148 ve p=0.004) pozitif korelasyon göstermektedir. Dışsal yeme davranışı da duygusal yeme ile pozitif korelasyon göstermektedir (r=0.624 ve p<0.001) (Tablo 6).

Tablo 6. Sosyal fizik kaygısı ile yeme davranışlarının korelasyonu

*Table 6. Correlation between social physique anxiety and eating behaviors*

Parametre	FGR	ODB	SFK	Kısıtlayıcı yeme	Duygusal yeme	Dışsal yeme
FGR	1					
ODB	-0.670 <0.001*	1				
SFK	0.059 0.258	0.702 <0.001*	1			
Kısıtlayıcı yeme davranışı	-0.073 0.161	0.085 0.105	0.043 0.408	1		
Duygusal yeme davranışı	-0.177 0.001*	0.144 0.006*	0.408 0.367	0.148 0.004*	1	
Dışsal yeme davranışı	-0.166 0.001*	0.104 0.046	-0.020 0.699	-0.075 0.148	0.624 <0.001*	1

\*Pearson korelasyon testi, p&lt;0.05. FGR: Fiziksel Görünüm Rahatlığı, ODB: Olumsuz Değerlendirilme Beklentisi, SFK: Sosyal Fizik Kaygısı



Üniversite öğrencilerinin sosyal fizik kaygısı ile duygusal beslenme arasındaki ilişkilerin incelenmesinin amaçlandığı bu tanımlayıcı ve kesitsel araştırma yaş ortalaması 21.93±2.23 olan 370 bireyi (216 kadın, 154 erkek) içermektedir. Belirtilen amaçla sosyal fizik kaygısı ve Hollanda yeme davranışı envanteri kullanılarak kişisel veriler doğrultusunda birbiri arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. 'Duygusal yeme' terimi, Hollanda yeme davranışı envanterinin ikinci alt boyutuna atıfta bulunmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Olumsuz duygulara yanıt olarak, seçilen yiyeceklerin öncelikle enerji yoğun ve lezzetli yiyecekler olmasıyla birlikte yemek yeme eğilimi olarak tanımlanan duygusal yeme, olumsuz duygularla baş etmek için yemeyi kullanmak veya içsel açlık ve tokluk hallerini duygularla ilgili fizyolojik değişikliklerle karıştırmak gibi çeşitli mekanizmalardan kaynaklanabilir. Artan sayıda ileriye dönük çalışma, duygusal yemenin yetişkinlerde sonraki ağırlık artışı öngördüğünü göstermiştir [19].

Yurtta yaşayanların evde yaşayanlara göre başkaları tarafından fiziğinin olumsuz değerlendirileceği beklentisi daha fazladır. Turan ve diğerlerinin çalışmasında [20], hemşirelik öğrencilerinde benzer değerlendirme yapıldığında yaşanan yer ve birlikte yaşanan kişiler açısından sosyal fizik kaygısı ve alt boyutları fark göstermemiştir. Ölçeğin toplam puanı ve alt boyutları birbirine oldukça yakın olarak dikkat çekmektedir. Bu bağlamda çalışma bulgumuz uyumlu değildir. Çalışmamızda ailesi ile birlikte yaşayanların fiziksel görünüm rahatsızlığı en fazla iken, fiziğinin başkaları tarafından olumsuz değerlendirilmesi yönünde beklentisi ve sosyal fizik kaygısı en düşük bulunmuştur. Evde yaşayanlar tek başına, arkadaş ile ya da aile ile yaşıyorken, daha düzenli ve sık beslenme alışkanlığı özellikle ailesel düzen nedeniyle daha fazla olduğu için birey bunu "çok yiyorum, kilo alırım" gibi fiziği ile bağdaştırıyor olabilir ve bu nedenle evde yaşayanlar fiziksel görünümünden daha fazla rahatsızlık duyuyor olabilir. Bununla beraber ailesi ile birlikte yaşayanlarda onu en sık görüp değerlendirebilecek çevresi ailesi olduğu için fiziğinin olumsuz değerlendirileceği beklentisi ve sosyal fizik kaygısı daha düşük olabilir.

Arkadaşı ile yaşayanlarda duygu durumuna göre yeme davranışına yönelme durumu en fazla iken. aile ile birlikte yaşayanlarda en az olduğu gibi arkadaş ile birlikte yaşayanlarda dış uyaranlardan etkilenerek yeme davranışı artışı en fazla iken bu durum aile ile yaşayanlarda azdır [21]. Buna göre arkadaş ile birlikte yaşayanlarda duygular bastırılmayarak sonuç olarak yeme davranışına yönelebilmekte, bu da dış etkenlerden etkilenerek yeme davranışının artmasını açıklayabilmektedir. Birey aile yanında evde anne ya da yemek yapan bireyin pişirdiğini yemek durumunda kalmakta, dışarıdan rahatlık yemek söyleyememekte ya da abur cubur, fastfood gibi olumsuz yemek tercihlerinde arkadaşla ya da tek başına olduğu zamanki gibi rahat yönlenebilmektedir [21].

Anne ve babanın eğitim düzeyi arttıkça özellikle üniversite düzeyinde eğitim olan ebeveynleri olanların fiziksel görünümünden duydukları rahatsızlık, fiziğinin olumsuz değerlendirilme beklentisi ve sosyal fizik

kaygısı artmaktadır. Bu durum özellikle üniversite mezunu olan bireylerde mükemmeliyetçiliğin ve çocuklardan beklentinin artmasına bağlı olabilmektedir [22]. Bu durumda örneklemdaki öğrencilerin de aileleri mükemmeliyetçi tutum ve düşünce yapısı ile çocuklarının fiziksel görünümünün fit ve güzel olması yönünde baskıcı ve eleştirel olabilir. Bu durumda çocuk, bu konuda rahatsızlık, kaygı ve başkaları tarafından olumsuz değerlendirme korkusu taşıyor olabilir.

Anne ve babanın eğitim durumuna göre yeme davranışının bazı alt boyutlarında farklılık görülmektedir. Anne ve babası lise eğitim düzeyinde olanların dış uyaranlardan etkilenerek yeme davranışını arttırmaya yönelik tutumu en fazladır. Bununla birlikte annesi üniversite ve üzeri eğitim düzeyinde olanlarda duygu durumuna bağlı olarak en az yeme eğilimi görülmektedir. Ebeveynler, aile fertlerinin diyetinin yiyeceklerini seçerler. çocukların yeme modelleri olarak bilinçli ya da değil rol üstlenirler ve çocuklarda kültürel olarak uygun yeme kalıpları ve davranışlarının gelişimini teşvik etmek için beslenme uygulamalarını kullanırlar [23]. Bu nedenle beslenme ve besinler üzerine bilgi düzeyinin daha düşük olduğu öngörülen daha düşük eğitim düzeyindeki ebeveynlerin çocuklarında yeme davranışlarına bağlı olumsuzluklar beklenebilir. Çalışmamızda olumsuz davranış bakımından hem anne hem babası lise düzeyinde olanlarda bu durum en fazla görülmüştür. Oysaki örneklemda daha düşük eğitim düzeyleri de söz konusudur. Bu durum yorumlanacak olursa, eğitim düzeyi daha düşük olan ebeveynlerin eğitimlerini daha erken sonlandırarak evlenmiş olabilecekleri, dolayısıyla kendi çekirdek ailelerinin beslenme ve diyetleri ile ilgilenmek durumunda kaldıkları için lise düzeyindekilere göre çocukları için nispeten daha doğru beslenme modeli oluşturabilmiş olabilecekleri düşünülebilir.

Sigara kullananların fiziksel görünümünden rahatsızlığı, fiziğinin olumsuz değerlendirilecek olması beklentisi ve sosyal fizik kaygısı sigara kullanmayanlara göre daha fazla bulunmuştur. Önceki tanımlayıcı, ilişki arayıcı ve yarı deneysel araştırmalar, ağırlık kazanımı endişeleri ve olumsuz vücut imajının genç kadınlar arasında tütün içiciliği ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Deneysel bir çalışma, negatif beden imajı bilişlerinin aktivasyonunun sigara içme dürtüsü ürettiğini bulmuştur [24]. Üniversitedeki kız öğrencilerin dahil edildiği bir diğer çalışmada da sigara içenlerin içmeyenlere göre fiziksel görünümünden daha fazla endişe duyduklarını, ağırlık kazanımından daha fazla korktuklarını göstermişlerdir [25]. Bunlara dayanarak çalışmamız literatürü desteklemektedir.

Sigara kullanımının aksine alkol tüketenlerde fiziksel görünüme dair rahatsızlıkların daha fazla fiziklerinin başkaları tarafından olumsuz değerlendirilme beklentilerinin ve genel olarak sosyal fizik kaygılarının daha düşük olduğu belirtilmiştir [25]. Holzauer ve ark. [26] alkol kullanımı ve fiziksel görünüme dair algı ve tutumuna dair üniversite öğrencileri ele alan çalışmaları değerlendirdiği araştırmasında, alkol tüketenlerin özellikle kadınlar açısından alkolün özgüveni artırıcı bir etki yarattığı, tüketmeyenlere kıyasla daha fazla kilolu

olumlarına karşın daha yüksek özgüvenleri nedeniyle olumsuz eleştirilme endişelerinin olmadığı ve bu durumun aşırı alkol tüketimi için risk teşkil ettiğini belirtmiştir [26]. Bir başka çalışmada da alkol tüketenlerin vücut ağırlığı ve beden kütle indeksinin daha yüksek olduğu ve sağlıklı yiyecek seçimi davranışı gösterdiği görülmüştür [27].

Sigara ve alkol kullanan bireylerde duygu durumuna yeme davranışına yönelmesi ve yiyeceklerle ilgili dış uyaranlara göre yeme davranışına yönelmesi kullanmayanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Kırk yaş ve üzeri yetişkinlerde örneklem yaş aralığı çalışmamızdan farklı olmasına karşın benzer şekilde sigara ve alkol tüketenlerde olumsuz yeme davranışının daha fazla olduğu ve alkol tüketenlerin daha kilolu olduğu bulunmuştur [28]. Bu durum alkol tüketenlerin fiziksel görünümünden rahat olmalarını açıklar niteliktedir.

Ağırlık kazanımı korkusu nedeniyle kısıtlayıcı yeme davranışının duygu durumuna göre yeme davranışına yönelim ile arttığı belirtilmiştir. Negatif beden imajı, duygusal yeme ile ilişkilendirilmiştir [29]. Ek olarak, kişinin vücudundan hoşnutsuzluk, ağırlık kaybetmek istemesi ile ilgilidir [30]. Bunun tersine, vücut imajı ve yeme alışkanlıkları hakkında daha az endişe duyan bireylerin duygusal yemeye girme olasılığı daha düşük olabilir [31]. Vücut imajında daha fazla esnekliğe sahip bireylerin aşırı yeme olasılığı daha düşüktür, bu da duygusal yeme ile ilişkilidir [32]. Buna göre ağırlık kazanımı korkusuna bağlı yemek yemekten kaçınma vücut imajına karşı esnek olmayan bir davranış kalıbıdır. Çalışma bulgumuzdaki kısıtlayıcı yeme davranışı ile duygu durumuna göre yeme hali duygusal yeme davranışı olarak literatürü destekler niteliktedir.

Yiyeceklerle ilgili dış uyaranlar nedeniyle yeme davranışının duygu durumu değişikliklerine bağlı yeme davranışı gösterme ile pozitif yönde korele olduğu da bulunmuştur. Bu durumda koku, görünüş vb. nedenlerden dolayı bireyde yemek yemeyi teşvik edecek uyarı gerçekleşebilir ve bu yeme davranışında bir artış gösterebilir. Dört yüz yirmi dört üniversite öğrencisini içeren bir çalışmada çalışmamızla benzer şekilde dışsal yeme davranışı ile duygusal yeme pozitif korelasyon halinde bulunmuştur [33]. Bununla beraber pozitif duygusal yeme, dış etkiler, daha yüksek pozitif duygu yoğunluğu daha düşük duygusal düzenleme zorlukları olasılığı ile ilişkilidir; dahası pozitif duygusal yeme, düzensiz beslenmeyi yansıtmak zorunda değildir [34, 35].

Fiziksel görünüm, başkaları tarafından fark edilen ilk bireysel özelliklerden biridir ve sosyal etkileşimler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Beden imajı sadece bilişsel bir yapı değil, aynı zamanda başkalarıyla olan tutum ve etkileşimlerin bir yansımasıdır. Fiziksel çekiciliği olumlu kişisel niteliklerle ilişkilendirme eğilimi yalnızca batı kültüründe değil, aynı zamanda küresel olarak kültürel bir klişe haline gelmiştir [36]. Çalışmamızda bireylerin boy uzunluğu arttıkça fiziksel görünümüne dair duydukları rahatlık artmaktadır. Başkaları tarafından fiziğinin olumsuz değerlendirilme

beklentisi ise boy arttıkça azalmaktadır. Üniversite öğrencilerinin mevcut fiziksel özellikleri ile Hollanda yeme davranışı envanteri kullanılarak vücut imajı algıları değerlendirildiğinde çalışmamızla benzer şekilde daha uzun boylu bireylerin ideal boyda oldukları düşüncesinin daha fazla olduğu ve fiziksel görünümünden rahatsızlık duymadıkları görülmüştür [37].

Hart ve ark.'na [38] göre sosyal görünüm kaygısı, bir bireyin boy, ağırlık ve kas yapısı gibi genel fiziksel görünümünü dikkate alan daha detaylı ve genel bir terimdir. Kişinin ten rengi ve yüz şekli (burnun şekli, gözler arasındaki mesafe, gülüşü vb.) gibi vücut algılarını da içerir. Genel olarak sosyal görünüm kaygısı, bireyin olumsuz beden imajının bir sonucu olarak kabul edilebilir [39]. Sosyal görünüş kaygısı olan bireylerin başkaları tarafından reddedilme ihtimalinden dolayı daha az samimi davranışlar sergiledikleri görülmektedir [40]. Bu durum çalışmamızda fiziksel görünümüne dair daha rahat olan bireylerin fiziğinin başkaları tarafından olumsuz değerlendirme beklentisinin düşük olması şeklinde elde edilen bulguyu açıklar niteliktedir. Bir başka deyişle çalışmamız literatürle uyumludur.

Araştırma bulguları literatür ile gösterdiği benzerlik nedeniyle güçlü bir yöne sahiptir. Bununla beraber Türk popülasyonunda üniversite öğrencilerini içeren ve sosyal fizik kaygısı ile duygusal yeme tutumunu ele alan ilk çalışma olması nedeniyle özgün bir değere sahip olup literatüre katkı sağlamaktadır.

## SONUÇ

Çalışma sonuçlarına göre tek başına ya da arkadaşlarıyla ve/ veya yurtda yaşayan üniversite öğrencilerinin olumsuz yeme davranışları daha fazla olmakta ve fiziksel görünümüne dair rahatsızlık duymaktadırlar. Bununla beraber sigara ve alkol kullanan bu genç popülasyonda sağlık açısından olumsuz teşkil etmesinin yanı sıra sosyal fizik ilgili kaygılarındaki olumsuz algı ve düşünceler hâkim olduğundan bu popülasyona destek sağlanmalıdır. Duygusal yeme davranışının çevre tarafından da fiziksel açıdan olumsuz değerlendirme beklentisinin olması ve kendilerini ağırlık kazanımı korkusuyla kısıtlamaları nedeniyle yukarıda belirtilen koşullardaki bireylerin psikolojik ya da diyetisyen destekli yaklaşımı önerilmektedir. İlerleyen çalışmalarda yeme bozuklukları ölçekleri de dâhil edilerek bu davranış ve kaygı yaklaşımlarının yeme bozukluğu açısından aydınlatılması da sağlanabilir.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Dr. Öğretim Üyesi Sedat Arslan danışmanlığında yapılmış olan Melisa Çakar'a ait Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] World Health Organization. (2018). What is the WHO definition of health. Erişim adresi: <https://www.who.int/en/newsroom/factsheets/detail/human-rights-and-health>.

- [2] Baysal, A. (2007). Beslenme. Hatiboğlu Yayınevi, 11. Basım, Ankara.
- [3] Yasar, R.K, Aytekin, Ö.Ü. (2021). Covid-19 ve beslenme arasındaki ilişkiye güncel bir bakış. *Akademik Gıda*, 19(1), 108-115.
- [4] Adriaanse, M.A., de Ridder, D.T, Evers, C. (2011). Emotional eating: eating when emotional or emotional about eating? *Psychology and Health*, 26(1), 23-39.
- [5] Sevinçer, G., Konuk, N. (2013). Duygusal yeme. *Journal of Mood Disorders*, 3(4), 171-178.
- [6] İnalkaç, S., Arslantaş, H. (2018). Emotional eating. *Archive Literature Review Journal*, 27(1), 70-82.
- [7] Özkan, N., Bilici, S. (2018). Yeme davranışında yeni yaklaşımlar: sezgisel yeme ve yeme farkındalığı. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(2), 16-24.
- [8] Altıntaş, M., Özgen, U. (2017). Kişilik yapısının yeme biçimleri üzerindeki etkisi. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(5), 1797-1810.
- [9] Erbay, L.G, Seçkin, Y. (2016). Yeme bozuklukları. *Güncel Gastroenteroloji*, 20(4), 473-477.
- [10] Bennett, J., Greene, G., Schwartz-Barcott, D. (2013). Perceptions of emotional eating behavior. A qualitative study of college students. *Appetite*, 60, 187-192.
- [11] Arslan, S.A., Daşkapan, A., Çakır, B. (2016). Üniversite öğrencilerinin beslenme ve fiziksel aktivite alışkanlıklarının belirlenmesi. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 15(3), 171-180.
- [12] Katterman, S.N., Kleinman, B.M., Hood, M.M., Nackers, L.M., Corsica, J.A. (2014). Mindfulness meditation as an intervention for binge eating, emotional eating, and weight loss: a systematic review. *Eating Behaviors*, 15(2), 197-204.
- [13] Hagger, M.S., Stevenson, A. (2010). Social physique anxiety and physical self-esteem: Gender and age effects. *Psychology and Health*, 25(1), 89-110.
- [14] Tunç, A. (2015). Sporun üniversite Öğrencilerinin Sosyal Kaygı ve Öznel İyi Oluş Düzeylerine Etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [15] Çağlar, M., Dinçyürek, S., Arsan, N. (2012). Üniversite öğrencilerinin sosyal kaygılarının analizi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43(43), 106-116.
- [16] Mülazımoğlu-Ballı, Ö., Aşçı, F. (2006). Sosyal fiziksel kaygı envanterinin geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Spor Bilimleri Dergisi*, 17(1), 11-19.
- [17] Van Strien, T. (1986). Eating Behaviour, Personality Traits and Body Mass. Ph.D. Thesis. Wageningen University, The Netherlands.
- [18] Bozan, N. (2009). Hollanda Yeme Davranışı (DEBQ) Anketinin Türk Üniversite Öğrencilerinde Geçerlik ve Güvenirliğinin Sınanması. Yüksek Lisans Tezi. Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [19] Kontinenen, H. (2020). Emotional eating and obesity in adults: The role of depression, sleep and genes. *Proceedings of the Nutrition Society*, 79(3), 283-289.
- [20] Turan, N., Özdemir Aydın, G., Kaya, H., Aksel, G., Yılmaz, A. (2019). Male nursing students' social appearance anxiety and their coping attitudes. *American Journal of Men's Health*, 13(1), 1557988319825922.
- [21] Jamshed, H., Arslan, J. (2022). Loneliness, emotional eating, and covid-19 in youth. *Current Developments in Nutrition*, 6(Supplement 1), 206-206.
- [22] Melero, S., Morales, A., Espada, J.P., Fernández-Martínez, I., Orgilés, M. (2020). How does perfectionism influence the development of psychological strengths and difficulties in children? *International Journal of Environmental Research And Public Health*, 17(11), 4081.
- [23] Savage, J.S., Fisher, J.O., Birch, L.L. (2007). Parental influence on eating behavior: conception to adolescence. *Journal of Law, Medicine & Ethics*, 35(1), 22-34.
- [24] Lopez, E.N. (2004). Effects of weight-related cues on smoking motivation. M.Sc. Thesis. University of South Florida, USA.
- [25] Lopez Khoury, E.N., Litvin, E.B., Brandon, T.H. (2009). The effect of body image threat on smoking motivation among college women: mediation by negative affect. *Psychology of Addictive Behaviors*, 23(2), 279.
- [26] Holzhauer, C.G., Zenner, A., Wulfert, E. (2016). Poor body image and alcohol use in women. *Psychology of Addictive Behaviors*, 30(1), 122.
- [27] Poelman, M.P., Gillebaart, M., Schlinkert, C., Dijkstra, S.C., Derksen, E., Mensink, F., Hermans, Roel, C.J., Pleun, A., Ridder, D., Vet, E. (2021). Eating behavior and food purchases during the covid-19 lockdown: A cross-sectional study among adults in the Netherlands. *Appetite*, 157, 105002.
- [28] Worsley, A., Wang, W.C., Hunter, W. (2012). The relationships between eating habits, smoking and alcohol consumption, and body mass index among baby boomers. *Appetite*, 58(1), 74-80.
- [29] Annesi, J.J., Mareno, N. (2015). Improvement in emotional eating associated with an enhanced body image in obese women: mediation by weight-management treatments' effects on self-efficacy to resist emotional cues to eating. *Journal of Advanced Nursing*, 71(12), 2923-2935.
- [30] Lee, K., Sohn, H., Lee, S., Lee, J. (2004). Weight and bmi over 6 years in Korean children: relationships to body image and weight loss efforts. *Obesity Research*, 12(12), 1959-1966.
- [31] Quick, V.M., Byrd-Bredbenner, C. (2014). Disordered eating, socio-cultural media influencers, body image, and psychological factors among a racially/ethnically diverse population of college women. *Eating Behaviors*, 15(1), 37-41.
- [32] Duarte, C., Pinto-Gouveia, J. (2015). Returning to emotional eating: the emotional eating scale psychometric properties and associations with body image flexibility and binge eating. *Eating and Weight Disorders-Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*, 20(4), 497-504.
- [33] Sze, K.Y., Lee, E.K., Chan, R.H., Kim, J.H. (2021). Prevalence of negative emotional eating and its associated psychosocial factors among urban

- chinese undergraduates in hong kong: A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 21(1), 1-10.
- [34] Barnhart, W.R., Braden, A.L., Jordan, A.K. (2020). Negative and positive emotional eating uniquely interact with ease of activation, intensity, and duration of emotional reactivity to predict increased binge eating. *Appetite*, 151, 104688.
- [35] Sultson, H., Kukk, K., Akkermann, K. (2017). Positive and negative emotional eating have different associations with overeating and binge eating: Construction and validation of the positive-negative emotional eating scale. *Appetite*, 116, 423-430.
- [36] Cristiana, P. (2016). Self-esteem and body image perception in a sample of university students. *Eurasian Journal of Educational Research*, 16(64), 31-44.
- [37] Ohara, K., Kato, Y., Mase, T., Kouda, K., Miyawaki, C., Fujita, Y., Okita, Y., Nakamura, H. (2014). Eating behavior and perception of body shape in Japanese university students. *Eating and Weight Disorders-Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*, 19(4), 461-468.
- [38] Hart, T.A., Flora, D.B., Palyo, S.A., Fresco, D.M., Holle, C., Heimberg, R.G. (2008). Development and examination of the social appearance anxiety scale. *Assessment*, 15(1), 48-59.
- [39] Özcan, H., Subaşı, B., Budak, B., Çelik, M., Gürel, Ş.C., Yıldız, M. (1970). Relationship between self-esteem, social appearance anxiety, depression and anxiety in adolescent and young adult women. *Psychiatry and Behavioral Sciences*, 3(3), 107-107.
- [40] Alden, L.E., Taylor, C.T. (2004). Interpersonal processes in social phobia. *Clinical Psychology Review*, 24(7), 857-882.
- 
-

