

ISSN Online 2148-015X

ACADEMIC FOOD JOURNAL

AKADEMİK

**GIDA**



Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademik-gida> Cilt/Volume:18 Sayı/Number:2 Nisan - Haziran 2020

**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)

**Editörler / Editors**

Özer Kınık (Ege Üniversitesi)  
Ramazan Gökçe (Pamukkale Üniversitesi)  
Yusuf Yılmaz (Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)

**Teknik Editörler / Technical Editors**

Hande Özge Güler (Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)

**International Editorial Board / Uluslararası Yayın Kurulu**

- Mohamed H. Abd El-Salam (National Research Centre, Egypt)  
Sibel Akalın (Ege University, Turkey)  
Abdullah Akdoğan (Pamukkale University, Turkey)  
Nihat Akın (Selçuk University, Turkey)  
Nesimi Aktaş (Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Turkey)  
Tapani Alatossava (University of Helsinki, Finland)  
Patricia-Munsch Alatossava (University of Helsinki, Finland)  
Muhammet Arıcı (Yıldız Technical University, Turkey)  
Iuliana Aprodu (Dunarea de Jos University of Galati, Romania)  
Adriana Pavese Ariseto (State University of Campinas, Brazil)  
Ahmet Ayar (Sakarya University, Turkey)  
Zehra Ayhan (Sakarya University, Turkey)  
Jurislav Babic (University of Zagreb, Croatia)  
Chockry Baršana (Canadian Food Inspection Agency, Canada)  
Ali Bayrak (Ankara University, Turkey)  
Noreddine Benkerroum (Inst. Agronomique et Vet. Hassan II, Morocco)  
Yavuz Beyatlı (Gazi University, Turkey)  
Kamil Bostan (Istanbul Aydın University, Turkey)  
Rajka Bozanic (University of Zagreb, Croatia)  
Cengiz Caner (Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey)  
Oana Emilia Constantin (Dunarea de Jos University of Galati, Romania)  
Abdullah Çağlar (Afyon Kocatepe University, Turkey)  
İbrahim Çakır (Abant İzzet Baysal University, Turkey)  
Songül Çakmakçı (Atatürk University, Turkey)  
İlyas Çelik (Pamukkale University, Turkey)  
Utku Çopur (Uludağ University, Turkey)  
Ahmet Hilmi Çon (Ondokuz Mayıs University, Turkey)  
Mehmet Demirci (Namık Kemal University, Turkey)  
Yusuf Dilgin (Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey)  
Cynthia Ditchfield (University of Sao Paulo, Brazil)  
Fahrettin Göğüş (Gaziantep University, Turkey)  
Şebnem Harsa (Izmir Institute of High Technology, Turkey)  
Arif Hepbaşlı (Yaşar University, Turkey)  
Seda Ersus Bilek (Ege University, Turkey)  
A. Adnan Hayaloğlu (İnönü University, Turkey)  
Yekta Gökşungur (Ege University, Turkey)  
Mehmet Güven (Çukurova University, Turkey)  
Filiz İçier (Ege University, Turkey)  
Kadir Halkman (Ankara University, Turkey)  
Mükerrrem Kaya (Atatürk University, Turkey)  
Semra Kayaardı (Manisa Celal Bayar University, Turkey)  
Yonca Karagül Yüceer (Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey)  
Harun Kesenkaş (Ege University, Turkey)  
Meral Kılıç Akyılmaz (Istanbul Technical University, Turkey)  
Piotr Koczon (Warsaw University of Life Sciences, Poland)  
Celalettin Koçak (Ankara University, Turkey)  
Ergun Köse (Manisa Celal Bayar University, Turkey)  
Ahmet Küçükçetin (Akdeniz University, Turkey)  
Erdoğan Küçüköner (Süleyman Demirel University, Turkey)  
Jung Hoon Lee (Fort Valley State University, USA)  
Sebahattin Nas (Pamukkale University, Turkey)  
Gülden Ova (Ege University, Turkey)  
Zümrüt Begüm Ögel (Konya Food and Agriculture University, Turkey)  
Semih Ötleş (Ege University, Turkey)  
Halil Özbaş (Süleyman Demirel University, Turkey)  
Beraat Özçelik (Istanbul Technical University, Turkey)  
Filiz Özçelik (Ankara University, Turkey)  
Sami Gökhan Özkal (Pamukkale University, Turkey)  
Mustafa Zafer Özel (Sensient Technologies, UK)  
Barbaros Özer (Ankara University, Turkey)  
Edward Pospiech (Poznan University of Life Sciences, Poland)  
Konstantinos Petrotos (Technological Educational Inst. of Larissa, Greece)  
Pican Prabasankar (CSIR-Central Food Technological Res. Inst., India)  
Jenny Ruales (Escuela Politécnica Nacional, Ecuador)  
Osman Sağdıç (Yıldız Technical University, Turkey)  
Saulius Satkauskas (Vytautas Magnus University, Lithuania)  
Meltem Serdaroğlu (Ege University, Turkey)  
Reyad R. Shaker (Jordan University of Science & Technology, Jordan)  
Ömer Şimşek (Pamukkale University, Turkey)  
Romeo Toledo (University of Georgia, USA)  
Mahir Turhan (Mersin University, Turkey)  
Yahya Tülek (Pamukkale University, Turkey)  
Harun Uysal (Ege University, Turkey)  
Mustafa Üçüncü (Ege University, Turkey)  
Y. Sedat Velioğlu (Ankara University, Turkey)  
Ünal Rıza Yaman (Ege University, Turkey)  
Aydın Yapar (Pamukkale University, Turkey)  
Hasan Yetim (Istanbul Gelişim University, Turkey)  
Atıla Yetişemiyen (Ankara University, Turkey)  
Metin Yıldırım (Ömer Halisdemir University, Turkey)  
Ufuk Yücel (Ege University, 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. Advanced Science Index (ASI)
6. AgBiotech News and Information
7. AgBiotechNet
8. Agricultural Economics Database
9. Agricultural Engineering Abstracts
10. Agroforestry Abstracts
11. Animal Breeding Abstracts
12. Animal Production Database
13. Animal Science Database
14. Asos İndeks
15. Biocontrol News and Information
16. Biofuels Abstracts
17. Botanical Pesticides
18. CAB Abstracts
19. CAB Direct
20. Cite Factor
21. Crop Science Database
22. Dairy Science Abstracts
23. Directory of Research Journals Indexing (DRJI)
24. EBSCO
25. Environmental Impact
26. Environmental Science Database
27. Eurasian Scientific Journal Index
28. Field Crop Abstracts
29. Food Science and Technology Abstracts (FSTA)
30. Forest Science Database
31. Global Health
32. Google Scholar
33. Horticultural Science Abstracts
34. Horticultural Science Database
35. Impact Factor Services for International Journals (IFSIJ)
36. International Innovative Journal Impact Factor (IJIF)
37. International Institute of Organized Research (I2OR)
38. İdeal Online
39. Journal Index Net
40. Maize Abstracts
41. MIAR (Information Matrix for the Analysis of Journals)
42. Nutrition Abstracts and Reviews Series A: Human and Experimental
43. Nutrition Abstracts and Reviews Series B: Livestock Feeds and Feeding
44. Nutrition and Food Sciences Database
45. Ornamental Horticulture
46. Parasitology Database
47. Plant Breeding Abstracts
48. Plant Genetic Resources Abstracts
49. Plant Genetics and Breeding Database
50. Plant Protection Database
51. Postharvest Abstracts
52. Potato Abstracts
53. Poultry Abstracts
54. Protozoological Abstracts
55. Review of Agricultural Entomology
56. Review of Aromatic and Medicinal Plants (RAMP)
57. Review of Medical and Veterinary Entomology
58. Review of Medical and Veterinary Mycology
59. Review of Plant Pathology
60. Rice Abstracts
61. Rural Development Abstracts
62. Science Library Index
63. Scientific Indexing Services (SIS)
64. Seed Abstracts
65. Soil Science Database
66. Soils and Fertilizers Abstracts
67. Soybean Abstracts
68. Sugar Industry Abstracts
69. Systematic Impact Factor (SIF)
70. The Belt and Road Initiative Reference Source
71. The Turkish Academic Network and Information Centre Life Sciences Database (TÜBİTAK-ULAKBİM Yaşam Bilimleri Veritabanı, TR-DİZİN)
72. Tropical Diseases Bulletin
73. Veterinary Science Database
74. VetMed Resource
75. Weed Abstracts
76. Wheat, Barley and Triticale Abstracts
77. World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts (WAERSA)

Akademik Gıda 18 (2) (2020)  
**İÇİNDEKİLER / CONTENTS**

■ Editörden / Editorial

IV-V

■ MAKALELER / PAPERS

■ Araştırma Makaleleri / Research Papers

**Effect of Storage Conditions on Stability of Low Glycemic Index Noodles with Enzymatically Modified Ingredients / Saklama Koşullarının Enzimatik Olarak Değiştirilmiş Düşük Glisemik İndeksli Eriştelerin Stabilitesi Üzerine Etkisi / Bharath Kumar Srinivasan, Pichan Prabhasankar**

105-115

**Potential Use of Dried Trout Flesh Powder in Salty Biscuit Production / Tuzlu Bisküvi Üretiminde Kurutulmuş Alabalık Eti Tozu Kullanımı / Nazlı Savlak**

116-124

**Food Allergy Knowledge, Attitude and Practices of Restaurant Employees in İstanbul, Turkey / İstanbul'daki Restoran Çalışanlarının Gıda Alerjisi Bilgi, Tutum ve Uygulamaları / Merih Tatlı, Aylin Akoğlu**

125-134

**Relationship between Spaghetti Prices and Quality Parameters in Pasta Market / Marketteki Spagetti Makarna Fiyatları ile Kalite Parametreleri Arasındaki İlişki / Seher Serin, Koray Yarım, Sedat Sayar**

135-142

**Nar Suyu ve Yeşil Çay İlaveli Kalorisi Azaltılmış Fonksiyonel Geleneksel Karışık Meyve Marmelatı Üretimi / Production of Reduced Calorie Mixed Fruit Based Functional Marmalade with Addition of Green Tea and Pomegranate Juice / Büşra Acoğlu, Perihan Yolcu Ömeroğlu**

143-155

**Farklı Tane Unları ve Çekirdek Tozları Kullanılarak Glutensiz Lokma Tatlısı Üretimi ve Kalite Özellikleri / Production of Gluten-Free Lokma Dessert Using Different Grain Flours & Seed Powders and Quality Properties / İlyas Çelik, Yasemin Kuzumoğlu**

156-163

**Farklı Yöntemler İle Ayvadan (Cydonia vulgaris Pers.) Ekstrakte Edilen Pektinin Karakteristik Özellikleri / Characteristic Properties of Pectin from Quince (Cydonia vulgaris Pers.) Extracted with Different Methods / Esra Fırat, Figen Kaymak-Ertekin**

164-171

**Çocukların Gıda Tüketimi Üzerine Televizyon Reklamlarının Etkisi / Effect of Television Advertisements on Children's Food Consumption / Sıddıka Ersoy, Serpil Özbaş**

172-179

■ Derleme Makaleler / Review Papers

**Functional Ice Cream Technology / Fonksiyonel Dondurma Teknolojisi / Ayla Arslaner, Mehmet Ali Salik**

180-189

**Polifenollerin Bağırsak Mikrobiyota Kompozisyonunu Düzenleyici ve Nöroprotektif Etkileri / Regulatory Impact of Polyphenols on Intestinal Microbiota Composition and Neuroprotective Effects of These Compounds / Firdevs Çimen, Havva Polat, Lütüye Ekici**

190-208

**Geleceğin Alternatif Protein Kaynağı: Yapay Et / Alternative Protein Source of the Future: Artificial Meat / Ece Sürek, Pınar Uzun**

209-216

**Unlu Mamullerin Kompozit Unlar ile Zenginleştirilmesi / Enrichment of Bakery Products with Composite Flours / Emine Aydın**

217-227

■ 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: 18

Sayı: 88

Nisan-Mayıs-Haziran 2020

ISSN Print 1304-7582

ISSN Online 2148-015X

Akademik Gıda Dergisi

Bir **SİDAS MEDYA** Yayınıdır.

GRUP

Yayın Türü: Yerel Süreli

Akademik Gıda Dergisi Hakemli Dergidir.

Akademik Gıda dergisinin 18. yayın yılının ikinci sayısında yine sizlerle birlikteyiz. Bu sayımızda 8 araştırma ve 4 derleme çalışması olmak üzere toplam 12 makale yer almaktadır.

Makale yazarlarından zaman zaman gelen sorular nedeniyle makale kabulü ile ilgili daha önce yaptığımız bilgilendirmeyi tekrar etmek istiyoruz. Dergimiz 2017 yılı birinci sayısından itibaren <http://www.academicfoodjournal.com> adresinin yanı sıra TÜBİTAK ULAKBİM çatısı altında, Türkiye'de yayımlanan akademik dergiler için elektronik ortamda barındırma ve editöryal süreç yönetimi hizmeti sunan DergiPark'ta, <http://dergipark.gov.tr/akademik-gida> adresinde yayımlanmaya başlamıştır. Ancak dergimize yayımlanmak üzere gönderilen makalelerin kabulü halen <http://www.academicfoodjournal.com> adresinden yapılmakta olup, DergiPark üzerindeki makale kabul süreçlerini içeren sistem kullanılmamaktadır. Bu sistem üzerinden makale kabulüne 2020-2021 yılları içerisinde geçilmesi planlanmaktadır. Dergimizin tüm arşivine DergiPark üzerinden erişiminin sağlanması için gerekli çalışmalar TÜBİTAK ULAKBİM tarafından yapılmakta olup, bu çalışmaların kısa bir süre içerisinde tamamlanması beklenmektedir. Söz konusu çalışmalarla birlikte dergimizde yayımlanan makalelerin ulaşılabilirliğinde de önemli düzeyde artış olması beklenmektedir.

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 TR-Dizin'e yüklemek üzere 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.

Dergimizle ilgili bir diğer yenilik makalelerin sonunda yer alan kaynaklar bölümünde kaynakların gösteriminde kısaca APA (American Psychological Association) olarak bilinen Amerika Psikoloji Derneği yazım stiline kullanılacak olmasıdır. Dergimize makale gönderecek meslektaşlarımızın bu durumu dikkate almasını ve güncellenen yazım kuralları sayfalarımızı takip etmesini rica ediyoruz.

Bu yıl ve önümüzdeki yıllarda daha fazla ulusal ve uluslararası veri tabanı ve indekste dizinlenmek ve derginin uluslararası düzeyde tanınırlığını arttırmak için çalışmalarımızı sürdürüyoruz. 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.

Katkılarınızla dergimizin daha iyi noktalara geleceğine yürekten inanıyoruz. Ayrıca, dergimizde araştırma makalelerinin ve İngilizce olarak yazılan makalelerin değerlendirme ve yayınlanma sürelerinin diğer makalelere kıyasla oldukça kısa olduğunu yazarlarımıza tekrar hatırlatmak istiyoruz.

Bu sayının oluşmasında katkıda bulunan; çalışmalarını yayımlanmak üzere dergimize gönderen yazarlara ve bu çalışmaları titizlikle değerlendiren yayın kurulu üyelerimiz ve hakemlerimize teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Saygılarımızla.

**Oğuz Gürsoy**  
Baş Editör

**Özer Kınık**  
**Ramazan Gökçe**  
**Yusuf Yılmaz**  
Editörler

**BİLİMSEL ETKİNLİKLER****Peynir Çalıştayı**

Peynir ve Peynir Teknolojileri ile ilgili çalışanlar veya bu sektörlere hizmet verenler ile bilim insanlarının bir araya getirilmesi, güncel gelişmeler ve sektör sorunların tartışılması hedefleriyle Sidas Medya Ltd. Şti. ve Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü tarafından düzenlenecek Peynir Çalıştayı ile ilgili bilgilere etkinliğin Facebook ve Instagram sosyal medya hesaplarından ulaşılabilir.

**IV. Et Ürünleri Çalıştayı**

Ülkemizde Et Bilimi ve Teknolojisi alanında öncü bir organizasyon olma özelliği taşıyan ve teması "Et Ürünleri Üretiminde Yenilikçi Yaklaşımlar" olarak belirlenen IV. Et Ürünleri Çalıştayı ile ilgili ayrıntılı bilgilere <https://etcalistayi2020.ege.edu.tr/> adresinden ulaşılabilir.

**4. International Joint Science Congress of Materials and Polymers (ISCMP 2020)**

Kimyagerler Derneği öncülüğünde düzenlenen Uluslararası Malzeme ve Polimer kongrelerinin dördüncüsü 7-10 Ekim 2020 tarihlerinde Tetovo, Kuzey Makedonya'da gerçekleştirilecektir. Kongre ile ilgili bilgilere <http://www.iscmp.org/> adresinden ulaşılabilir.

**Türkiye 13. Gıda Kongresi**

Türkiye 13. Gıda Kongresi, 21-23 Ekim 2020 tarihlerinde Gıda Teknolojisi Derneği ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü işbirliği ile Çanakkale Üniversitesi Troia Kongre Merkezi'nde düzenlenecektir. Kongre ile ilgili <https://gidakongresi2020.org/> adresinden ulaşılabilir.

**7. Uluslararası Gıda Güvenliği Kongresi**

Gıda Güvenliği Derneği tarafından düzenlenen Uluslararası Gıda Güvenliği Kongrelerinin yedincisi 3-4 Haziran 2021 tarihlerinde İstanbul'da (Grand Cevahir Hotel Convention Center) gerçekleştirilecektir. Kongre ile ilgili bilgilere <https://www.gidaguvenligikongresi.org/> adresinden ulaşılabilir.

**10.Ulusal Analitik Kimya Kongresi**

2002 yılından bu yana iki yılda bir düzenlenen Analitik Kimya Kongrelerinin onuncusu Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi ev sahipliğinde 1-6 Eylül 2021 tarihlerinde düzenlenecektir. Kongre ile ilgili bilgilere <http://uakk2020.mu.edu.tr/> adresinden ulaşılabilir.

## Effect of Storage Conditions on Stability of Low Glycemic Index Noodles with Enzymatically Modified Ingredients

Bharath Kumar Srinivasan , Pichan Prabhasankar  

Flour Milling Baking and Confectionery Technology Department, CSIR-Central Food Technological Research Institute, Mysore 570020, India

Received (Geliş Tarihi): 05.11.2019, Accepted (Kabul Tarihi): 12.04.2020

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): [psankar@cftri.res.in](mailto:psankar@cftri.res.in) (P. Prabhasankar)

📞 91 821 2517730 📠 91 821 2517233

### ABSTRACT

Stability of a food product mainly depends on its ingredients. Stable food products have a huge consumer market. In this study, noodles were prepared using enzymatically modified ingredients. The shelf stability of noodles was determined under two different conditions, ambient (27°C, 65% RH) and accelerated (37°C, 92% RH). Samples were withdrawn at particular intervals and analysed for their physico-chemical, *in-vitro* and *in-vivo* properties. The properties of stored products were compared with those of initial products. Noodles with enzymatically modified ingredients showed reduced glycemic index (GI) compared to their native forms. Noodles with enzymatically modified ingredients can be stored up to 60 days at an ambient condition without any negative effect on their quality. As the noodles with enzymatically modified ingredient showed promising results with reference to their quality characteristics, it can be beneficial in maintaining the health of the individuals with diabetes mellitus, if supported by *in-vivo* studies.