## Beslenme ve Diyetetik Öğrencilerinin Yapay Et Tüketimine İlişkin Tutumları

Gözde Ede<sup>1,\*</sup>  , Halil Yalçın<sup>2</sup> <sup>1</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Burdur<sup>\*</sup>*Güncel Adres:* Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Çankırı<sup>2</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Burdur

Geliş Tarihi (Received): 18.10.2022, Kabul Tarihi (Accepted): 19.03.2023

✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author):* drdytgozdeilkse@gmail.com (G. Ede)

☎ 0248 213 3562 📠 0248 213 3503

### Öz

Son zamanlarda yapay ete olan ilgi artmaktadır. Ancak, literatürde Türkiye'deki yapay et algısına ilişkin veriler bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, beslenme ve diyetetik bölümünde öğrenim gören lisans öğrencilerinin yapay et tüketimini ve geleceğe dair bakış açılarını saptamaktır. Çalışmaya Burdur'da eğitim gören 140 gönüllü öğrenci katılmıştır. Bireylerin yaş ortalaması 21.2+2.80 yıl, %41.4'ü 2. sınıfta öğrenim görmekte ve %75.7'si normal beden kütle indeksi (BKİ) sınıflamasında yer almaktadır. Bireylerin %44.3'ünün haftada en az bir kez et tükettiği, %46.4'ünün yapay et kavramını duymadığı, %52.9'unun yapay eti yenilebilir bulmadığı ancak %64.7'sinin merak ettiği için deneme amaçlı tüketebileceği belirlenmiştir. Bireylerin yalnızca %15.0'i yapay eti gerçekçi bulmaktadır. Ayrıca bireylerin %63.5'i yapay eti geleneksel ete kıyasla sağlıklı ve güvenilir olmadığını; % 57.1'i yapay etin besin değerinin daha düşük olduğunu düşünmektedir. Yapay etin gelecekteki et ihtiyacını karşılama durumu sorgulandığında öğrencilerin %38.6'sı olumlu yanıt vermiş olup %68.6'sı ise yapay etin ticari bir girişim olduğunu belirtmiştir. Bireylerin %36.7'si yapay et tüketiminin dini açıdan değerlendirilmesi gerektiğini düşünürken %59.2'si ise Türk mutfağındaki yemeklerin yapay et ile hazırlanmasının sürdürülebilir olmadığını beyan etmiştir. Ayrıca yapay et sunulduğunda tüketme olasılığı ve duygusal direnç ile yaş arasında negatif yönde korelasyon olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, beslenme ve diyetetik bölümünde öğrenim gören lisans öğrencilerinin çoğunun yapay eti denemeye istekli olduğu, ancak uzun dönemde nispeten daha az oranda bireyin geleneksel et veya diğer et alternatiflerine kıyasla tercih edeceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay et, Kültürleşmiş et, *In vitro* et, Öğrencilerin davranışları, Yeme alışkanlıkları

### Attitudes of Nutrition and Dietetics Students towards Artificial Meat Consumption

#### ABSTRACT

Recently, interest in artificial meat has been increasing. However, there is no data from the literature on the perception of cultured meat in Turkey. The aim of this study is to determine the artificial meat consumption and future perspectives of undergraduate students studying in the department of nutrition and dietetics. In this study, 140 volunteer students living in Burdur (Turkey) participated in this study. The average age of the individuals was 21.2+2.80 years, 41.4% of them were sophomore students, and 75.7% were in the appropriate BMI classification. It was suggested that 44.3% of the individuals consumed meat at least once a week, 46.4% were not aware of the concept of artificial meat, 52.9% did not consider cultured meat edible, but 64.7% could consume it for trial purposes because of their curiosity. Only 15.0% of the individuals found artificial meat realistic, 63.5% of individuals thought that artificial meat was not healthy and safe compared to traditional meat, and 57.1% thought that the nutritional value of cultured meat was lower. While 36.8% of the students thought that artificial meat could meet their future meat needs,

68.6% stated that cultured meat was a commercial activity. While 36.7% of the individuals thought that the consumption of cultured meat should be evaluated in terms of religion, 59.2% reported that preparing meals in Turkish cuisine with cultured meat was not sustainable. In addition, there was a negative correlation between the probability of consumption and emotional resistance when presented with cultured meat and age. As a result, it was shown that most of the undergraduate students in nutrition and dietetics were willing to try cultured meat, nevertheless in the long run, relatively few individuals would prefer traditional meat or other meat alternatives.

**Keywords:** Artificial meat, Cultured meat, *In vitro* meat, Students' behavior, Eating attitude

## GİRİŞ

Birleşmiş Milletler'e göre 2100 yılında dünya nüfusunun 11.2 milyarı geçeceği tahmin edilmektedir [1]. Bu durumun özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde et tüketiminde artışa sebep olacağı belirtilmektedir [2]. İnsan sağlığı için gerekli olan hayvansal proteinin tahıllar, baklagiller, yağlı tohumlar ve mikoproteinler gibi alternatif kaynaklardan temin edilmesi gündeme gelmektedir. Etin alternatifinin yüksek kaliteli besin ve mineralleri içeren bir besin olmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır [3]. Kültürlenmiş etin (yapay et) kalitesi, kontrollü kültür sistemi ve kompozisyon oranı, besin ögesi içeriği, tat ve lezzet gibi sonradan işleme yoluyla optimize edilebilir. Ancak yapay etin, tüketicilerin et rengi ile ilgili tercihlerinde geleneksel et ile rekabet etmede zorlanacağı ileri sürülmektedir [4].

Sınırlı toprak kaynakları ve hayvan kesimine yönelik olumsuz algı, bilim insanlarını hayvan yetiştirmeden et üretmek için yenilikçi teknikler geliştirmeye teşvik etmiştir [5]. Alternatif et kaynağı olarak insektler ve kültürlenmiş et bilim adamlarının, endüstrinin ve medyanın ilgisini çekmiştir [6, 7]. İnsektlerden elde edilen gıdalar 2018 yılından bu yana Almanya'da satılmaktadır. Gelecekte yapay et ile ilgili düzenlemelerin de yapılacağı ve bunun insektlerle aynı yönergeye tabi tutulacağı ifade edilmektedir [8]. Temiz et ya da *in vitro* et olarak da adlandırılan kültürlenmiş et, laboratuvar şartlarında üretilmektedir [9]. Kültürlenmiş et üretmek için kas kök hücreleri ve embriyonik kök hücreleri gibi birçok kök hücre kullanılmaktadır [10]. Kültürlenmiş et, bitki bazlı analoglarından veya diğer et alternatiflerinden farklı olarak kas hücrelerinden üretilir ve çiftlik hayvanlarından elde edilen postmortem iskelet kasına çok daha yakındır [11]. ABD, İsrail, Japonya ve Hollanda'da yapay et üretimi konusunda uzmanlaşmış birkaç şirket bulunmaktadır [10]. Ancak üretim süreçleri çok gelişmediğinden yapay ete makul fiyatla ulaşmak henüz mümkün değildir. Bir yapay et burgerinin maliyetinin 2016 yılında 11 Amerikan doları olduğu ifade edilmiştir [12]. Yapay etin geliştirilme çalışmalarının devam etmesi, sürdürülebilirliği ile ilgili tartışmalar, etik ve inançla ilgili kaygıların mevcut olmasından dolayı henüz büyük ölçekli bir üretim söz konusu değildir [10, 11, 13, 14]. Öte yandan Hoogenkamp [15] bu alandaki çalışmaların ekolojik olarak sürdürülebilir bir et üretimine geçiş için ciddi sinyaller verdiğini değerlendirmektedir.

Geleneksel et üretimi ile karşılaştırıldığında kültürlenmiş et daha az sera gazı yaymakta ve daha az alan gerektirmektedir [16]. Ancak kültürlenmiş etin üretimindeki enerji gereksinimi geleneksel et üretiminden daha fazladır [17]. Kültür etin geleneksel

etin yerini almasıyla, kesilen hayvan sayısının azalacağı ve hayvanların acı çekmesinin önleneceği ileri sürülmektedir [13].

Kültürlenmiş et ile ilgili gelişmelerde karşılaşılabilecek en önemli zorluğun tüketici kabulü olacağı varsayılmaktadır [18]. Portekiz, Belçika ve Birleşik Krallık'ta yapılan araştırma ile hücre bazlı et kavramına yönelik tüketicilerin ilk tepkilerinin tiksinti ve doğal olmama gibi duygular olduğu ortaya konulmuştur [7]. Hocquette ve ark. [11], eğitim düzeyi yüksek kişilerin (4. sınıf lisans öğrencileri ve bilim adamları gibi) büyük çoğunluğunun kültür etinin et endüstrisi ile ilgili sorunları çözemeyeceğini ve gelecekte tüketiciler tarafından kabul edilmeyeceğini belirlemiştir.

Wilks ve Phillips [19], ABD'deki potansiyel hücre bazlı et tüketicilerine anket uygulayarak bunların 1/3'ünün yeni ürünü, geleneksel ete kesinlikle/muhtemelen tercih edeceklerini belirlemiştir. Slade [20], fiyatların eşit olduğu ve burgerlerin aynı tada sahip olduğu koşulları göz önüne alarak yaptığı varsayımsal bir tercih araştırmasında, katılımcıların %11'inin kültürlü etten üretilen hamburgeri satın almaya istekli olduklarını ortaya koymuştur.

Siegrist ve Hartmann [21]; Avustralya, Çin, İngiltere, Fransa, Almanya, Meksika, Güney Afrika, İspanya, İsveç ve ABD'de 6128 kişi ile, kültürlü et kabulünün belirleyicileri olarak algılanan doğallık, tiksinti, güven ve gıda neofobisi üzerine online bir anket yapmıştır. Sonuçlar, kültürlenmiş etin kabulü konusunda bu ülkeler arasında büyük kültürel farklılıklar olduğunu göstermiştir.

Beslenme alışkanlıklarına dair doğru bilginin topluma aktarılması için beslenme ve diyetetik alanında lisans eğitimini başarıyla tamamlayan diyetisyenler önem taşımaktadır. Bildiğimiz kadarıyla, Türkiye'de beslenme ve diyetetik alanında öğrenim gören lisans öğrencilerinin yapay et tüketimine dair tutum ve görüşlerine ilişkin yapılan bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı beslenme ve diyetetik bölümünde öğrenim gören 2, 3 ve 4. sınıf lisans düzeyindeki öğrencilerin yapay et tüketimine dair bilgi, tutum ve bakış açılarının saptanmasıdır.

## MATERYAL ve METOT

### Araştırmanın Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi

Kesitsel durum saptama çalışması olan bu araştırmaya, Ağustos-Ekim 2021 tarihleri arasında Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü'nde öğrenim gören 18-35



yaş aralığındaki gönüllü 140 öğrenci katılmıştır. Araştırmanın örnekleme tip 1 hata düzeyi  $\alpha = 0.05$  ve tip 2 hata düzeyi  $\beta = 0.20$  olmak üzere testin gücü  $1 - \beta = 0.80$  olarak alınıp Power Analysis and Sample Size (PASS) Paket Programı kullanılarak hesaplanmıştır. Araştırmaya dahil etme kriterleri, Beslenme ve Diyetetik lisans programına kayıtlı olmak ve araştırmaya katılmayı gönüllü olarak kabul etmektir. Beslenme ve Diyetetik 1. sınıf öğrencileri henüz beslenme ile ilişkili alan dersi almamaları nedeniyle çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu çalışma, GO 2021/248 no'lu karar ile Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 02.06.2021 tarihli değerlendirme raporu ile gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntem bakımından etik ilkelere uygun bulunmuştur. Buna ek olarak, çalışmada bulunan tüm prosedürler Helsinki Deklarasyonu'nun etik standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya başlamadan önce çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgi verildikten sonra, öğrencilerin çalışmaya katılmayı gönüllü olarak kabul ettiklerine dair bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

### Verilerin Toplanması

Verilerin toplanması için araştırmacılar tarafından literatür bilgileri okunarak hazırlanan soruları içeren beş bölümden oluşan anket formu kullanılmıştır. Birinci bölümde sosyodemografik bilgiler (yaş, cinsiyet, sağlık durumu vb. sorular), ikinci bölümde geleneksel et tüketimi (çiftlik hayvanlarından elde edilen) ve alışverişine ilişkin alışkanlıklar, üçüncü bölümde yapay et tüketimine ilişkin tutum, dördüncü bölümde yapay etin gelecekteki etkisine dair tutumların değerlendirilmesi ve beşinci bölümde ise yapay etin gelecekteki durumu hakkındaki görüşlerin değerlendirilmesine dair sorular yer almaktadır. Bu anket formunda bulunan sorular çevrimiçi ortamda Google Formlar aracılığı ile oluşturulmuştur. Hazırlanan online anket formunun ilk sayfasında çalışma ve araştırmacılar ile bilgi verilip onam formu oluşturulmuştur.

### Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Araştırma sonucunda elde edilen veriler değerlendirilirken IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 25.0 paket programı kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotlar olarak ortalama±standart sapma ( $X \pm SS$ ), sayı ve yüzde değerleri kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkların incelenmesinde normal dağılıma uyan değişkenler için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve normal dağılıma uymayan değişkenler için ise Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Alt grupların ortalamalarını karşılaştırmak için parametrik olmayan Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Hipotez testleri incelenirken  $\alpha = 0.05$  ve buna bağlı olarak güven aralığı %95 olarak belirlenip, anlamlılık  $p < 0.05$  düzeyinde değerlendirilmiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmaya, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü'nde lisans eğitimi alan toplam 140 öğrenci katılmıştır. Bireylerin tanımlayıcı özelliklerine göre

dağılımı Tablo 1'de verilmiştir. Bireylerin %90.7'si kız, ortalama yaşı 21.2+2.80 yıl ve %41.4'ü lisans düzeyinde 2. sınıfta öğrenim görmektedir. Çalışmaya katılan öğrencilerin çoğunluğu sigara kullanmamakta (%83.6) ve %75.7'sinin BKİ düzeyi normaldir. Bireylerin gıda alışverişini etkileyen en önemli faktörler değerlendirildiğinde, büyük çoğunluğunun (%71.4) fiyata göre alışveriş yaptığı ancak %23.3'ünün etik kurallara ilişkin değerlendirmelere dikkat ettiği belirlenmiştir. Çalışmaya katılan bireylerin et alışverişini yaptıkları yer incelendiğinde, sırasıyla en fazla oranda kasap (%81.4), markalı ve paketli ürün olarak zincir market (%40.7), market (%17.9) ve zincir marketlerdeki açık tezgah (%14.3) olduğu belirlenmiştir. Çiftlik hayvanlarından tüketim amaçlı et elde edilirken bireylerin %77.9'u etik sorunlar olduğunu düşünürken %57.1'i ise önemli çevresel sorunların oluştuğunu düşünmektedir.

İlkim değişikliği, yaşamı olumsuz etkileyen bir dizi küresel riskleri meydana getirmiştir. Küresel ısınmanın başlıca nedeninin CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O vb. sera gazlarının aşırı düzeyde emisyonları olduğu belirlenmiştir. Beslenme ile ilişkili alanlardaki sera gazlarının çoğu fosil yakıtlar ve tarımsal faaliyetler nedeniyle oluşmaktadır [22]. Marlov ve ark. [23], et ve ürünlerinin yer aldığı beslenme alışkanlıklarının vegan beslenme örüntüsüne göre 2.9 kat daha fazla su tüketimi, 2.5 kat daha fazla enerji tüketimi, 13 kat daha fazla gübre tüketimi ve 1.4 kat daha fazla pestisit tüketimine neden olduğunu saptamıştır. Araştırmacılar, beslenme örüntüsüne göre belirlenen bu farklılıkların diyetle dana eti eklenmesinden kaynaklandığını rapor etmişlerdir. Bu araştırmada, beslenme ve diyetetik öğrencilerinin yapay et uygulamaları ve tüketimine ilişkin tutumları değerlendirilmiştir. Bireylerin besin gruplarına ilişkin tüketim sıklığı değerlendirildiğinde (Tablo 2), yaklaşık yarısının (%44.3) et ve ürünlerini haftada 1-2 kez, süt ve ürünlerini her gün, bireylerin sadece %15.0'inin ekmek ve benzeri besinleri her öğün tükettiği ve %30.0'unun ise meyve ve sebzeleri her öğün tükettiği belirlenmiştir. Ayrıca, çalışmaya katılan öğrencilerin büyük çoğunluğu (%72.9) yapay eti deneme amaçlı tüketebileceğini ve bunu etkileyen en önemli sebebin merak olduğunu bildirmiştir. İtalya'da yapılan çalışmada, bireylerin yarısından fazlasının (%54.0) yapay eti denemeye istekli oldukları ve bu durumun da eğitim düzeyi ile pozitif ancak yaş grubuyla negatif ilişkili olduğu belirtilmiştir [24]. Buna benzer olarak, eğitim düzeyi yüksek olan ve çalışan kişilerle yapılan çalışmada bireylerin %80.9'nun yapay eti denemeyi istedikleri ve bunu etkileyen en önemli faktörlerin ise hayvanlarla ilişkili hastalıkların bulaşmasının engellenmesi ve güvenilir gıdaya ulaşımın sağlanması olduğu rapor edilmiştir [25]. Dört Avrupa ülkesinin (Hollanda, Birleşik Krallık, Fransa ve İspanya) karşılaştırıldığı başka çalışmada ise, Hollandalı tüketicilerin yapay eti denemeye en istekli olduğunu göstermiştir [26]. Bizim çalışmamızda ise yapay etin tüketilme isteğini etkileyen merak duygusundan sonra en önemli sebepler arasında sürekli artan insan nüfusu için çözüm olması ve fiyatının daha uygun olma olasılığı yer almaktadır. Yapılan araştırmalara bakıldığında, ülkeler arasındaki gıda kültürüne ilişkin farklılıklarının da tüketicilerin kararlarını etkilediği düşünülebilir.

Tablo 1. Katılımcıların tanımlayıcı özelliklerine göre dağılımı

*Table 1. Distribution of participants according to their descriptive characteristics*

Tanımlayıcı özellikler	S	%
<b>Yaş (yıl)</b>		
19	28	20.0
20	35	25.0
21	36	25.7
22	29	20.7
23-35	7	8.6
<b>Ortalama (<math>\bar{X} \pm SS</math>)</b>	21.2±2.80	
<b>Cinsiyet</b>		
Erkek	13	9.3
Kadın	127	90.7
<b>Lisans eğitim düzeyi</b>		
2. sınıf	58	41.4
3. sınıf	40	28.6
4. sınıf	42	30.0
<b>Sigara kullanım durumu</b>		
Evet	23	16.4
Hayır	117	83.6
<b>BKİ (kg/m<sup>2</sup>)</b>		
Zayıf	20	14.3
Normal	106	75.7
Hafif Şişman	10	7.1
Şişman	4	2.9
<b>Ortalama (<math>\bar{X} \pm SS</math>)</b>	21.3±3.22	
<b>Gıda alışverişine ilişkin önemli olan kriterler*</b>		
Fiyat	100	71.4
Etik kurallar (yetiştirme sistemleri, hayvan refahı, helal et vb.)	33	23.6
Çevresel etkiler (memleketten gelen et)	13	9.3
<b>Et alışverişinin yapıldığı yer*</b>		
Kasap	114	81.4
Zincir market (markalı ve paketli ürün olarak)	57	40.7
Market	25	17.9
Zincir market (açık tezgahıtan)	20	14.3
<b>Çiftlik hayvanlarından tüketim amaçlı et elde edilmesinde ve mezbahalarda etik sorunların olduğunu düşünüyor musunuz?</b>		
Evet	109	77.9
Hayır	31	22.1
<b>Çiftlik hayvanlarından tüketim amaçlı et elde edilmesinin ve mezbahaların önemli çevresel sorunlara neden olduğunu düşünüyor musunuz?</b>		
Evet	80	57.1
Hayır	60	42.9

S: Sayı, %: yüzde,  $\bar{X}$ : Ortalama, SS: Standart sapma, BKİ: Beden kütle indeksi, \*Veri analizinde birden fazla seçeneğin işaretlenmesi testi kullanılmıştır.

S: Frequency, %: percent,  $\bar{X}$ : Mean, SD: Standard deviation, BMI: Body mass index, \*Multiple choice test was used in data analysis.

Tablo 2. Katılımcıların besin gruplarını tüketim sıklığına göre dağılımı

*Table 2. Distribution of food groups according to the consumption frequency of participants*

Besin grupları	Her öğün		Her gün		Haftada 1-2 kez		Haftada 3-4 kez		Haftada 5-6 kez		15 günde 1 kez	
	S	%	S	%	S	%	S	%	S	%	S	%
Et ve ürünleri	-	-	-	-	62	44.3	45	32.1	18	12.8	15	10.7
Süt ve ürünleri	-	-	62	44.3	13	9.3	35	25.0	27	19.3	3	2.1
Ekmek grubu	21	15.0	75	53.6	10	7.1	19	13.6	15	10.7	-	-
Meyve ve sebze	42	30.0	5	3.6	33	23.6	32	22.9	21	15.0	7	5.0

S: Sayı, %: yüzde

S: Frequency, %: percent

Çalışmaya katılan bireylerin yapay ete ilişkin tutumları incelendiğinde (Tablo 3), bireylerin yaklaşık yarısının (%46.4) yapay et kavramını duymadığı ve %52.9'unun yapay eti yenilebilir bulmadığı ancak büyük

çoğunluğunun (%72.9) yapay eti deneme amacıyla tüketmek istediği saptanmıştır. Bireylerin çoğunluğunun (%64.7) merak ettiği için, %28.3'ünün sürekli artan insan nüfusunu beslemek için çözüm olacağını düşündüğü için

ve %18.6'sinin ise geleneksel ete göre daha uygun fiyatlı olması nedeniyle yapay eti denemek istedikleri belirlenmiştir (Tablo 3). Bireylerin %54.3'ü geleneksel ete kıyasla yapay ete harcayacağı paranın daha az olacağını, %15.0'i yapay eti gerçekçi bulduğunu ancak %34.3'ü yapay etin 6-10 yıl içerisinde gerçekçi olacağını

düşündüğünü, %16.4'ü ise hiçbir zaman gerçekçi olmayacağını belirtmiştir. Bireylerin büyük çoğunluğu (%72.9) yapay ete ilişkin araştırmaların devlet bütçesinden desteklenmesi gerektiğini düşünmektedir.

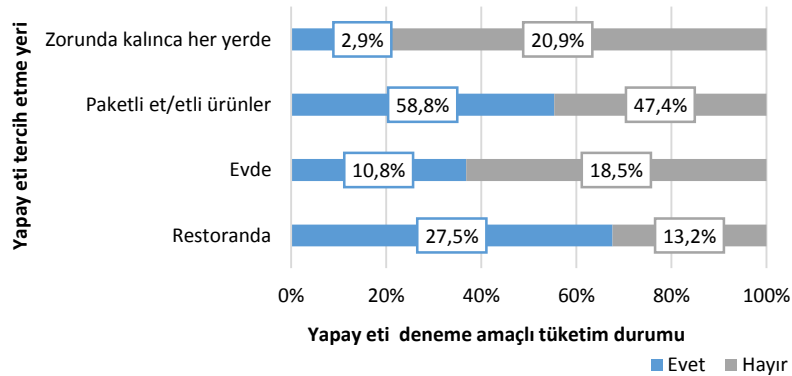
Tablo 3. Katılımcıların yapay ete ilişkin tutumlarına göre dağılımı

*Table 3. Distribution of participants according to their attitudes towards artificial meat*

Sorular	S	%
<i>Daha önce yapay et kavramını duydunuz mu?</i>		
Evet	75	53.6
Hayır	65	46.4
<i>Yapay eti yenilebilir buluyor musunuz?</i>		
Evet	66	47.1
Hayır	74	52.9
<i>Yapay et sunulduğunda deneme amaçlı yer misiniz?</i>		
Evet	102	72.9
Hayır	38	27.1
<i>Yapay eti deneme amaçlı tüketme nedenleri*</i>		
Merak ettiğim için	66	64.7
Sürekli artan insan nüfusunu beslemek için çözüm olması	29	28.3
Geleneksel ete kıyasla uygun fiyatlı olursa	19	18.6
<i>Uzun süreli olarak yapay et tüketimini tercih eder misiniz?</i>		
Muhtemelen evet	6	4.3
Emin değilim	44	31.4
Muhtemelen hayır	61	43.6
Kesinlikle hayır	29	20.7
<i>Yapay et aşağıdaki hayvanlardan hangisine ait olursa yersiniz?*</i>		
Siğir eti	83	59.2
Tavuk eti	79	56.4
Koyun eti	62	44.3
Balık eti	47	33.6
Keçi eti	33	23.6
<i>Geleneksel ete kıyasla yapay et için ne kadar bütçe ayırırsınız?</i>		
Geleneksel etten çok daha az	76	54.3
Geleneksel etten daha az	53	37.9
Geleneksel et ile aynı	11	7.8
<i>Yapay etin gerçekçi olduğunu düşünüyor musunuz?</i>		
Şu anda	21	15.0
Kısa vadede (1 ila 5 yıl)	34	24.3
Orta vadede (6 ila 10 yıl)	48	34.3
Uzun vadede (11 yıldan fazla)	14	10.0
Hiçbir zaman	23	16.4
<i>Yapay et çalışmalarını devlet bütçesinden desteklenmeli midir?</i>		
Evet	102	72.9
Hayır	38	27.1

S: Sayı, %: yüzde, \* Veri analizinde birden fazla seçeneğin işaretlenmesi testi kullanılmıştır.

S: Frequency, %: percent. \*Checking multiple choice test was used in data analysis.



Şekil 1. Katılımcıların yapay eti deneme amaçlı tüketim durumunun tüketim yerine göre dağılımı

*Figure 1. Distribution of participants' consumption of artificial meat for trial purposes according to the place of consumption*

Gıda kalitesi zaman içerisinde ve toplumsal önceliklerle gelişen karmaşık ve birçok faktörün etkilediği bir kavramdır [27]. Yeni gıdaların geliştirilmesi, büyük ölçüde ticari başarıya ve dolayısıyla tüketici algısına bağlıdır [24]. Gelişmiş ülkelerde genellikle çevresel değişimler, hayvan refahı ve gıda güvenliği üzerindeki olası etkiler gibi ürüne ilişkin dış faktörler tüketici tercihleri için önemli bir faktör oluştururken, daha az gelişmiş ülkelerde ise gıda tercihini tat, koku vb. ürünle ilişkili faktörler etkilemektedir [28]. Çin'de yapay et tüketimine ilişkin tutum ve görüşlerin belirlenmesi amacıyla 4666 birey ile yapılan bir çalışmada, bireylerin %52.9'unun yapay eti geleneksel ete alternatif olarak tercih edebilecekleri ve %47.2'sinin düzenli olarak tüketmeye istekli olmadığı saptanmıştır. Buna ek olarak, yapay et tüketmek istemeyenlerin başlıca endişeleri arasında güvenilir ve doğal olmadığı yer alırken hayvan refahı gibi etik ve sera gazı emisyonu, antibiyotik, veteriner ilacı ve hormon kullanımı gibi çevresel konuların etkisinin daha az düşünüldüğü belirlenmiştir [29]. İtalya'da 525 tüketiciyle yapay etin tadına bakılması, satın alınması ve bütçe ayrılmasına ilişkin görüşlerin değerlendirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, bireylerin %54.0'unun yapay eti denemeye istekli olduğu ve hastalık riskleri, yoğun hayvancılığın çevreye zarar vermesi gibi faktörleri olumlu etkilemesinin başlıca tercih sebepleri arasında yer aldığı saptanmıştır. Ayrıca, yapay et tüketimine daha yakın olan bireyleri gençler, eğitim düzeyi ve yapay ete ilişkin bilgi düzeyi yüksek olan bireylerin oluşturduğu da belirlenmiştir [24]. Bu çalışmada da genç yetişkinlerle

yapılması denemeye olan isteklerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca lisans eğitim düzeyine göre değerlendirdiğimizde, 3. sınıftaki öğrencilerin denemeye isteklilik oranlarının daha yüksek olduğu (%55.5) belirlenmiştir. Ayrıca, öğrencilerin yaklaşık yarısından fazlası (%58.8) yapay eti paketlenmiş ya da etli ürünler olarak tercih edeceğini belirtmiştir (Şekil 1). Literatürle benzer olarak bu çalışmada da eğitim düzeyinin artması ile yapay et tüketimine ilişkin isteğin arttığı saptanmıştır. Literatürdeki benzer çalışmalarla birlikte çalışmamızda da katılımcıların %77.9'u çiftlik hayvanlarından tüketim amaçlı et elde edilmesinde ve mezbahalarda etik sorunların olduğunu, %57.1'inin ise çiftlik hayvanlarından tüketim amaçlı et elde edilmesinin ve mezbahaların önemli çevresel sorunlara neden olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir.

Bireylerin yapay etin gelecekteki durumuna ilişkin tutumlarının dağılımı Tablo 4'te özetlenmiştir. Buna göre, bireylerin %26.4'ü yapay etin geleneksel ete göre etik olacağını düşünürken %21.4'ü etik olmayacağını beyan etmiştir. Buna ek olarak, bireylerin yaklaşık yarısı yapay etin geleneksel hayvancılık ve et endüstrisi ile bölgeler ve kırsal yaşam üzerinde olumsuz etkilerinin olacağına kesinlikle katıldığını (sırasıyla %47.9; %53.6) belirtmiştir. Ancak bireylerin %32.1'i yapay etin geleneksel ete göre daha sağlıklı ve güvenli olacağını ve %31.4'ü besin öğeleri bakımından daha nitelikli olacağını belirtmiştir.

Tablo 4. Katılımcıların yapay ete ilişkin gelecekteki uygulamalar hakkında tutumlarının dağılımı

*Table 4. Distribution of participants' attitudes about future applications of artificial meat*

Sorular	Yanıtlar					$\bar{X} \pm SS$
	1	2	3	4	5	
Yapay etin geleneksel etle karşılaştırıldığında etik (yetiştirme sistemleri, hayvan refahı, helal et) olacağını düşünüyor musunuz?	S: 30 %: 21.4	S: 37 %: 26.4	S: 40 %: 28.6	S: 16 %: 11.4	S: 17 %: 12.2	2.7±1.27
Yapay etin geleneksel ete kıyasla ne kadar çevre dostu (Örnek: Su tüketimi, küresel ısınma etkisi, sera gazı emisyonlarının etkisi) olacağını düşünüyorsunuz?	S: 19 %: 13.6	S: 15 %: 10.7	S: 45 %: 32.1	S: 35 %: 25.0	S: 26 %: 18.6	3.2±1.26
Yapay etin geleneksel hayvancılık ve et endüstrisi (Örnek: İstihdam, kırsal nüfusun azalması vb.) üzerinde olumsuz etkileri olacağını düşünüyor musunuz?	S: 2 %: 1.4	S: 7 %: 5.0	S: 30 %: 21.4	S: 34 %: 24.3	S: 67 %: 47.9	4.1±1.01
Yapay etin bölgeler ve kırsal yaşam üzerinde olumsuz etkileri (Örnek: Biyolojik çeşitlilik, kırsalda gelirin düşmesi, kente göçün artması) olacağını düşünüyor musunuz?	S: 1 %: 0.7	S: 3 %: 2.1	S: 18 %: 12.9	S: 43 %: 30.7	S: 75 %: 53.6	4.3±0.84
Yapay etin geleneksel ete göre daha sağlıklı ve güvenli olduğunu düşünüyor musunuz?	S: 44 %: 31.4	S: 45 %: 32.1	S: 41 %: 29.3	S: 8 %: 5.7	S: 2 %: 1.4	2.1±0.98
Yapay etin geleneksel ete göre besin değerleri bakımından (proteinler, vitaminler ve diğer besin öğeleri açısından) daha nitelikli olduğunu düşünüyorsunuz?	S: 36 %: 25.7	S: 44 %: 31.4	S: 49 %: 35.0	S: 7 %: 5.0	S: 4 %: 2.9	2.3±0.99
Yapay etin geleneksel etle karşılaştırıldığında daha lezzetli olacağını düşünüyor musunuz?	S: 48 %: 34.3	S: 49 %: 35.0	S: 37 %: 26.4	S: 4 %: 2.9	S: 2 %: 1.4	2.0±0.93

<sup>1</sup> Kesinlikle katılmıyorum, <sup>2</sup> Katılmıyorum, <sup>3</sup> Kararsızım, <sup>4</sup> Katılıyorum, <sup>5</sup> Kesinlikle katılıyorum, S: Sayı, %: yüzde,  $\bar{X}$ : Ortalama, SS: Standart sapma.

Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2019 sonuçlarına göre, Türkiye'deki 19-64 yaş grubundaki kadınların kırmızı et tüketiminin günlük ortalama 28.9±38.95 g, kümes hayvanları tüketimi 9.7±44.27 g ve balık tüketimi 10.9±42.23 g olduğu belirlenmiştir. 19-64 yaş grubundaki erkekler ise günlük ortalama 52.2±59.37 g et, 39.4±66.72 g kümes hayvanları ve 17.1±61.25 g

balık tüketmektedir [30]. Bu çalışmaya katılan öğrencilerin et tüketim sıklıkları değerlendirildiğinde, öğrencilerin yaklaşık yarısı haftada 1-2 kez ve üçte biri ise haftada 3-4 kez et tüketmektedir. Et tüketim sıklıklarına göre yapay eti tüketilebilir bulma durumu değerlendirildiğinde, haftada 5-6 kez et tüketenlerin %92.9'u ve haftada 3-4 kez tüketenlerin ise %71.1'i

olumlu bakış açısına sahiptir. Et tüketim sıklığı arttıkça yapay eti deneme amaçlı tüketme oranı artmaktadır. Et talebinin arttığı gelişmekte olan ülkelerden biri olan Hindistan'da yapılan çalışmada, et tüketimi fazla olanların vejetaryenlere göre yapay eti denemeye daha istekli olduğu rapor edilmiştir [31]. Brezilya'da 626 bireyle yapay et tüketimine ilişkin tutumun belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, bireylerin yaklaşık yarısının et tüketim sıklığının yüksek olduğu ve %63,6'sının hücre bazlı eti yeme konusunda olumlu yanıt verdiği ancak vejetaryenler ile veganların hücre bazlı eti deneme isteğinin daha düşük (sırasıyla %24.0 ve %8.0) olduğu belirtilmiştir [32]. Çalışmamızda da literatüre benzer olarak, et tüketim sıklığı fazla olanların, nadiren et tüketenlere göre yapay et denemeye daha istekli olduğu belirlenmiştir. Uzun süreli yapay et tüketim durumu sorgulandığında ise, çalışmamıza katılan bireylerin

%43.6'sı kesinlikle tüketmek istemediğini ancak %31.4'ü ise emin olmadığını beyan etmiştir.

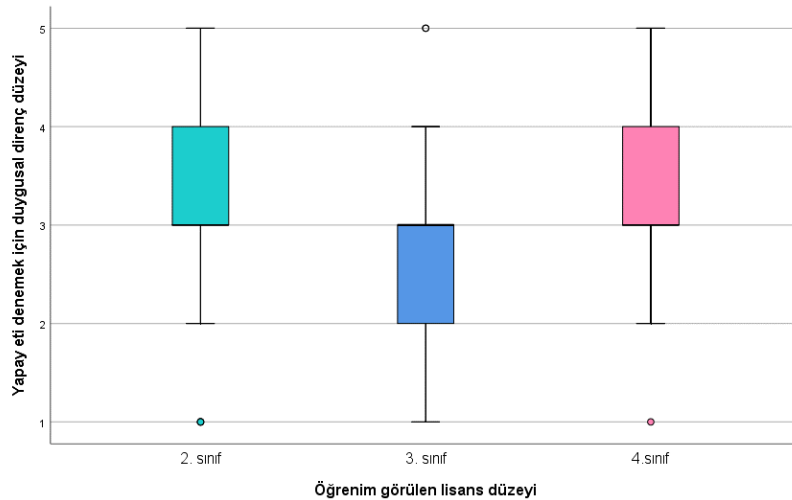
Bireylerin yapay et tüketimine göre durumları değerlendirildiğinde (Tablo 5), araştırmaya katılanların %5.7'si kesinlikle tüketemeyeceğini belirlerken %12.8'i kesinlikle tüketebileceğini beyan etmiştir. Bireylerin %30.0'u yapay etin gelecekteki et ihtiyacını karşılayacağını düşünürken %42.9'u ise ticari amaç için üretileceğini belirtmiştir. Bireylerin %32.1'inin Türk mutfağındaki yemeklerin yapay et ile hazırlanmasının sürdürülebilir olduğuna katılmadığı ve %22.1'inin ise dini olarak değerlendirilmesi gerektiğine kesinlikle katıldığı saptanmıştır. Buna ek olarak, bireylerin %31.4'ü yapay etin hayvancılıkla geçinen ülkeleri ya da toplumları teknoloji gelişmiş ülkelere bağımlı kılacağını düşündüğünü beyan etmiştir.

Tablo 5. Katılımcıların yapay et tüketimine ilişkin tutumlarına göre dağılımı

*Table 5. Distribution of participants according to their attitudes towards artificial meat consumption*

Sorular	Yanıtlar					$\bar{X} \pm SS$
	1	2	3	4	5	
Yapay etin geleneksel etle karşılaştırıldığında daha lezzetli olacağını düşünüyor musunuz?	S 48	49	37	4	2	2.0±0.93
	% 34.3	35.0	26.4	2.9	1.4	
Yapay eti denemek için duygusal direnciniz (ör. Tiksinti) ne düzeydedir?	S 8	27	68	19	18	3.1±1.04
	% 5.7	19.3	48.6	13.6	12.8	
Yapay et tüketimini ailenize ya da yakın çevrenize önerir misiniz?	S 28	38	58	11	5	2.5±1.01
	% 20.0	27.1	41.4	7.9	3.6	
Yapay et insanlığın gelecekteki et ihtiyacını karşılayabilir mi?	S 13	12	61	42	12	3.2±1.03
	% 9.3	8.6	43.6	30.0	8.6	
Yapay etin üretim amacının dünyaya daha yararlı olunması değil de ekonomik çıkarlar doğrultusunda yapıldığını düşünüyor musunuz?	S 3	10	46	43	38	3.7±1.01
	% 2.1	7.1	32.9	30.7	27.1	
Yapay et üretiminin artan et ihtiyacına hizmet etmek için yapılan ticari girişim olduğunu düşünüyor musunuz?	S 5	1	38	60	36	3.9±0.93
	% 3.6	0.7	27.1	42.9	25.7	
Türk mutfağındaki yemeklerin yapay et ile hazırlanmasının sürdürülebilir olduğunu düşünür müsünüz?	S 38	45	44	11	2	2.2±0.99
	% 27.1	32.1	31.4	7.9	1.4	
Yapay et hayvancılıkla geçinen ülkeleri ya da toplumları teknoloji gelişmiş ülkelere bağımlı hale getirir mi?	S 3	3	47	44	43	3.9±0.95
	% 2.1	2.1	33.6	31.4	30.7	
Yapay et üretim ve tüketiminin dini olarak değerlendirilmesi gerektiğine inanıyor musunuz?	S 34	13	43	19	31	3.0±1.45
	% 24.3	9.3	30.7	13.6	22.1	
Laboratuvar ortamındaki çalışmaların yapay et üzerine ne düzeyde etkili olduğunu düşünüyorsunuz?	S 4	11	56	45	24	3.5±0.96
	% 2.9	7.9	40.0	32.1	17.1	

<sup>1</sup> Kesinlikle katılmıyorum <sup>2</sup> Katılmıyorum <sup>3</sup> Kararsızım <sup>4</sup> Katılıyorum <sup>5</sup> Kesinlikle katılıyorum,  $\bar{X}$ : Ortalama, SS: Standart sapma,



Şekil 2. Katılımcıların yapay eti deneme direncinin öğrenim düzeyine göre dağılımı

*Figure 2. Distribution of participants' resistance to artificial meat trial by education level*

Çalışmaya katılan bireylerin öğrenim düzeylerine göre değerlendirme yapıldığında, 3. sınıf öğrencilerinin yapay eti denemeye karşı duygusal direncinin diğer sınıflara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir ancak aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (Şekil 2,  $p>0.05$ ). Buna ek olarak, bireylerin BKİ düzeyi ile yapay etin gelecekteki et ihtiyacını karşılama olasılığı arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir. Bireylerin yaşı arttıkça yapay eti denemeye karşı duygusal direncin azaldığı belirlenmiştir (Tablo 6). Bireylerin yapay et tüketim tercihini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi amacıyla yapılan sistematik derlemede, yapay etin güvenilirliğine ve doğrallığına ilişkin endişeler kadar tanımlanmasında kullanılan bazı terimlere göre de bireylerin tercihlerinin olumsuz etkilediği, ancak bilgi düzeyinin ve konuya ilişkin yatkınlığın artmasının da denemeye istek olması ve uzun sürede tüketme oranlarını olumlu etkilediği

belirlenmiştir [33]. Bu çalışmada da bireylerin yaklaşık yarısı yapay etin geleneksel ete göre daha sağlıklı ve güvenli olduğunu düşünmediklerini beyan etmiştir. Buna ek olarak, bireylerin %75.0'i yapay etin geleneksel hayvancılık ve et endüstrisi üzerinde istihdam azalması ve kırsal nüfusun azalması gibi olumsuz etkilerinin olacağını düşünmektedir. Çin'de 2226 bireyle yapay et tüketimine ilişkin kabul ya da reddetme algısının değerlendirilmesi amacıyla yapılan randomize kontrollü çalışmada, önleme odaklı kurulan cümlelerin yapay etin kabulü üzerinde daha olumsuz etkiye sahip olduğu ve kazanç ifadesini içeren cümlelerin ise yapay etin kabulü üzerinde daha güçlü pozitif etki sağladığı belirlenmiştir [34]. Literatürde farklı sonuçların çıkmasının nedeni olarak ülkelerin ekonomik gelişmişlik ve eğitim düzeyindeki farklılıklar düşünülebilir.

Tablo 6. Yapay ete ilişkin soruların değişkenlere göre korelasyonunun dağılımı

**Table 6. Distribution of correlation of questions on artificial meat according to variables**

Sorular	Değişkenler			
	BKİ		Yaş	
	r	p	r	p
Yapay et sunulduğunda tüketme durumunuz nedir?	-0.050	0.059	-0.184	0.030*
Yapay eti denemek için duygusal direnciniz (ör. tiksinti) ne düzeydedir?	-0.050	0.559	-0.184	0.030*
Yapay insanlığın gelecekteki et ihtiyacını karşılayabilir mi?	0.202	0.017*	0.139	0.101

BKİ: Beden kütle indeksi, r: korelasyon katsayısı

## SONUÇ

Yapay etin geleneksel et üretim amacıyla yapılan hayvancılığı büyük oranda ortadan kaldırarak hayvan refahı, halk sağlığı ve çevresel değişimlerin oluşturduğu olumsuz etkilerin düzeyini azaltabileceği düşünülmektedir [35, 36]. Dünyanın ilk yapay etli hamburgerini üreten Post ve ark. [37], son zamanlarda teknolojik gelişmelerin ve yapay ete yapılan yatırımın artması nedeniyle yapay etin yakın gelecekte bir gıda ürünü haline geleceğini iddia etmektedir. Bununla birlikte, Avrupa Birliği Yeni Gıda Yönetmeliğine göre yapay etin yakın gelecekte yeni bir gıda olarak onaylanacağı belirtilmiştir [38]. Yapılan araştırmalarda, genel olarak tüketicilerin çoğunun yapay eti denemeye istekli olduğu, ancak nispeten daha az oranda bireyin geleneksel et veya diğer et alternatiflerine kıyasla tercih edeceğini göstermektedir [11, 19, 20]. Ancak, yapay etin tüketici tarafından kabul edilmesinde kültürler arası farklılıkların önemli rol oynaması nedeniyle bu çalışmaların sonuçları genellenememektedir. Bu çalışmaya sadece Burdur'da öğrenim gören beslenme ve diyetetik bölümü öğrencilerinin dahil edilmesi çalışmanın sınırlılıklarını oluşturmaktadır. Ancak Türkiye'de öğrencilerin yapay ete ilişkin tutumlarının değerlendirildiği ilk araştırma olması da çalışmanın güçlü yanını oluşturmaktadır.

İnsan nüfusundaki artışa paralel olarak şekillenen gıda ve hayvansal protein talebi hayvan çiftliklerinin çoğalmasına sebep olmuştur. Çevresel olumsuz etkilerin azaltılması ve hayvan refahı gibi zorluklar göz önünde bulundurulduğunda, geleneksel etten (çiftlik hayvanlarından et üretilmesi) daha düşük düzeyde çevresel değişimler oluşturması ve artan iyi kalite

protein talebinin karşılanmasına katkı sağlayabilecek yeni çözüm olarak yapay et üretim teknolojisi düşünülmektedir [39-42]. Beslenme alışkanlıklarına dair doğru bilginin topluma aktarılması için beslenme ve diyetetik bölümü lisans eğitimini başarıyla tamamlayan diyetisyenler önem taşımaktadır. Bu nedenle, beslenme ve diyetetik öğrencilerinin yapay ete ilişkin tutumlarını değerlendiren bildiğimiz kadarıyla ilk çalışma olması nedeniyle alanda yapılacak diğer çalışmalara destek sağlamaktadır.