**Keywords:** Low glycemic index, Noodles, Shelf-life, Modified ingredients

### Saklama Koşullarının Enzimatik Olarak Değiştirilmiş Düşük Glisemik İndeksli Eriştelerin Stabilitesi Üzerine Etkisi

#### ÖZ

Bir ürünün stabilitesi esas olarak preparatta kullanılan bileşenlere bağlıdır. Kararlı ürünler büyük tüketici pazarına sahiptir. Bu çalışmada erişte enzimatik olarak modifiye edilmiş bileşenler kullanılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan erişte, normal (27°C, 65% RH) ve hızlandırılmış (37°C, 92% RH) olmak üzere iki farklı koşul altında raf ömrü stabilitesi açısından incelenmiştir. Örnekler belirli aralıklarla alınmış ve fiziko-kimyasal, *in vitro* ve *in vivo* özellikleri için analiz edilmiştir. Depolanan ürünlerin bulguları başlangıçtaki ürünlerle karşılaştırılmıştır. Enzimatik olarak modifiye edilmiş bileşenler içeren erişte, doğal formlarına kıyasla azalmış glisemik indeks (GI) göstermiştir. Enzimatik olarak modifiye edilmiş erişte numunelerin, kalitesini etkilemeden ortam koşullarında 60 gün boyunca saklanabildiği bulunmuştur. Enzimatik olarak modifiye edilmiş bileşenli erişte, kalite özelliklerinde umut verici sonuçlar gösterdiğinden, *in vivo* çalışmalarla desteklendiğinde diyabetli (diyabetes mellitustan) bireylerin sağlığının korunmasında faydalı olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Düşük glisemik indeks, Erişte, Raf ömrü, Modifiye bileşenler

## INTRODUCTION

Wheat is one of the major grains used as staple food across the World. Starch is the major constituent of wheat endosperm and this is the important factor deciding the final product quality. Starch from different grains were used as a raw material for most of the food industries, which includes noodles, pasta, sauce, ketchup and so on in its native and modified forms [1]. It is evident that different processing techniques alters starch properties differently. Modification using chemicals and enzymes being more prevalent among all the process. Starch modification using chemicals is well established. Whereas, relatively few works have been carried out on the enzymatic modification of starch. Modification of starch through enzymes affects its physico-chemical properties. This technique can be utilized for the modification of flour samples, as the earlier studies on this aspect are absent. This approach of modification of ingredients may be beneficial for whole foods in the food industry. Few studies emphasised on the formation of resistant starches during enzyme modification using pullulanase by debranching the banana starch [2]. A carbohydrate-active enzyme known as Amylomaltase is involved in transferring glucan units from one unit to another. This was used to modify potato starch, resulted in disappearing of amylose fractions and formation of amylopectin fractions in starch. These starch samples showed a thermo reversible gelling property, resembling the property of gelatin [3]. An investigation on starch by partial  $\alpha$ -amylase treatment to develop low glycemic index starch was carried out earlier [4], as a result, molecular size of amylose and amylopectin reduced rapidly and also reduced postprandial glycemic response in rats was observed. On the basis of all the earlier studies, work was planned to modify the flour samples to make the low glycemic index flours. The objectives of the study were to develop enzymatically modified common flours used in noodle processing and formulation of low glycemic index noodles with modified ingredients. Stability of noodles and its validation through physico-chemical and nutritional analysis.

## MATERIALS AND METHODS

### Procurement and Pre-Processing of Raw Materials

Ingredients such as *Triticum aestivum* and *Triticum dicoccum* were procured from local market. These raw materials were cleaned to remove the foreign particles and were ground in local chakki mill to suitable particle size flours. Flours obtained were sieved (Mesh size-100 $\mu$ m) and stored in air-tight packages until the end of the study. Enzymes such as pepsin, invertase, amyloglucosidase,  $\alpha$ -amylase inhibitor (from *Triticum aestivum*, Type III, lyophilized powder, 5-100 inhibitor units/mg protein using porcine pancreatic  $\alpha$ -amylase) and pancreatic  $\alpha$ -amylase were procured from Sigma Chemicals, USA. Branching enzyme (Enzyme Commission No. 2.4.1.18; Source organism: *Bacillus*

*subtilis*, Biological function: Transfer a segment of a (1->4)-  $\alpha$ -D-glucan chain to a primary hydroxyl group in a similar glucan chain) was procured from ProZomix, UK. All other chemicals used for the study were of analytical grade unless and otherwise mentioned.

### Modification of Ingredients and Noodle Formulation

Modification of ingredients was carried out according to preliminary studies on modified ingredients [5, 6]. In brief, noodle dough was prepared with the addition of  $\alpha$ -amylase inhibitor and the pH of the dough was maintained at  $6\pm 0.5$ . For the addition of branching enzyme, flour suspension was treated with  $\beta$ -amylase (0.64% starch basis) and branching enzyme (0.6% starch basis) and the obtained modified flour mixture was freeze dried and used in noodle preparation.

### Noodle Formulation and Optimization

On the basis of the preliminary analysis carried out on noodles with modified ingredients, three types of noodles (including control) were taken for the shelf-life study and analysed for different quality parameters at selected withdrawal period. Noodles were prepared using Lab Scale Noodle making machine (Imperia Restaurant-RM 220, Italy) with the capacity of 1 kg per batch, according to previously followed method [7]. In brief, modified flours were mixed with lukewarm water to form firm dough. The obtained dough was rested for 10-15min. Later dough was sheeted by passing between two rollers of the noodle making machine to reduce the thickness to 5 mm and cut to appropriate length in the noodle cutter. These noodles were dried at 55-60°C for 1-1.5 h. Later these dried noodles were used for shelf life studies.

### Shelf-Life Study

Prepared noodles were packed in HDPE bags and stored under two different conditions namely, ambient (27°C, 65% RH) and accelerated (37°C, 92% RH) conditions. Samples stored at these conditions were analysed for its physico-chemical, sensory and nutritional characteristics to apprehend the influence of storage on the samples. Samples (placed at both ambient and accelerated) were withdrawn at 30 days interval to perform the above mentioned analyses. Details of the withdrawal period and selected analysis parameters were given in Table 1.

### Shelf Stability

Noodles were withdrawn according to the schedule planned and were analysed for the planned analytical parameters soon after withdrawal. Analysis was completed within 3-4 days of withdrawal, in the order accelerated samples and ambient samples.



## Cooking Quality of Noodles

Cooking quality characteristics of noodles were analysed for each withdrawal of all the samples to determine the influence of storage on the cooking behaviour and cooking loss. Noodles were subjected to cooking quality evaluation adopting the standard method from AACC (66-50) [8]. Noodles were cut into

approximately 5cm in length. 25 g of the sample is weighed and placed in 250 mL boiling water. Noodles were examined at 30 sec interval to check the doneness by placing between two petri plates. Once the white core portion disappears indicates complete cooking of noodles. Time was recorded and noodles were strained. The obtained gruel was taken for cooking loss analysis. Cooked weight of the noodles was recorded.

Table 1. Details of the withdrawal period and analysis parameters during shelf-life study for all the samples

Withdrawal period	Analysis parameters
0 day (Initial)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Chemical composition</li> <li>▪ Cooking quality</li> <li>▪ Colour and Texture analysis</li> <li>▪ Sensory analysis</li> <li>▪ <i>In vitro</i> analysis of starch digestibility, starch fractions</li> <li>▪ <i>In vitro</i> estimated glycemic index</li> <li>▪ <i>In vivo</i> glycemic index analysis</li> </ul>
30 days	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cooking quality</li> <li>▪ Colour and Texture analysis</li> <li>▪ Sensory analysis</li> <li>▪ <i>In vitro</i> analysis of starch digestibility, starch fractions</li> <li>▪ <i>In vitro</i> estimated glycemic index</li> <li>▪ <i>In vivo</i> glycemic index analysis (Accelerated)</li> </ul>
60 days	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cooking quality</li> <li>▪ Colour and Texture analysis</li> <li>▪ Sensory analysis</li> <li>▪ <i>In vitro</i> analysis of starch digestibility, starch fractions</li> <li>▪ <i>In vitro</i> estimated glycemic index</li> <li>▪ <i>In vivo</i> glycemic index analysis (Ambient)</li> </ul>

## Instrumental Colour Measurement of Noodles

Noodles were analysed for colour parameters using Lab scan-XE (Reston, USA). This instrument was equipped with D-65 illuminant with a 2° angle view and with a 2 mm width slit adopting the method used by Bharath Kumar and Prabhasankar [7]. For the analysis of PCI, L\*

(a lightness indicator) and b\* (a yellowness indicator) were taken to get the standard colour index of the pasta. When the pasta incorporated with other ingredients (modified or unmodified) the Modified Pasta Colour Index (PCI<sub>m</sub>) and Whiteness Index (WI) were calculated using the values L\*, a\* and b\* as explained [9, 10] using the below mentioned formulae:

$$\text{For pasta colour index: } \text{PCI} = \sqrt{L^{*2} + b^{*2}}$$

$$\text{For modified pasta colour index: } \text{PCI}_m = \sqrt{L^{*2} + b^{*2} + a^{*2}}$$

$$\text{For whiteness Index: } \text{WI} = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$$

## Instrumental Firmness of Noodles

Firmness of the noodles (both fresh and dried) was measured using the Texture analyser TA-XDi (Stable Micro Systems, UK) equipped with Warner Bratzler blade for shear [7]. The data thus obtained were analyzed statistically using Duncan's Multiple Range Test (DMRT) [11].

## Sensory Analysis

Prepared noodles were evaluated for its quality characteristics and for its acceptance. Panelists who regularly participate in evaluating the noodles were selected (Male and Female; 10-15). Quantitative descriptive analysis (QDA) method to analyze the product was used for the study [12]. Sensory attributes used for the analysis were in terms of;

*Cream colour – Appearance of noodle surface colour light to dark*

*Distinct strands – Strand quality sticky/individual/non-sticky*

*Firmness – Fragile/brittle/hard*

*Chewiness – Rubbery/long lasting*

*Cooked cereal – Typical cooked cereal aroma*

*Starchy – Mouthfeel very starchy/powdery after taste*

*Sweetness – Pleasant taste of typical cereal sweetness.*

[13]

## **In Vitro Starch Digestibility**

### **Starch Profile Analysis**

Analysis of *in vitro* rapidly digestible starch (RDS), slowly digestible starch (SDS), resistant starch (RS) and total starch (TS) were analysed and also free glucose (FG) and total glucose (TS) were determined using the method of Englyst [14]. Conversion factor used was 0.9 to convert glucose to starch. Each sample was analysed in triplicates. Schematic representation of analytical method is given in Fig.1.

RDS, SDS, RS and TS were calculated using the below mentioned equations;

$$RDS = (G_{20} - FG) \times 0.9$$

$$SDS = (G_{120} - G_{20}) \times 0.9$$

$$RS = TS - (RDS + SDS)$$

$$TS = (TG - FG) \times 0.9$$

Where, G<sub>20</sub> is the value of glucose hydrolysed during the first 20 min of *in vitro* digestion, G<sub>120</sub> is the value of glucose hydrolysed after 120 min of *in vitro* digestion.

### **Estimated Glycemic Index (EGI)**

*In vitro* glycemic index was analysed using the method of Englyst et al. [14]. 50 mg of sample was cooked in 5 ml of distilled water for 3 to 5 min. Ten mL of hydrochloric acid and potassium chloride (HCl-KCl) buffer (pH 1.5) was added to the cooked sample with 0.2 mL of pepsin solution (1 g pepsin in 10 mL HCl-KCl buffer). This was incubated at 40°C for 1 h at the shaking water bath. After incubation the mixture was made up to 25 mL with Tris-Maleate buffer (pH 6.5) with the enzyme solution  $\alpha$ -amylase (5  $\mu$ L - 2.6 U). The reaction mixture was incubated at 37°C in a shaking water bath maintaining the constant shaking for the continuous reaction. During incubation an aliquot of 1 mL in duplicates were withdrawn from the mixture at 30, 60, 90, 120, 150 and 180 min time intervals into different tubes. These tubes were immediately kept in boiling water bath (100°C) for 5 min to inactivate the enzyme activity and stored in refrigerator until the end of the incubation time (180 min). At 180 min the tube was removed from the shaking water bath and the enzyme was inactivated. Later all the tubes from the refrigerator were removed and equilibrated to 60°C at the water bath set to the same temperature. To the tubes 3 mL of sodium-acetate buffer (0.4 M, pH 4.7) was added with

60  $\mu$ L of amyloglucosidase enzyme solution. These tubes were incubated at 60°C for 45 min at shaking water bath. Later volume of the reaction mixture was adjusted to 10 mL with distilled water. An aliquot of 0.5 ml was incubated with GOD-POD reagent to estimate the glucose content in each withdrawals as explained earlier study [12].

The values obtained for the starch hydrolysis were plotted against the time interval. The hydrolysis index (HI) was calculated considering the area under the hydrolysis curve expressed as a percentage ratio of area under the curve for the test food and standard food (white bread).

$$HI = \frac{\text{Area under the hydrolysis curve for the test food}}{\text{Area under the hydrolysis curve for the standard food}} \times 100$$

Estimated glycemic index (EGI) was calculated using the values obtained for HI and substituting in the following equation stated by Goni et al. [15]:

$$EGI = 39.71 + (0.549 \times HI)$$

## **Glycemic Index Analysis of Noodles Involving Healthy Volunteers**

### **Selection of Participants for the Study**

For the purpose of GI analysis, twenty healthy subjects (10 Men, 10 Women) were selected, considering their previous health history. They were non-smokers, not using any medicines, not on any therapeutic diet, no recent weight loss or gain (>2kg) over the previous three months, had regular eating habits (morning breakfast, afternoon lunch and night dinner), fasting blood glucose levels were between 4-5.9 mmol/L. Prior to study Institutional Human Ethical clearance was taken from the University of Mysore, Mysore. Consent was obtained from all the subjects before the study, by explaining the importance of the study on their health. Characteristics of the participated subjects were given in Table 2. For each withdrawal cycle of stored noodles, same participants were chosen for the test throughout the study to eliminate any variations in the results.

### **Test Meal**

As white bread GI considered to be 100, this was served as a reference food in identifying GI of the noodles. *Durum* noodles (control) and other two low GI noodles were prepared freshly on the day of test, next day of withdrawal from ambient and accelerated conditions. To improve and enhance the noodle palatability known amount of salt and non-starch spice mix were added during the preparation of noodles. There was no major diet modification except for the exclusion of some high carbohydrate and fat foods during the study. Experiment was conducted on four non-successive days with white bread, *durum* noodles (control) and other two low GI

noodles respectively. Each portion of the diet consisting of 50 g carbohydrates equivalent. Finger prick blood glucose analysis was carried out, according to earlier study [12]. In brief; the subjects were given food after a 12 h fasting and blood glucose levels before food (fasting) and after food (15, 30, 45, 60, 90 and 120 min)

were checked using Accu-Chek Active (Roche Diagnostics India Pvt. Ltd.). Subjects were allowed to drink minimum quantity of water during the study. To identify the GI of the noodles results were compared with 50 g white bread values and calculated using the equations below:

$$GI = \frac{\text{Incremental area under the blood glucose response curve of a test food}}{\text{Incremental area under the blood glucose response curve of a standard food}} \times 100$$

Table 2. Characteristics of participated healthy subjects

Subjects	Sex*	Age (Years)	Body Mass Index (Kg/m <sup>2</sup> )	Fasting blood glucose (mmol/L)
1	M	25	21.5	5.1
2	M	25	23.4	4.2
3	M	30	22.2	4.9
4	M	24	22.2	4.1
5	M	28	22.5	4.5
6	M	21	24.0	5.1
7	M	26	21.2	4.3
8	M	24	23.2	5.1
9	M	28	21.2	5.2
10	M	24	24.1	4.9
11	F	23	23.8	4.1
12	F	21	21.1	4.6
13	F	29	23.9	4.5
14	F	31	24.1	5.5
15	F	24	20.9	5.1
16	F	23	24.0	4.2
17	F	24	23.8	4.9
18	F	21	21.8	5.0
19	F	23	22.2	4.1
20	F	22	22.8	4.8

\*: M-Male, F-Female

## Statistical Analysis

The results are expressed as mean±SD unless otherwise stated. Analysis of variance (ANOVA) was used to determine the statistical significance of difference between the samples. To simplify the expression of the results, only significant differences were systematically recorded in the text and tables incorporating the method used by Winer [16] and Duncan [11].

## RESULTS AND DISCUSSION

### Analysis of Initial Sample (0 day)

Cooking quality of noodles analysed at 0 day (Table 3) were within the acceptable limits, with highest cooking time (9.23 min) in case of DI (a) noodles as the structure became firm due to modification process. Cooking loss was within the acceptable limit (8%), with highest in DI (a) 4.9%, which can be correlated with highest cooking time. Instrumental colour analysis reported highest L\* value of 72.14 for TA (b), as it contained *T. aestivum* flour, followed by control (68.84) and DI (a) (56.22). Apart from L\* value PCI<sub>m</sub> and WI also reported highest for TA (b), which is 71.9 and 69.61 respectively. Firmness values were 1.47, 3.25 and 1.32 N/mm for

control, TA (b) and DI (a) samples respectively (p≤0.05). *In vitro* analyses of 0 day samples indicated highest IVSD for control sample (74.3%) followed by TA (b) and DI (a) with 55.5% and 50.1% respectively. Lowest RDS was observed in TA (b) with 34% and highest in case of DI (a) with 60% compared to control (77%). Simultaneously SDS was higher in TA (b) compared to DI (a) and control samples. EGI of TA (b) was lowest (50.2) among all other samples, which indicates the effect of branching enzyme on the product. Glycemic index results revealed that samples DI (a) and TA (b) falls under low GI category with GI of 50 and 54 respectively. Sensory analysis of the modified noodles indicated that with modification there was a significant change in firmness and chewiness of the noodles. The results revealed that modification of ingredients improved some of the quality attributes of noodles and are acceptable even after the modification. All the samples were acceptable after modification, with overall quality of all the samples was above 8.0 on 15 cm QDA scale.

### Influence of Storage on Cooking Quality of Noodles

Samples prepared with enzymatically modified ingredients stored at ambient and accelerated condition were analysed for the cooking quality changes during

storage. Results were given in Table 3. Samples stored at ambient condition (Table 3a) showed decrease in cooking time for TA (b) and DI (a) from 7.2 min and 9.2 min to 6.2 min and 7.1 min respectively. The reduction of cooking time may be due to the enzyme hydrolysis process during modification. Along with the cooking time reduction, there was reduction in cooked weight of the sample from 70.2g and 62.4g to 67.4g and 60.2g. This may be due to less water uptake by the sample due to polymerization process occurred by the use of branching enzyme to convert amylose into amylopectin [17]. Cooking loss of the samples reduced in at 30 days analysis for the sample TA (b), as the polymeric and crystalline structure avoids the leaching out of solid into the gruel during cooking. Due to storage the sample structure still became tougher to disintegrate. Cooking loss reduced from 3.2% (0 day) to 2.9% (30 days). Whereas, for the sample DI (a) cooking loss increased from 4.6% to 4.9%. At 60 days analysis cooking time increased, but the cooked weight decreased with higher solid leach out during cooking. This may be due to the

disintegration of the sample during cooking, subjected to elevated temperature and boiling. Cooking loss increased to 4% (TA-b) and 5.1% (DI-a) samples. The samples started disintegrating during cooking and were not analysed further.

Samples stored at accelerated condition (Table 3b) were analysed for the cooking quality characteristics, results indicated that at the end of 30 days samples showed reduced cooking time and cooked weight. Due to the high humidity and elevated temperature samples lost its integrity and while cooking strands got disintegrated to some extent. Due to this reason solid leach out increased significantly, this was above 5% for both of the samples. Because of the quality loss the samples were not continued further for the storage study. From this it can be inferred that noodles with enzymatically modified ingredients can be stored at ambient condition for 60 days and accelerated condition for 30 days.

Table 3a. Influence of Ambient condition on quality characteristics of the noodles\*

	0 Day			Ambient 30 Days			Ambient 60 Days			
	CON	TA (b)	DI (a)	CON	TA (b)	DI (a)	CON	TA (b)	DI (a)	
Cooking time (min)	9.02 <sup>b</sup> ±0.15	7.25 <sup>a</sup> ±0.10	9.23 <sup>y</sup> ±0.18	7.39 <sup>a</sup> ±0.19	6.21 <sup>p</sup> ±0.15	7.22 <sup>x</sup> ±0.14	7.43 <sup>a</sup> ±0.12	6.24 <sup>p</sup> ±0.24	7.51 <sup>z</sup> ±0.34	
Cooking loss (%)	3.9 <sup>a</sup> ±0.7	3.2 <sup>a</sup> ±0.3	4.6 <sup>a</sup> ±0.1	3.9 <sup>a</sup> ±0.7	2.9 <sup>p</sup> ±0.2	4.9 <sup>y</sup> ±0.3	3.9 <sup>a</sup> ±1.1	4.0 <sup>±</sup> 0.2	5.1 <sup>y</sup> ±0.4	
Colour	L*	68.84 <sup>b</sup> ±0.21	72.14 <sup>p</sup> ±0.16	56.22 <sup>x</sup> ±0.24	65.48 <sup>a</sup> ±0.11	71.47 <sup>p</sup> ±0.22	57.56 <sup>a</sup> ±0.22	65.48 <sup>a</sup> ±0.28	71.22 <sup>p</sup> ±0.19	59.24 <sup>y</sup> ±0.24
	a*	0.97 <sup>a</sup> ±0.11	0.12 <sup>p</sup> ±0.08	6.97 <sup>x</sup> ±0.89	0.95 <sup>a</sup> ±0.12	0.12 <sup>p</sup> ±0.18	6.57 <sup>x</sup> ±0.59	0.91 <sup>a</sup> ±0.24	0.11 <sup>p</sup> ±0.27	6.44 <sup>x</sup> ±0.27
	b*	10.22 <sup>ab</sup> ±0.98	9.75 <sup>a</sup> ±0.14	18.14 <sup>y</sup> ±0.21	10.01 <sup>ab</sup> ±0.05	9.57 <sup>x</sup> ±0.10	17.95 <sup>x</sup> ±0.28	9.90 <sup>a</sup> ±0.14	9.10 <sup>p</sup> ±0.22	16.99 <sup>x</sup> ±0.24
PCI <sub>m</sub>	69.59 <sup>b</sup> ±1.10	71.90 <sup>p</sup> ±0.09	60.01 <sup>x</sup> ±0.12	66.24 <sup>a</sup> ±0.15	72.11 <sup>p</sup> ±0.24	60.65 <sup>x</sup> ±1.19	66.22 <sup>a</sup> ±0.48	71.80 <sup>p</sup> ±0.48	61.96 <sup>y</sup> ±1.11	
WI	67.25 <sup>a</sup> ±1.24	69.61 <sup>p</sup> ±0.98	53.06 <sup>x</sup> ±0.88	64.05 <sup>a</sup> ±0.85	69.91 <sup>p</sup> ±0.99	53.45 <sup>x</sup> ±1.18	64.08 <sup>a</sup> ±1.17	69.82 <sup>p</sup> ±1.11	55.37 <sup>y</sup> ±1.98	
Firmness (N/mm)	1.47 <sup>a</sup> ±0.10	3.25 <sup>p</sup> ±0.25	1.32 <sup>x</sup> ±0.57	4.09 <sup>a</sup> ±0.68	4.01 <sup>p</sup> ±0.15	3.25 <sup>x</sup> ±0.47	3.31 <sup>b</sup> ±0.22	3.47 <sup>p</sup> ±0.18	2.11 <sup>y</sup> ±0.19	

\*: PCI was calculated for CON sample. CON-Control noodles with 100% *T. durum*, TA(b)-*T. aestivum* flour (wheat flour) modified using branching enzyme, DI(a)-*T. dicoccum* flour modified using α-amylase inhibitor. Mean values in the same row with different alphabets differ significantly (p≤0.05) (a,b,c for CON, p,q,r for TA(b) and x,y,z for DI(a))

Table 3b. Influence of Accelerated condition on quality characteristics of the noodles\*

	0 Day			Accelerated 30 Days		
	CON	TA (b)	DI (a)	CON	TA (b)	DI (a)
Cooking time (min)	9.02 <sup>b</sup> ±0.15	7.25 <sup>a</sup> ±0.10	9.23 <sup>y</sup> ±0.18	7.33 <sup>a</sup> ±0.09	6.21 <sup>p</sup> ±0.19	8.22 <sup>x</sup> ±0.15
Cooking loss (%)	3.9 <sup>a</sup> ±0.7	3.2 <sup>a</sup> ±0.3	4.6 <sup>a</sup> ±0.1	3.3 <sup>a</sup> ±0.1	5.9 <sup>a</sup> ±0.3	5.2 <sup>y</sup> ±0.2
Colour	L*	68.84 <sup>b</sup> ±0.21	72.14 <sup>p</sup> ±0.16	56.22 <sup>x</sup> ±0.24	61.70 <sup>a</sup> ±0.10	53.25 <sup>x</sup> ±0.25
	a*	0.97 <sup>a</sup> ±0.11	0.12 <sup>p</sup> ±0.08	6.97 <sup>x</sup> ±0.89	0.88 <sup>a</sup> ±0.11	7.09 <sup>y</sup> ±0.21
	b*	10.22 <sup>ab</sup> ±0.98	9.75 <sup>a</sup> ±0.14	18.14 <sup>y</sup> ±0.21	9.50 <sup>a</sup> ±0.14	15.22 <sup>x</sup> ±0.09
PCI <sub>m</sub>	69.59 <sup>b</sup> ±1.10	71.90 <sup>p</sup> ±0.09	60.01 <sup>x</sup> ±0.12	62.43 <sup>a</sup> ±0.98	71.69 <sup>p</sup> ±0.17	55.83 <sup>x</sup> ±0.14
WI	67.25 <sup>a</sup> ±1.24	69.61 <sup>p</sup> ±0.98	53.06 <sup>x</sup> ±0.88	60.53 <sup>a</sup> ±1.89	69.71 <sup>p</sup> ±1.18	50.33 <sup>x</sup> ±1.99
Firmness (N/mm)	1.47 <sup>a</sup> ±0.10	3.25 <sup>p</sup> ±0.25	1.32 <sup>x</sup> ±0.57	3.30 <sup>b</sup> ±0.09	3.59 <sup>p</sup> ±0.98	2.29 <sup>y</sup> ±0.29

\*: PCI was calculated for CON sample. CON-Control noodles with 100% *T. durum*, TA(b)-*T. aestivum* flour (wheat flour) modified using branching enzyme, DI(a)-*T. dicoccum* flour modified using α-amylase inhibitor. Mean values in the same row with different alphabets differ significantly (p≤0.05) (a,b,c for CON, p,q,r for TA(b) and x,y,z for DI(a))

### Influence of Storage on Colour and Firmness of Noodles

Samples stored at ambient condition did not show any significant change in the colour values (L\*, a\* and b\*). There was slight reduction in L\* value from 72.14 to 71.47 (30 days), to 71.22 (60 days) for TA (b). In case of DI (a) sample, which already has some brown pigments, its L\* value increased from 56.22 to 57.56 (30 days), to

59.24 (60 days) (Table 3a). This may be due to the surface reaction of moisture uptake leading to make the surface of the noodles dull in case of TA (b) and in case of DI (a) sample surface dark pigments disappears and makes the surface look brighter. In case of a\* value there was significant changes in TA (b) samples and values were almost similar in case of DI (a) samples. PCI<sub>m</sub> of samples stored at ambient condition changed from 72.11 to 71.80 and from 60.65 to 61.96 for TA (b)

and DI (a) samples respectively. Same trend was followed in case of whiteness index. Samples stored at accelerated condition showed reduced  $L^*$  value for both the samples from 72.14 to 71.11 (TA-b) and from 56.22 to 53.25 (DI-a). This reduction may be due to loss of surface moisture content in the stored noodles [18].  $a^*$  and  $b^*$  values of the samples indicated that with storage there was significant reduction in case of DI (a) sample and significant increase in case of TA (b) samples. Whiteness index reduced significantly to 50.33 in case of DI (a).

Samples stored under ambient condition (Table 3b) were stable till 60 days of storage. Firmness values were significantly increased during storage of the samples. TA (b) sample showed increase from 3.2N/mm to 4.0N/mm (30 days), to 3.4N/mm (60 days). This may be due to the increased strength by the formation of amylopectin in the sample. In case of DI (b) sample firmness values increased from 1.3N/mm to 3.2N/mm (30 days), to 2.1N/mm (60 days). Samples stored at accelerated condition also showed slight increase in the firmness values of the noodles. Noodle firmness increased from 3.2N/mm to 3.5N/mm (TA-b) and from 1.3N/mm to 2.2N/mm (DI-a). Here also increase in the firmness can be attributed to the loss of moisture during storage of the sample. This directly affects the moisture uptake during cooking by that affecting the firmness of the noodles.

### **Influence of Storage on *In Vitro* Starch Digestibility and Starch Profile of Noodles**

*In vitro* starch digestibility for the samples stored at ambient and accelerated condition were represented graphically in Fig.1. Results of samples stored under ambient condition revealed that IVSD did not change till 30 days of storage. At 60 days analysis IVSD increased significantly from 55.5% to 56.2% and 50.1% to 52.1% in TA (b) and DI (a) samples respectively. This may be due to the compact structure formed in TA (b) was unable to hydrolyse in the beginning stage. But as the storage period proceeds the compactness of the sample is lost the hydrolysis was occurred by increasing the IVSD. In the case of sample DI (a), as the time proceeds the inhibitory activity of the enzyme retards, the hydrolysis enzyme starts its reaction to increase the release of starch from the matrix. In case of samples stored at accelerated condition, the IVSD did not change till the end of 30 days. As further the analysis was not carried out due to noodle quality deterioration.

Starch profile analysis results indicated that (Fig.1) samples stored under ambient condition, here an interesting result was obtained as the RDS of the sample (TA-b) reduced at 30 days analysis from 34.3% to 30.2%, which was an important factor to make the product low GI. Eventually SDS content increased from 28.4% to 30.2% and RS content also increased from 3.2% to 3.8%. Later during 60 days analysis RDS increased and SDS reduced for the sample. In case of DI (a) sample RDS increased from 60.7% to 61.5% at

the end of 30 days. At 60 days RDS increased to 62.5% and SDS reduced to 27.2%. Resistant starch content of the samples increased in both the samples from 3.2% to 3.8% (TA-b) and 2.7% to 3.2% (DI-a). This is also a positive indicator to make the noodles health beneficial.

Samples stored at accelerated condition (Fig. 1) showed reduced RDS from 34.3% to 33.2% for TA (b) sample and from 60.7% to 59.2% for DI (a) sample. SDS content of the sample also showed increasing trend with 28.4% and 26.7% at 0 day and 29.2% and 27.2% at 30 days analysis for TA (b) and DI (a) samples respectively. Resistant starch content of the sample increased in case of TA (b) from 3.2% to 3.8% and slight decrease was reported in DI (a) sample from 2.7% to 2.2%. Further analysis was terminated due to sample deterioration.

### **Influence of Storage on Estimated Glycemic Index and Glycemic Index of Noodles**

Results of the study (Fig.1) revealed that EGI value of the noodle samples stored at ambient condition increased significantly at 30 days of storage. EGI increase was from 50.2 to 52.9 (TA-b) and from 51.5 to 53.2 (DI-a) samples. Further increase was observed at 60 days analysis to 53.2 (TA-b) and 54.9 (DI-a). This may be due to enzyme inactivity and also dissolution of the polymeric structure during storage process. In case of accelerated samples EGI value increased to 52 (TA-b) and 53.5 (DI-a) at 30 days analysis. This may be due to the exposure to the high humidity conditions and elevated temperature during storage condition. Further analysis of the samples stored at accelerated condition was not carried out due to the increased disintegration of the sample.

To understand the low glycemic effect of the modified noodles on storage, glycemic index involving volunteers was studied. Results revealed that (Fig.2), on storage at ambient condition for 60 days there was no significant increase in GI for Control and DI(a) samples with marginal increase of GI. In case of TA(b), GI increased from 54.1 to 57.2, even then it is acceptable as the GI is still within medium GI range. Noodles stored at accelerated condition for 30 days showed increase in GI indicating the quality deterioration of the product. GI of the Control, TA(b) and DI(a) increased from 80.4, 54.1 and 50.4 to 89.6, 65.1 and 62 respectively. Results of this can be correlated with cooking properties of the noodles, where at 30 days accelerated condition product quality deteriorated and was unacceptable for further analysis.

### **Influence of Storage on Sensory Properties of Noodles with Enzymatically Modified Ingredients**

Sensory analysis for the samples stored at ambient condition was carried out. Results were given in Fig. 3. Results indicated that on storage surface colour characteristics reduced drastically in both the samples.

Strands were distinct and no difference in firmness was observed for all the samples at 30 days. At 60 days analysis strands were disintegrated and making the sample less acceptable by the panellists. Overall quality score was significantly reduced from 11.1 to 7.5 for TA (b) and from 9.9 to 7.2 for DI (a) on a 15 cm QDA scale. As the overall quality score was below and around 7.5 the analysis was terminated at the end of 60 days of storage. Samples stored at accelerated condition showed less surface colour and completely

disintegrated noodle strands and unfit for further analysis of the sample. The overall quality score for the samples reduced drastically from 11.1 to 7.0 (TA-b) and from 9.9 to 6.5 (DI-a). These results made the samples not analyse further. From this it can be confirmed that enzymatically modified samples can be stored at ambient condition for 60 days and accelerated condition for less than 30 days.

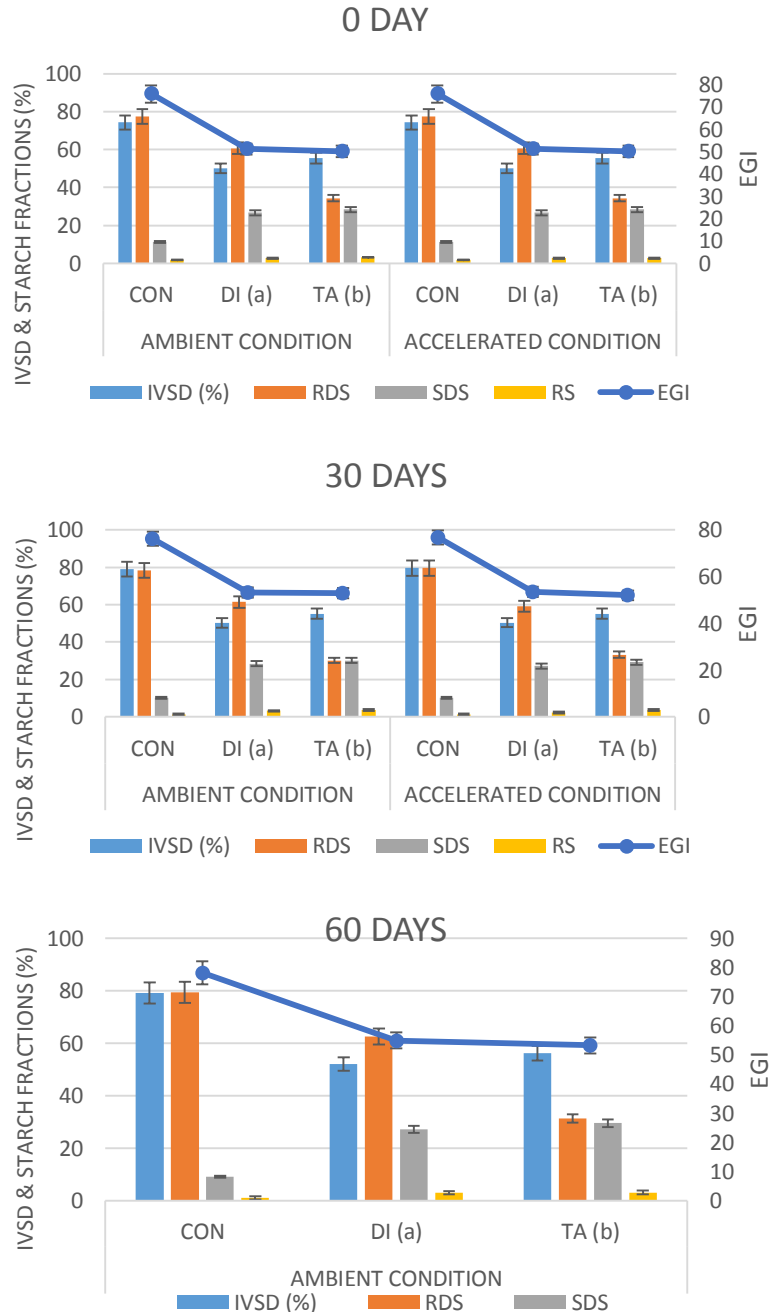


Figure1. Influence of storage at different conditions on IVSD, Starch Profile and EGI of noodles with modified ingredients (IVSD-*In vitro* starch digestibility, RDS-Rapidly digestible starch, SDS-Slowly digestible starch, RS-Resistant starch, EGI-Estimated glycemic index; Sample abbreviations as per Table 3)