## KAYNAKLAR

- [1] The Food and Agriculture Organisation of the United Nations (2013). Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources. Rome, Italy, Erişim: <http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf>. Erişim tarihi: 10.04.2022.
- [2] Alexandratos, N.a.J.B. (2012) World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working paper No. 12-03., Rome.
- [3] Nadathur, S.R., Wanasundara, J.P.D., Scanlin, L. (Eds.), (2016). Sustainable Protein Sources, Elsevier, London.
- [4] Zhang, G., Zhao, X., Li, X., Du, G., Zhou, J., Chen, J. (2020). Challenges and possibilities for bio-manufacturing cultured meat. *Trends in Food Science Technology*, 97, 443-450.
- [5] Faustman, C., Hamernik, D., Looper, M., Zinn, S.A. (2020). Cell-based meat: the need to assess holistically. *Journal Animal Science*, 98(8), skaa177.
- [6] Oonincx, D.G., van Itterbeeck, J., Heetkamp, M.J., van den Brand, H., van Loon, J.J., van Huis, A. (2010) An exploration on greenhouse gas and



- ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *PLoS One*, 5, e14445.
- [7] Verbeke, W., Sans, P., Van Loo, E.J. (2015). Challenges and prospects for consumer acceptance of cultured meat. *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 285-294.
- [8] Dupont, J., Harms, T., Fiebelkorn, F. (2022). Acceptance of cultured meat in Germany-application of an extended theory of planned behaviour. *Foods*, 11.
- [9] Weinrich, R., Strack, M., Neugebauer, F. (2020). Consumer acceptance of cultured meat in Germany. *Meat Science*, 162, 107924.
- [10] Dupont, J., Fiebelkorn, F. (2020). Attitudes and acceptance of young people toward the consumption of insects and cultured meat in Germany. *Food Quality and Preference*, 85, 103983.
- [11] Hocquette, J.F. (2016). Is in vitro meat the solution for the future? *Meat Science*, 120, 167-176.
- [12] Böhm, I., Ferrari, A., Woll, S. (2017). In-vitro-Fleisch : Eine technische Vision zur Lösung der Probleme der heutigen Fleischproduktion und des Fleischkonsums? Erişim: <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000076735>. Erişim tarihi: 11.04.2022.
- [13] Schaefer, G.O., Savulescu, J. (2014). The ethics of producing in vitro meat. *Journal of Applied Philosophy*, 31, 188-202.
- [14] Bryant, C.J. (2020). Culture, meat, and cultured meat. *Journal of Animal Science*, 98.
- [15] Hoogenkamp H. (2018). Clean cultured meat for today's future. Over time, these innovative food will ease into the supply chain. *Fleischwirtschaft International: Journal For Meat Production And Meat Processing*, 2, 42-46.
- [16] Tuomisto H.E.M., Hastrup P. (2014). Environmental impacts of cultured meat: alternative production scenarios, *In Conference Proceedings: R. Schenck, D. Huizenga, editor(s)*, pp 1360-1366, Vashon, WA, USA.
- [17] Alexander, P., Brown, C., Arneith, A., Dias, C., Finnigan, J., Moran, D., Rounsevell, M.D.A. (2017). Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use? *Global Food Security*, 15, 22-32.
- [18] Bryant, C.J., Barnett, J.C. (2019). What's in a name? Consumer perceptions of in vitro meat under different names. *Appetite*, 137, 104-113.
- [19] Wilks, M., Phillips, C.J. (2017). Attitudes to in vitro meat: A survey of potential consumers in the United States. *PLoS One*, 12, e0171904.
- [20] Slade, P. (2018) If you build it, will they eat it? Consumer preferences for plant-based and cultured meat burgers. *Appetite*, 125, 428-437.
- [21] Siegrist, M., and Hartmann, C. (2020). Perceived naturalness, disgust, trust and food neophobia as predictors of cultured meat acceptance in ten countries. *Appetite*, 155, 104814.
- [22] Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). Climate change 2007: The physical science basis. , In *In Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*, UK.
- [23] Marlow, H.J., Hayes, W.K., Soret, S., Carter, R.L., Schwab, E.R., Sabaté, J. (2009). Diet and the environment: does what you eat matter? *American Journal of Clinical Nutrition*, 89, 1699s-1703s.
- [24] Mancini, M.C., and Antonioli, F. (2019). Exploring consumers' attitude towards cultured meat in Italy. *Meat Science*, 150, 101-110.
- [25] de Oliveira, G.A., Domingues, C.H.F., Borges, J.A.R. (2021). Analyzing the importance of attributes for Brazilian consumers to replace conventional beef with cultured meat. *PLoS One*, 16, e0251432.
- [26] Boereboom, A., Mongondry, P., de Aguiar, L.K., Urbano, B., Jiang, Z.V., de Koning, W., and Vriesekoop, F. (2022). Identifying consumer groups and their characteristics based on their willingness to engage with cultured meat: A comparison of four European countries. *Foods*, 11.
- [27] Font, I.F.M., Guerrero, L. (2014). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: an overview. *Meat Science*, 98, 361-371.
- [28] Henchion, M., McCarthy, M., Resconi, V.C., Troy, D. (2014). Meat consumption: trends and quality matters. *Meat Science*, 98, 561-568.
- [29] Liu, J., Hocquette, É., Ellies-Oury, M.P., Chriki, S., Hocquette, J.F. (2021). Chinese Consumers' attitudes and potential acceptance toward artificial meat. *Foods*, 10.
- [30] T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2019). Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA). Ankara.
- [31] Arora, R.S., Brent, D.A., Jaenicke, E.C. (2020). Is India ready for alt-meat? Preferences and willingness to pay for meat alternatives. *Sustainability*, 12, 4377.
- [32] Valente, J.P.S., Fiedler, R.A., Sucha Heidemann, M., Molento, C.F.M. (2019). First glimpse on attitudes of highly educated consumers towards cell-based meat and related issues in Brazil. *PLoS One*, 14, e0221129.
- [33] Bryant, C., Barnett, J. (2018). Consumer acceptance of cultured meat: A systematic review. *Meat Science*, 143, 8-17.
- [34] Shi, H., Ma, P., Zeng, Y., Sheng, J. (2022). Understanding the Interaction between regulatory focus and message framing in determining chinese consumers' attitudes toward artificial meat. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9(9), 4948.
- [35] Mattick, C.S., Landis, A.E., Allenby, B.R., Genovese, N.J. (2015). Anticipatory life cycle analysis of in vitro biomass cultivation for cultured meat production in the United States. *Environmental Science & Technology*, 49(19), 11941-11949.
- [36] SUN, Z.-c., Yu, Q.-l., Lin, H. (2015). The environmental prospects of cultured meat in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 234-240.
- [37] Post, M.J., Levenberg, S., Kaplan, D.L., Genovese, N., Fu, J., Bryant, C.J., Negowetti, N., Verzijden, K., Moutsatsou, P. (2020). Scientific, sustainability

and regulatory challenges of cultured meat. *Nature Food*, 1, 403-415.

- [38] European Parliament and of the Council. Regulation 2015/2283 on novel foods of 25 November 2015. Erişim: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32015R2283>. Erişim tarihi: 05.08.2022.
- [39] Gerber, P.J., Mottet, A., Opio, C.I., Falcucci, A., Teillard, F. (2015). Environmental impacts of beef production: Review of challenges and perspectives for durability. *Meat Science*, 109, 2-12.
- [40] Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L.J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J.A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., Afshin, A., Chaudhary, A., Herrero, M., Agustina, R., Branca, F., Lartey, A., Fan, S., Crona, B., Fox, E., Bignet, V., Troell, M., Lindahl, T., Singh, S., Cornell, S.E., Srinath Reddy, K., Narain, S., Nishtar, S., Murray, C.J.L. (2019) Food in the anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet*, 393(10170), 447-492.
- [41] Boland, M.J., Rae, A.N., Vereijken, J.M., Meuwissen, M.P.M., Fischer, A.R.H., van Boekel, M.A.J.S., Rutherford, S.M., Gruppen, H., Moughan, P.J., and Hendriks, W.H. (2013). The future supply of animal-derived protein for human consumption. *Trends in Food Science Technology*, 29(1), 62-73.
- [42] Muslu, M. (2022). Sürdürülebilir beslenme ve protein ihtiyacı için alternatif bir kaynak: sentetik et (kültür eti). *Akademik Gıda*, 20(2), 189-193.
-

## Ceviz (*Juglans regia* L.) Yaprığı ve Yeşil Kabuğu: Fonksiyonel Özellikleri, Sağlığa Yararları ve Gıdalarda Kullanım Potansiyeli

Mehmet Ali Salık , Songül Çakmakçı  ✉

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 25240 Erzurum

Geliş Tarihi (Received): 21.11.2022, Kabul Tarihi (Accepted): 06.03.2023

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [cakmakci@atauni.edu.tr](mailto:cakmakci@atauni.edu.tr) (S. Çakmakçı)

☎ 0 442 231 2491 📠 0 442 231 5878

### ÖZ

Ceviz ağacı (*Juglans regia* L.), Juglandaceae familyasının iyi bilinen bir üyesi olup dünya çapında yaygın olarak yetiştirilmektedir. Antik çağlardan beri ceviz ağacının bazı kısımları geleneksel tıpta (venöz yetmezlik, hemoroit, hipoglisemi, ishal, astım, egzama, mide ağrısı, kanser ve mikrobiyal enfeksiyonlar gibi) çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Ceviz yaprağı ve yeşil kabuğu; kimyasal bileşimi (protein, yağ, karbonhidrat, E vitamini ile Ca, K, Mg, Fe, Zn ve Mn gibi mineraller) ve biyoaktif içerikleri (fenolikler, flavonoidler, organik asitler, triterpenik asitler, terpenler, terpenoidler, tetralon türevleri, megastigman türevleri ve juglon) bakımından dikkat çeken, ucuz ve bol bulunan, atık durumundaki önemli tarımsal yan ürünlerdir. Katma değeri yüksek ürünlerin ve fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanılabilecek özellikleri olan ceviz yaprağı ve yeşil kabuğu; antioksidan, antimikrobiyal, antifungal, anti-inflamatuar, antidiyabetik, antihelmintik, antidiyareik, antihistaminik, antiülser, antiastmatik, immünomodülatör, antifertilite, antikanser, sağlıklı yaşlanmayı sağlayıcı ve hepatoprotektif gibi özellikleriyle insan sağlığına yararlıdırlar. Bu derlemede, ceviz yaprağı ve yeşil kabuğunun fitokimyasal profilleri ve kimyasal özelliklerine dikkat çekilerek, sağlığa yararları ve gıdalarda fonksiyonel katkı ve/veya nutrasötik olarak kullanım potansiyelleri hakkında genel bilgiler verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ceviz yaprağı, Ceviz yeşil kabuğu, Biyoaktif bileşik, Fonksiyonel gıda, Sağlık, Nutrasötik

### Walnut (*Juglans regia* L.) Leaves and Green Husks: Their Functional Properties, Health Benefits and Potential Use in Foods

#### ABSTRACT

The walnut tree (*Juglans regia* L.) is a well-known member of the Juglandaceae family and is widely cultivated worldwide. Since ancient times, parts of the walnut tree have been used in traditional medicine for the treatment of various diseases (such as venous insufficiency, hemorrhoids, hypoglycemia, diarrhea, asthma, eczema, stomachache, cancer, and microbial infections). Walnut leaves and green husks are important agricultural by-products, which attract attention in terms of their chemical composition (such as protein, fat, carbohydrate, vitamin E and minerals including Ca, K, Mg, Fe, Zn and Mn) and bioactive contents (such as phenolics, flavonoids, organic acids, triterpenic acids, terpenes, terpenoids, tetralon derivatives, megastigman derivatives and juglone), and they are cheap and abundant while being in the form of waste. Walnut leaves and green husks, which have qualities that can be used in the development of high value-added products and functional foods, may provide benefits to human health with their various properties such as antioxidant, antimicrobial, antifungal, anti-inflammatory, antidiabetic, anthelmintic, antidiarrheic, antihistaminic, antiulcer, antiasthmatic, immunomodulator, antifertility, anticancer, anti-aging and hepatoprotective. In this review, general information is presented about their health benefits and potential as functional additives and/or nutraceutical in foods, by drawing attention to the phytochemical profiles and chemical properties of walnut leaves and green husks, which are agricultural wastes.

**Keywords:** Walnut leaf, Walnut green husk, Bioactive compound, Functional food, Health, Nutraceutical

## GİRİŞ

Gıda ve sağlık arasındaki ilişkinin anlaşılması insan sağlığına faydalı yeni ürünlerin ortaya çıkmasına neden olmuş/olmakta ve fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine yön vermektedir [1, 2]. Üzerinde çalışmaların hız kazandığı fonksiyonel gıdalar; temel beslenmeyi sağlayan ve aynı zamanda tüketicinin sağlığını olumlu yönde etkileyen ve önemli düzeyde biyoaktif bileşik (antioksidanlar, diyet lifi, mineraller ve vitaminler vb.) içeren gıdalardır [3, 4]. Bununla birlikte nutrasötikler, gıdalardan üretilen ancak bir kapsül, tablet, toz, solüsyon ve ekstrakt gibi tıbbi formlarda satılan, genellikle gıda ile ilişkilendirilmeyen ve fizyolojik faydalar ve/veya kronik hastalıklara karşı koruma sağlayan ürünlerdir [5].

Nutrasötikler ve fonksiyonel gıdalar sağlık üzerinde olumlu etkiler sağlamaktadır [5]. Tüketiciler, genellikle doğal kaynaklardan elde edilen fonksiyonel gıdaları tercih etme eğilimindedir [3, 4]. Gıdaların sağlığa yararlarını artırmak için daha çok bitkisel kaynaklar kullanılmaktadır. Bu açıdan tıbbi ve aromatik bitkiler gıda endüstrisinde umut verici önemli kaynaklardır [2]. Tıbbi aromatik bitkiler; genellikle orman ağaçları, süs bitkileri, baharatlar ve çeşniler içerisinde yer almakta [6], eski zamanlardan beri gıda, ilaç ve parfüm gibi ürünlerin üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır [7]. Bu bitkilerin tedavi edici özellikleri gözlem ve deneyler yoluyla keşfedilmiş ve nesiller arası aktarılarak popüler kültürün bir parçasını oluşturmuştur [8]. Tıbbi aromatik bitkiler; protein, lif, uçucu bileşikler (esansiyel yağ), vitaminler (A, C ve B grubu), mineraller (kalsiyum, fosfor, sodyum, potasyum ve demir) ve fitokimyasallar (antioksidan ve fenolik bileşikler gibi) bakımından önemli kaynaklardır [9]. Bitkilerin yaprak ve çiçek gibi kısımları fitokimyasalların ana kaynağını oluştururken; meyve, tohum, gövde, kök ve sap gibi kısımları ise yardımcı kaynaklardır [10]. Primer bitki metabolitleri arasında aminoasitler, proteinler, şekerler, nükleik asitler ve polisakkaritler yer almakta [10], sekonder bitki metabolitleri ise çeşitli terapötik etkileri olabilen fenolik bileşikler, terpenoidler, alkaloidler, steroidal bileşikler, glikozitler, terpenler, uçucu yağlar ve tanenler gibi bileşiklerden oluşmaktadır [11].

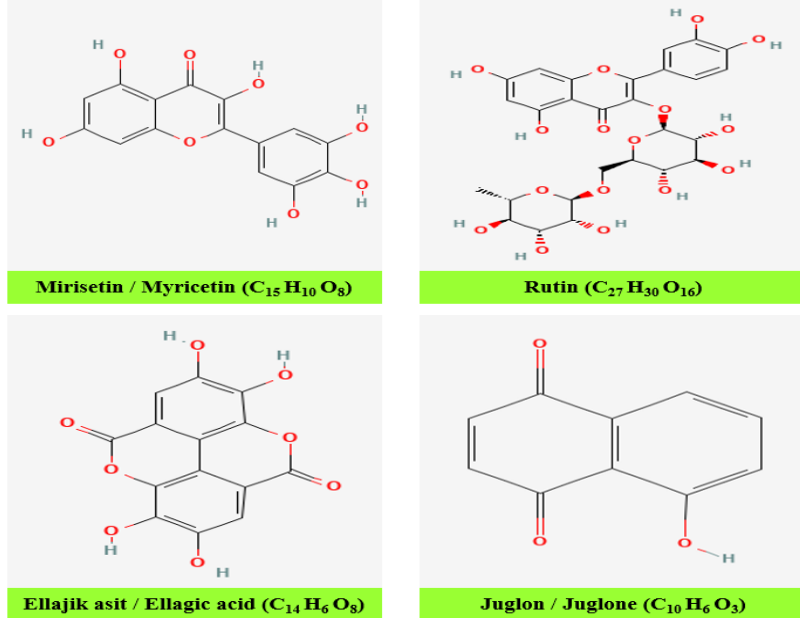
Yapılan çalışmalarda, doğal bitkisel ürünlerin biyolojik ve farmakolojik aktiviteleri nedeniyle kemoterapötik ajanlar olarak kullanıldığı/kullanılabileceği bildirilmektedir. Ceviz ve ceviz ağacı yan ürünlerinin çeşitli hastalıkların tedavisinde etkili ve olumlu sonuçlar gösterdiğine dair araştırma sonuçları bulunmaktadır [11, 12]. Bunlar içerisinde yaprak ve yeşil kabuk; kimyasal bileşimi ve biyoaktif özellikleri bakımından dikkat çeken ve katma değeri yüksek ürünlerin geliştirilmesinde kullanılabilecek özelliklere sahip, ucuz ve bol bulunan, atık durumunda olan önemli tarımsal kaynaklardır.

Günümüzde mevcut gıda kaynaklarını artırmak, fonksiyonel yeni gıda ürünleri geliştirmek, sentetik gıda katkı maddelerine alternatif olacak doğal kaynaklar aramak, atık sorunlarını çözmek, sıfır veya sıfıra yakın gıda atığı hedefine ulaşmak gibi amaçlarla biyoaktif bileşikler ve gıda bileşenleri bakımından potansiyel olan tarımsal gıda ve yan ürünleri ile gıda işleme yan ürünleri ve atıklarının değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmalar gittikçe artmaktadır [13, 14]. Fitokimyasal profili belirlenmiş ve tarımsal atık durumunda olan ceviz yaprağı ve ceviz yeşil kabuğu da önemli potansiyele sahip olup fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde ümit verici görünmektedirler. Bu derlemede, ceviz yaprağı ve yeşil kabuğunun biyoaktif özelliklerine ve kimyasal bileşimine dikkat çekilerek, sağlığa faydaları ve gıda sanayisinde kullanım potansiyelleri hakkında özet bilgiler verilmiştir.

## CEVİZ YAPRAĞI ve CEVİZ YEŞİL KABUĞUNUN ÖZELLİKLERİ

### Kimyasal ve Biyoaktif Özellikler

Ceviz ağacı (*J. regia* L.) Juglandaceae familyasına ait olup dünya çapında (Güneydoğu Avrupa, Doğu Asya ve Kuzey Amerika başta olmak üzere) yaygın şekilde yetiştirilmektedir [15, 16]. Ceviz, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından, besin değerinin oldukça yüksek olması ve biyoaktif bileşiklerce zengin olması nedeniyle, öncelikli bitkiler grubuna dâhil edilmiş ve insan beslenmesi için stratejik bir tür olarak sınıflandırılmıştır. Ceviz ağacının yeşil kabuğu, yaprağı, kahverengi kabuğu, ağaç kabuğu, kök, dal ve sürgün gibi kısımlarının da biyoaktif bileşiklerce potansiyel olduğu belirtilmektedir [16]. Ceviz yaprağı aromatik özelliğe sahip, fazla miktarda bulunan ve temini kolay yapraklardandır [15]. Ceviz yaprağı, sekonder metabolitlerden olan fenolik asitler, flavonoidler, organik asitler, tokoferoller, triterpenik asitler, terpenler, terpenoidler, tetralon türevleri, megastigman türevleri ve 5-hidroksi-1,4-naftokinon (juglon) gibi biyoaktif bileşikler [17] ile uçucu aroma bileşikleri (karyofillen oksit,  $\beta$ -karyofillen, germakren,  $\alpha$ -pinen ve  $\beta$ -pinen baskın olmak üzere) [15] içermektedir. Ceviz hasadında önemli bir yan ürün olarak açığa çıkan ve değerlendirilmeden atılan ceviz yeşil kabuğu [18, 19], ceviz meyvesinin yaş ağırlığının yaklaşık %64'ünü oluşturmaktadır [20] ve oldukça yüksek miktarda biyoaktif bileşik içermektedir. Ceviz yeşil kabuğu yüksek konsantrasyonlarda klorojenik asit, kafeik asit, ferulik asit, sinapik asit, gallik asit, ellajik asit, protokateşik asit, siringik asit, vanilik asit, kateşin ve juglon içermektedir [20, 21]. Juglon, ceviz ağacının karakteristik fenolik bileşiği olup taze ceviz yapraklarında, meyvelerde (özellikle yeşil kabukta), sürgünlerde ve köklerde fazlaca bulunmaktadır [16, 22]. Ceviz yaprağında bulunan fenolik bileşiklerin (başlıcaları; mirisetin, rutin, ellajik asit ve juglon) kimyasal yapı ve molekül formülleri Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Mirisetin, rutin, ellajik asit ve juglon'un kimyasal yapıları [23]  
 Figure 1. Chemical structures of myricetin, rutin, ellagic acid and juglone [23]

2019 yılında dünya genelinde yaklaşık 1.3 milyon hektar alanda (hA) 4.5 milyon ton ceviz üretimi yapılmış [24], Türkiye yaklaşık 125 bin hA üzerinde 225 bin ton ceviz üretimi ile dünya üretiminin yaklaşık %5'ini karşılamıştır [24, 25]. Zeytin yaprağında olduğu gibi bir hektar alandaki ceviz ağacından 375 kg yaprak atığının [26] oluştuğu varsayıldığında, 1.3 milyon hA'da yaklaşık 500 bin ton ceviz yaprağı olduğu tahmin edilebilir. Ceviz ağacı yaprak dökken bir bitki olması nedeniyle, her yıl 500 bin tonun üzerinde bir atık olabileceği anlaşılmaktadır. FAO [24] ve TÜİK [25] verilerine göre; dünya ve ülkemizde üretilen toplam ceviz miktarları dikkate alındığında, dünya genelinde her yıl yaklaşık 1.3 milyon hA'da 2.9 milyon ton ceviz yeşil kabuğu atığının (%64 hesabıyla), ülkemizde ise 125 bin hA'da 144 bin ton ceviz yeşil kabuğu ortaya çıktığı tahmin edilebilir. Bu tahmini verilerden de anlaşılacağı gibi ceviz yaprağı ve yeşil kabuğu ciddi bir atık olmaktadır. Bu değerli tarımsal atıkların; biyoaktif, kimyasal ve farmakolojik özellikleri göz önüne alındığında her yıl tonlarca gıda bileşeninin/hammadde kaynağının değerlendirilmeden atıldığını veya doğaya karıştığını görmek üzücü bir durumdur. Hâlbuki kimyasal bileşenleri ve biyoaktif özellikleri bakımından oldukça değerli olan bu kaynaklar potansiyel olarak hammadde niteliğindedir.