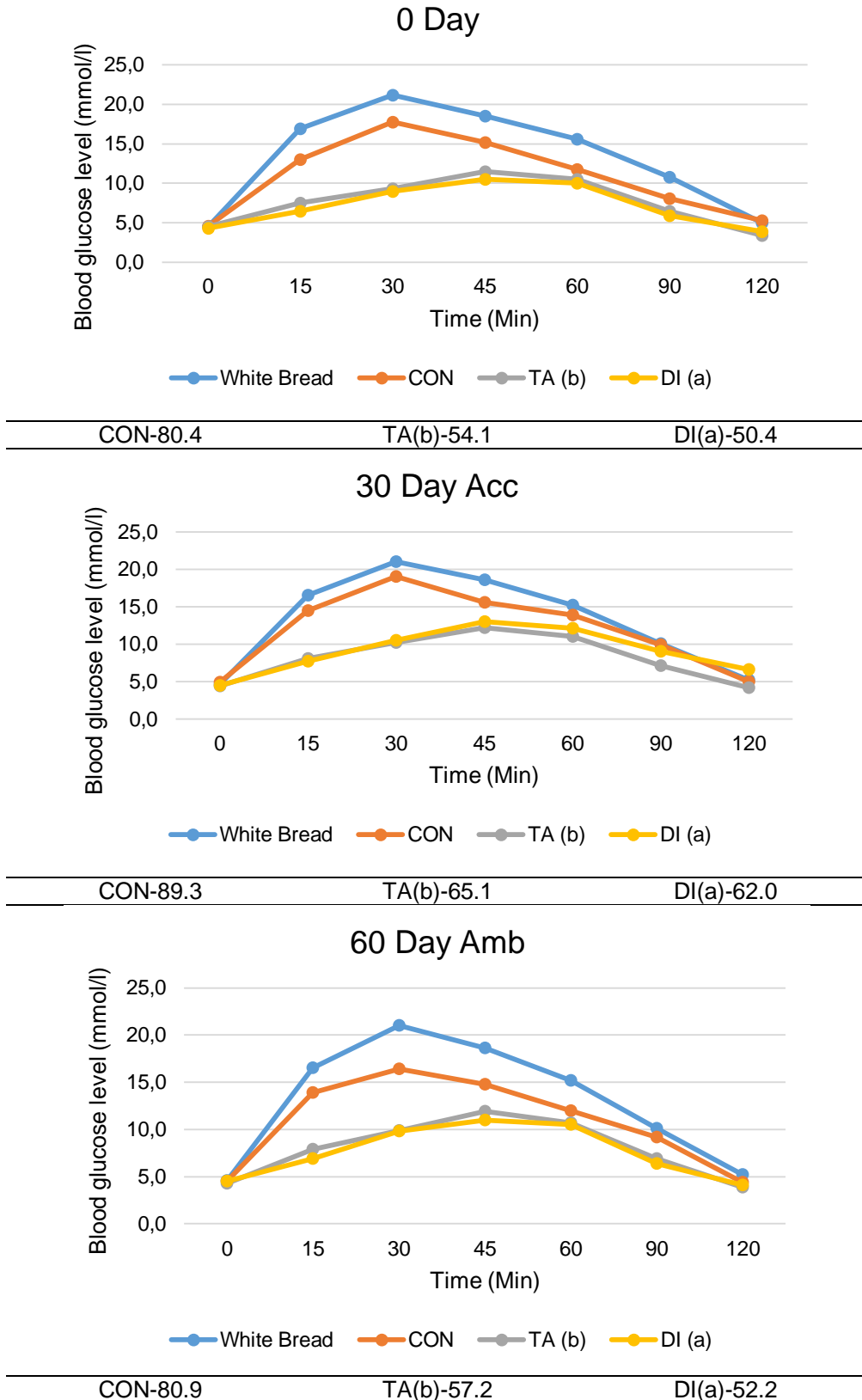


Figure 2. Blood glucose response for the low glycemic index noodles at 0 day, 30 days (Accelerated condition) and 60 days (Ambient condition) in healthy individuals (\*Per 50g carbohydrates portion; White bread as reference sample (GI=100). Sample abbreviations as per Table 3)

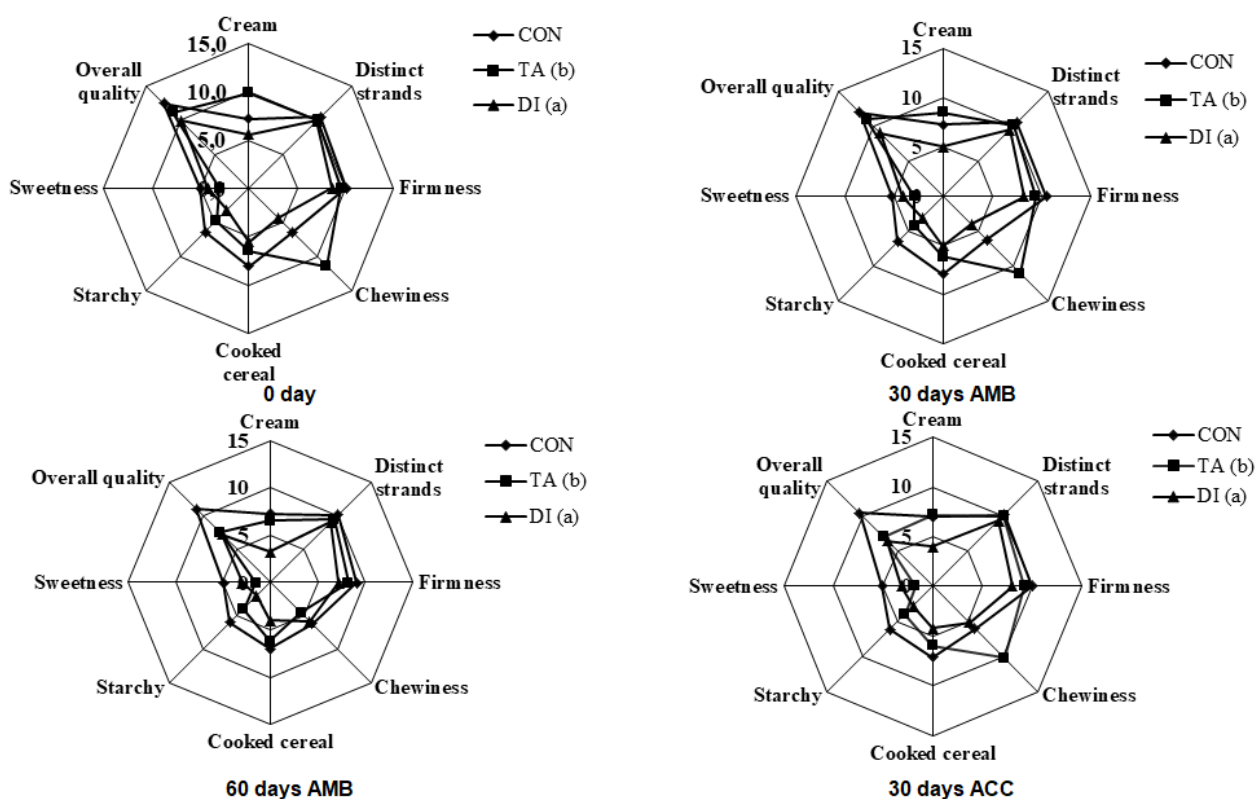


Figure 3. Sensory profiles of samples stored at ambient condition (Enzymatically modified) (CON-Control noodles with 100% *T. durum*, TA(b)-*T. aestivum* flour (wheat flour) modified using branching enzyme, DI(a)-*T. dicoccum* flour modified using  $\alpha$ -amylase inhibitor. AMB- Ambient condition, ACC- Accelerated condition)

## CONCLUSION

From the present study, it can be concluded that storage study is essential for a product to understand the physical and chemical properties of the product during its storage. Samples stored at the ambient condition can be stored for longer time than in the accelerated condition with high humidity and elevated temperature. Noodles with enzymatically modified ingredients can be stored for 60 days at the ambient condition and 30 days at the accelerated condition. During the storage there will be reduction in the product quality due to disruption of noodle strands during cooking, thereby increasing the cooking loss. This infers that upon storage of noodles beyond 60 days at ambient and 30 days in accelerated conditions, noodles will disintegrate faster and releases glucose faster when digested. Hence the GI of the product increases drastically upon storage under these conditions. Thus, it can be concluded that enzymatically modified samples can be stored up to 60 days at the ambient condition with minimal product quality deterioration. More such studies to be carried out in the days to come to understand the usefulness of the modification process to be utilized in noodle industries and thereby benefiting the population in need.

## REFERENCES

- [1] Medcalf, D.G., Gilles, K.A. (1965). Determination of starch damage by rate of iodine absorption. *Cereal Chemistry*, 42, 546-557.
- [2] Rosalia, A.G.S., Edith, A.A., Javier, S.F., Rodolfo, R.V., Luis, A.B.P. (2004). Resistant starch made from banana starch by autoclaving and debranching. *Starch/Stärke*, 56, 495-499.
- [3] Marc, J.E.C.M., Isabelle, C., Gerrit, J.W.E., Herman, Th.B., Thijs, K., Doede, J.B., Peter, A.M.S. (2005). A novel thermoreversible gelling product made by enzymatic modification of starch. *Starch/Stärke*, 57, 465-472.
- [4] Xian, Z.H., Zihua, A., Srinivas, J., Jay, L.J., Rengaswami, C., Bruce, R.H. (2006). Development of a low glycemic maize starch: preparation and characterization. *Biomacromolecules*, 7, 1162-1168.
- [5] Ao, Z., Simsek, S., Zhang, G., Venkatachalam, M., Reuhs, B.L., Hamaker, B.R. (2007). Starch with a slow digestion property produced by altering its chain length, branch density, and crystalline structure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 4540-4547.
- [6] Bharath Kumar, S., Prabhasankar, P. (2017). Enzyme treated flours in noodle processing: a study on an innovative technology. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 1174-1187.



- [7] Bharath Kumar, S., Prabhasankar, P. (2017). Modified low glycemic index ingredients in noodle processing: Rheology and microstructural characteristics. *Academic Food Journal/Akademik Gida*, 15(3).
- [8] American Association of Cereal Chemists (AACC), Approved Methods of the AACC, 10th ed., (2000), AACC Method 44-15A, One Stage Moisture Air Oven Method; AACC Method 08-01, Ash-Basic Method; AACC Method 46-13, Micro-Kjeldahl Method; AACC Method 22-10A; AOAC 991.43; Dietary fiber, AACC Method 16-50; Pasta Cooking Time- 66-50, AACC, AACC 2, method 54-21 St. Paul, Minnesota.
- [9] Ugarcic-Hardi, Z., Peric, L., Strelec, I., Koceva, D. (1999). Comparison of colorimetric and spectrophotometric methods for colour determination in pasta. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 208(5-6), 383-387.
- [10] Kudake, D.C., Bhaiera, P.P., Chaudhari, N.S., Abhijeet, B. Muley, A.B., Talib, M.I., Parate, V.R. (2018). Fortification of wheat flour with Ragi flour: effect on physical, nutritional, antioxidant and sensory profile of noodles. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 6, 165-173.
- [11] Duncan, B.D. (1955). Multiple range and multiple F-tests. *Biometrics*, 11, 1-42.
- [12] Bharath Kumar, S., Prabhasankar, P. (2016). Glycemic index of rajma bean (*Phaseolus vulgaris*) and guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) incorporated noodles: A volunteers study. *Global Journal of Digestive Diseases*, 1, doi:10.4172/2472-1891.100001.
- [13] Lawless, H.T., Heymann, H. (2010). Sensory evaluation of food: principles and practices. Springer Science & Business Media.
- [14] Englyst, H.N., Kingman, S.M., Cummings, J.H. (1992). Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46, 33-50.
- [15] Goni, I., Garcia-Alonso, A., Saura-Calixto, F. (1997). A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutrition Research*, 17, 427-437.
- [16] Winer, B.J. (1971). Statistical principles in experimental design. (2<sup>nd</sup> eds) McGraw-Hill, New York.
- [17] Lawal, O.S., Adebowale, K.O., Oderinde, R.A. (2005). Functional properties of amylopectin and amylose fractions isolated from bambarra groundnut (*Voandzeia subterranean*) starch. *African Journal of Biotechnology*, 3, 399-404.
- [18] Taghvaei-Ganjali, S., Motiee, F., Shakeri, E., Abbasian, A. (2010). Effect of Amylose/Amylopectin ratio on physico-mechanical properties of rubber compounds filled by starch. *Journal of Applied Chemical Research*, 4, 53-60.
- 
-

## Potential Use of Dried Trout Flesh Powder in Salty Biscuit Production

Nazlı Savlak  

Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Muradiye, Manisa

Received (Geliş Tarihi): 22.08.2019, Accepted (Kabul Tarihi): 05.06.2020

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): nazli.yeyinli@cbu.edu.tr (N. Savlak)

☎ +90 236 201 22 68 📠 +90 236 201 20 20

### ABSTRACT

Malnutrition in children is a current global concern. Biscuit, prepared with a variety of cereals, is a delicious snack for children; however, its protein content may be low. Therefore, developing healthier biscuits with an increased protein content is of great interest to biscuit manufacturers. In this study, dried (Rainbow) trout flesh powder was utilized as a protein source in biscuit formulation. Salty biscuits were prepared by the substitution of wheat flour with dried trout flesh powder at a level of 0, 5, 10 and 15% and evaluated in terms of their physical, chemical and sensory properties. Biscuit weight and thickness decreased, spread ratio increased with dried trout flesh powder substitution. Spread ratio ranged between 14.20 and 14.58% in dried trout flesh powder substituted biscuits whereas it was 13.03% in control biscuit. Ash and protein content of the biscuits increased in the range of 11.46–25.69% and 28.05–84.58%, respectively. Carbohydrate content of biscuits decreased up to 12.86% by 15% dried trout flesh powder substitution. Salty biscuits with increased protein (8.72–12.57%) and ash content (3.21–3.62%), as well as decreased carbohydrates (62.90–68.90%) in comparison to control biscuit (6.81, 2.88 and 72.19%, respectively) were maintained. Breaking strength also decreased in 10 and 15% dried trout flesh powder substituted biscuits. Sensorial analysis showed that 10 and 15% dried trout flesh powder substituted biscuits were more appreciated by the panelists. In conclusion, the incorporation of 10 and 15% dried trout flesh powder into biscuit formulation could provide salty biscuits with increased protein content, improved textural properties, acceptable sensory attributes and could contribute to solving problems of post harvest fish losses as well as children's malnutrition.

**Keywords:** Trout, Flesh powder, Enrichment, Biscuit, Sensory properties

### Tuzlu Bisküvi Üretiminde Kurutulmuş Alabalık Eti Tozu Kullanımı

#### ÖZ

Çocuklarda yetersiz beslenme mevcut küresel bir sorundur. Tahıllardan hazırlanan bisküvi, çocuklar için lezzetli bir atıştırma ürünüdür. Bununla birlikte, protein içeriği düşüktür. Bu nedenle, artan protein içeriğine sahip daha sağlıklı bisküviler geliştirmek araştırmacılar ve üreticiler için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, kurutulmuş alabalık eti tozu bisküvi formülasyonunda protein kaynağı olarak kullanılmıştır. Tuzlu bisküviler, buğday ununun kurutulmuş alabalık eti tozu (%0, 5, 10 ve 15) ile ikame edilmesiyle hazırlanmış ve fiziksel, kimyasal ve duyu özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Alabalık eti tozu ikamesi ile bisküvi ağırlığı ve kalınlığı azalmış, yayılma oranı artmıştır. Alabalık eti tozu ikameli bisküvilerde yayılma oranı %14.20–14.58 arasında değişirken, kontrol bisküvisinde %13.03'tür. Bisküvilerin kül ve protein içeriği sırasıyla %11.46–25.69 ve %28.05 – 84.58 aralığında artmıştır. %15 kurutulmuş alabalık eti tozu ikame edilen tuzlu bisküvilerde karbonhidrat içeriği %12.86'ya kadar azalmıştır. Alabalık eti tozu içeren bisküvilerin protein içeriği %8.72–12.57, kül içeriği %3.21–3.62, karbonhidrat içeriği %62.90–68.90 arasında değişmekte olup kontrol bisküvisine kıyasla (sırasıyla %6.81, %2.88, %72.19) kül ve protein oranı yüksek karbonhidrat oranı düşük bisküviler elde edilmiştir. %10 ve %15 alabalık eti tozu ikameli bisküvilerin kırılma mukavemeti azalmıştır. Duyusal analizler, %10 ve %15 alabalık eti tozu ikameli bisküvilerin panelistler tarafından daha fazla beğenildiğini göstermiştir. Sonuç olarak, %10 ve %15 kurutulmuş alabalık eti tozunun dahil edilmesi, artan

protein, gelişen tekstürel özellikler ve kabul edilebilir duyu özelliklere sahip tuzlu bisküviler sağlayabilir ve avlama sonrası balık kayıpları ve çocukların yetersiz beslenme problemlerinin çözülmesine katkıda bulunabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Alabalık, Et tozu, Zenginleştirme, Bisküvi, Duyusal özellikler

## INTRODUCTION

Seafood is one of the most valuable foods in terms of its nutritional components due to its high protein content and presence of most of the amino acids. It is valuable due to high vitamin content and biological value [1]. As well known, three sides of Turkey is covered with seas. In Turkey, almost all of the fish obtained by fishing or aquaculture are consumed fresh, followed by frozen and processed products (canned, smoked, marinated, dried etc.) [2]. However, most of the fish obtained in the world is offered for consumption after processing. So, their shelf life is increased and product variety is provided by presenting products in different tastes and flavors to the market [3]. Despite this fact, throughout the world, post-harvest fish losses are of major concern; an estimated 27% of landed fish is lost or wasted between landing and consumption [4]. Therefore, evaluating fish by processing and incorporating into foods is of great importance.

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is an important fresh water fish in Turkey. Chemical composition of *Oncorhynchus mykiss* was reported between 16.45 – 20.7% protein, 1.2 – 10.8% fat and 1.29 – 1.80% ash in different studies [1,5-7]. Fish powder is a fish product with concentrated protein content [8]. It is a superior dietary supplement and can be utilized to fortify a diversity of cereal products to provide a healthy source of easily digestible proteins [9]. When dried, its high protein content make fish an excellent source of protein in food formulations. So, small quantities of dried fish enables a remarkable increase in protein content of the product.

Malnutrition in children is a current global concern. Biscuits, prepared from cereals, are delicious snacks for children. However, their protein content is low. Therefore, developing healthier biscuits with increased protein content is of great interest to researchers and manufacturers. Many children do not prefer to consume fish and fishery products directly. So, they do not benefit from a healthier diet, if these products are not incorporated in children's favorite food, such as biscuits [9].

Most of bakery products are used as a source for incorporation of different nutritionally rich ingredients for their diversification [10]. Biscuits are among the most popular bakery items mainly due to their ready to eat nature, good nutritional quality, and availability in different varieties and affordable cost [11]. In addition, its consumption is increasing day by day due to the fact that it can be stored for long periods without staling and can be presented to the consumer in various content [12].

There are many researches investigating the effect of different fish species on food product quality and nutritional value. Some researchers investigated utilization of fish in pasta and noodle [13-16], bread [17], extruded snack [18,19], cereal bars [20], fish crackers [21-25] and fish chips [26] production. Other studies include enrichment of soups and pasta sauces [27] and tarhana [28]. Several studies have been conducted to incorporate fish powder or meal [9, 29, 30] and fish protein concentrates [31-33]. It is reported by many researchers [9,29, 31-33] that supplementation with fish flesh powder did not affect sensory properties of biscuits adversely, while increasing protein content.

Although there are several studies investigating the effect of various fish powder and protein concentrates on nutritional value and quality of many cereal based products, there is no published report on utilization of trout flesh powder in biscuit production. Considering the high protein content and acceptable sensory properties of fish powders and end products, post harvest losses, children's malnutrition and the need for enriched biscuits in the market, the current study was carried out to produce salty biscuits by partial substitution of wheat flour with dried trout flesh powder (0%, 5%, 10% and 15%). Salty biscuits were evaluated for their physical, chemical and sensory properties.

## MATERIALS AND METHODS

### Materials

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) used for enrichment of salty biscuits were obtained from a fish market in Manisa, Turkey. Wheat flour (13.80% moisture, 10.65% protein, 0.62% ash) thyme, salt and milk powder (3.11% moisture, 26.24% protein, 27.10% fat, 5.76% ash) used as biscuit raw materials were supplied from a local market in Manisa. Shortening was obtained from Besler A.Ş (İstanbul, Turkey).

### Methods

#### Production of Dried Trout Flesh Powder (DTFP)

Rainbow trout was immediately brought to Manisa Celal Bayar University laboratories for processing. They were washed under running tap water, deheaded and gutted carefully. Then, they were filleted, skin was removed, washed again, cut into small pieces and kept in the freezer (Beko, Turkey) at -40°C for one week. Then, fish were freeze dried in a lyophilizer (Christ Alpha 2-4 LD+, Germany). Freeze drying took place in two stages; 24 hours sublimation and 24 hours desorption. Following the drying process, dried trout flesh were milled using a blade grinder (Retsch GM 200, Germany) for 80 seconds at 7500 rpm. The composition of the produced

DTFP was determined as 7.02% moisture, 77.71% protein, 7.09% ash and 8.05% oil. DTFP less than 500 micrometers was used in biscuit production. DTFP was stored in glass jars with lids until use in production.