Kazemi ve Mokhtarpour [27] tarafından İran'ın Keşmar kentinden toplanan taze ceviz yaprağında; kurumadde miktarı %34.29, protein miktarı %15.03, yağ miktarı %3.41, kül miktarı %9.04, karbonhidrat miktarı %23.46 ve tanen miktarı %7.43 olarak belirlenmiştir. Aynı araştırmacılar; mineraller olarak Ca, K, Mg, Fe, Zn, Mn ve Co miktarlarını ise sırasıyla; 38.64 g/kg, 11.79 g/kg, 0.90 g/kg, 7.52 g/kg, 190.53 mg/kg, 24.30 mg/kg, 148 mg/kg ve 2.63 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Ceviz yaprağındaki protein miktarının, ceviz meyvesine benzer olduğu, Erdoğan ve ark. [28]'nin Çoruh Vadisi cevizlerinde tespit ettikleri değerlerden (%10-20 protein) anlaşılmaktadır. Santos ve ark. [29], Portekiz'in

Kuzeydoğusundan temin edilen taze ceviz yapraklarından elde edilen kuru ceviz yaprağında %0.79 glukoz, %5.79 sakkaroz, %2.69 trehaloz ve %9.27 toplam şeker bulmuşlardır. Soto-Madrid ve ark. [30] ise Şili'nin San Antonio şehrinden topladıkları ceviz yeşil kabuğunda %85.93-88.28 kurumadde, %4.45-4.69 protein, %1.39-1.61 yağ, %17.51-18.52 kül ve %44.70-44.80 arasında ham lif olduğunu belirlemişlerdir.

Yapılan araştırmalarda, hem ceviz yaprağının hem de ceviz yeşil kabuğunun önemli miktarda biyoaktif bileşik ve bazı gıda bileşenlerini içerdikleri görülmüştür. Makalenin bu bölümünde; ceviz yaprağı ve ceviz yeşil kabuğunun biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırma sonuçları özetlenmiştir:

Almeida ve ark. [31], Kuzey Portekiz'deki Mirandela bölgesinden temin ettikleri ceviz yaprağının *in vitro* radikal süpürücü etkilerini araştırdıkları çalışmanın sonucunda; reaktif oksijen türleri (ROS) süperoksit radikali (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) IC<sub>50</sub> değerini 47.6 µg/mL, ROS hidrojen peroksit radikali (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) IC<sub>50</sub> değerini 383.0 µg/mL; reaktif nitrojen türleri (RNT) nitrik oksit radikali (·NO) IC<sub>50</sub> değerini 1.95 µg/mL, RNT peroksinitrit anyonu (ONOO<sup>-</sup>) IC<sub>50</sub> değerini 1.66 µg/mL olarak; oksijen radikali absorbans kapasitesi (ORAC) değerini 2.17 µmol Trolox® eşdeğeri (TE)/g ekstrakt olarak; toplam fenolik madde (TPC) miktarını 270 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g liyofilize ekstrakt olarak tespit etmişlerdir. Sonuçlar, ceviz yaprağının kolayca erişilebilen doğal bir antioksidan kaynağı olarak kullanılabilirliğini göstermiştir.

Cosmulescu ve Trandafir [32], Romanya'daki Craiova Üniversitesi ceviz araştırma bahçesinden temin edilen 14 farklı ceviz çeşidinde ait yapraklarda TPC miktarını 17.7-39.6 mg GAE/g taze ağırlık, DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radikal süpürücü etkiyi; inhibisyon olarak %81.91-93.52, 16.4-50.7 mg TE/g taze ağırlık, 2.7-10.6

mg GAE/g taze ağırlık, 10.9-32.5 mg askorbik asit eşdeğeri (AAE)/g taze ağırlık olarak belirlemiştir.

Salimi ve ark. [12] tarafından İran'ın Tahran yöresinden toplanan genç ve olgun ceviz yapraklarında sırasıyla; TPC miktarı 182.70-267.30 mg GAE/g kuru ekstrakt, toplam flavonoit madde miktarı (TFC) 96.89-149.0 mg kuarsetin eşdeğeri (QUE)/g kuru ekstrakt, tanen miktarı 950.56-237.42 mg lökosiyanidin eşdeğeri (LE)/g kuru ekstrakt olarak tespit edilmiştir.

Nour ve ark. [33], Romanya'nın Râmnicu Vâlcea bölgesindeki bir araştırma merkezinden temin ettikleri 9 farklı çeşit ceviz yaprağında 17 adet fenolik ve flavonoit bileşik tanımlamışlardır. Bu bileşikler arasında; juglon (44.55-205.12 mg/100g taze ağırlık), ellajik asit (38.57-134.54 mg/100g taze ağırlık), mirisetin (81.02-230.99 mg/100g taze ağırlık), kateşin hidrat (50.78-457.11 mg/100g taze ağırlık) ve rutin (33.97-186.76 mg/100g taze ağırlık) baskın olanlardır. Benzer bir çalışmada, aynı bölgeden (Râmnicu Vâlcea, Romanya) temin edilen ceviz yaprağında ana fenolik bileşiklerden juglon, ellajik asit, mirisetin ve rutin sırasıyla; 16.2-108.0 mg/100g, 4.03-134.5 mg/100g, 54.1-248.9 mg/100g ve 17.7-186.7 mg/100g taze ağırlık olarak tespit edilmiştir [22].

Uysal ve ark. [34], Akdeniz Bölgesi'nden topladıkları ceviz yaprağında TPC'yi 67.82-96.03 mg GAE/g, TFC'yi 27.17-46.99 mg rutin eşdeğeri (RE)/g, toplam antioksidan aktiviteyi 85.42-87.81 mg AAE/g, DPPH radikal süpürme aktivitesini %21.55-45.18 (0.1 mg/mL konsantrasyonda), ABTS süpürme aktivitesini 94.13-179.01 mg TE/g ve FRAP (demir indirgeyici antioksidan güç) aktivitesini 111.48-136.26 µM TE/g arasında tespit etmişlerdir. Ayrıca 10 adet fenolik bileşik (gallik asit, kateşin, *p*-hidroksibenzoik asit, klorojenik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, benzoik asit, kuersetin ve kaempferol) tanımlanmıştır.

Vieira ve ark. [17], Portekiz'in Kuzeydoğusundaki Bragança yöresinden topladıkları yeşil ceviz yapraklarının (29.70 mg/g ekstrakt), sarı ceviz yapraklarına (23.26 mg/g ekstrakt) göre daha yüksek miktarda TPC içerdiğini belirlemiştir. Ayrıca, her iki yaprak çeşidinde de 16 farklı fenolik bileşik (ana bileşikler olarak: hidroksisinnamik asit türevleri, flavonoller, *trans* 3-*p*-kumaroilkinik asit ve kuersetin-3-O-glukozit) tanımlamışlardır.

Santos ve ark. [29], kurutulmuş ceviz yaprağında organik asitlerden; %0.93 oksalik asit, %1.04 malik asit, %0.20 askorbik asit ve %0.89 sitrik asit; tokoferollerden  $\alpha$ -tokoferol,  $\beta$ -tokoferol,  $\gamma$ -tokoferol ve  $\delta$ -tokoferol miktarlarını sırasıyla 199.99 mg/100g, 2.63 mg/100 g, 120.16 mg/100g, 67.56 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca, 25 adet fenolik bileşik (3-O-kafeoilkinik asit, kuersetin O-pentosit, kuersetin 3-O-glukozit, prosiyanidin trimer, kuersetin O-ramnozid ve 3-*p*-kumaroilkinik asit ana bileşikler oluşturmakta) tanımlanmıştır.

Bou Abdallah ve ark. [15], Tunus'un Kuzeyindeki Mateur bölgesinden toplanan ceviz yapraklarından hidrodistilasyon ile ekstrakte ettikleri uçucu yağlarda 29

adet aroma bileşiği tanımlamışlardır. Bunlar içerisinde; seskiterpen hidrokarbon (%13.9-39.6), oksijenli seskiterpenler (%16.9-27,4) ve alkoller (%7.6-27.8) ağırlıkta olup, karyofilen oksit (%16.9-27.4),  $\beta$ -karyofillen (%4.0-22.5), germakren (%1.2-9.4) ve  $\beta$ -pinen (%2.8-9.5) ana bileşikleridir. Benzer olarak, Hindistan'da yürütülen bir çalışmada ise ceviz yaprağı uçucu yağında 38 adet aroma bileşiği tespit edilmiş;  $\alpha$ -pinen (%15.1),  $\beta$ -pinen (%30.5),  $\beta$ -karyofillen (%15.5), germakren D (%14.4) ve limonen (%3.6) ana bileşikleridir [35]. Verma ve ark. [36], Hindistan'da Batı Himalaya'nın 28 farklı bölgesinden topladıkları taze ceviz yapraklarının uçucu yağ verimi ve kompozisyonunu belirlemiştir. Araştırma sonucunda; E-karyofilen (%1.4-47.9),  $\beta$ -pinen (%4.5-39.5), germakren D (%5.0-23.3),  $\alpha$ -pinen (%1.5-18.1),  $\alpha$ -humulen (%1.1-11.8),  $\alpha$ -zingiberen (%0.1-11.3),  $\alpha$ -kopen (%0.0-10.1), limonen (%0.8-8.6), karyofillen oksit (%0.1-8.6), kurkumin (%0.0-7.2),  $\delta$ -kadinen (%0.3-6.7), (E)- $\beta$ -farnesen (%0.0-5.9),  $\gamma$ -kurkumin (%0.0-4.2) ve metil salisilat (%0.1-4.0) ana bileşikler olmak üzere toplam 70 adet uçucu bileşik tespit edilmiştir.

Stampar ve ark. [37], Maribor'daki (Slovenya) deneme bahçesinden toplanan ceviz yeşil kabuğunda; klorojenik asit (3.89-15.2 mg/100 g), kafeik asit (1.0-1.87 mg/100 g), ferulik asit (0.91-21.3 mg/100 g), sinapik asit (1.92-99.6 mg/100 g), gallik asit (9.16-122.0 mg/100 g), ellajik asit (3.90-98.3 mg/100 g), protokateşik asit (2.92-23.0 mg/100 g), şiringik asit (13.1-17.3 mg/100 g), vanilik asit (1.18-21.0 mg/100 g), (+)-kateşin (4.51-47.5 mg/100 g), (-)-epikateşin (7.25-23.9 mg/100 g), mirisetin (2.88-25.0 mg/100 g) ve juglon (218-1404 mg/100 g) olmak üzere toplam (315-1526 mg/100 g) 13 adet fenolik bileşik tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise Portekiz'in Kuzeydoğusundaki Bragança bölgesinden toplanan ceviz yeşil kabuğunda çoğunlukla naftalin türevi bileşikler olmak üzere 16 farklı fenolik bileşik (hidroksisinnamik asitler ve flavonoller) tanımlanmıştır [38].

Oliveira ve ark. [18], Portekiz'in Kuzeydoğusundaki Bragança bölgesinden toplanan ceviz yeşil kabuğunda TPC miktarını 32.61-74.08 mg GAE/g, FRAP antioksidan aktiviteyi 0.50-0.70 EC<sub>50</sub> (mg/mL), DPPH radikal süpürücü etkiyi 0.35-0.59 EC<sub>50</sub> (mg/mL) ve  $\beta$ -karoten antioksidan aktiviteyi 0.10-1.27 EC<sub>25</sub> (mg/mL) olarak tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Fernandez-Agullo ve ark. [19], aynı bölgeden (Bragança, Portekiz) temin ettikleri ve farklı çözücüler ile hazırladıkları ceviz yeşil kabuğu ekstralarında TPC miktarını 40.39-84.46 mg GAE/g, DPPH radikal süpürücü etkiyi 0.33-0.72 EC<sub>50</sub> (mg/mL) ve FRAP antioksidan aktiviteyi 0.95-2.16 EC<sub>50</sub> (mg/mL) olarak tespit etmişlerdir. Wianowska ve ark. [39] tarafından Polonya'nın Urzejowice bölgesinden temin edilen ceviz yeşil kabuğunda TPC 90.64-117.71 mg GAE/g, TFC 0.28-2.57 mg QUE/g ve juglon miktarı 40.13-234.43 mg/g olarak tespit edilmiştir. Chatrabnous ve ark. [21], İran'ın Fars yöresinden topladıkları ceviz yeşil kabuğunda ana fenolik bileşiklerden kafeik asit, rutin, kuersetin, *p*-kumarik asit, *trans*-fenolik asitler, hesperidin, rosmarinik asit ve öjenol miktarları sırasıyla; 10.7 mg/g, 2.87 mg/g, 18.06 mg/g, 0.60 mg/g, 1.54 mg/g, 3.65 mg/g, 20.61 mg/g ve 3.37 mg/g kuru ağırlık



olarak bulunmuştur. Cheraghali ve ark. [40] tarafından İran'ın Tahran yöresinden toplanan ceviz yeşil kabuğundan elde edilen mikrokapsüllerde TPC 50.67-56.83 mg GAE/100 g ve DPPH radikal süpürücü etki %75.17-80.87 olarak tespit edilmiştir. Başka bir araştırmada ise İran'ın Damavand bölgesinden temin edilen ceviz yeşil kabuğunda TPC miktarı 65.40 mg GAE/100 g, TFC miktarı 10.06 mg kateşin eşdeğeri (KE)/100 g ve DPPH radikal süpürücü etkiyi 0.17 EC<sub>50</sub> (mg/mL) olarak belirlenmiştir [20]. Soto-Madrid ve ark. [30] da ceviz yeşil kabuğunda TPC miktarı ile DPPH, FRAP ve ORAC antioksidan aktiveyi sırasıyla; 129 mg GAE/g kuru ağırlık, 202 mg TE/g kuru ağırlık, 141 mg FeSO<sub>4</sub>/g kuru ağırlık ve 171 µmol TE/g kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir.

### Terapötik Özellikler ve Klinik Çalışmalar



Ceviz yapraklarının sağlığa faydalı bileşenleri içerdiği ve geleneksel tıpta venöz yetmezlik, hemoroit, hipoglisemi,

ishal, mantar veya mikrobiyal enfeksiyonların tedavisinde yaygın olarak kullanıldığı belirtilmektedir [15, 33]. Ceviz yeşil kabuğu ise geleneksel Çin tıbbında dizanteri, ishal ve mide ağrılarını tedavi etmek için kullanılmakla birlikte, son yıllarda biyoaktif özellikleri nedeniyle farmakoloji alanında büyük ilgi görmektedir [41].

Yapılan araştırma sonuçlarına göre, ceviz yaprağında ve yeşil kabuğunda belirlenen bazı terapötik özellikler Tablo 1'de verilmiştir. Ceviz yaprağının antioksidan, antimikrobiyal, antifungal, anti-inflamatuar, antidiyabetik, antihelmintik, antidiyareik, antihistaminik, antiülser, antiastmatik, immünomodülatör, antifertilite ve hepatoprotektif gibi çok sayıda terapötik etki sağladığı görülmektedir. Ceviz yeşil kabuğunun ise antioksidan, antimikrobiyal, antifungal, anti-inflamatuar, antidiyabetik, antikanser ve yaşlanmayı geciktirici gibi terapötik etkiler sağladığı görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Ceviz yaprağı ve yeşil kabuğunun terapötik özellikleri

*Table 1. Therapeutic properties of walnut leaf and green husks*

Ceviz Yaprağı ve Yeşil Kabuğu	Terapötik Özellikler*	Referanslar
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antioksidan</li> <li>• Antimikrobiyal</li> <li>• Antifungal</li> <li>• Anti-inflamatuar</li> <li>• Antidiyabetik</li> <li>• Antihelmintik</li> <li>• Antidiyareik</li> <li>• Antinosiseptif</li> <li>• Antihistaminik</li> <li>• Antiülser</li> <li>• Antiastmatik</li> <li>• İmmünomodülatör</li> <li>• Antifertilite</li> <li>• Hepatoprotektif</li> </ul>	[11, 16, 17, 22, 33, 42 - 45]
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antioksidan</li> <li>• Antimikrobiyal</li> <li>• Antifungal</li> <li>• Anti-inflamatuar</li> <li>• Antidiyabetik</li> <li>• Antikanser</li> <li>• Sağlıklı yaşlanmayı sağlayıcı</li> </ul>	[18, 30, 38, 41, 46 - 49]

\*: Anti-İnflamatuar: İltihap ve ödem giderici, Antiaterojenik: Deride oluşan şişlikleri ve kızarıklıkları giderici, Hipoglisemik: Kan şekeri düşürücü, Nöroprotektif: Nöron/sinir hücresi koruyucu, Antihelmintik: Parazit giderici, Antinosiseptif: Doku zedelenmesinden kaynaklı ağrıları giderici, Antihistaminik: Histaminin vücutta verdiği olumsuzlukları giderici, Antiastmatik: Astım nöbetlerini önleyici/edici, İmmünomodülatör: Bağışıklığı düzenleyici, Antifertilite: Gebeliği önleyici, Hepatoprotektif: Karaciğeri koruyucu.

Makalenin bu bölümünde; ceviz yaprağı ve ceviz yeşil kabuğunun biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bazı *in-vitro* ve *in-vivo* klinik çalışmalar ile hücre kültür araştırmalarında önemli bulunan sonuçlar genel hatları ile birlikte kronolojik olarak özetlenmiştir:

Carvalho ve ark. [50], *J. regia* L.'nin insan kanser hücreleri (böbrek kanseri hücreleri A-498 ve 769-P ile kolon kanseri hücresi Caco-2) üzerine olan antiproliferatif (çoğalmayı önleyici) ve antioksidan özelliklerini incelenmiştir. Araştırma sonucunda, ceviz yaprağı ekstraktının (CYE), yeşil kabuk ve tohum ekstraktlarından daha yüksek bir antiproliferatif etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. Sonuçlar, ceviz ağacının doğal antioksidan kaynağı olduğunu ve kemopreventif ajan olarak potansiyel taşıdığını göstermiştir.

Hosseinzadeh ve ark. [51], ceviz yaprağının farelerde antinosiseptif, anti-inflamatuar ve akut toksisite etkilerini araştırmışlar ve araştırma sonucunda; sulu (2.87 ve 1.64 g/kg) ve etanolik (2.044 ve 1.17 g/kg) yaprak ekstraktlarının antinosiseptif ve anti-inflamatuar aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

Salimi ve ark. [12] tarafından farklı çözücüler (metanol, etilasetat, klorofom ve hekzan) ile hazırlanmış CYE'nin BHY, MCF7 ve HT-29'nin kanser hücreleri üzerine sitotoksik etkilerinin araştırıldığı araştırma sonucunda; tüm ekstraktların kanser hücreleri üzerinde inhibitör etki gösterdiği tespit edilmiş, kloroform ile hazırlanan CYE'nin kemoterapötik bir ajan olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Hosseini ve ark. [52] tarafından da CYE'nin tip-2 diyabetli hastalarda hiperglisemi ve lipit profili üzerindeki etkileri araştırılmış, bu amaçla hastalara 3 ay boyunca günde iki kez 100 mg CYE oral olarak verilmiştir. Araştırma sonucunda, tip-2 diyabetli hastalarda tedavi süresince uygulanan CYE'nin karaciğer ve böbrekte herhangi bir somut yan etki oluşturmaksızın, kan lipit profilini ve glisemik kontrolünü iyileştirdiği tespit edilmiştir.

Ceviz ağacı kökünden klorofom ile ekstrakte edilen ve jel kromatografisi ile saflaştırılan juglon ile izole juglondan yapılan sentez analoglarının çeşitli insan kanser hücre hatları üzerinde antikanser aktivitesi araştırılmıştır [53]. Araştırma sonucunda, juglon'un prostat kolon (Colo-205 ve HCT-116), prostat (PC-3 ve DU-145), akciğer (NCI-H322 ve A549), meme (T47D) ve deri (A-431) gibi çeşitli insan kanser hücre hatlarına karşı sitotoksik etki gösterdiği tespit edilmiştir. Hatta sentezlenen analoglar arasında 15a ve 16a'nın NCI-H322 ve A549 insan kanser hücre hatlarına karşı oldukça aktif ve seçici sitotoksik ajanlar olduğu ve ticari antikanser ajanı olan BEZ235'ten (pozitif kontrol olarak kullanılan) daha yüksek aktivite gösterdiği bulunmuştur.

Avcı ve ark. [54], juglon'un pankreas kanseri hücreleri (BxPC-3 ve PANC-1) üzerindeki metastaz (doku ve organlarda tümörün yayılması) ve anjiyogenez (patolojik yeni damarların oluşumu) etkilerini araştırmışlar ve juglon'un pankreas kanseri hücrelerinde hücre invazyonu ve metastazı engellediği tespit edilmiş,

juglon'un pankreas kanserinde etkili bir antikanser ajan olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Diyabetik farelerde ceviz yaprağı tozunun (CYT) nutrasötik potansiyeli Mollica ve ark. [3] tarafından araştırılmış ve amaçla farelere 28 gün boyunca günde iki kez CYT (25, 50 ve 100 mg/kg) oral olarak verilmiştir. Araştırma sonucunda, CYT uygulamasının; kilo alımı, glisemik kontrol ve kan lipit profilinin düzenlenmesinde etkili oldu görülmüştür. Ayrıca, CYT'nin pankreas, karaciğer ve böbrek dokusu hasarına karşı korumada etkili olduğu tespit edilmiştir.

Vieira ve ark. [17], ceviz yaprağının; anti-inflamatuar, antiproliferatif (tümör hücrelerde sitotoksik etki) ve antimikrobiyal (*Enterococcus faecalis* ve *Listeria monocytogenes*'e karşı) etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırmada, ceviz yapraklarının, gıda veya farmasötik alanlarda farklı uygulamalarda kullanılmak üzere hepatotoksik (karaciğer hasarı) etkileri olmayan biyoaktif bileşik olarak kullanılabileceği önerilmiştir.

Liu ve ark. [55], şeker hastalığına etki eden ceviz yaprağının potansiyel aktif bileşenlerinin belirlenmesi için yaptıkları araştırma sonucunda; 38'i potansiyel biyoaktif bileşik olmak üzere toplam 130 bileşik tanımlamışlardır. Bunlar içerisinde Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) onaylı ilaçlarla yüksek benzerlik gösteren 8 adet aktif bileşik (kuersetin, (+)-katesin, luteolin, eskületin, krizin, ellajik asit, naringenin ve mirisetin) belirlenmiştir. Sonuç olarak, ceviz yaprağının şeker hastalığı üzerine olan terapötik etkisi, bu 8 adet ana aktif bileşiğin antiinflamatuar, pro-lipit metabolizması ve anti-insülin direnci etkileri ile ilişkilendirilmiştir.

Pereira ve ark. [43], ceviz yaprağının *Staphylococcus aureus*, *Bacillus (B.) cereus* ve *B. subtilis* üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Başka bir araştırmada ise, ceviz yaprağının *S. aureus*, *S. epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida (C.) albicans*, *C. glabrata*, *C. tropicalis* ve *C. kefyr* suşlarına karşı antimikrobiyal ve antifungal etki gösterdiği saptanmıştır [56]. Kocaçalışkan ve ark. [57] ise CYE'nin *C. albicans*, *Botrytis cinerea* ve *Geotrichum candidum* üzerinde önemli antifungal etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Oliveira ve ark. [18], ceviz yeşil kabuğunun *B. cereus*, *B. subtilis* ve *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini saptamışlar, benzer şekilde Cheraghali ve ark. [40], ceviz yeşil kabuğu mikrokapsüllerinin *S. aureus* ve *B. cereus* üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Izadiyan ve ark. [58], ceviz yeşil kabuğu ekstraktından sentezledikleri altın nanopartiküllerinin (Au-NP) sitotoksik özelliklerini araştırmışlar ve sonuç da Au-NP'lerin yüksek konsantrasyonda (250 µg/mL) bile hem 3T3 (fare embriyonik fibroblast) hem de HT-29 (insan kolorektal adenokarsinom) hücre hatları üzerinde sitotoksik olmayan bir etki gösterdiği bulunmuştur.

Fazla yağlı diyetle beslenen obezite farelerde lipit seviyesi ve bağırsak bakteri florası bozuklukları üzerine ceviz yeşil kabuğu ekstraktının (CYKE) etkilerinin araştırıldığı bir araştırmada [46], çok yağlı diyetle

beslenen obezite farelerde CYKE uygulamasının vücut ağırlığını, yağ kütlelerini, hepatik steatoz ve yağ dokusu hipertrofini azalttığı belirlenmiş, dislipidemi ve bağırsak bakteri bozukluklarının iyileştiği tespit edilmiştir. Ayrıca CYKE'nin farelerin bağırsak florasındaki zararlı bakterilerin çoğalmasını engellediği, faydalı bakterilerin çoğalmasında artırdığı belirlenmiştir.

Wang ve ark. [47], ceviz yeşil kabuğu polisakkaritinin (CYKP; glukuronik asit, arabinoz ve galaktozdan oluşan düşük molekül ağırlıklı asidik bir heteropolisakkarit) yüksek fruktoz ile beslenen farelerde karaciğer hasarı, vasküler endotel disfonksiyon ve bağırsak mikrobiyota bozukluğu üzerindeki koruyucu etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; CYKP'nin yüksek fruktoz ile beslenen obezite farelerde glukoz ve lipit metabolizmasını önemli ölçüde iyileştirdiği, oksidatif stresi ise azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, CYKP'nin farelerin bağırsak mikrobiyotasındaki sağlığa faydalı bakterilerin çoğalmasında artırdığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, CYKP'nin yüksek fruktoz ile beslenen farelerde karaciğer ve kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde fonksiyonel bir polisakkarit olarak kullanılabilmesi bildirilmiştir.

Wang ve ark. [41], fazla yağlı diyetle beslenen farelerde; obezite, alkolik olmayan yağlı karaciğer hastalığı, kolon doku hasarının önlenmesi vb. üzerine ceviz yeşil kabuğu polifenolik ekstraktı (CYKPE) uygulamasının etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda; CYKPE uygulamasının obezite farelerde anormal vücut ağırlık artışını, lipit metabolizması bozukluğunu, oksidatif stresi ve enflamatuvar hasarı etkili şekilde önlediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, CYKPE'nin fazla yağlı bir diyetin neden olduğu obezite ve ilgili kronik hastalıkları önlemek için etkili bir madde olduğu bildirilmiştir.

### Toksisite

Çeşitli araştırmalarda, tıbbi bitkiler ve doğal kaynaklı tıbbi ürünlerin, modern sentetik ilaçlara göre insan vücudu için daha güvenli ve daha az zararlı olduğu öne sürülmektedir. Ancak, şifalı bitkilerin tarih boyunca tüm dünyada çeşitli hastalıkların geleneksel tedavisinde kullanıldığı bilinmekte olsa da, bunların olumsuz etkileri göz ardı edilmemelidir [44].

Akomolafe ve ark. [59], CYE'nin farelerde toksikolojik etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla, akut toksisite çalışmalarında farelere tek bir dozda (3500 mg/kg vücut ağırlığı) CYE oral olarak verilerek 24 saat boyunca gözlem yapılmıştır. Subakut toksisite çalışmalarında ise fareler 5 gruba ayrılarak, 28 gün boyunca 500, 1000, 1500 ve 2000 mg/kg vücut ağırlığı olacak şekilde tek doz CYE oral yoldan uygulanmıştır. Araştırma sonucunda CYE'nin farelerde toksik etki oluşturmadığı, karaciğer ve böbrek kesitlerinde her hangi bir morfolojik değişiklik ile inflamatuvar hücre infiltrasyonuna neden olmadığı ve hatta bu organların düzgün çalışmasına yardımcı olabileceği saptanmıştır. Sonuç olarak, farelerde 28 gün boyunca 500-2000 mg/kg CYE uygulamasının tıbbi kullanım için güvenli olduğu ifade edilmiştir.

Hosseinzadeh ve ark. [51], farelerde, ceviz yaprağı sulu ve etanolik ekstraktının intraperitoneal enjeksiyonunun yarı maksimum öldürücü dozunun (LD<sub>50</sub>) sırasıyla 5.5 g/kg ve 3.3 g/kg olduğunu tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise farelerde oral akut toksisite ve subkronik toksisite üzerine *J. regia* septumunun (iç zar) etkisi araştırılmıştır. Oral akut toksisite çalışmasında, 14 gün boyunca farelere 10, 100, 1000, 1600, 2900 ve 5000 mg/kg metanolik septum ekstraktı (MSE) verilmiştir. Subkronik toksisite çalışmasında ise farelere 28 gün boyunca günde bir doz (1000 mg/kg) MSE uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, MSE uygulamasının her hangi bir toksik etkiye ve ölüme neden olmadığı, incelenen dokularda önemli bir morfolojik ve histopatolojik değişiklik görülmediği saptanmıştır. Sonuç olarak, MSE uygulamasının böbrek fonksiyonlarını iyileştirdiği ve bazı kronik hastalıkların tedavisinde yardımcı olabileceği belirtilmiştir [44].

### GIDA ENDÜSTRİSİNDE KULLANIM POTANSİYELİ

Son yıllarda, modern teknolojilerin ve 'Yeşil Kimya' ilkelerinin devreye sokulması ile birlikte, tarım ve gıda sektöründe meydana gelen atık ve yan ürünlerinin katma değeri yüksek ürünlere (gıda, farmasötik ve kozmetik gibi) dönüştürülmesinde etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayan yeni adımlar atılmıştır/atılmaktadır [60]. Bu bağlamda yapılan çalışmalar incelendiğinde; mevcut gıda kaynaklarını değerlendirerek, fonksiyonel yeni gıda ürünleri geliştirmek, sentetik gıda katkı maddelerine alternatif doğal kaynaklar aramak ve atık sorunlarını çözmek gibi amaçlarla biyoaktif bileşikler açısından potansiyel olan tarımsal gıda ve yan ürünleri ile gıda işleme yan ürünleri ve atıklarının yaygın bir şekilde araştırma konusu olduğu görülmektedir [14, 45, 49].

Gıda endüstrisi, her geçen gün gelişerek ürün çeşitliliği artmaktadır. Literatür araştırmalarından, ceviz ağacı yan ürünlerinin farklı formlarda ve şekillerde gıda endüstrisinin çeşitli alanlarında gıda formülasyonlarında kullanım potansiyelinin olduğu görülmüştür. Ceviz yaprağı ve yeşil kabuğunun doğrudan insan beslenmesinde kullanımı sınırlı olmakla birlikte bazı ülkelerde taze yeşil cevizlerin (endokarp sertleşmeden hemen önce bütün olarak) reçel ve ceviz likörü [16, 48], Türkiye'de de Hatay ve Bitlis'in Adilcevaz İlçelerinde taze yeşil cevizlerin özel lezzette reçel üretiminde kullanıldığı ve yöre ekonomisine katkı sağladığı bilinmektedir. Ceviz yaprağı ise ticari olarak daha çok bitki çayı üretimi için kurutulmuş formda aktarlarda satılmakla birlikte; ekstrakt, kapsül veya tablet formlarında gıda takviyesi olarak çeşitli alışveriş sitelerinde satışa sunulmaktadır [61, 62].

Gıda üretim ve tüketiminde sürdürülebilirliği sağlamak için gıda atıklarının ve gıda işleme yan ürünlerinin değerlendirilmesi önemlidir. Ceviz yaprağının ve yeşil kabuğunun gıda endüstrisinde kullanım alanları ve uygulamalarına ait bazı araştırma sonuçları Tablo 2'de özetlenmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde; ceviz yaprağı ve yeşil kabuğunun gıdalarda fonksiyonel özelliği artırmak [37, 45, 63, 64], antioksidan etki

sağlamak ve raf ömrünü uzatmak [20, 21, 65-69] gibi amaçlarla kullanıldığı ve bu yönde potansiyel olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Ceviz yaprağı ve yeşil kabuğunun gıda endüstrisinde kullanım alanları ve uygulamaları  
*Table 2. Usage areas and applications of walnut leaves and green husks in the food industry*

Gıda Ürünü	Konsantrasyon ve Uygulama	Genel Etkiler	Kaynak
Sosis	1, 2 ve 3 g yeşil kabuk tozu (sosis hamuruna ilave edilerek)	Duyusal özellikleri geliştirilmiş, ağırlık kaybının azaldığı, antimikrobiyal etkisi nedeniyle raf ömrü artmış fonksiyonel ürün	[45]
Köfte	%0.5 yaprak tozu ve %5.5 yaprak ekstraktı (köfte karışımına ilave edilerek)	Kısmen antibakteriyel özellik görülmesi	[66]
Yumurta	%1 yaprak tozu (tavuk diyetine dâhil edilerek)	Oksidatif stabilitesi artırılmış ve fonksiyonel özelliği geliştirilmiş ürün üretimi	[68]
Yoğurt	%1, 1.5 ve 2 yaprak ekstraktı (inoküle süte ilave edilerek)	Antioksidan kapasitesi artırılmış ve fonksiyonel özelliği geliştirilmiş ürün elde edilmesi	[64]
Yenilebilir film	200, 400 ve 800 mg/kg yaprak ekstraktı (yenilebilir gıda ambalajına ilave edilerek)	Gıda ambalajlama için doğal koruyucu içeren film eldesi	[69]
Taze ceviz içi	25, 50, 75 ve 100 mg/L yeşil kabuk ekstraktı (kaplama yapılarak)	Oksidatif stabilitesi artırılmış ve raf ömrü uzatılmış ürün elde edilmesi	[21]
Taze ceviz içi	0.15 ve 0.3 g/L yeşil kabuk ekstraktı (kaplama yapılarak)	Oksidatif stabilitesi artırılmış, raf ömrü uzatılmış ve renk özellikleri geliştirilmiş ürün elde edilmesi	[67]
Ketçap	0.086 ve 0.123 mg/mL yeşil kabuk ekstraktı (ketçap karışımına ilave edilerek)	Raf ömrü artırılmış ve fonksiyonel özelliği geliştirilmiş ürün elde edilmesi	[20]
Ayçiçek yağı	100, 250, 500 ve 1000 mg/kg yeşil kabuk ekstraktı ve 500 ve 1000 mg/kg yeşil kabuk tozu (yağa ilave edilerek)	Oksidatif stabilitesi artırılmış ürün elde edilmesi	[65]
Ceviz likörü	Yeşil kabuk (içeceğin hazırlanmasında ana hammadde olarak)	Antioksidan kapasitesi artırılmış fonksiyonel alkollü içecek üretimi	[37, 63]

## DİĞER ENDÜSTRİYEL KULLANIM POTANSİYELİ

Günümüzde ceviz yaprağı ve yeşil kabuğunun çeşitli endüstrilerde (ilaç, kozmetik vb.) ve tıp alanlarında farklı uygulamaları olduğu bildirilmiştir [70]. Bunların dışında, yapılan internet araştırması sonucunda ceviz yaprağının kozmetik endüstrisinde şampuan, saç kremi, sabun ve kolonya gibi ürünlerin üretiminde kullanım alanına sahip olduğu görülmüş ve bu amaçla çeşitli markalarda ticari ürünler geliştirilmiş ve piyasaya sunulmuştur [71 - 73]. Ayrıca doğal bir boya olan juglon nedeniyle saç boyası olarak kullanılabileceği bildirilmiştir [49].

Ceviz yeşil kabuğunun diğer uygulamaları olarak; endüstriyel atıklardaki tehlikeli maddelerin ve ağır metal iyonlarının giderilmesi sentetik boyalardaki kimyasal tehlikelerin önlenmesi ve sulardaki ağır metallerin giderilmesi bakımından önemli adsorban madde özelliği taşımaktadır [48, 49]. Ceviz kabuğunun adsorban özelliği kimya, kimya mühendisliği ve çevre mühendisliği alanlarında yapılmış pek çok çalışmada ortaya konulmuştur [74, 75]. Ayrıca, ülkemizde kahverengi renk elde etmek için yün boyamada çok eski zamanlardan beri kullanılmış/kullanılmaktadır. Yani ceviz yeşil kabuğu uygun maliyetli, çevre dostu ve güvenilir bir renk maddesi olarak kullanım potansiyeline de sahiptir.

## SONUÇ

Günümüzde atık sorunu oluşturan tarımsal atıkların ve/veya gıda işleme yan ürünlerinin; gıda, farmasötik ve kozmetik gibi endüstriyel alanlarda katma değere dönüştürülmesi, sürdürülebilirliğin sağlanması, çevrenin korunması ve ek gelir elde etmek için önemli fırsatlar oluşturmaktadır. Son zamanlarda gıda ve sağlık

arasındaki ilişkinin anlaşılması ve bu konudaki araştırmaların gün geçtikçe artması, insan sağlığına faydalı yeni ürünlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Sentetik gıda katkı maddesi kullanımının, genellikle artan sağlık problemleri ile ilişkilendirilmesi ve/veya gıda katkı maddesi kullanımında mevzuat ve denetim yetersizliklerinden dolayı, tüketiciler doğal kaynaklardan elde edilen bileşiklerin kullanıldığı fonksiyonel gıdaları tercih etme eğilimindedir. Bu nedenlerle de hem çeşitli tarımsal yan ürünlerden ve gıda atıklardan biyoaktif bileşiklerin geri kazanılması hem de bu kaynakların gıda endüstrisinde kullanım potansiyellerinin geliştirilmesi üzerine yapılan araştırmalara ilgi artmaktadır. Bugüne kadar yapılan araştırma sonuçlarından; ceviz yaprağı ve ceviz yeşil kabuğunun ciddi bir atıklar olduğu, buna karşılık gıda bileşenleri ile antioksidan ve fenolik bileşikler bakımından oldukça zengin olduğu, bileşimlerindeki fitokimyasallar nedeniyle pek çok terapötik etkiye sahip oldukları ve gıda endüstrisinin çeşitli alanlarında kullanım potansiyellerinin olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenlerle, ceviz yaprağı ve ceviz yeşil kabuğunun fonksiyonel gıda katkı maddesi ve/veya nutrasötik olarak uygulama alanları artırılabilir/çeşitlendirilebileceği ve bu konuda yapılacak bilimsel araştırmalarla bu değerli tarımsal atıkların etkin kullanımları yönünde daha fazla bilgi sağlanabileceği vurgulanabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Granato, D., Branco, G.F., Nazzaro, F., Cruz, A.G., Faria, J.A.F. (2010). Functional foods and nondairy probiotic food development: Trends, concepts and products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(3), 292-302.

- [2] Caroch, M., Barros, L., Barreira, J.C., Calhela, R.C., Soković, M., Fernández-Ruiz, V., Buelga, C.S., Morales, P., Ferreira, I.C. (2016). Basil as functional and preserving ingredient in "Serra da Estrela" cheese. *Food Chemistry*, 207, 51-59.
- [3] Mollica, A., Zengin, G., Locatelli, M., Stefanucci, A., Macedonio, G., Bellagamba, G., Onalapo, O., Onalapo, A., Azeez, F., Ayileka, A., Novellino, E. (2017). An assessment of the nutraceutical potential of *Juglans regia* L. leaf powder in diabetic rats. *Food and Chemical Toxicology*, 107, 554-564.
- [4] Birch, C.S., Bonwick, G.A. (2018). Ensuring the future of functional foods. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(5), 1467-1485.
- [5] Gul, K., Singh, A.K., Jabeen, R. (2016). Nutraceuticals and functional foods: The foods for the future world. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(16), 2617-2627.
- [6] Gahukar, R.T. (2018). Management of pests and diseases of important tropical/subtropical medicinal and aromatic plants: A review. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 9, 1-18.
- [7] Ekren, S., Yerlikaya, O., Tokul, H.E., Akpınar, A., Açu, M. (2013). Chemical composition, antimicrobial activity and antioxidant capacity of some medicinal and aromatic plant extracts. *African Journal of Microbiology Research*, 7(5), 383-388.
- [8] Kiani, S., Minaei, S., Ghasemi-Varnamkhasi, M. (2016). Application of electronic nose systems for assessing quality of medicinal and aromatic plant products: A review. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 3(1), 1-9.
- [9] Carvalho Costa, D., Costa, H.S., Gonçalves Albuquerque, T., Ramos, F., Castilho, M.C., Sanches-Silva, A. (2013). Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. *Trends in Food Science and Technology*, 45(2), 336-354.
- [10] Prasathkumar, M., Anisha, S., Dhriya, C., Becky, R. (2021). Therapeutic and pharmacological efficacy of selective Indian medicinal plants-A review. *Phytomedicine Plus*, 1(2), 100029.
- [11] Panth, N., Paudel, K.R., Karki, R. (2016). Phytochemical profile and biological activity of *Juglans regia*. *Journal of Integrative Medicine*, 14(5), 359-373.
- [12] Salimi, M., Majd, A., Sepahdar, Z., Azadmanesh, K., Irian, S., Ardestaniyan, M.H., Hedayati, M.H., Rastkari, N. (2012). Cytotoxicity effects of various *Juglans regia* (walnut) leaf extracts in human cancer cell lines. *Pharmaceutical Biology*, 50(11), 1416-1422.
- [13] Romani, A., Ieri, F., Urciuoli, S., Noce, A., Marrone, G., Nediani, C., Bernini, R. (2019). Health effects of phenolic compounds found in extra-virgin olive oil, by-products, and leaf of *Olea europaea* L. *Nutrients*, 11(8), 1776, 1-33.
- [14] Salık, M.A., Çakmakçı, S. (2021). Zeytin (*Olea europaea* L.) yaprağının fonksiyonel özellikleri ve gıdalarda kullanım potansiyeli. *Gıda*, 46(6), 1481-1493.
- [15] Bou Abdallah, I., Baatour, O., Mechrgui, K., Herchi, W., Albouchi, A., Chalghoum, A., Boukhchina, S. (2016). Essential oil composition of walnut tree (*Juglans regia* L.) leaves from Tunisia. *Journal of Essential Oil Research*, 28(6), 545-550.
- [16] Jahanban-Esfahlan, A., Ostadrahimi, A., Tabibiazar, M., Amarowicz, R. (2019). A comparative review on the extraction, antioxidant content and antioxidant potential of different parts of walnut (*Juglans regia* L.) fruit and tree. *Molecules*, 24, 2133, 1-40.
- [17] Vieira, V., Pereira, C., Pires, T.C., Calhela, R.C., Alves, M.J., Ferreira, O., Barros, L., Ferreira, I.C. (2019). Phenolic profile, antioxidant and antibacterial properties of *Juglans regia* L. (walnut) leaves from the Northeast of Portugal. *Industrial Crops and Products*, 134, 347-355.
- [18] Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I.C.F.R., Bento, A., Estevinho, L., Pereira, J.A. (2008). Total phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of walnut (*Juglans regia* L.) green husks. *Food and Chemical Toxicology*, 46(7), 2326-2331.
- [19] Fernandez-Agullo, A., Pereira, E., Freire, M.S., Valentão, P., Andrade, P.B., González-Álvarez, J., Pereira, J.A. (2013). Influence of solvent on the antioxidant and antimicrobial properties of walnut (*Juglans regia* L.) green husk extracts. *Industrial Crops and Products*, 42, 126-132.
- [20] Dehghani, S., Nouri, M., Baghi, M. (2019). The effect of adding walnut green husk extract on antioxidant and antimicrobial properties of ketchup. *Journal of Food and Bioprocess Engineering*, 2(2), 93-100.
- [21] Chatrabnous, N., Yazdani, N., Tavallali, V., Vahdati, K. (2018). Preserving quality of fresh walnuts using plant extracts. *LWT-Food Science and Technology*, 91, 1-7.
- [22] Cosmulescu, S., Trandafir, I., Nour, V. (2014). Seasonal variation of the main individual phenolics and juglone in walnut (*Juglans regia*) leaves. *Pharmaceutical Biology*, 52(5), 575-580.
- [23] PubChem (2021). Ulusal Tıp Kütüphanesi, Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> (Erişim Tarihi:14.11.2021)
- [24] Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), (2019). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 12.10.2021).
- [25] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2019). Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2019-30685> (Erişim Tarihi: 12.10.2021).
- [26] Espeso, J., Isaza, A., Lee, J.Y., Sørensen, P.M., Jurado, P., Avena-Bustillos, R.J., Olaizola, M., Arboleya, J.C. (2021). Olive leaf waste management. *Front Sustain Food Systems*, 5, 1-13.
- [27] Kazemi, M., Mokhtarpour, A. (2021). *In vitro* and *in vivo* evaluation of some tree leaves as forage sources in the diet of Baluchi male lambs. *Small Ruminant Research*, 201, 106416, 1-8.