### Biscuit Formulation and Production

Formulations of control and DTFP substituted salty biscuits were given in Table 1. Biscuit production was carried out according to AACC Method 10.31.03 [34]. In the preliminary studies, thyme was an effective spice for both providing aroma and covering fish odor. Therefore, control biscuits were aromatized with thyme. DTFP

substituted to wheat flour in the range of 0-15%. Dough mixing speed and durations in the method were modified as follows: All the dry ingredients were mixed in the 4<sup>th</sup> speed rate (90 rpm) of KitchenAid Mixer (5KSM150PS, KitchenAid, St. Joseph, Mich., USA) for 40 sec. After adding shortening, the mixture was mixed for 4 minutes at 6<sup>th</sup> speed rate (120 rpm). Milk powder solution (10% w/v) was added and the dough was mixed continuously for 1.5 minutes more. Biscuit dough was then sheeted at a constant thickness through pasta press and baked at 220±5°C in convectional oven (Inoksan, Turkey) for 6 minutes.

Table 1. Biscuit formulations

Ingredients	Control biscuit	5% DTFP	10% DTFP	15% DTFP
Wheat Flour (g)	228.0	216.6	205.2	193.8
DTFP(g)	-	11.4	22.8	34.2
Shortening (g)	40.0	40.0	40.0	40.0
Milk powder solution (g)	135.0	135.0	135.0	135.0
NaCl (g)	4.5	4.5	4.5	4.5
NaHCO <sub>3</sub> (g)	3.4	3.4	3.4	3.4
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (g)	3.8	3.8	3.8	3.8
Tyhme (g)	3.0	3.0	3.0	3.0
<b>Total weight (g)</b>	<b>417.7</b>	<b>417.7</b>	<b>417.7</b>	<b>417.7</b>

DTFP: Dried Trout Flesh Powder

### Physical Analyses

#### Diameter, Thickness, Spread Ratio and Spread Factor of Biscuits

Biscuit weight, diameter and thickness (height) were measured 30 minutes after baking according to the AACC Method 10-31.03 [34]. Total weight, total diameter and height (at top center of each biscuit) of eight biscuits were measured (to 0.01 g), and results were reported for one biscuit. Spread ratio and spread factor of the biscuits were determined using the following formulas according to Manohar and Rao [35].  
 Spread Ratio = Biscuit Diameter / Biscuit Thickness  
 Spread Factor = Spread ratio of biscuits with DTFP added / Spread ratio of the control biscuit

#### Color of Biscuits

Color analysis was performed according to Krystyjan et al. [36]. Upper surface color of biscuits was measured using Konica MINOLTA CR-5 equipment (Konica Minolta, Inc., Tokyo, Japan) with D65 light source and a visual angle of 10°. The results were calculated with the CIE ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) system. The following parameters were measured:  $L^*$  ( $L^* = 0$  black,  $L^* = 100$  white),  $a^*$  ( $a^* < 0$ : green,  $a^* > 0$ : red),  $b^*$  ( $b^* < 0$ : blue,  $b^* > 0$ : yellow). At least six readings were recorded one hour after baking.

#### Mechanical Properties of Biscuits

Breaking strength and distance of ten individual biscuits were determined by a TA-XT Plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems, Godalming, England) equipped with a 5 kg load cell and a three point bending rig. The analysis was carried out according to Jauharah et al.

[37] with slight modifications. Operating conditions of the equipment was as follows; Pre test speed: 1.0 mm/s, test speed: 3.0 mm/s, post-test speed: 10 mm/s, trigger force: 5 g. Breaking strength was measured one hour after baking. Biscuit was centered on a base consisting of two support beams positioned at a distance of 3.2 cm. A third beam positioned equidistant from the two support beams, moved downwards until the biscuit was broken. Breaking strength, the force required to break the biscuit, was recorded as biscuit hardness (g force). Mean distance at break (mm) was measured as fracturability.

#### Chemical Composition of Biscuit

Moisture (AACC Method 44-15.02), ash (AACC Method 08-01.01) [38], fat (AOAC 963.15) protein (AOAC 955.04) [39] contents of the biscuits were determined. Carbohydrate content was calculated by subtracting the sum of moisture, ash, protein and fat values from 100. The 6.25 coefficient was used as nitrogen conversion to determine the crude protein content of biscuits.

#### Sensory Analysis of Biscuits

Sensory properties of the biscuits were evaluated using a 7-Point Hedonic Scale with the participation of 20 panelists (15 females, 5 males; aged 24-57), academic staff of Manisa Celal Bayar University Food Engineering Department. Sensory analysis was performed on the day of the biscuit production at 14.30 in the afternoon. Panelists were provided with drinking water to clean their mouth during sensory panel. They were asked to evaluate the randomly coded biscuits between 1-7 points (1: disliked extremely, 2: disliked, 3: disliked slightly, 4: neither liked nor disliked, 5: liked slightly, 6:

liked and 7: liked extremely) in terms of color, odor, crispiness, flavor, after-taste and overall acceptability [40]. After taste is the flavor remaining in the mouth one minute after the food is swallowed [41]. It was accepted that the panelists appreciated the samples with average overall acceptability score higher than 4 (neither liked nor disliked).

### Statistical Analysis

Biscuits were produced in three replicates and all analysis were performed three times except for color analysis (6 parallels), breaking strength and distance (10 parallels). The mean values with the standard deviations were reported in tables. The one-way analysis of variance (ANOVA) and the Duncan's Multiple Comparison Test ( $p < 0.05$ ) were used to determine differences among the mean values of physical, chemical and sensory properties of biscuits. Data were analyzed using Statistical Analysis Systems version 8.2 (1999–2001) software, SAS Institute Inc., Cary NC [42].

### RESULTS AND DISCUSSION

Many changes take place in the biscuit dough during the baking process. Changes in dimension, loss of moisture and development of color and flavor are among the most important transformations. The dimensions of the end-product are crucial in the quality control of baked products [43]. Control biscuit and DTFP substituted biscuits were presented in Figure 1. Physical properties of control and DTFP substituted biscuits were shown in Table 2. The thickness of biscuits is a result of the biscuit structure by thermal denaturation of the gluten network and the expansion of the dough by the action of the aerating agents and the steam [44]. Gluten matrix was diluted by the substitution of wheat flour with DTFP in biscuits. As a result, thickness of DTFP added biscuits after baking was lower than the control biscuit. Similarly, Abraha et al. [9] conducted a study to determine the impact of sturgeon fillet powder supplementation (0%, 5%, 7% and 10%) on physical, chemical and sensory properties of sweet biscuits and reported a decrease in thickness of 7% and 10% fish fillet powder added biscuits. Ajila et al. [45] also showed the diluted gluten matrix as a reason for the decrease in

biscuit thickness where wheat flour was replaced with 20% mango peel powder. Our results were consistent with these studies.



Figure 1. (a) Control biscuit, (b) 5% DTFP substituted biscuits, (c) 10% DTFP substituted biscuits, (d) 15% DTFP substituted biscuits

During the biscuit manufacturing process, the sheeting applies significant stresses to the dough, and the elastic components in the dough cause a gradual contraction of the dough sheet [46]. Pederson [47] stated that variability in the elastic recovery of biscuits can result in differences in the dimensions and weight of the biscuits. In the present study, weight of the biscuits decreased with DTFP substitution ( $p < 0.05$ ). Reduction in the weight of the biscuits substituted with DTFP may be a result of reduced biscuit thickness due to diluted gluten matrix and dough viscosity. As wheat flour consisting of gluten is replaced with DTFP, elastic recovery decreases, resulting in biscuit dough with lower contraction. So, thickness and weight decreases.

The spread ratio is an important physical property for products such as crackers and biscuits. Miller and Hosney [48] reported that high spread ratio was a desirable quality property of biscuits. Spread ratio of biscuits increased with DTFP substitution. Similar to biscuit thickness and weight, the effect of DTFP substitution on the spread ratio of biscuits was statistically significant ( $p < 0.05$ ). 5, 10 and 15% DTFP substituted biscuits were statistically different from control biscuit but not different from each other in terms of spread ratio. Likewise our results, Silky and Tiwari [49], Baumgartner et al. [50] and Vijerathna et al. [51] reported in their studies that spread ratio increased in enriched biscuits. Abraha et al. [9] reported an increase in spread ratio from 11.43 (control) to 14.0 for 7% and to 14.33 for 10% fish fillet powder added biscuits. Results of this study was in accordance with our results.

Table 2. Physical properties of control and DTFP substituted biscuits

Biscuit type	Weight (g)	Diameter (mm)	Thickness (mm)	Spread Ratio	Spread Factor
Control	8.27±0.11 <sup>a</sup>	61.38±0.11 <sup>ab</sup>	4.73±0.04 <sup>a</sup>	13.03±0.01 <sup>b</sup>	1.00±0.00 <sup>b</sup>
5% DTFP	7.68±0.07 <sup>c</sup>	61.74±0.18 <sup>a</sup>	4.35±0.16 <sup>b</sup>	14.20±0.49 <sup>a</sup>	1.09±0.04 <sup>a</sup>
10% DTFP	8.04±0.22 <sup>ab</sup>	61.43±0.40 <sup>ab</sup>	4.28±0.11 <sup>b</sup>	14.35±0.44 <sup>a</sup>	1.11±0.04 <sup>a</sup>
15% DTFP	7.84±0.15 <sup>bc</sup>	60.90±0.26 <sup>b</sup>	4.20±0.08 <sup>b</sup>	14.58±0.12 <sup>a</sup>	1.12±0.01 <sup>a</sup>

In a column, means with different letter are significantly different from each other ( $p < 0.05$ ).

Spread factor is a measure of the diameter and thickness of the DTFP added biscuits relative to the control biscuit. Similar to thickness and spread ratio, spread factor did not differ among DTFP substituted biscuits, but differed from the control biscuit ( $p < 0.05$ ).

Breaking force of biscuits is an important feature affecting consumer acceptance [52]. The higher the breaking force is, the harder the food is. A previous

study defined fracturability as the measurement of biscuits' resistance to bend and break. Biscuits that break at shorter distance have higher fracturability [37]. As seen from Figure 2, breaking strength and distance decreased with increasing DTFP substitution indicating reduced hardness and increased fracturability in comparison to control. 5% DTFP substituted biscuits did not differ from control sample statistically while 10 and 15% DTFP substituted biscuits resulted in decreased

breaking strength and breaking distance. The reason for the decrease in breaking strength and distance was the reduced gluten matrix compared to control biscuits. Lower breaking strength and fracturability values measured in DTFP substituted biscuits in our study were associated with crispier texture. In line with our findings, Abraha et al. [9] reported decreased instrumental hardness values determined by 2 mm cylinder probe using Texture Analyzer for sturgeon fillet powder supplemented biscuits with respect to control biscuits. They notified 3167.25 g force for control biscuit and

2057.90 – 3089.02 g force for sturgeon fillet powder added biscuits. Substitution of DTFP instead of wheat flour created important changes in the physical properties of biscuits. However, it was observed that the use of DTFP between 5-15% did not change most of the physical properties of the DTFP added biscuits. This is important in that the biscuit formulation allows high levels of enrichment component substitution. As a result, it is possible to improve the nutritional properties of the biscuits without changing the physical properties.

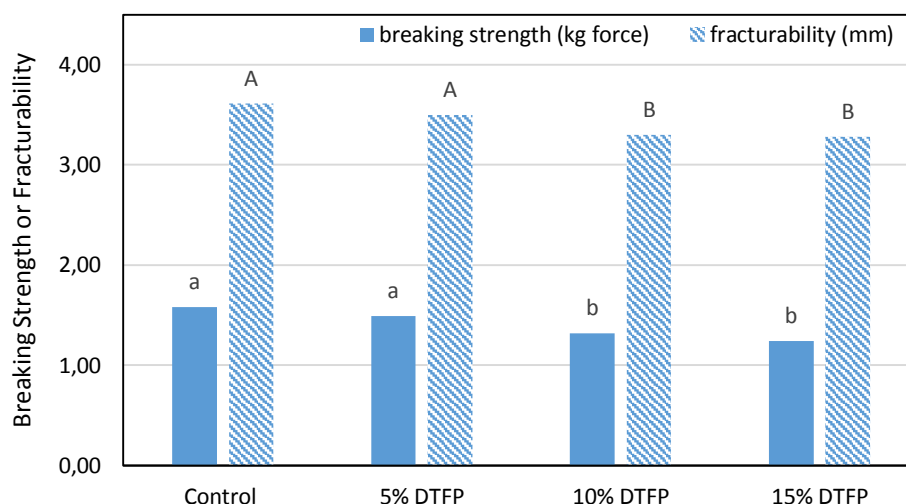


Figure 2. Breaking strength and fracturability of control and DTFP substituted biscuits. Different lowercase letters in breaking strength column are significantly different from each other ( $p < 0.05$ ). Different uppercase letters in fracturability column are significantly different from each other ( $p < 0.05$ ).

Color values of control and DTFP substituted biscuits were presented in Table 3. A slight decrease in  $L^*$  and  $b^*$  values was accompanied by a slight increase in  $a^*$  value with DTFP substitution. However, DTFP substitution did not affect  $L^*$  values of the biscuits ( $p > 0.05$ ) due to creamy color of DTFP, not deteriorating biscuit color. Adversely, DTFP substitution affected  $a^*$  values of the biscuits significantly ( $p < 0.05$ ) resulting in increased redness. 10 and 15% DTFP substituted biscuits were statistically different from control sample. DTFP substitution affected  $b^*$  values of biscuits, significantly ( $p < 0.05$ ). All DTFP substituted biscuits were different from control biscuit statistically ( $p < 0.05$ ). However, 5, 10 and 15% DTFP substituted biscuits were not different in terms of  $b^*$  values. In line with our study, Abou-Zaid and Mohamed [31] also reported Hunter  $L$

and  $b$  values slightly lower and  $a$  value slightly higher than control.  $L$ ,  $a$  and  $b$  values were between 56.73 – 58.82, 12.68 – 13.32 and 22.10 – 25.74 for crayfish tail flesh powder added biscuits whereas they were 60.52, 11.25 and 25.52 for control biscuit. Similarly, Mohamed et al. [32] reported lower  $L^*$  values and slightly higher  $a^*$  values for 1-3% carp fish protein concentrate and 1-3% shark fish protein concentrate added biscuits in comparison to control biscuit. Abraha et al. [9] also found in their study that  $L^*$  value decreased slightly in 5% (79.92) and 7% (77.04) sturgeon fillet powder included biscuits, while 10% fish powder inclusion resulted in a sharper decrease (70.22) with respect to control biscuit (80.68). Similar to thickness, spread ratio and spread factor of biscuits, increasing substitution rates did not change biscuit color.

Table 3. CIE color values of control and DTFP substituted biscuits\*

Biscuit type	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Control	62.75±0.05 <sup>a</sup>	12.44±0.33 <sup>b</sup>	40.20±0.16 <sup>a</sup>
5% DTFP	62.09±0.21 <sup>a</sup>	13.05±0.33 <sup>ba</sup>	39.10±0.33 <sup>b</sup>
10% DTFP	61.06±0.25 <sup>a</sup>	14.26±0.13 <sup>a</sup>	38.86±0.06 <sup>b</sup>
15% DTFP	61.42±1.39 <sup>a</sup>	14.47±0.91 <sup>a</sup>	38.92±0.03 <sup>b</sup>

\*: In a column, means with different letter are significantly different from each other ( $p < 0.05$ ).

Chemical properties of the biscuits were presented in Table 4. DTFP substitution did not affect moisture content of the biscuits ( $p>0.05$ ), while ash, fat, protein and carbohydrate contents of the biscuits were affected statistically ( $p<0.05$ ). Ash and fat content of the biscuits increased by increasing DTFP substitution level in the range of 11.46 – 25.69% and 9.64 – 16.63%, respectively. The most pronounced increase (28.05 – 84.58%) was observed in protein content. This is an expected result as fish has high protein content. Seafood is one of the most valuable foods in terms of its nutritional components due to its high protein content [1]. As a result of increasing protein and ash content, carbohydrate content of biscuits decreased up to 12.86% by 15% DTFP substitution. Coradini et al. [29] prepared onion biscuits with the inclusion of 0%, 10%, 20% and 30% Nile tilapia carcasses. They reported protein, lipid, ash and carbohydrate contents as 15.34%,

12.21%, 3.64% and 62.65% for control biscuits, respectively. Likewise our results, Nile tilapia added biscuits exhibited increased protein (17.57 – 22.95%), ash (4.69 – 8.18%) and decreased carbohydrates (51.50 – 57.92%). Abou-Zaid and Mohamed [31] stated in their study that crayfish tail flesh powder and crayfish protein concentrate powder inclusion to biscuits increased protein from 9.15% to 11.60 – 16.08% and 11.73 – 16.29% respectively, with respect to control biscuit. In another study, Abraha et al. [9] also notified that crude protein, lipid and ash content of sturgeon fillet powder included biscuits were higher than control biscuit. Additionally, Ibrahim [33] studied the effect of 5% fish protein concentrate from tilapia byproducts on quality of salt-biscuits and reported increased protein in enriched biscuits (12.50%) in comparison to control (10.05%).

Table 4. Proximate composition control and DTFP substituted biscuits\*

Biscuit type	Moisture (%)	Ash (%DM <sup>**</sup> )	Protein (%DM)	Fat (%DM)	Carbohydrates (%)
Control	3.82±0.91 <sup>a</sup>	2.88±0.11 <sup>c</sup>	6.81±0.16 <sup>a</sup>	14.31±0.07 <sup>c</sup>	72.19±0.71 <sup>a</sup>
5% DTFP	3.48±0.38 <sup>a</sup>	3.21±0.01 <sup>b</sup>	8.72±0.11 <sup>b</sup>	15.69±0.16 <sup>b</sup>	68.90±0.33 <sup>b</sup>
10% DTFP	3.77±0.64 <sup>a</sup>	3.50±0.06 <sup>a</sup>	10.69±0.06 <sup>c</sup>	16.70±0.05 <sup>a</sup>	65.34±0.70 <sup>c</sup>
15% DTFP	4.22±0.49 <sup>a</sup>	3.62±0.01 <sup>a</sup>	12.57±0.03 <sup>d</sup>	16.69±0.07 <sup>a</sup>	62.90±0.38 <sup>d</sup>

\*: In a column, means with different letter are significantly different from each other ( $p<0.05$ ). \*\*DM: Dry matter.

Sensory properties of control and DTFP substituted biscuits were given in Table 5. Appearance of the biscuits was not affected from DTFP substitution significantly ( $p>0.05$ ). The odor scores of all biscuits substituted with DTFP were similar to the control sample statistically ( $p>0.05$ ). The odor score of biscuits substituted with 15% DTFP was significantly ( $p<0.05$ ) higher than 5% and 10% DTFP substituted biscuits. Panelists evaluated biscuit crispiness as a measure of

textural properties of biscuits and it was found that 5% DTFP substituted biscuits were different from control sample statistically ( $p<0.05$ ), while 10 and 15% DTFP substituted biscuits were not different from control ( $p>0.05$ ). Flavor of DTFP substituted biscuits were not different from control biscuit. Moreover, 15% DTFP substituted biscuits received higher flavor scores than other biscuits.