- [28] Erdoğan, Ü., Argin S., Turan, M., Çakmakçı, R., Olgun, M. (2021). Biochemical and bioactive content in fruits of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(6A), 6713-6727.
- [29] Santos, A., Barros, L., Calheta, R.C., Duenas, M., Carvalho, A.M., Santos-buelga, C., Ferreira, I.C.F.R. (2013). Leaves and decoction of *Juglans regia* L.: Different performances regarding bioactive compounds and *in vitro* antioxidant and antitumor effects. *Industrial Crops and Products*, 51, 430-436.
- [30] Soto-Madrid, D., Gutiérrez-Cutiño, M., Pozo-Martínez, J., Zúñiga-López, M.C., Olea-Azar, C., Maticcevic, S. (2021). Dependence of the ripeness stage on the antioxidant and antimicrobial properties of walnut (*Juglans regia* L.) green husk extracts from industrial by-products. *Molecules*, 26(10), 2878.
- [31] Almeida, I.F., Fernandes, E., Lima, J.L.F.C., Costa, P.C., Bahia, M.F. (2008). Walnut (*Juglans regia*) leaf extracts are strong scavengers of pro-oxidant reactive species. *Food Chemistry*, 106(1), 1014-1020.
- [32] Cosmulescu, B.S., Trandafir, I. (2012). Anti-oxidant activities and total phenolics contents of leaf extracts from 14 cultivars of walnut (*Juglans regia* L.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 87(5), 504-508.
- [33] Nour, V., Trandafir, I., Cosmulescu, S. (2013). HPLC determination of phenolic acids, flavonoids and juglone in walnut leaves. *Journal of Chromatographic Science*, 51(9), 883-890.
- [34] Uysal, S., Zengin, G., Aktumsek, A., Karatas, S. (2016). Chemical and biological approaches on nine fruit tree leaves collected from the Mediterranean region of Turkey. *Journal of Functional Foods*, 22, 518-532.
- [35] Rather, M.A., Dar, B.A., Yousuf-Dar, M., Wani, B.A., Shah, W.A., Bhat, B.A., Ganai, B.A., Bhat, K.A., Anand, R., Qurishi, M.A. (2012). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the leaf essential oil of *Juglans regia* L. and its constituents. *Phytomedicine*, 19(13), 1185-1190.
- [36] Verma, R.S., Padalia, R.C., Chauhan, A., Thul, S.T. (2013). Phytochemical analysis of the leaf volatile oil of walnut tree (*Juglans regia* L.) from western Himalaya. *Industrial Crops and Products*, 42, 195-201.
- [37] Stampar, F., Solar, A., Hudina, M., Veberic, R., Colaric, M. (2006). Traditional walnut liqueur-cocktail of phenolics. *Food Chemistry*, 95, 627-631.
- [38] Vieira, V., Pereira, C., Abreu, R.M.V., Calheta, R.C., Alves, M.J., Coutinho, J.A.P., Ferreira, O., Barros, L., Ferreira, I.C.F.R. (2020). Hydroethanolic extract of *Juglans regia* L. green husks: A source of bioactive phytochemicals. *Food and Chemical Toxicology*, 137, 111189, 1-8.
- [39] Wianowska, D., Garbaczewska, S., Cieniecka-Roslonkiewicz, A., Dawidowicz, A.L., Jankowska, J. (2016). Comparison of antifungal activity of extracts from different *Juglans regia* cultivars and juglone. *Microbial Pathogenesis*, 100, 263-267.
- [40] Cheraghali, F., Shojaee-aliabadi, S., Hosseini, S.M., Mirmoghtadaie, L., Mortazavian, A.M., Ghanati, K., Abedi, A.S., Moslemi, M. (2018). Characterization of microcapsule containing walnut (*Juglans regia* L.) green husk extract as preventive antioxidant and antimicrobial agent. *International Journal of Preventive Medicine*, 9(101), 1-6.
- [41] Wang, G., Han, Q., Yan, X., Feng, L., Zhang, Y., Zhang, R. (2021). Polyphenols-rich extracts from walnut green husk prevent non-alcoholic fatty liver disease, vascular endothelial dysfunction and colon tissue damage in rats induced by high-fat diet. *Journal of Functional Foods*, 87, 104853, 1-11.
- [42] Amaral, J.S., Seabra, R.M., Andrade, P.B., Valentão, P., Pereira, J.A., Ferreres, F. (2004). Phenolic profile in the quality control of walnut (*Juglans regia* L.) leaves. *Food Chemistry*, 88(3), 373-379.
- [43] Pereira, A.P., Ferreira, I.C., Marcelino, F., Valentão, P., Andrade, P.B., Seabra, R., Estevinho, L., Bento, A., Pereira, J.A. (2007). Phenolic compounds and antimicrobial activity of olive (*Olea europaea* L. Cv. Cobrançosa) leaves. *Molecules*, 12(5), 1153-1162.
- [44] Ravanbakhsh, A., Mahdavi, M., Jalilzade-Amin, G., Javadi, S., Maham, M., Mohammadnejad, D., Rashidi, M.R. (2016). Acute and subchronic toxicity study of the median septum of *Juglans regia* in wistar rats. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 6(4), 541-549.
- [45] Salejda, A.M., Janiewicz, U., Korzeniowska, M., Kolniak-Ostek, J., Krasnowska, G. (2016). Effect of walnut green husk addition on some quality properties of cooked sausages. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 751-757.
- [46] Wang, X., Chen, D., Li, Y., Zhao, S., Chen, C., Ning, D. (2019). Alleviating effects of walnut green husk extract on disorders of lipid levels and gut bacteria flora in high fat diet-induced obesity rats. *Journal of Functional Foods*, 52, 576-586.
- [47] Wang, G., Zhang, Y., Zhang, R., Pan, J., Qi, D., Wang, J., Yang, X. (2021). The protective effects of walnut green husk polysaccharide on liver injury, vascular endothelial dysfunction and disorder of gut microbiota in high fructose-induced mice. *International Journal of Biological Macromolecules*, 162, 92-106.
- [48] Jahanban-Esfahlan, A., Ostadrahimi, A., Tabibiazar, M., Amarowicz, R. (2019). A comprehensive review on the chemical constituents and functional uses of walnut (*Juglans* spp.) husk. *International Journal of Molecular Sciences*, 20, 3920, 1-37.
- [49] Chamorro, F., Carpena, M., Lourenço-Lopes, C., Taofiq, O., Otero, P., Cao, H., Xiao, J., Simal-Gandara, J., Prieto, M.A. (2022). By-products of walnut (*Juglans regia*) as a source of bioactive compounds for the formulation of nutraceuticals and functional foods. *Biology and Life Sciences Forum*, 12, 35.
- [50] Carvalho, M., Ferreira, P.J., Mendes, V.S., Silva, R., Pereira, J.A., Jerónimo, C., Silva, B.M. (2010). Human cancer cell antiproliferative and antioxidant



- activities of *Juglans regia* L. *Food and Chemical Toxicology*, 48(1), 441-447.
- [51] Hosseinzadeh, H., Zarei, H., Taghiabadi, E. (2011). Antinociceptive, anti-inflammatory and acute toxicity effects of *Juglans regia* L. leaves in mice. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 13(1), 27-33
- [52] Hosseini, S., Jamshidi, L., Mehrzadi, S., Mohammad, K., Najmizadeh, A.R., Alimoradi, H., Huseini, H.F. (2014). Effects of *Juglans regia* L. leaf extract on hyperglycemia and lipid profiles in type two diabetic patients: A randomized double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Journal of Ethnopharmacology*, 152(3), 451-456.
- [53] Zhang, X.B., Zou, C.L., Duan, Y.X., Wu, F., Li, G. (2015). Activity guided isolation and modification of juglone from *Juglans regia* as potent cytotoxic agent against lung cancer cell lines. *BMC Complement and Alternative Medicine*, 15, 396, 1-8.
- [54] Avcı, E., Arıkoğlu, H., Erkoç Kaya, D. (2016). Investigation of juglone effects on metastasis and angiogenesis in pancreatic cancer cells. *Gene*, 588, 74-78.
- [55] Liu, R., Su, C., Xu, Y., Shang, K., Sun, K., Li, C., Lu, J. (2020). Identifying potential active components of walnut leaf that action diabetes mellitus through integration of UHPLC-Q-Orbitrap HRMS and network pharmacology analysis. *Journal of Ethnopharmacology*, 253, 112659, 1-9.
- [56] Yiğit, D., Yiğit, N., Aktaş, E., Özgen U. (2009). Ceviz (*Juglans regia* L.)'in antimikrobiyal aktivitesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 39(1-2), 7-11.
- [57] Kocaçalışkan, İ., Albayrak, A., İlhan, S., Terzi, İ. (2018). Varietal differences in antimicrobial activities of walnut (*Juglans regia* L.) leaf extracts. *Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research*, 7(3), 173-180.
- [58] Izadiyan, Z., Shameli, K., Hara, H., Mohd Taib, S.H. (2018). Cytotoxicity assay of biosynthesis gold nanoparticles mediated by walnut (*Juglans regia*) green husk extract. *Journal of Molecular Structure*, 1151, 97-105.
- [59] Akomolafe, S.F., Oboh, G., Oyeleye, S.I., Olasehinde, T.A. (2017). Toxicological effects of aqueous extract from African walnut (*Tetracarpidium conophorum*) leaves in rats. *Journal of Evidence-Based Integrative Medicine*, 22(4), 919-925.
- [60] Ben-Othman, S., Jödu, I., Bhat, R. 2020. Bioactives from agri-food wastes: Present insights and future challenges. *Molecules*, 25, 510, 1-34.
- [61] Anonim (2022). [https://www.vhp.com.tr/ceviz-yapragi-30-gr-a.00620\\_](https://www.vhp.com.tr/ceviz-yapragi-30-gr-a.00620_)(Erişim Tarihi:27.03.2022)
- [62] Anonim (2022). <http://naturalis.rf.gd/urunler/naturalis-leafit-ceviz-yapragi.php?i=1> (Erişim Tarihi:27.03.2022)
- [63] Petrovic, M., Pastor, F., Đurovic, S., Veljovic, S., Gorjanovic, S., Sredojevic, M., Vukosavljevic, P. (2021). Evaluation of novel green walnut liqueur as a source of antioxidants: Multi-method approach. *Journal of Food Science and Technology*, 58(6), 2160-2169.
- [64] Shiravani, M., Ansari, S. (2020). Yogurt fortification with walnut leaf extract and investigation of its physicochemical and sensory properties. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 12(4), 1-17.
- [65] Noshirvani, N., Fasihi, H., Payam, A.M. (2015). Study on the antioxidant effects of extract and powder of green walnut hulls on the oxidation of sunflower oil. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 10, 79-90.
- [66] Tutulescu, F., Boruzi, A.I., Nour, V. (2019). Antibacterial activity of walnut leaves and sweet cherry stems in cooked pork patties. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 10(2), 65-75.
- [67] Habibie, A., Yazdani, N., Saba, M.K., Vahdati, K. (2019). Ascorbic acid incorporated with walnut green husk extract for preserving the postharvest quality of cold storage fresh walnut kernels. *Scientia Horticulturae*, 245, 193-199.
- [68] Untea, A.E., Varzaru, I., Panaite, T.D., Gavris, T., Lupu, A. and Ropota, M. (2020). The effects of dietary inclusion of bilberry and walnut leaves in laying hens' diets on the antioxidant properties of eggs. *Animals*, 10(2), 191, 1-13.
- [69] Hemmat, H., Ashrafi Yorghanlu, A., Pirouzifard, M. (2022). Effect of alginate gum and walnut leaf extract on mechanical, physical and antimicrobial properties of wheat protein isolate. *Quarterly Scientific Journal of Technical and Vocational University*, 18(4), 175-188.
- [70] Kadiroğlu, P., Ekici, H. (2018). Yeşil ceviz kabuklarının biyoaktif özelliklerinin FT-IR spektroskopi yöntemiyle tahmin edilmesi. *Akademik Gıda*, 16(1), 20-26.
- [71] Anonim (2022). <https://www.tuanadogalyasam.com/Ceviz-Sabunu,PR-1476.html> (Erişim Tarihi:27.03.2022)
- [72] Anonim (2022). <https://www.hobi.com.tr/arama?s=ceviz%20yapra%C4%9F%C4%B1> (Erişim Tarihi: 27.03.2022)
- [73] Anonim (2022). <https://www.ciceksepeti.com/ceviz-yapragi-kolonyasi-250-ml-kc4825316> (Erişim Tarihi: 27.03.2022)
- [74] Iltuen, E., Yuanhua, E., Verma, C., Alfantazi, A., Akaranta, O., Ebenso, E.E. (2021). Synthesis and characterization of walnut husk extract-silver nanocomposites for removal of heavy metals from petroleum wastewater and its consequences on pipework steel corrosion. *Journal of Molecular Liquids*, 335, 116132, 1-15.
- [75] Yu, M., Zhu, B., Yu, J., Wang, X., Zhang, C., Qin, Y. (2022). A biomass carbon prepared from agricultural discarded walnut green peel: investigations into its adsorption characteristics of heavy metal ions in wastewater treatment. *Biomass Conversion and Biorefinery*, <https://doi.org/10.1007/s13399-021-02217-y>.

## Akademik Gıda Dergisi Yazım Kuralları

**Akademik Gıda** dergisi gıda bilimi ve teknoloji alanlarında hazırlanmış özgün araştırma ve derleme makalelerin yayınlandığı **hakemli** bir dergidir. Araştırma notu, mini derleme, görüş ve editöre mektup gibi yazılar da yayın için değerlendirilir. Dergi 3 ayda bir basılmakta olup 4 sayıda bir cilt tamamlanır. Dergide Türkçe ve İngilizce makaleler yayınlanır.

Akademik Gıda dergisinde yayınlanması istenen çalışmalar derginin [www.academicfoodjournal.com](http://www.academicfoodjournal.com) web sayfasında bulunan elektronik makale gönderim sistemi üzerinden gönderilmelidir. E-posta ile gönderilen makaleler değerlendirilmeyecektir. Elektronik makale gönderim sistemi ile ilgili sorularınız için [ogursoy@yahoo.com](mailto:ogursoy@yahoo.com) e-posta adresinden editörlere irtibata geçebilirsiniz.

- Gönderilecek çalışmanın dergide hangi tür makale olarak (Araştırma Makalesi, Derleme Makale, Araştırma Notu, Mini Derleme, Görüş ve Editöre Mektup) yayınlanması istendiği yazar(lar) tarafından mutlaka belirtilmelidir.
- Yazar(lar) tarafından çalışmayı değerlendirebileceği düşünülen ve yazar(lar)la çıkar çatışması/çakışması olmayan en az 3 potansiyel hakem iletişim bilgileri de (yazışma adresi, e-posta ve telefon numarası) verilerek önerilmelidir. Önerilecek hakemler yazarın kendi kurumu dışından olmalıdır.
- Gönderilecek çalışmalar yazım ve imla hataları içermemelidir. İngilizceden Türkçeye tercüme edilen teknik terimler "Gıda Mühendisliği Teknik Terimler Rehberi"nde [Gıda Mühendisleri Odası, Kitaplar Serisi No: 17, Filiz Matbaacılık, Ankara, 232s, ISBN: 978-9944-89-407-4] tavsiye edilen şekliyle kullanılmalıdır.
- Gönderilen çalışmaların daha önce hiç bir yerde yayınlanmadığı yazar(lar) tarafından garanti edilmelidir.
- Yayın Kurulu yayına kabul edilmiş çalışmalarda gerekli değişiklikleri yapmaya yetkilidir.

### Makalelerin Değerlendirilmesi

Yayımlanmak üzere Akademik Gıda dergisine gönderilen çalışmalar öncelikle Editörlerin ön incelemesinden geçmektedir. İlk incelemeyi geçen çalışmalar, değerlendirilmek üzere en az iki bağımsız hakeme gönderilmektedir. Çalışmaların değerlendirilmesinde hakemlerin makale yazar(lar)ını, makale yazar(lar)ının hakemleri görmediği çift-kör (double-blind) değerlendirme sistemi kullanılmaktadır. Editörler (i) dergi kapsamı dışında olan, (ii) teknik açıdan yetersiz, (iii) kendi içerisinde bütünlük ve

tutarlılık arz etmeyen sonuçlar içeren veya (iv) kötü yazılmış çalışmaları doğrudan reddetme hakkına sahiptir.

### Yayın Ücreti

Sidas Medya Limited Şirketi'nin 5 Ocak 2023 tarihli kararı uyarınca, 15 Ocak 2023 tarihinden sonra Akademik Gıda dergisine gönderilen Türkçe makaleler için "kabul/red şartına bağlı olmaksızın" yazar/yazarlar tarafından katkı payı olarak 300 TL (KDV Dahil) ödenmesi uygun görülmüştür. İngilizce olarak dergiye gönderilen makalelerden herhangi bir ücret talep edilmemektedir.

### Etik Beyanı

Dergi yayın politikası, makalelerin değerlendirilmesi ve etik hususlar ile ilgili detaylı bilgilere Etik Beyanı kısmından ulaşılabilir.

### Çalışmaların Hazırlanması

1. Çalışmalar A4 boyutunda hazırlanmalı, üstten 2.45 cm, alttan 2.45 cm, sağ ve soldan 1.75 cm boşluk bırakılmalı ve tek kolon olarak hazırlanmalıdır. Metin çift satır aralıklı yazılmalı, paragraflar arasında tek satır boşluk bırakılmalıdır. Metinde bütün satırlar (sürekli) numaralandırılmalıdır.

2. Çalışma başlığı 14 punto Arial, koyu, küçük harflerle ve ortalanmış olarak yazılmalıdır. Başlıktan sonra bir satır boşluk bırakılmalı (11 punto); yazar isimleri (yalnızca ilk harfler büyük) 10 punto Arial ve ortalanmış olarak verilmelidir. Yazarların adresleri, telefon ve faks bilgileri ile yazışmalardan sorumlu yazarın e-posta adresi hemen alt satırda 9 punto Arial, ilk harfler büyük olacak şekilde ve ortalanmış olarak yazılmalıdır. Yazarların çalıştıkları kuruluşlar (ve/veya adresler) farklı ise her bir yazar isminin sonuna rakamlarla üst indis konulmalıdır.

3. Metin içindeki kısımların başlıkları (ÖZ, ABSTRACT, GİRİŞ vb.) 10 punto Arial ve koyu olarak büyük harflerle yazılmalı, başlıktan sonra bir satır boşluk bırakılarak metine geçilmelidir. Alt başlıklarda ilk harfler büyük, 10 punto Arial ve koyu yazı karakteri kullanılmalıdır. ÖZ'ün altına bir satır boşluk bırakıldıktan sonra en fazla 5 adet Anahtar Kelime konmalıdır. Anahtar Kelimelerden sonra bir satır boşluk bırakılarak İngilizce başlık ve altına ABSTRACT ve Keywords yazılmalıdır. Bir satır boşluk bırakılarak ana metine geçilmelidir.

4. Ana metin 9.5 punto Arial olarak hazırlanmalıdır.

5. Çalışma başlıca şu kısımlardan oluşmalıdır: Başlık, Yazar İsimleri, Adresleri, İletişim Bilgileri, Yazışmalardan Sorumlu Yazarın E-posta adresi, Öz, Abstract, Ana Metin (Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular ve Tartışma, Sonuç), Teşekkür (gerekliyse), Kısaltmalar (gerekliyse), Kaynaklar.

6. Öz ve Abstract 250 kelimeyi geçmemeli, çalışmanın amacını, metodunu ve önemli sonuçlarını içermelidir. Öz tek paragraf olarak yazılmalı ve öz içinde kaynaklara atıf yapılmamalıdır.

7. Çalışma içerisinde geçen mikroorganizma isimleri ile Latince ifade ve isimler italik olarak yazılmalı ve kısaltmalarda uluslararası yazım kuralları göz önünde bulundurulmalıdır.

8. Tablo başlıkları tablonun üstüne, şekil başlıkları ise şeklin altına yazılmalı ve numaralandırılmalıdır. Kullanılan tablo ve şekillere metin içinde mutlaka atıf yapılmalıdır. Metin içinde geçen veriler tablo ve şekillerin tekrarı olmamalıdır. Tablo ve şekillerin başlıkları içerikleriyle uyumlu ve anlaşılabilir olmalıdır. Şekiller ve resimlerin yüksek çözünürlükte olmasına dikkat edilmelidir. Resimler (ve gerekliyse Şekiller) \*.jpg formatında metin içerisinde yer almalıdır.

9. Metin içerisinde atıflar köşeli parantez içerisinde rakamlarla yapılmalı [1] ve Kaynaklar bölümünde bu numara sırasıyla detayları yazılmalıdır. Kaynakların numaralandırılması MS Word Numaralandırma Kitaplığı kullanılarak yapılmalıdır.

10. Kullanılan matematiksel denklemler numaralandırılmalı ve metin içerisinde bu denklemlere atıf yapılmalıdır.

11. Kaynaklar kısmı APA yazım stili kullanılarak hazırlanmalıdır. Kaynakların yazımında aşağıdaki örnek yazım biçimleri kullanılmalı ve makalelerin yayınlandığı dergi isimleri kısaltma kullanılmadan ve italik olarak yazılmalıdır. Web adreslerine atıf

yapılacağında (mümkün olduğunca Resmi web sayfalarına atıf yapılmalıdır) mutlaka ilgili web adresine erişim tarihi verilmelidir.

#### **Makale**

[1] Bozkurt, H., İçier, F. (2009). İnegöl köfte üretiminde ohmik pişirmenin uygulanabilirliğinin incelenmesi. *Akademik Gıda*, 9(1), 6-12.

#### **Kitap**

[2] Kılıç, S. (2001). Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, İzmir.

#### **Kitap Bölümü**

[3] Gibson, G.R., Saavedra, J.M., MacFarlane, S., MacFarlane, G.T. (1997). Probiotics and Intestinal Infections. In Probiotics 2: Applications and Practical Aspects, Edited by R. Fuller, Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, England, 212p.

#### **Kongre-Sempozyum Bildirisi**

[4] Gürsoy, O., Akdemir, O., Hepbaşı, A., Kınık, Ö. (2004). Recent situation of energy consumption in Turkey dairy industry. *International Dairy Symposium: Recent Developments in Dairy Science and Technology*, May 24-28, 2004, Isparta, Turkey, Book of Proceedings, 10-16p.

12. Hakem görüşleri doğrultusunda düzeltilmek üzere yazar(lar)a gönderilen çalışmaların gerekli düzeltmeleri yapılarak yayın ofisine ulaştırılması gereklidir. Editörler tarafından belirtilen süre zarfında gönderilmeyen çalışmalar "ilk defa gönderilmiş çalışma" olarak değerlendirilecektir.

13. Yukarıdaki kurallara uygun olarak hazırlanmamış çalışmalar değerlendirmeye alınmaz.

## Guidelines to Authors

Akademik Gıda® (Academic Food Journal) is a peer reviewed journal where original research and review articles are published in the field of food science and technology. Research notes, mini-reviews, opinions and letters to the editor are also considered for publication. The journal is published trimonthly and each volume is composed of 4 issues per year. Journal articles are published either in Turkish or English. Manuscripts in either good American or British English usage are accepted, but not a mixture of these.

Manuscripts for the Akademik Gıda® (Academic Food Journal) must be sent via the electronic article submission system, which can be located in the official website of the journal, [www.academicfoodjournal.com](http://www.academicfoodjournal.com). Manuscripts sent by e-mail are not considered for evaluation. For questions related to the electronic article submission system, contact the editor via e-mail at [ogursoy@yahoo.com](mailto:ogursoy@yahoo.com).

- Authors must specify the type of the manuscript (research articles, review articles, research briefs, mini-review articles, comments and letters to the editor).
- Authors should provide at least 3 potential referees and their contact information (mailing address, e-mail address and phone number).
- Manuscripts to be submitted should be free from any spelling or grammatical error.
- Authors must guarantee that the submitted manuscript is not published anywhere previously and will not be submitted to anywhere before the editorial board makes a final decision on the manuscript.
- The editorial board is authorized to make necessary changes in manuscripts accepted for publication.

### Peer review policy

Manuscripts pass through initial screening in the editorial office followed by internal review by Editors. After the first evaluation, manuscripts are double-blind-reviewed by a peer review system involving at least two independent reviewers to ensure high quality of manuscripts accepted for publication. The Editors have the right to decline formal review of a manuscript if it is (i) on a topic outside the scope of the Journal, (ii) lacking technical merit, (iii) fragmentary and providing marginally incremental results or (iv) poorly written.

### Publication fee

There is a 300 TL submission fee for Turkish manuscripts submitted after January 15, 2023. This fee may not be waived. No fee is charged for articles submitted to the journal in English.

### Ethics Statement

Detailed information about journal publication policy, evaluation of manuscripts and ethical issues can be found in the Ethics Statement section.

### Preparation of a manuscript

1. Manuscripts should be prepared in A4 size, and the text must be prepared in a single column format. The text must be double-spaced, and a single space should be left between paragraphs. All lines and pages must be continuously numbered.

2. The title must be 14pt Arial, bold, small letters and centered. A blank line should be left after the title, and the names of authors should be given in 10pt Arial and centered. In addition to each author's contact address, the phone and fax numbers and e-mail address of the corresponding author should be provided. If the institutions of the authors are different, superscript numbers should be used to indicate their addresses.

3. The headings (e.g. Abstract, Introduction, Materials and Methods etc.) must be 10pt Arial, and should be typed in bold capital letters. Each heading should appear on its own separate line. A blank line should be left after each heading. A list of keywords, a maximum of 5, should be provided below the abstract section of the manuscript.

4. The main text should be prepared in 9.5pt Arial.

5. Typical articles mainly consist of the following divisions: Title, Author Names, Addresses, Contact Information, Corresponding author's e-mail address, Abstract, Main text (Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions), Acknowledgements (if necessary), Abbreviations (if necessary) and References.

6. The abstract should not exceed 250 words, and the main purpose and method and the most significant result and conclusion should be presented in the abstract. The abstract should be prepared as a single paragraph, and should not include any citation.