Table 5. Sensory properties of control and DTFP substituted biscuit

Biscuit type	Appearance	Odor	Crispiness	Flavor	After taste	Overall Acceptance
Control	5.82±0.17 <sup>a</sup>	5.18±0.08 <sup>ba</sup>	5.44±0.37 <sup>a</sup>	5.12±0.33 <sup>ba</sup>	5.32±0.04 <sup>a</sup>	5.29±0.17 <sup>ba</sup>
5% DTFP	5.74±0.29 <sup>a</sup>	4.85±0.04 <sup>b</sup>	4.94±0.08 <sup>b</sup>	4.47±0.42 <sup>b</sup>	4.76±0.17 <sup>b</sup>	4.74±0.12 <sup>c</sup>
10% DTFP	5.79±0.04 <sup>a</sup>	4.97±0.21 <sup>b</sup>	5.29±0.17 <sup>ba</sup>	5.04±0.13 <sup>ba</sup>	5.21±0.29 <sup>ba</sup>	5.08±0.12 <sup>cb</sup>
15% DTFP	6.06±0.17 <sup>a</sup>	5.35±0.42 <sup>a</sup>	5.33±0.17 <sup>a</sup>	5.82±0.17 <sup>a</sup>	5.61±0.11 <sup>a</sup>	5.71±0.21 <sup>a</sup>

In a column, means with different letter are significantly different from each other ( $p<0.05$ ).

After taste scores showed that 15% DTFP substituted biscuits were appreciated as much as control biscuit while 5% DTFP substituted biscuits received lower after taste scores and was different from control biscuit. Overall acceptance is an important sensory attribute that determines consumer preference. Similar to texture and after taste, overall acceptance scores showed that 10 and 15% DTFP substituted biscuits were not different from control sample. 15% DTFP substituted biscuits even got higher scores than control sample. DTFP substitution resulted in sensorially acceptable biscuits especially in higher levels (10 and 15%). Abou-Zaid and Mohamed [31] reported that 3% and 6% crayfish protein concentrate powder inclusion did not affect general acceptance of biscuits. Moreover, sensorial crispiness of control and crayfish protein concentrate powder supplemented biscuits was not different statistically. Coradini et al. [29] stated that Nile tilapia inclusion did

not affect sensorial properties of onion biscuits and 30% tilapia fortification was possible without deteriorating sensorial attributes of biscuits. Similarly, Abraha et al. [9] reported that 5, 7 and 10% sturgeon fillet powder included biscuits received similar sensorial scores and were not different from control biscuit statistically. Ibrahim [33] found that color, odor, taste and overall acceptability scores of 5% fish protein concentrate from tilapia byproducts were not different from control biscuit. Mohamed et al. [32] also expressed that carp fish protein concentrate and shark fish protein concentrate inclusion at 1, 2 and 3% did not affect overall acceptability of biscuits adversely. Our results were in accordance with the literature, confirming that dried fish flesh powder inclusion to biscuits did not affect sensorial acceptability of biscuits adversely.

## CONCLUSIONS

In the last years, demand for different types of health-oriented food products is increasing in the food industry. Fish is an excellent source of protein and amino acids, as well as high vitamin content and high biological value. Dried fish powders are favorable ingredients in the food industry as they have concentrated protein contents. This study show the potential for developing protein rich salty biscuits. The results of this study indicate that supplementation of wheat flour biscuits with 10 and 15% dried trout flesh powder ensured salty biscuits with increased protein and ash content, improved textural properties as well as acceptable sensorial properties. Dried trout flesh powder added salty biscuits enabled nutritious snack food for both children and adults. Especially, 10 and 15% trout flesh powder substituted biscuits received overall acceptance scores comparable with control biscuit. Overall, the incorporation of 10 and 15% dried trout flesh powder could provide salty biscuits and ultimately could contribute to solving problems of post harvest fish losses and children's malnutrition. Results of the present investigation could attract attention of manufacturers who are interested in producing protein rich snacks for children. Further studies can be conducted to determine mineral composition, as well as fatty acid and amino acid compositions of salty biscuits. Studies on bioaccessibility of minor and major components are also of value.

## REFERENCES

- [1] Gülyavuz, H., Ünlüsayın, M. (1999). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Şahin Matbaası, Ankara, 366s, ISBN 975-96897-0-7
- [2] İzci, L., Ertan, O. (2004). Dumanlama işlemi uygulanmış kadife balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'nın et verimi ve besin bileşimindeki değişimler. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28(6), 1037-1041.
- [3] Schutz, H.G. and Judge, D.S. (1986). Changing needs and life-styles in developed countries. In: Taylor, T.G. and Jenkins, N.K. (eds.) Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Congress of Nutrition. 18-23 August 1985. Brighton, UK, pp. 862-865.
- [4] FAO (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- [5] Regenstein, J.M., Regenstein, C.E. (1991). Introduction to fish technology, New York, Van Nostrand Reinhold. 280 pages, ISBN: 9780442005009.
- [6] Ünlüsayın, M., Kaleli, S., Gülyavuz, H. (2001). The determination of flesh productivity and protein components of some fish species after hot smoking. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(7), 661-664.
- [7] Oğuzhan, P., Angiş, S., Haliloğlu, H.İ., Atamanalp, M. (2006). Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarında Sıcak Tütsüleme Sonrası Kimyasal Kompozisyon Değişimleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1/3), 465-466.
- [8] Chattopadhyay, A.K., Rao, B.M., and Gupta, S. (2004). A simple process for the utilization of small bony fish as edible fish powder. *Fishery Technology*, 41(2), 117-120.
- [9] Abraha, B., Mahmud, A., Admassu, H., Habte-Tsion, H.M., Xia, W., Yang, F. (2018). Production of biscuit from Chinese sturgeon fish fillet powder (*Acipenser sinensis*): A snack food for children. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 27(10), 1048-1062.
- [10] Meral, R., Doğan, İ.S. (2009). Fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin unlu mamullerin üretiminde kullanımı. *Gıda*, 34(3):193-198.
- [11] Sudha M.L., Vetrmani R., Leelavathi K. (2007). Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry*, 100(4):1365-1370.
- [12] Beğen, F. (2012). Yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde lüpen (*Lupinus albus* L.) kepeği kullanımını üzerine bir araştırma, Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 101 s.
- [13] Goes, E.S.D.R., Souza, M.L.R.D., Michka, J.M.G., Kimura, K.S., Delbem, A.C.B., Gasparino, E. (2016). Fresh pasta enrichment with protein concentrate of tilapia: nutritional and sensory characteristics. *Food Science and Technology*, 36(1), 76-82.
- [14] Monteiro, M.L.G., Marsico, E.T., Soares, M.S., Magalhães, A.O., Canto, A.C.V., Costa-Lima, B.R., Alvares, T.S., Conte, C.A. (2016). Nutritional profile and chemical stability of pasta fortified with tilapia (*Oreochromis niloticus*) flour. *PLoS one*, 11(12), e0168270.
- [15] Desai, A., Brennan, M.A., Brennan, C.S. (2018). The effect of semolina replacement with protein powder from fish (*Pseudophycis bachus*) on the physicochemical characteristics of pasta. *LWT-Food Science and Technology*, 89, 52-57.
- [16] Özgören, E. (2019). Balık eti kullanımının makarnanın kalite özelliklerine etkisi. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 154 s.
- [17] Cercel, F., Burluc, R. M., Alexe, P. (2016). Nutritional effects of added fish proteins in wheat flour bread. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 10, 244-249.
- [18] Goes, E.S.D.R., Souza, M.L.R.D., Campelo, D.A.V., Yoshida, G.M., Xavier, T.O., Moura, L.B.D., Monteiro, A.R.G. (2015). Extruded snacks with the addition of different fish meals. *Food Science and Technology*, 35(4), 683-689.
- [19] Justen A.P, Souza M.L.R.D, Monteiro A.R, Mikcha J.M, Gasparino E, Delbem Á.B, Del Vesco A.P. (2017). Preparation of extruded snacks with flavored flour obtained from the carcasses of Nile tilapia: physicochemical, sensory, and microbiological analysis. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26(3), 258-266.
- [20] Vitorino, K.C., Chambo, A.P.S., Coradini, M.F., Matiucci, M.A., Graton Michka, J.M., Goes, E.S.D.R., Gonçalves, A.A., Souza, M.L.R.D. (2020). Cereal bars flavored with fish protein



- concentrate from different species. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29(1), 65-72.
- [21] Huda, N., Abdullah, A., Babji, A.S. (2001). Substitution of tapioca flour with surimi powder in traditional crackers (Keropok Palembang). *16th Scientific Conference Nutrition Society of Malaysia*, 24-25 March 2001, Kuala Lumpur. Proceeding book 1-6 p.
- [22] Nurul, H., Boni, I., Noryati, I. (2009). The effect of different ratios of dory fish to tapioka flour on the Linear expansion, oil absorbtion, color and hardness of fish crackers. *International Food Research Journal*, 16 (2), 159-165.
- [23] Kaewmanee, T., Karrila, T.T., Benjakul, S. (2015). Effects of fish species on the characteristics of fish crackers. *International Food Research Journal*, 22(5), 2078-2087.
- [24] Ramesh, R., Shakila, R. J., Sivaraman, B., Ganesan, P., Velayutham, P. (2018). Optimization of the gelatinization conditions to improve the expansion and crispiness of fish crackers using RSM. *LWT- Food Science and Technology*, 89, 248-25
- [25] Zzaman, W., Yusoffand, M.M., Yang, T.A. (2017). Preparation and properties of fish cracker from different freshwater fish species. *International Food Research Journal*, 24(5), 1858-1862.
- [26] Çamurdan, T. (2014). Sazan Balığı Kıymasından Balık Cipsi Üretimi ve Kalitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı. 43 s
- [27] Tümerkan, T. (2015). Farklı Formülasyonlarda Üretilen Çorba ve Makarna Soslarına Balık Eti İlavesinin Besinsel Kompozisyon Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı. 70 s.
- [28] Erdem, E. (2008). Tarhana Üretiminde Balık Etinin Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. 79 s.
- [29] Coradini, M.F., Souza, M.L.R., Verdi, R., Goes, E.S.D.R., Kimura, K.S., Gasparino, E. (2015). Quality evaluation of onion biscuits with aromatized fishmeal from the carcasses of the Nile tilapia. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41 (especial): 719-728.
- [30] Bristone, C., Charles, A., Idakwo, P. (2017). Development of Nigerian based food like biscuit (Guliguli) from mixtures of sorghum, maize, soyanen, mmoringa leave and crayfish. *International Journal of Current Research*, 9(10), 59664-59671.
- [31] Mohamed, G.F., Sulieman, A.M., Soliman, N.G., Bassiuny, S.S. (2014). Fortification of biscuits with fish protein concentrate. *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 9(2), 242-9.
- [32] Ibrahim, S.M. (2009). Evaluation of production and quality of salt-biscuits supplemented with fish protein concentrate. *World Journal of Dairy and Food Sciences* 4(1), 28-31.
- [33] AACC (1999). Baking Quality of Biscuit Flour Method 10-31.03. AACC International Approved Methods. 1999, 1-3. DOI: 10.1094/AACCIntMethod-10-31.03.
- [34] Manohar R.S., Rao P.H. (1997). Effects of water on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 75, 383-390.
- [35] Krystyjan, M., Gumul, D., Ziobro, R., Sikora, M. (2015). The effect of inulin as a fat replacement on dough and biscuit properties. *Journal of Food Quality*, 38(5), 305-315.
- [36] Jauharah, M.A., Rosli, W.W., Robert, S.D. (2014). Physicochemical and sensorial evaluation of biscuit and muffin incorporated with young corn powder. *Sains Malaysiana*, 43(1), 45-52.
- [37] AACC (2000). Approved Methods of American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN.
- [38] AOAC (1990). Official Method Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 17th ed. Washington, DC.
- [39] Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E. (1989). Basic sensory methods for food evaluation. Ottawa: The International Development Research Centre. ON, CA.
- [40] Altuğ Onoğur T., Elmacı, Y. (2011). Gıdalarda Duyusal Değerlendirme, Sidas Medya Ltd. Şti, Gülermat Matbaacılık, İzmir. ISBN: 978-9944-5660-8-7. 134 sayfa.
- [41] S.A.S. (2001). Statistical Analytical Systems, SAS Users Guide: Statistics. SAS Institute Inc.
- [42] Cronin, K., Preis, C. (2000). A statistical analysis of biscuit physical properties as affected by baking. *Journal of Food Engineering*, 46(4), 217-225.
- [43] Mamat, H., Hardan, M.O.A., Hill, S.E. (2010). Physicochemical properties of commercial semi-sweet biscuit. *Food Chemistry* 121(4), 1029-1038.
- [44] Ajila C.M., Leelavathi K., Prasada Rao U.J.S. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 319-326.
- [45] Thacker, D. (1993). Evaluation of flour for biscuit making. In: Turner, A., (Ed.), Food Technology International Europe, Sterling Publications, London, pp. 154-158.
- [46] Pedersen, L., Kaack, K., Bergsøe, M.N., Adler-Nissen, J. (2004). Rheological properties of biscuit dough from different cultivars, and relationship to baking characteristics. *Journal of Cereal Science*, 39(1), 37-46.
- [47] Miller R.A., Hosney R. (1997). Factors in hard wheat flour responsible for reduced cookie spread. *Cereal Chemistry*, 74 (3), 330-336.
- [48] Silky, M.P.G, Tiwari, A. (2014). Development of high fibre biscuits using wheat bran. *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, 4(6), 90-94
- [49] Baumgartner B, Özkaya B, Saka I, Özkaya H. (2018). Functional and physical properties of cookies enriched with dephytinized oat bran. *Journal of Cereal Science*, 80, 24-30.
- [50] Vijerathna M.P.G., Wijesekara I., Perera R., Maralanda S.M.T.A., Jayasinghe M., Wickramasinghe I. (2019). Physico-chemical characterization of cookies supplemented with




sugarcane bagasse fibres. *Vidyodaya Journal of Science*, 22(1), 29-39.

[51] Gaines C.S., Kassuba A., Finney P.L., Donelson J.R. (1992). Instrumental measurement of cookie

hardness. II. Application to product quality variables. *Cereal Chemistry*, 69 (2),120-125.

---

## Food Allergy Knowledge, Attitude and Practices of Restaurant Employees in İstanbul, Turkey

Merih Tatlı<sup>1</sup> , Aylin Akoğlu<sup>2</sup>  <sup>1</sup>İstanbul Medipol University, Department of Gastronomy and Culinary Arts, 34815 İstanbul, Turkey<sup>2</sup>Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, 14280 Bolu, Turkey

Received (Geliş Tarihi): 22.08.2019, Accepted (Kabul Tarihi): 05.05.2020

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): [aylinakoglu@ibu.edu.tr](mailto:aylinakoglu@ibu.edu.tr) (A. Akoğlu)

☎ +90 374 254 10 00 / 4780 📠 +90 374 253 45 57

### ABSTRACT

With the significant increase in fatal cases of allergic reactions, the issue of food allergy has attracted the attention of authorities, particularly food allergy competence and practices among food handlers. The purpose of this study is to determine food allergy knowledge, attitude, and practices among restaurant employees in İstanbul, Turkey. This observational cross-sectional study was conducted among 490 restaurant employees included restaurant managers, cooks and service workers. The questionnaire used in this study was developed by researchers based on previous studies. The mean knowledge score for participants was  $41.74 \pm 20.27$ , the attitude score was  $69.42 \pm 2.42$  and the practice score was  $75.26 \pm 13.1$ . According to these results, the level of food allergy knowledge and attitude of the restaurant employees were 'moderate' and the practice level was evaluated as 'low risk practice'. It was found that only 22.9% of the participants attended food allergy training and only 26.9% stated that they could provide appropriate service in order to prevent food allergy. The knowledge ( $47.45 \pm 20.77$ ) and practice ( $82.02 \pm 10.06$ ) scores of the participants receiving food allergy training were statistically higher than those not receiving food allergy training ( $39.99 \pm 19.80$  and  $73.25 \pm 13.23$ , respectively;  $p < 0.05$ ). A significant weak positive correlation was observed between knowledge with attitude ( $r = 0.12$ ,  $p < 0.05$ ), knowledge with practice ( $r = 0.39$ ,  $p < 0.05$ ) and attitude with practice ( $r = 0.25$ ,  $p < 0.05$ ). This study is very important since it is the first comprehensive study conducted to measure the level of food allergy knowledge, attitude, and practices of restaurant employees in Turkey. Understanding the knowledge, attitude, and practices of restaurant employees on food allergies may help managers to plan the most appropriate policies and training for their employees.

**Keywords:** Food allergy, Food safety, Restaurant employees, Knowledge, Attitude, Practice

### İstanbul'daki Restoran Çalışanlarının Gıda Alerjisi Bilgi, Tutum ve Uygulamaları

#### ÖZ

Alerjik reaksiyonlardaki ölümcül vakaların sayısının artışıyla birlikte gıda alerjisi konusu, özellikle gıda çalışanlarının gıda alerjisi konusundaki yeterliliği ve uygulamaları, yetkililerin dikkatini çekmektedir. Bu çalışmanın amacı İstanbul'daki restoran çalışanlarının gıda alerjisi bilgi, tutum ve uygulamalarını belirlemektir. Bu gözlemsel kesitsel çalışma yönetici, aşçı ve servis personelini içeren 490 restoran çalışanı arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan anket daha önce yapılmış çalışmalar esas alınarak araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda katılımcıların ortalama bilgi puanı  $41.74 \pm 20.27$ , tutum puanı  $69.42 \pm 2.41$  ve uygulama puanı  $75.26 \pm 13.1$  olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, restoran çalışanlarının gıda alerjisi bilgi ve tutum puanları "orta", uygulama puanı ise "düşük riskli uygulama" olarak değerlendirilmiştir. Katılımcıların sadece %22.9'u gıda alerjisi eğitimi aldığını ve sadece % 26.9'u gıda alerjisini önlemek için uygun hizmet sağlayabileceklerini belirtmişlerdir. Gıda alerjisi eğitimi alan katılımcıların bilgi ( $47.45 \pm 20.77$ ) ve uygulama ( $82.02 \pm 10.06$ ) puanlarının gıda alerjisi eğitimi almayanlara göre

(sırasıyla 39.99±19.80 ve 73.25±13.23) istatistiksel olarak daha yüksek ( $p<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Bilgi, tutum ve uygulama arasındaki ilişkiye bakıldığında; bilgi ve tutum ( $r=0.12$ ,  $p<0.05$ ), bilgi ve uygulama ( $r=0.39$ ,  $p<0.05$ ) ve uygulama ile tutum ( $r=0.25$ ,  $p<0.05$ ) arasında anlamlı ve pozitif zayıf korelasyon olduğu görülmüştür. Bu çalışma, Türkiye'deki restoran çalışanlarının gıda alerjisi bilgi, tutum ve uygulamalarını ölçen ilk kapsamlı çalışma olması nedeniyle oldukça önemlidir. Restoran çalışanlarının gıda alerjisi konusundaki bilgi, tutum ve uygulamalarını anlamak, yöneticilerin çalışanları için en uygun politika ve eğitimleri planlamasına yardımcı olabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Gıda alerjisi, Gıda güvenliği, Restoran çalışanları, Bilgi, Tutum, Uygulama

## INTRODUCTION

Food allergy is defined as an adverse reaction arising from the body's immune system on exposure to harmless food or food component [1, 2]. Clinical symptoms of allergic reactions typically occur in the skin, gastrointestinal tract, and respiratory system. Although food allergy symptoms are mostly minor, such as rashes, itching, and swelling; some allergic reactions could be much more severe and in some cases there can be generalized anaphylaxis and even death [3, 4]. Although nearly all food is capable of triggering an allergic reaction, there are some common foods that cause the majority of reactions. Eight foods included milk, eggs, fish, shellfish, wheat, tree nuts, peanuts, and soybeans cause approximately 90% of reported reactions [5].

In some countries, food allergy prevalence has been increasing and becoming an important public health problem. An estimated number of Americans up to 15 million including 5.9 million children under age 18 [6] and 17 million Europeans with 3.5 million of them under 25 years of age suffer from food allergies [7]. The number of children with allergies has doubled in the last 10 years. The prevalence of allergies in children varies from 1.7% in Greece to 4% in Italy and Spain, to over 5% in France, UK, Netherlands and Germany [7]. Each year in the US, 200,000 people require emergency medical care for allergic reactions to food [6]. In Turkey, the food allergy cases have become more frequent [8] and prevalence of food allergy has increased almost twice in the last 10 years [9]. Some studies of prevalence of food allergy have been conducted in Turkey [10-12]. One of these studies showed that prevalence of food allergy in the Turkish population seems to be low when compared with Northern and Western European countries [12]. Additionally it was reported that one of every 17 children had food allergy in Turkey [13]. Although food allergy is considered as a serious health problem, the data on the true prevalence of food allergy in the general population is inadequate [1] and many people, including food handlers are unaware that an allergic reaction to food could be life-threatening [14].

Each part of the society needs to be aware of such an important issue. Especially food handlers who are directly involved in preparing food, have a key role in the food safety [14]. In this context, restaurant employees are in an important position because they are in contact with food and they serve food to hundreds of people every day in restaurants. Many people prefer to eat in restaurants because of various factors such as,

increasing income level and life style changes, leisure time, socializing with new people, convenience, status and avoiding cooking at home [15]. Commercial restaurants are common areas that food allergic reactions can occur [16]. According to a study, 34% of the allergic food consumers had experienced at least one restaurant reaction and 36% of them had three or more reactions [17]. In restaurants, cross-contacts in food preparation areas, poor understanding of allergy by restaurant staff, miscommunication among not only restaurant employees, but also restaurant staff and customers with food allergies, unexpected or hidden food allergens, incomplete food labels, contact with food residues and ingredients not listed by restaurants on menus have been accepted as causes of food allergy reactions in restaurants [18-21]. When all these causes are considered, it seems that restaurant employees can play a critical role in reducing the risk of food allergy adverse effects and the role of restaurants in the management of allergies is particularly important [22]. The high risk of food allergy in restaurants means that the restaurant industry should be better prepared to avoid this life-threatening event [23]. Therefore it is important to determine the level of food allergy knowledge, attitude, and practices of restaurant employees.

Several studies have been conducted to determine the level of food allergy knowledge, attitude, and practices of restaurant employees [4, 14, 22-27]. Results of these studies have shown that many restaurant employees need food allergy training [16, 23, 24, 28]. However, we have not seen any comprehensive studies which determine the food allergy knowledge, attitude, and practices of restaurant employees in Turkey. This study was aimed to determine the food allergy knowledge, attitude, and practices of restaurant employees in the city of Istanbul, Turkey and whether demographic variables are effective on those. It is important to examine the similarities and differences between demographic variables since they can affect restaurant's operations planning, policies, and training programs. Especially the determination of the effect of food allergy training on food allergy knowledge, attitude, and practices is very important in terms of training activities planned to be carried out in the future. Our results will help to understand some gaps about food allergy management and to plan and implement policies as well as training. Revealing the situation of employees on the subject of food allergy is an accurate step that can be taken to form a protection against food allergy.

## MATERIALS AND METHODS

### Participants and Study Design

This observational cross-sectional study was conducted among 490 restaurant employees including restaurant managers, cooks and service staff working in chain and independent restaurants in Istanbul, Turkey. Since the universe size could not be calculated exactly, the sample size scale table [29] was used for determining the sample size. In cases where the universe is 1.000.000 and above, the sample size was considered as min 384 ( $\alpha=0.05$ ). Therefore the total of 490 valid questionnaires that were filled in correctly were accepted for use in the study while the data collection process. The study was held between July and October 2018 between 2 pm and 4 pm which are off-peak hours. While individuals who were literate and worked as managers, cooks and service staff were included in this research, individuals who did not wish to enroll in the research voluntarily, were <18 years of age, had less than six months of work experience, and could not speak and understand Turkish were not included. The participants were informed about the purpose and contents of the study and the researchers obtained written consent forms from the participants. All procedures were in accordance with the 1964 Helsinki Declaration. The Ethics Committee of Human Studies in Social Sciences of Abant İzzet Baysal University approved the study (No: 2017/174).

The interview questionnaire was developed based on the literature review by Choi and Rajagopal [4], Shafie and Azman [14], Dupuis et al. [22], and Lee and Sozen [23] consisted of three sections. The first section contained 15 questions that evaluate the knowledge on food allergies. This section consisted of four categories including 'food allergy definition', 'food allergy symptoms and reaction', 'food allergy management', and 'knowledge on the top eight food allergens'. All participants were asked to choose among three options: 'yes', 'no' or 'unsure' in first three category and two options: 'yes' or 'no' in the last category. In this section, knowledge questions were recoded as 1 for correct answers and 0 for incorrect and unsure answers. The second section contained 13 expressions to assess the attitude of the participants. The five-point Likert scales ranging from one (1) 'strongly agree' to five (5) 'strongly disagree' was used in this section. The third section contained 11 items assessing the frequency of specific food allergy practices in restaurant using a three-point Likert scale including never (1), sometimes (2), and always (3).

### Data Collection and Analysis

Multiple data collection methods were used in this study to reveal all demographic characteristics of the participants such as gender, age, education level, type of establishment, professional experience, position, receiving food allergy training, and self-confident in food allergies. These models provide for the collection of numerical data both from in-depth descriptions and from people related to the current situation.

The total scores of food allergy knowledge, attitude, and practices were calculated by summation of the correct answers of the questions for each section. The total score for each section was converted to a percentage by dividing the total score by the maximum score obtainable. An arbitrary scoring system was used to assess the level of knowledge, attitude, and practices based on the responses provided. According to an arbitrary scoring system the total knowledge, attitude, and practices scores were explained based on an interquartile, whereby the first quartile ( $\leq 25$ ) would be explained as 'Poor knowledge/Negative Attitude/High-Risk Practice', the second and third quartiles ( $>25-\leq 75$ ) would be explained as 'Moderate Knowledge/Moderate Attitude/Moderate Risk Practice' and the last quartile ( $\geq 75$ ) as 'Excellent Knowledge/Positive Attitude/Low-Risk Practice' [14].

### Statistical Analysis

All data obtained in the study were analyzed using the SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows, version 20.0, demo (IBM Corp., Armonk, NY, USA). The internal consistency of the questionnaire was calculated using Cronbach's alpha. Descriptive statistics including frequencies, percentage distributions, means, and standard deviations were used to evaluate demographic characteristics. Normality test was performed using skewness and kurtosis coefficients and accordingly one-way ANOVA and independent sample t-test (confidence interval 95%) were used to compare demographic characteristics such as age, gender, educational level and work experience etc. with data of knowledge, attitudes and practices. The Scheffe test was used as a complementary post-hoc analysis to determine the differences after the ANOVA test. Pearson correlation analysis was applied to the continuous variables of the study. Spearman's correlation coefficient was used to determine the association between food allergy knowledge, attitudes and practices scores of the participants. The findings were evaluated at 95% confidence interval and  $p < 0.05$  was considered statistically significant.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Demographic Characteristics

This study included a total of 490 participants, 46.1% of which were cooks, 40.8% were service workers, and 13.1% were managers (Table 1). The percentages of male and female participants were 76.3% and 23.7%, respectively. The majority of the participants (49.4%) had high school degree. Regarding professional experience, the majority of the participants (45.7%) had >7 years of work experience while very few (7.8%) had <1 year of work experience. 55.5% of the restaurants where the participants worked were independent and 44.5% were chain restaurants. It was found that 77.1% participants did not attend any training related to food allergy. Majority of the participants (73.1%) stated that they cannot provide appropriate service in order to prevent food allergy in their workplaces. This result showed that participants had lack of confidence in food

allergy management issue in their workplaces. The lack of confidence of participants in this situation may be related to not receiving any training on food allergy. In previous studies, it was reported that employees

receiving food safety training had more confidence in the implementation of food safety programs at the workplace than those untrained [30, 31].

Table 1. Demographic characteristics of the participants

Demographic Characteristics	Groups	n	%
Gender	Male	374	76.3
	Female	116	23.7
Age (years)	< 24	120	24.5
	25-29	120	24.5
	30-34	72	14.7
	35-39	68	13.9
	40-44	54	11.0
	> 45	56	11.4
Educational level	Primary education	108	22.0
	High school	242	49.4
	Associate degree	78	12.7
	Bachelor's degree	62	15.9
Type of establishment	Chain	218	44.5
	Independent	272	55.5
Position	Manager	64	13.1
	Cook	226	46.1
	Service worker	200	40.8
Professional experience	< 1 year	38	7.8
	1-3 year	100	20.4
	4-6 year	128	26.1
	> 7 year	224	45.7
Receiving food allergy training	Yes	112	22.9
	No	378	77.1
Self-confident in food allergies	Yes	132	26.9
	No	358	73.1
Total		490	100.0

### Food Allergy Knowledge, Attitudes, Practices of Employees and Their Relationship with Demographic Characteristics

Overall scores and their relationship with demographic characteristics were shown in Table 2. The mean knowledge score for participants was  $41.74 \pm 20.27$ , the attitude score was  $69.42 \pm 2.42$  and the practice score was  $75.26 \pm 13.1$ . According to these results, the level of food allergy knowledge and attitude of the restaurant employees was 'moderate' and the practice level was 'low risk practice'. We found significant ( $p < 0.05$ ) associations between food handlers' knowledge, attitudes and practices and the variables such as gender, education level, type of establishment, position, professional experience and receiving food allergy training. It was determined that knowledge and attitude scores increased significantly as the level of education increased ( $p < 0.05$ ). The knowledge ( $56.61 \pm 20.95$ ), attitude ( $75.86 \pm 11.44$ ) and practice ( $84.09 \pm 9.33$ ) scores of the participants in manager position were significantly higher than the other positions ( $p < 0.05$ ). The knowledge ( $47.45 \pm 20.77$ ) and practice ( $82.02 \pm 10.06$ ) scores of the participants receiving food allergy training were statistically higher than those not receiving food allergy training ( $39.99 \pm 19.80$  and  $73.25 \pm 13.23$ , respectively;  $p < 0.05$ ).

It was determined that the knowledge, attitude, and practices scores of the participants with associate and bachelor's degree were the highest. This result showed that as the level of education increases, the level of knowledge, attitude, and practices about food allergy also increases. However no statistically significant difference was found in practice score on education levels ( $p > 0.05$ ). According to the type of establishment variable, the difference between the knowledge and practice scores of the employees was not found statistically significant ( $p > 0.05$ ). The attitude scores of the chain restaurants ( $70.44 \pm 10.66$ ) were found to be higher than the attitude scores of independent restaurants ( $68.62 \pm 8.7$ ) and this difference was statistically significant ( $p < 0.05$ ). Shafie and Azman [14] reported that 59.8% of the restaurants considered were independent, 40.2% were chains, and the attitude and practice scores of the employees working in chain restaurants were higher than independent restaurants. Similarly, Mandabach et al. [28] showed that the knowledge of the managers in the chain restaurants were significantly higher than those in independent restaurants. The consistency of food and service quality in the restaurants is the most important issue in terms of customer expectation. Because of the necessity of ensuring the quality and consistency between the branches in chain enterprises [32], the knowledge,

attitude, and practices scores of the chain restaurants are expected to be higher. The scores of the participants were examined in terms of their position in the restaurant and it was determined that the knowledge (56.61±20.95), attitude (75.86±11.44) and practice (84.09±9.33) scores of the managers were higher than those in other positions ( $p<0.05$ ). The fact that managers are conscious and knowledgeable in this regard can be an indication that their employees will be more knowledgeable in the future. It can be assumed that the managers will transfer their knowledge and experience to their employees as well. Unlike this finding, Lee and Sozen [23] informed that the managerial staff and restaurant employees have similar total knowledge scores. The participants with a professional experience  $\geq 7$  years had significantly ( $p<0.05$ ) the highest knowledge (45.48±19.74) and practice (77.19±12.66) scores. It can be said that professional experience positively affects knowledge and practice. The knowledge and practice scores of the participants receiving food allergy training were higher than those not receiving food allergy training and this difference was statistically significant ( $p<0.05$ ). However, no significant difference was found in attitude

scores. The knowledge (47.45±20.77) and practice (82.02±10.06) scores of those who received food allergy training were considered to be quite high compared to the overall scores of knowledge and practice (41.74±20.27 and 75.26±13.1, respectively). This result indicated that the level of knowledge and practice of food allergy would increase when restaurant employees are trained. Lee and Barker [16] stated that the employees' food allergy knowledge improved after receiving food allergy training. In order to reduce food allergy risk and prevent fatal reactions, food allergy training should be included in food safety training programs [14]. If employees lack food allergies knowledge, awareness and training, restaurants have difficulty in providing allergen-free products to their customers [20]. Despite the importance of food allergy knowledge, there were some barriers to food allergy training such as high training cost, high staff turnover, time constraints, language barriers and lack of interest by management and employees. Information about effective food allergy training for restaurant employees should be identified and disseminated to restaurateurs and hospitality management educators [20].

Table 2. The association between demographic characteristics, knowledge, attitudes and practices scores of participants

	Knowledge		Attitudes		Practices	
	Mean±SD	p	Mean±SD	p	Mean±SD	p
Overall scores	41.74±20.27		69.42±2.42		75.26±13.1	
Gender						
Male	40.89±20.75	0.096	68.4±11.5	0.016	75.23±13.76	0.890
Female	44.48±18.35		72.7±9.16		75.40±10.69	
Education level						
Primary education	34.65±16.45	0.002	67.1±8.98	0.013	75.85±12.83	0.656
High school	40.56±20.15		69.54±10.1		75.59±13.66	
Associate degree	47.26±14.40		71.66±8.22		75.69±11.76	
Bachelor's degree	50.54±24.78		70.54±9.72		76.59±12.66	
Type of establishment						
Chain	42.50±22.60	0.465	70.44±10.66	0.044	76.3±13.56	0.122
Independent	41.12±18.17		68.62±8.7		74.43±12.66	
Position						
Manager	56.61±20.95	0.002	75.86±11.44	0.009	84.09±9.33	0.009
Cook	44.32±18.78		66.78±8.68		73.69±11.19	
Service worker	33.94±18.17		70.36±8.98		74.19±14.93	
Professional experience						
< 1 year	33.99±16.80	0.019	64.3±6.62	0.006	76.85±13.39	0.006
1-3 year	35.29±20.22		69.18±9.86		72.35±13.36	
4-6 year	42.35±20.45		70.34±8.4		73.65±13.09	
> 7 year	45.48±19.74		69.9±10.44		77.19±12.66	
Receiving food allergy training						
Yes	47.45±20.77	0.001	69.02±11.12	0.642	82.02±10.06	0.011
No	39.99±19.80		69.54±9.2		73.25±13.23	

$p<0.05$ , One-way ANOVA and independent sample t-test. SD: Standard deviation

### Detailed Responses of Food Allergy Knowledge, Attitudes and Practices of Employees

Detailed responses by the participants for each statement are summarized in Table 3, Table 4, and Table 5. In this part of the study, knowledge statements are coded with K Code (K1, K2,...), attitude statements are coded with A code (A1, A2,...) and practices statements are coded with P code (P1, P2,...) for ease of expression. When these tables were examined in

detail, the deficiencies of the participants could be seen. Participants' responses to food allergy knowledge items were shown in Table 3 and the Cronbach's coefficient of reliability was found as 0.756. About half of the participants (50.6%) knew that the definition of food allergy (K1). The correct responses to the expressions about occurrence, symptoms and results of food allergy (K4, K5, K6, K7) were 45.7%, 38.8%, 42.0% and 41.6%, respectively. Food allergy is a very serious condition that can cause death and only 42% of participants could

respond to this statement correctly. Similarly, in a study conducted by Shafie and Azman in Malaysia [14], only 51.1% of the participants correctly responded to this statement. Only 46.1% of the participants knew that the difference between lactose intolerance and milk allergy (K2). Lactose intolerance and milk allergy may sound similar but they actually describe two different digestive problems, and milk allergy is more severe than the other. Since food allergy affects the immune system, it has serious consequences than food intolerance. While food intolerance is not life-threatening, food allergy can result in death [6]. Lactose intolerance, the more typical of the two issues, does not cause dangerous side effects, while milk allergy can. Milk allergy is a kind of food allergy resulting from an allergic reaction to the protein in milk. Lactose intolerance is caused by inadequate amount of enzyme lactase, which is needed to break down lactose found in milk and other dairy products [33]. Due to the severity of food allergic reaction consequences, it should be noted that food allergy is a condition distinct from food intolerance. Similarly 60.7% of restaurant employees in Malaysia were unsure of the difference between lactose intolerance and milk allergy [10]. The terms of cross contact and cross contamination are also confused with one another like confusion between food intolerance

and food allergy. Cross-contact results when an allergen is carelessly transferred from allergen-containing food to another food without an allergen. There is an ambiguity between the terms "cross-contact" and "cross-contamination" for restaurant employees. The term "cross-contact" is fairly new and restaurant employees may think this is the same thing as cross-contamination. When talking about bacterial transmission in cross contamination, there is protein transmission in cross contact and proteins may not lose their effect when cooked [6]. Many restaurant employees were not well informed about food allergy risks particularly caused by cross-contact [14]. In this study, the correct answers to the cross-contact expressions (K11, K12, K13, K15) were found as 58.0%, 38.4%, 41.2%, and 37.6%, respectively. This showed that participants had the lowest rating on food allergy knowledge related to cross-contact. Understanding this mechanism is important to reduce food allergy risks in the workplace [14]. Choi and Rajagopal [4] investigated that the participants trained on food allergy knew how to avoid cross-contact during food preparation and/or service. Shafie and Azman [14] demonstrated that 41% of the participants thought that cross-contact occurred when raw food interacted with cooked food.