7. Latin names in the text should be in italics, and names and abbreviations should follow international rules. If abbreviations that are not standard are unavoidable, they must be defined at their first mention in the text. Consistency of abbreviations throughout the article must be ensured. Internationally accepted rules and conventions must be followed, and the international

system of units (SI) must be used. If other units are mentioned, their equivalents in SI must be provided.

**8.** Table headings should be on the top of each table and figure captions below each figure. Each table or figure must be numbered consecutively in accordance with their appearance in the text. All figures and tables should be cited in the text. The data presented in the tables and figures should not be repeated in the text. Table headings and figure captions should be self-explanatory. Figures and pictures must be provided in high resolution, and pictures (and, if necessary figures) should be included in the text as \*.jpg format.

**9.** References in the text should be cited in numbers in square brackets [1] and details of the citations must be provided in the Literature or References section with their respective numbers.

**10.** Mathematical equations should be numbered and cited in the text.

**11.** References should be given according to the APA manual of style. The following formats should be used for the details of cited references, and the journal names must be typed in italics. References to the Web addresses (if necessary, the official web pages should be preferred) must include full web address and the date of access.

#### **Article**

[1] Güzeler, N., Kaçar, A., Say, D. (2011). Effect of milk powder, maltodextrin and polydextrose use on

physical and sensory properties of low calorie ice cream during storage. *Akademik Gıda*, 9(2), 6-12.

#### **Book**

[2] Kilic, S. (2001). Lactic Acid Bacteria in Dairy Industry. Ege University Faculty of Agriculture Publications, Ege University Press, Bornova, Izmir, Turkey.

#### **Book Chapter**

[3] Gibson, G.R., Saavedra, J.M., MacFarlane, S., MacFarlane, G.T. (1997). Probiotics and Intestinal Infections. In Probiotics 2: Applications and Practical Aspects, Edited by R. Fuller, Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London, England, 212p.

#### **Proceedings of the Congress-Symposium**

[4] Gursoy, O., Akdemir, O., Hepbasli, A., Kinik, O. (2004). Recent situation of energy consumption in dairy industry in Turkey. *International Dairy Symposium: Recent Developments in Dairy Science and Technology*, May 24-28, 2004, Isparta, Turkey, Book of Proceedings, 10-16p.

**12.** A list of the corrections requested by the referees must be provided by the authors, and it must be sent to the editorial office.

**13.** Studies that are not prepared in accordance with the rules above will not be considered for evaluation.

## Etik Beyanı

Akademik GIDA®, gıda bilimi ve teknolojisi alanında orijinal araştırma ve derleme makalelerinin yayınlandığı hakemli bir dergidir. Dergi üç ayda bir Sidas Medya Ltd. Şti. (Çankaya, İzmir, Türkiye) tarafından yayınlanmaktadır. Derginin genel bilimsel kalitesini iyileştirmek için yayıncı tarafından aşağıdaki yönergeler belirlenmiştir.

### Yayın Politikası

Akademik Gıda dergisine gönderilen tüm makaleler Dergi Editörleri için Davranış Kuralları ve En İyi Uygulama Kılavuzları ve Dergi Yayıncıları için Davranış Kurallarında ([Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers](#)) belirtilen Genel Kılavuzlara uygun olarak değerlendirilmektedir. Bilimsel yazılar dergiye gönderilmeden önce derginin Yazım Kurallarının okunmasını önemle tavsiye ederiz. Yazarlar aynı zamanda Avrupa Bilim Editörleri Birliği'nin (EASE) ([European Association of Science Editors](#)) İngilizce olarak basılacak makaleler için "Bilimsel Makalelerin Yazarları ve Çevirmenleri İçin Rehber"e uymalıdır. Yazarlar, insan veya hayvan verilerini içeren araştırmaları için Uluslararası Tıp Dergisi Editörleri Komitesinin ([International Committee of Medical Journal Editors](#)) önerilerini takip etmelidir.

### Makalelerin Değerlendirilmesi

Dergiye gönderilen tüm makaleler, bilimsel içeriklerinin özgünlüğü ve kalitesi ölçütlerine göre değerlendirilir.

- Dergiye gönderilen tüm yazılar, ilk olarak yayın ofisindeki (teknik ve genel kalite değerlendirilmesi açısından) eleme işleminden geçer ve ardından teknik ve bilimsel editörler tarafından değerlendirilir.
- İlk değerlendirmeden sonra, editörler (i) dergi kapsamı dışında kalan bir konu hakkında hazırlanmış makaleleri (ii) teknik olarak eksik/yetersiz makaleleri, (iii) kısmi ve marjinal artan sonuçları içeren makaleleri veya (iv) kötü yazılmış makaleleri reddetme hakkına sahiptir.
- İlk inceleme sonucunda makalenin ileri değerlendirme için uygun olduğuna karar verilirse, dergide yayımlanmak üzere kaliteli makalelerin seçimini yapmak amacıyla, makaleler çift-körlü (hakemin ve yazar/yazarların birbirlerini görmedikleri) değerlendirme sistemi ile en az iki bağımsız hakemden oluşan bir değerlendirme sürecinde bilimsel incelemeye alınır.
- Hakemler tarafından talep edilirse, makalenin hakem görüşleri doğrultusunda yazarlar tarafından revize edilmiş versiyonu orijinal hakemler tarafından tekrar değerlendirilir. Değerlendirmelerin ardından

editörler hakem önerileri doğrultusunda makale hakkındaki nihai kararlarını verirler. Gerekirse editörler, hakemlerin istedikleri tüm şartların yerine getirilmesi için yazarlardan ilave revizyon isteyebilir.

- Kabul edilen makalelerin son versiyonu, yayın öncesi taslağın (galley proof) hazırlanması için teknik editörlere gönderilir. Yazarlardan, makalelerinin dizgisi hazırlanmış taslaklarını son kontrol için yayın öncesinde incelemeleri istenir.
- Tüm makaleler, nihai formlarında DOI numarası alması ve çevrimiçi olarak pdf dosyaları halinde yayımlanır. İlgili veritabanlarında bu şekilde indekslenir.

### Yayın Ücreti

Akademik Gıda dergisinde makalelerin yayınlanması için herhangi bir yayın ücreti talep edilmemektedir.

### Gizlilik

Editörler, Akademik Gıda'ya gönderilen tüm makaleleri tam bir gizlilikle ele alır. Editörler, hakemler haricinde, COPE tavsiyelerine uyulmadığı takdirde, üçüncü şahıslara makale ile ilgili hiçbir bilgi vermezler. Yayınlanmak üzere dergiye gönderilen makaleler hakemler için de gizlidir ve bilimsel değerlendirme için aldıkları makalelerin herhangi bir bölümünü üçüncü şahıslarla paylaşmalarına veya dağıtmalarına izin verilmez. Suiistimal şüphesi olduğunda, hakemlerin derhal gizli bir şekilde yayın ofisine başvurmaları önerilir. Hakemler ayrıca, Dergi Editörleri için Davranış Kuralları ve En İyi Uygulama Kuralları ile Dergi Yayıncıları için Davranış Kuralları'nı ([Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers](#)) takip ederek editöre gizli yorumlarında belirli bir eylem önerebilirler.

Akademik Gıda, çift-kör bir hakem inceleme süreci yürütür, yani çalışmanın eleştirel değerlendirmesini sağlamak için hakemlerin isimleri gizlidir. Hakemlerden, raporlarında adlarını veya irtibat bilgilerini açıklamamaları istenir. Hakem raporları yazarlara gönderilemeden önce bu açıdan kontrol edilir.

### Yazarlık

Bir yazar, bir araştırmanın fikrine veya tasarımına, verilerin elde edilmesine, verilerin analizine veya yorumlanmasına büyük ölçüde katkıda bulunan, makalenin hazırlanmasında, yazılmasında veya gözden geçirilmesinde entelektüel içeriğe eleştirel katkı yapan bireydir. Katkıda bulunanlar diğer kişiler makalenin Teşekkür bölümünde belirtilmelidir ve çalışmanın yazarı olarak kabul edilemez. Tüm yazarların doğru ve tam isimleri ile ORCID kimlikleri dergiye gönderilen



makalenin başlık sayfasında yer almalıdır. Yazarların isimlerinin yanında çalıştıkları kurumlar ve yazışmalardan sorumlu yazarın geçerli bir adresi verilmelidir. Yazışmalardan sorumlu yazarın telefon ve faks numaraları ile e-posta adresi makalenin ilk sayfasında belirtilmelidir. Tüm yazarlar, gönderilen makalenin daha önce herhangi bir yerde yayınlanmadığını ve makale hakkında Akademik Gıda dergisi nihai bir karar vermeden önce makaleyi başka bir dergiye göndermeyeceklerini garanti etmelidir.

### Destekleyen/Finans Sağlayan Kuruluşlar

Araştırmanın tüm finans kaynaklarına ilişkin detaylar, Teşekkür bölümünde belirtilmelidir. Yazarlar, resmi finansman kurum/larının tam isimlerini ve proje/hibe numaralarını belirtmelidir.

### Yazarlarda Değişiklik

Makalenin Akademik Gıda'ya sunulmasından sonra yazar isimlerinde değişiklik ancak revizyon sırasında gerekli olan ek çalışmalar durumunda olabilir. Makalenin yayına kabul edilmesinden sonra herhangi bir değişikliğe izin verilmez. Yazarlıktaki değişiklik, hakem görüşlerine verilen cevaplar sırasında yazışmalarda belirtilmeli ve tüm yazarlar tarafından kabul edilmelidir. Yazışmalardan sorumlu yazar, yazarların sırası da dahil olmak üzere makalenin revize edilmiş versiyonundaki değişikliklerden sorumludur.

### Çalışma Verilerinde Düzeltme

Yayınlanan verilerin doğruluğundan tüm yazarlar sorumlu olmalıdır. Verilerin düzeltilmesi için, yazışmalardan sorumlu yazardan yayın öncesi taslağı (galley proof) incelemesi ve makalenin yayınlanmasından 4 gün önce dikkatlice düzeltilmesi istenir.

### Makalenin Geri Çekilmesi

Bir makalenin geri çekilmesi, gönderim veya yayın hatalarını düzeltmek için kullanılır. Yazarlar makaleyi geri çekebilir ve bu durumda Yayın Etiği Komitesi (COPE) Geri Çekme Kurallarına [(COPE) retraction guidelines] uymalıdır. Tekrarlanan veya benzerlik oranı yüksek bir yayın, verilerin hileli kullanımı, intihal veya etik dışı araştırma yapılması durumunda, makale editör tarafından geri çekilecek ve geri çekilen makale linklerine bağlantı korunacak ancak elektronik veri tabanına (makale sayfasına) bir geri çekme bildirimi eklenecektir.

### Etik Hususlar

#### Çıkar çatışması:

- Yazar/lar başvuru sırasında herhangi bir çıkar çatışması varsa beyan etmelidir. Yazar/ların başvuru sırasında bilimsel değerlendirme için en az üç potansiyel hakem önermeleri istenir. Önerilen hakemler çalışma arkadaşları, ortak çalıştıkları kişiler veya çalıştıkları kurumların üyeleri olamazlar.
- Hakemler makaleyi değerlendirmelerini önleyen herhangi bir çıkar çatışması olması durumunda

Editörleri bilgilendirmesi ve bu konuda COPE kurallarına uyması tavsiye edilmektedir.

- Editörler Kurulu üyeleri veya kurul üyelerinin ortak çalıştıkları kişiler tarafından dergiye gönderilen makaleler için, değerlendirme sırasındaki önyargıları en aza indirmek amacıyla, değerlendirme süreci ilgili kurul üyelerini dışarıda tutacak şekilde değiştirilerek uygulanır.
- Düzeltmeler (revizyonlar) sırasında, editörler Dergi Editörleri İçin Davranış Kuralları ile En İyi Uygulama Kılavuzu ve Dergi Yayıncıları İçin Davranış Kurallarını (Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers) takip ederler.

### İnsan denekleri, hayvan veya bitki içeren araştırmalar

- Araştırmanın insan denekleri veya hayvanları içermesi durumunda, yazarların Uluslararası Tıp Dergisi Editörleri Komitesinin (the International Committee of Medical Journal Editors) yönergelerini izlemeleri önerilir.
- İnsan denekleri içeren çalışmalarda, deneklerin çalışmaya katılmak için imzaladıkları onamlar yazarlar tarafından sağlanmalıdır. 18 yaşın altındaki deneklerin çalışmaya katılmaları için ebeveyn veya velileri tarafından izin verilmelidir.
- Test edilen tüm denekler için, makalenin, ilgili kurallara ve/veya uygun izinlere veya lisanslara uyumunu gösteren belgelerin sunulması gerekir.
- Hayvanlar üzerinde yapılacak her türlü araştırma kurumsal, ulusal veya uluslararası kurallara uygun olmalı ve etik kurul tarafından onaylanmalıdır.
- Bitki materyallerinin toplanması dahil, bitkiler üzerinde yapılan deneysel araştırmalar, kurumsal, ulusal veya uluslararası kurallara uygun olmalıdır.
- Saha çalışmalarını yerel mevzuata uygun olarak yapılmalı ve uygun izinleri ve/veya lisansları belirten bir açıklama makalede yer almalıdır.

### Yayın suistimali

- Akademik Gıda dergisi, Dergi Editörleri İçin Davranış Kuralları ile En İyi Uygulama Kılavuzları ve Dergi Yayıncıları İçin Davranış Kurallarını (Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers) takip eder.
- Makalenin aynı anda birden fazla dergiye gönderilmesi, intihal, yayınlanmış makalenin yeniden yayınlanması, etik kuralların ihlali vb. şüpheli bir suistimal durumunda, araştırmacılar, hakemler veya okuyucular Yayın Ofisi (ogursoy@yahoo.com) ile iletişime geçmeye teşvik edilir.
- Makaledeki benzerlik oranı tek bir kaynaktan %10'dan fazla olmamak üzere en fazla %25 ile sınırlandırılmıştır. Bu koşula uymayan makaleler reddedilir. Bu şartların ihlal edilmesi durumunda, COPE (COPE recommendations) tavsiyeleri izlenecek ve ilgili tüm taraflara bildirilecektir.

## Telif Hakkı

Akademik Gıda, yayınlanan bütün makalelere orijinal eserin uygun şekilde belirtilmesi ve ticari amaçlarla kullanılmaması şartıyla, herhangi bir ortamda kullanılmasına, dağıtılmasına ve çoğaltılmasına izin veren "Creative Commons Attribution 4.0 CC BY-NC" lisansını ([Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)) tüm yayınlanmış makalelere uygular. Yayınlanmadan önce, Telif Hakkı Devir Formu yazışmalardan sorumlu yazar tarafından imzalanmalı ve derginin yayın ofisine gönderilmelidir. Yayınlanan yazıların telif hakkı Sidas Medya Limited Şirketi'ne (Çankaya, İzmir) aittir. Yazarlar, yayınladıkları makaleleri serbestçe ve ticari olmayan amaçlarla, bütünlüğü korunduğu ve yazarları, alıntı detaylarını ve yayıncıları açıkça belirtildiği sürece kullanma hakkına

sahiptir. Bireysel kullanıcılar, yazarların fikri ve ahlaki haklarının, saygınlığının ve bütünlüğünün tehlikeye atılmaması şartıyla, Akademik Gıda'da yayınlanan yazılara erişebilir, indirebilir, kopyalayabilir, görüntüleyebilir ve uyarlayabilir. Kullanıcılar herhangi bir yeniden kullanım, sahiplerin telif hakkı politikalarına uygun olmasını sağlamalıdır. Yayınlanan yazıların içeriği, ticari olmayan araştırma ve eğitim amaçlı kopyalanır, indirilir veya başka bir şekilde yeniden kullanılırsa, uygun şekilde bir atıf yapılmalı ve ilgili makaleye bir link [yazarlar, dergi unvanı, el yazması adı, cilt, yıl ve sayfa numaraları ve yayınlanan link] Derginin web sitesinde sürüm] sağlanmalıdır. Telif hakkı bildirimleri ve feragatnameler silinmemelidir.

## Ethics and Publication Malpractice Statement

Akademik GIDA® is a peer-reviewed journal where original research and review articles are published quarterly by Sidas Media Agency Advertisement Consultation Ltd. (Cankaya, Izmir, Turkey) in the field of food science and technology. In order to improve the overall scientific quality of the journal, following guidelines have been established by the publisher.

### Editorial Policy

General Guidelines stated in the [Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers](#) are followed by all papers submitted to Academic GIDA. Prior to submission, authors are highly recommended to read the [Journal's Instructions to Authors](#). Authors should also follow the [European Association of Science Editors \(EASE\) Guidelines for Authors and Translators of Scientific Articles to be Published in English](#). For any research involving human or animal data, the recommendations of the [International Committee of Medical Journal Editors](#) should be followed by the authors of the manuscripts.

### Peer Review

All contributions are evaluated according to the criteria of originality and quality of their scientific content.

- All manuscripts pass through an initial screening process (technical and overall quality evaluation) in the editorial office followed by an internal review by the technical and scientific editors.
- After the first evaluation, editors have the right to decline formal review of a manuscript if it is (i) on a topic outside the scope of the Journal, (ii) lacking technical merit, (iii) fragmentary and providing marginally incremental results or (iv) poorly written.
- If the manuscript is considered suitable for further evaluation, manuscripts are double-blind-reviewed by a peer review system involving at least two independent reviewers to ensure high quality of manuscripts accepted for publication.
- If requested, the revised version is evaluated by the reviewers, and editors make a decision about final acceptance based on their suggestions. If necessary, further revision can be asked for to fulfil all the requirements of the reviewers.
- The final version is then sent to the technical editor in order to produce a galley proof, and the authors receive this proof for final check before publishing.
- All manuscripts are posted online as pdf files in their final form, indexed in databases with the assigned DOI numbers.

### Publication Fee

Akademik GIDA welcomes article submissions and does not charge any publication fee.

### Confidentiality

Editors handle all papers submitted to Akademik GIDA in strict confidence. With the exception of reviewers, they do not disclose any information regarding submissions to third parties, unless in case of a suspected misconduct, where COPE recommendations are followed. Submissions are also confidential for reviewers and they are not allowed to share or distribute any part of the manuscripts which they receive for evaluation to third parties. For a case of suspected misconduct, reviewers are encouraged to contact the editorial office immediately in a confidential manner. Reviewers can also recommend a particular course of action in their confidential comments to the editor, following [Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers](#).

Akademik GIDA conducts a double-blind peer review process, i.e. the names of the reviewers are confidential to ensure the critical evaluation of the work. Reviewers are asked not to disclose their names or contact details in their comments for authors.

### Authorship

An author is an individual who substantially contributed to the idea or design of a research, acquisition of data, analysis or interpretation of data, was involved in drafting, writing or revising the manuscript critically for important intellectual content. Other contributors should be mentioned in the Acknowledgements section of the manuscript and cannot be considered as authors of the study. Correct and full names of all authors and their [ORCID](#) IDs should be on the title page of the manuscript. Names of authors must be supplemented with their affiliations and a valid address of the corresponding author. The phone and fax numbers and e-mail address of the corresponding author should be stated in the first page of the manuscript. All authors must guarantee that the submitted manuscript is not published anywhere previously and will not be submitted to anywhere before the editorial board makes a final decision on the manuscript.

### Funding Sources

Details for all funding sources of the research should be stated in the Acknowledgements. Authors should provide

the full official funding agency name(s) and grant number(s).

### **Alteration in Authorship**

Alteration in authorship after the submission of the manuscript to Akademik GIDA can be justified only by the additional work required during the revision. Any change is not allowed after the acceptance of the manuscript for publication. Alteration in authorship should be indicated in the responses to reviewers, and should be accepted by all authors. The corresponding author is primarily responsible for any alteration in the revised version of the manuscript, including the order of authors.

### **Correction of Data**

All authors should be responsible for the accuracy of the published data. For the correction of data, the corresponding author receives the galley proof of the paper and is asked to correct it carefully within 4 days before publication.

### **Retraction of an Article**

A retraction of an article is used to correct errors in submission or publication. Authors can retract the paper and should follow the Committee on Publication Ethics (COPE) [retraction guidelines](#). In case of a duplicate or overlapping publication, fraudulent use of data, plagiarism or unethical research, the paper will be retracted by the editor, and a retraction notice will be included into the electronic database while all links to the retracted article will be maintained.

### **Ethical Considerations**

#### ***Conflict of interest:***

- Authors should declare any conflict of interest in their submission form. Authors are requested to suggest at least three potential reviewers before submission, and these reviewers cannot be their colleagues, collaborators or members of their institutions.
- Reviewers should notify the editors on any conflict of interest which prevents them from reviewing the paper, and they are recommended to follow the [COPE guidelines](#).
- For the manuscripts submitted by the members of the Editorial Board or their collaborators, peer reviewing is modified to exclude them from the entire evaluation process in order to minimize any bias during the evaluation.
- During revision, the editors follow the [Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers](#).

#### ***Research involving human subjects, animals or plants:***

- If the research involves humans or animals, the authors are recommended to follow the guidelines of the [International Committee of Medical Journal Editors](#).

- In studies involving human subjects, their informed consent to participate in the study should be supplied by the authors. For subjects under the age of 18, their parents or guardians should give the permission for their participation in the study. For all tested subjects, the manuscript must accompany with a statement detailing compliance with relevant guidelines and/or appropriate permissions or licenses.
- Any research on animals must comply with institutional, national or international guidelines and, where possible, should be approved by an ethics committee.
- Any experimental research on plants, including collection of plant materials, must comply with institutional, national, or international guidelines.
- Field studies should be conducted in compliance with local legislation, and a statement specifying the appropriate permissions and/or licences should be included in the manuscript.

#### ***Publication misconduct:***

- The Journal follows the [Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers](#).
- In a case of a suspected misconduct such as redundant or duplicate submission, plagiarism, text recycling, violation of ethical norms, etc., researchers, reviewers or readers are encouraged to contact the Editorial Office ([ogursoy@yahoo.com](mailto:ogursoy@yahoo.com)).
- The overlapping in the manuscript is highly restricted to the maximum of 25% with no more than 10% from a single source; otherwise, the manuscript will be rejected. If these terms are violated, COPE recommendations will be followed and all parties involved will be notified.

### **Copyright**

Akademik GIDA applies the [Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 CC BY-NC license](#) to all published papers, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes. Before publication, the [Copyright Transfer Form](#) must be signed by the corresponding author and returned to the editorial office of the journal. Copyright of published papers is retained by the Sidas Media Agency Advertisement Consultation Ltd. (Cankaya, Izmir, Turkey). Authors have the right to use their published article freely and in noncommercial purposes, as long as its integrity is maintained and its original authors, citation details and publisher are clearly stated. Individual users may access, download, copy, display, and adapt the manuscripts published in Akademik GIDA, provided that the authors' intellectual and moral rights, reputation and integrity are not compromised. Users must ensure that any reuse complies with the copyright policies of the owners. If the content of the published manuscripts is copied, downloaded or otherwise reused for noncommercial research and educational purposes, a link to the appropriate bibliographic citation (authors, journal title, manuscript title, volume, year and page

numbers, and the link to the published version on the [Journal's website](#) should be provided. Copyright notices and disclaimers must not be deleted.

---

Fevzipaşa Blv. Çelik İş Merkezi No:162 K:3 D:302 Çankaya / İZMİR  
Tel: +90 232 441 60 01 Fax: +90 232 441 61 06 E-mail: [sidasmedya@gmail.com](mailto:sidasmedya@gmail.com)

**SIDAS MEDYA**