Table 3. Food allergy knowledge of participants

Code	Knowledge Items ( $\alpha = 0.756$ )	True	
		n	%
K1	Food allergy is an abnormal response of the immune system to an ordinarily harmless food or food ingredient.	248	50.6
K2	Lactose intolerance and milk allergy are the same condition.*	226	46.1
K3	Food allergens are generally proteins.	178	36.3
K4	Small amount of food can cause food allergy.	224	45.7
K5	Food allergy reaction occurs twenty-four hours after the food is consumed.*	190	38.8
K6	Food allergy reaction can cause death.	206	42.0
K7	Abdominal cramping or pain, pain or tightness in the chest, diarrhea, difficulty in breathing, hives, itching and rash are the main symptoms caused by food allergy.	204	41.6
K8	According to Turkish food codex labelling regulation, allergen components are shown on food packages.	196	40.0
K9	Cooking (deep frying, boiling, etc.) at high temperature can destroy food allergens.*	228	46.5
K10	Drinking cold and plenty of water can relieve the allergic reaction.*	176	35.9
K11	When preparing products containing food allergen, different tools (tongs-scoops) should be used.	206	58.0
K12	When preparing food for a customer with food allergies, you can touch food both containing and not containing allergens with the same glove.	188	38.4
K13	A food allergen can be destroyed by cooking in high temperature or by keeping in deep freeze.*	202	41.2
K14	Allergic reactions may happen after touching the food that contains allergen.	212	43.3
K15	Removing an allergen, e.g. removing the walnuts from a prepared meal, may provide a safe meal for a food allergic customer.	184	37.6

\* Incorrect statement

In addition to the knowledge test, Table 3a showed the distribution percentages of responses to the eight most common food allergies. Less than half of the participants were able to give the correct answer for the eight major food allergens. In contrast to our study, Radke et al. [34] suggested that almost 90% of participants (restaurant managers and employees) responded correctly to the expressions related to the most common allergens. On the other hand, 84.5% of the participants identified

tomato as one of the eight major food allergens although it is not. In the other studies conducted by Shafie and Azman [14], Ajala et al. [30], and Radke et al. [34], 78.3%, 98.4%, and 88% of restaurant employees knew that tomato is not among the most common food allergens, respectively. The results of the current study showed that there was a lack of knowledge about the most common eight major food allergens.



Table 3a. Top Eight Food Allergen Knowledge of Participants

Food Items	True	
	n	%
Peanuts*	230	46.9
Milk*	222	45.3
Tomato	76	15.5
Soy*	228	46.5
Fruits	228	46.5
Fish*	176	35.9
Crustacean*	158	32.2
Gluten	192	39.2
Monosodium glutamate	120	24.5
Sesame	130	26.5
Eggs*	234	47.8
Wheat*	160	32.7
Tree nuts*	224	45.7

\* Top eight food allergens

Participants' attitudes towards food allergies were shown in Table 4 and the Cronbach's coefficient of reliability was found as 0.845. Attitudes toward 'possibility to prepare safe food for customers with food allergies' had the highest mean rating of 3.81 (A1) while attitudes toward 'the necessity of taking food allergies very seriously in the restaurant sector' has the lowest mean rating of 3.51 (A9). Similarly, a study conducted by Bailey et al. [26] in Great Britain, examining restaurant employees' knowledge on food allergies showed that almost all employees were confident in their ability to serve safe food for customers with food allergies. In contrast to these results, other studies showed that there was a deficiency in foodservice operation in terms of providing safe food for customers with food allergies [20, 35, 36]. Although food allergic reactions can occur in many places, commercial restaurants are common places for such reactions to occur. When food allergy-related deaths were determined, it was seen that nearly half of the cases were caused by food consumed in restaurants [20]. As food allergy is a serious condition that may cause a potentially life-threatening immunological reaction, restaurant employees should have a higher attitude towards this issue.

Table 4. Food allergy attitudes of participants

Code	Attitude Items ( $\alpha = 0.845$ )	n (%)					Mean	SD
		SD	D	N	A	SA		
A1	I think I can prepare and serve safe food for the people with food allergies.	18 (3.7)	84 (17.1)	66 (13.5)	128 (26.1)	194 (39.6)	3.81	1.23
A2	I think those who have food allergies should not eat at restaurants.	44 (9.0)	82 (16.7)	74 (15.1)	116 (23.7)	174 (35.5)	3.60	1.35
A3	If the right precautions are taken, cross-contact can be eliminated.	36 (7.3)	62 (12.7)	108 (22.0)	130 (26.5)	154 (31.4)	3.62	1.25
A4	I think it is the responsibility of the establishment to prevent food allergies in restaurants.	32 (6.5)	76 (15.5)	92 (18.8)	136 (27.8)	154 (31.4)	3.62	1.25
A5	I think that food workers (cooks, service staff, managers or cashiers) should have knowledge about food allergies.	18 (3.7)	86 (17.6)	78 (15.9)	126 (25.7)	182 (37.1)	3.75	1.23
A6	I think it's hard to serve people who have food allergies in a restaurant.	36 (7.3)	56 (11.4)	104 (21.2)	132 (26.9)	162 (33.1)	3.67	1.25
A7	I think people with food allergies have the right to eat in restaurants snugly.	18 (3.7)	72 (14.7)	132 (26.9)	116 (23.7)	152 (31.0)	3.64	1.18
A8	I think that restaurant staff should be kept informed about food allergies and should receive periodic training.	32 (6.5)	64 (13.1)	100 (20.4)	132 (26.9)	162 (33.1)	3.68	1.24
A9	I think that food allergies should be taken seriously in this establishment.	30 (6.1)	92 (18.8)	96 (19.6)	142 (29.0)	130 (26.5)	3.51	1.24
A10	Some alternatives should be provided to customers with food allergies according to their needs.	20 (4.1)	80 (16.3)	94 (19.2)	144 (29.4)	152 (31.0)	3.68	1.20
A11	I think, the customer requests about food allergy shouldn't be refused.	34 (6.9)	66 (13.5)	90 (18.4)	122 (24.9)	178 (36.3)	3.70	1.28
A12	I think preventing incidences of food allergies is an important part of my professional responsibilities at my workplace.	22 (4.5)	82 (16.7)	72 (14.7)	150 (30.6)	164 (33.5)	3.72	1.22
A13	I think employees, should be able to identify ingredients in the menu item upon consumer request.	24 (4.9)	80 (16.3)	98 (20.0)	110 (22.4)	178 (36.3)	3.70	1.25

Scale for statements: 1 = Strongly Disagree, 2 = Disagree, 3 = Neutral, 4 = Agree, 5 = Strongly Agree. SD: Standard deviation.

<sup>3\*</sup> = Item was reversely coded

Table 5 shows the mean ratings of food allergy practices at workplace. The Cronbach's coefficient of reliability was 0.80. It was found that the statements on the cross-contact (P5, P6, P7) had high mean scores of 2.44, 2.46, and 2.42, respectively. On the other hand, the lowest mean ratio for another statement (P11) on cross

contact stating "When preparing fried food for employers with food allergy, I make sure that I change the oil in the deep fryer to prevent cross-contact" was 1.93. It is also very important to provide correct information to the customer as much as preparing a safe product for an allergic customer. It was seen that the participants gave

a low score to the statement (P9) on informing the customer correctly. Kwon and Lee [20] stated that the restaurant employees also have some barriers for providing safe food to their customers; such as lack of knowledge and awareness on food allergies, lack of concern among food handlers; lack of resources; and

lack of time in a fast-paced work environment. Communication between restaurant employees and customers with food allergies should be improved. Research is limited on the dining out attitudes and practices of the consumers with food allergies and these researches should be increased.

Table 5. Food allergy practices of participants

Code	Practices Items ( $\alpha = 0.806$ )	n (%)			Mean	SD
		Never	Sometimes	Always		
P1	If a mistake is made when preparing a meal for a food allergic customer, I remake the food.	110 (22.4)	106 (21.6)	274 (55.9)	2.33	0.82
P2	I wash my hands thoroughly with soap and water and wear a new pair of gloves before preparing an allergen-free meal.	82 (16.7)	266 (54.3)	142 (29.0)	2.12	0.67
P3	I try to listen carefully, understand and then answer customers' questions about allergens in the food.	98 (20.0)	130 (26.5)	262 (53.5)	2.33	0.80
P4	If one of my customers has a food allergy, I communicate the allergen information to the cook to ensure that the food is prepared safely and is allergen-free.	76 (15.5)	174 (35.5)	240 (49.0)	2.33	0.73
P5	I use clean and sanitized equipment and utensils at my workplace to prevent cross-contact between allergens.	68 (13.9)	136 (27.8)	286 (58.4)	2.44	0.73
P6	I use separate equipment (tongs, ladles) for handling allergen-containing foods.	84 (17.1)	102 (20.8)	304 (62.0)	2.45	0.77
P7	While serving food for a food allergic customer, I separately handle allergen-containing and allergen-free plates to prevent cross-contact.	72 (14.7)	142 (29.0)	276 (56.3)	2.42	0.73
P8	When a customer identifies himself as having a food allergy, I provide accurate information to them regarding ingredients and preparation method.	78 (15.9)	250 (51.0)	162 (33.1)	2.17	0.68
P9	Although I am not sure about the menu contents, I still assure the customer that the food does not contain any allergens.*	180 (36.7)	186 (38.0)	124 (25.3)	1.89	0.79
P10	When preparing food for a food allergic customer, I pay more attention about safe food production.	72 (14.7)	142 (29.0)	276 (56.3)	2.42	0.73
P11	When preparing fried food for a food allergic customer, I make sure that I change the oil in the deep fryer to prevent cross contact.	186 (38.0)	154 (31.4)	150 (30.6)	1.93	0.83

\* Item was reversely coded

### Association among Food Allergy Knowledge, Attitudes, Practices of Employees

Summary of correlation for the levels of knowledge, attitudes and practices was shown in Table 6. A significant positive correlation was observed between knowledge with attitudes ( $r=0.12$ ,  $p<0.05$ ), knowledge with practices ( $r=0.39$ ,  $p<0.05$ ), and attitudes with practices ( $r=0.25$ ,  $p<0.05$ ). These findings indicated that the level of food allergy knowledge of restaurant employees will influence their attitudes and practices in handling food safety. In this case, quality food allergy training will provide positive results at the level of attitudes and practice. However, many studies did not agree that food safety training did not have a positive effect on practice and attitude [37, 38]. In addition, there are studies showing that the high level of knowledge does not always reflect the practice positively [39]. The information given in some training courses does not change properly at the level of perception and application and remains the only theoretical knowledge. Therefore, it is important to consider that training is not enough by itself and the effectiveness, quality and applicability of the given training should also be ensured and controlled. In this regard, trainers, institutions and the government have great responsibilities in terms of controlling.

Table 6. Correlation among food allergy knowledge, attitudes and practices scores of participants

Level	Spearman's rho	Sig.
Knowledge - Attitudes	0.120*	0.008
Attitudes - Practices	0.245*	0.000
Practices - Knowledge	0.390*	0.000

\*Correlation is significant at the 0.05 level

### CONCLUSION

This study provided information about food allergy knowledge, attitudes, practices of restaurant employees including restaurant managers, cooks and service staff working in chain and independent restaurants in Turkey. It was found that restaurant employees had levels of 'moderate knowledge and attitude' and 'low risk practice' about food allergy. As a result of detailed examination of the questionnaire, it was revealed that the restaurant employees lack of knowledge about food allergy symptoms and reactions, food allergy management, the most common eight food allergens, and some terms such as cross contact and food intolerance. Additionally, it was found that majority of employees did not receive food allergies training. Good overall levels of knowledge on food safety among food handlers and effective use of such knowledge in food processing applications are also applicable to the production of safe food in restaurant operations. Considering the prevalence of increased food allergy and the potential risk of food allergic individuals, the restaurant sector needs to develop operational plans and policies for food allergy management. Development of policies should involve various stakeholders such as consumers with food allergies, food service managers and employees, food safety inspectors, and food allergy experts. In this respect, both the authorities and the competent government authorities should take the necessary measures. The most important measure is food allergy training; therefore food safety training programs must be included in the subject of food allergy. Similarly, the FDA [40] also recommended that allergy education should be a part of food safety training for foodservice employees. On the other hand, it was observed that knowledge, attitude, and practices positively affected each other. This study showed that with high quality food allergy training, when the level of knowledge of the employees

is increased, the level of attitude and practice will also increase. Future studies can provide training for food allergy, control of training effectiveness and the effect of this on perception and application level.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Authors are thankful for the restaurant employees who participated in this research study. This study was a part of Master Thesis of Merih Tatlı (Bolu Abant İzzet Baysal University, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Bolu, Turkey).

## FUNDING

No financial support was received for this study.

## REFERENCES

- [1] Kaya, A., Erkoçoğlu, M., Civelek, E., Çakır, B., Kocabaş, C.N. (2013). Prevalence of confirmed IgE-mediated food allergy among adolescents in Turkey. *Pediatric Allergy and Immunology*, 24(5), 456-62.
- [2] Olivier, C.E. (2013). Food allergy. *Journal of Allergy and Therapy*, 4(S3: 004), 1-7.
- [3] Sampson, H.A. (2004). Update on food allergy. *Journal of Allergy Clinical Immunology*, 113(5), 805-819.
- [4] Choi, J.H., Rajagopal, L. (2013). Food allergy knowledge, attitudes, practices, and training of foodservice workers at a university foodservice operation in the Midwestern United States. *Food Control*, 31(2), 474-481.
- [5] FAAN (Food Allergy and Anaphylaxis Network). (2010). Common allergens. Available at: <https://www.foodallergy.org/common-allergens> (accessed 12 January 2019).
- [6] FARE (Food Allergy Research and Education). (2017). Facts and statistics. Available at: <https://www.foodallergy.org/facts-and-stats> (accessed 12 January 2019).
- [7] EAACI (The European Academy of Allergy and Clinical Immunology). (2017). Allergy statistics from the EAACI. Available at: [https://www.foodsmatter.com/allergy\\_intolerance/miscellaneous/research/allergy\\_statistics.02.11.html#tophttps://www.foodsmatter.com/allergy\\_intolerance/miscellaneous/research/allergy\\_statistics.02.11.html#top](https://www.foodsmatter.com/allergy_intolerance/miscellaneous/research/allergy_statistics.02.11.html#tophttps://www.foodsmatter.com/allergy_intolerance/miscellaneous/research/allergy_statistics.02.11.html#top) (accessed 12 January 2019).
- [8] Kadioğlu, U. (2017). Artan gıda hipersensitivitesi sıklığının epidemiyolojik olarak değerlendirilmesi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 63, 184-192.
- [9] Sekerel, B. (2017). Medikal Akademi. <https://www.medikalakademi.com.tr/tuerkiyede-besin-alerjisi-goruelme-sikligi-son-10-yilda-iki-kat-artti/> (accessed 10 May 2019).
- [10] Orhan, F., Karakas, T., Cakir, M., Aksoy, A., Baki, A., Gedik, Y. (2009). Prevalence of immunoglobulin E-mediated food allergy in 6–9-year-old urban schoolchildren in the eastern Black Sea region of Turkey. *Clinical & Experimental Allergy*, 39, 1027-1035.
- [11] Mustafayev, R., Civelek, E., Orhan, F., Yüksel, H., Boz, A. (2013). Similar prevalence, different spectrum: IgE-mediated food allergy among Turkish adolescents. *Allergologia et Immunopathologia*, 41(6), 387-396.
- [12] Gelincik, A., Büyükoztürk, S., Gül, H., Işık, E., İşsever, H., Özşeker, F., Çolakoğlu, B., Dal, M., Ayvaz, Ö., Güngör, G., Akkor, A. (2008). Confirmed prevalence of food allergy and non-allergic food hypersensitivity in a Mediterranean population. *Clinical & Experimental Allergy*, 38, 1333-1341.
- [13] Güler, N. (2019). <https://www.milliyet.com.tr/pembenar/turkiye-deher-17-cocuktan-birinde-besin-alerjisi-goruluyor-2870434> (accessed 10 April 2020).
- [14] Shafie, A., Azman, A.W. (2015). Assessment of knowledge, attitude and practice of food allergies among food handlers in the state of Penang, Malaysia. *Public Health*, 129(9), 1278-1284.
- [15] Dash, K. (2005). Case history McDonald's in India. Available at: <https://www.pdfor.com/userfiles/files/lettura6.pdf> (accessed 12 January 2019).
- [16] Lee, Y.M., Barker, G.C. (2016). Comparison of food allergy policies and training between alabama (AL) and national restaurant industry. *Journal of Culinary Science and Technology*, 15(1), 1-16.
- [17] Wanich, N., Weiss, C., Furlong, T.J., Sicherer, S.H. (2008). Food allergic consumer (FAC) experience in restaurant and food establishments. *Journal of Allergy Clinical Immunology*, 121(2), 182.
- [18] Furlong, T.J., McMorris, M.S., Greenhawt, M.J. (2008). Self-reported allergic reactions to peanuts and tree nuts occurring in restaurants and food service establishments. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 121(2), 248.
- [19] Leftwich, J., Barnett, J., Muncer, K., Shepherd, R., Raats, M.M., Gowland, M.H.M., Lucas, J.S. (2011). The challenges for nutallergic consumers of eating out. *Clinical and Experimental Allergy*, 41, 1-7.
- [20] Kwon, J., Lee, Y.M. (2012). Exploration of past experiences, attitudes and preventive behaviors of consumers with food allergies about dining out: A focus group study. *Food Protection Trends*, 32(12), 736-746.
- [21] Wen, H., Kwon, J. (2016). Food Allergy Risk Communication in Restaurants. *Food Protection Trends*, 36(5), 372-383.
- [22] Dupuis, R., Meisel, Z., Grande, D., Strupp, E., Kounaves, S., Graves, A., Frasso, R., Cannuscio, C.C. (2016). Food allergy management among restaurant workers in a large US city. *Food Control*, 63, 147-157.
- [23] Lee, Y.M., Sozen, E. (2018). Food allergy knowledge and training among restaurant employees. *International Journal of Hospitality Management*, 57, 52-59.
- [24] Ahuja, R., Sicherer S. (2007). Food-allergy management from the perspective of restaurant and food establishment personnel. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 98, 344-348.
- [25] Common, L., Corrigan, C., Smith, H. Bailey, S., Harris, S. and Holloway. J.A. (2013). How safe is



- your curry? Food allergy awareness of restaurant staff. *Journal of Allergy Therapy*, 4, 1-4.
- [26] Bailey, S., Albardiaz, R., Frew, A.J., Smith, H. (2011). Restaurant staff's knowledge of anaphylaxis and dietary care of people with allergies. *Clinical and Experimental Allergy*, 41(5), 713-717.
- [27] Sogut, A., Kavut, A., Kartal, I., Beyhun, E.N., Cayir, A., Mutlu, M., Ozkan, B. (2015). Food allergy knowledge and attitude of restaurant personnel in Turkey. *International Forum of Allergy and Rhinology*, 5, 157-161.
- [28] Mandabach, K.H., Ellsworth, A., Vanleeuwen, D.M., Blanch, G., Waters, H.L. (2005). Restaurant managers' knowledge of food allergies. *Journal of Culinary Science and Technology*, 4(2-3), 63-77.
- [29] Yazicioğlu, Y., Erdoğan, S. (2004). SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Detay Publishing, Ankara.
- [30] Ajala, A.R., Cruz, A.G., Faria, J.A.F., Walter, E.H.M., Granato, D., Sant' Ana, A.S. (2010). Food allergens: Knowledge and practices of food handlers in restaurants. *Food Control*, 21(10), 1318-1321.
- [31] Lessa, K., Lozano, M., Esteve, M.J., Frigola, A. (2016). Food allergy knowledge, attitudes and practices: a pilot study of the general public and food handlers. *European Journal of Nutrition and Food Safety*, 6(2), 58-64.
- [32] Zencir, E., Akoğlu Kozak, A. (2014). Birinci sınıf restoranların kurumsallaşma durumu üzerine bir araştırma: Türkiye örneği. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, 11(1), 6-20.
- [33] Iliades, C. (2017). Lactose intolerance or milk allergy: What's the difference? Available at: <https://www.everydayhealth.com/digestive-health/milk-allergy-vs-lactose-intolerance.aspx> (accessed 22 January 2019).
- [34] Radke, T.J., Brown, L.G., Hoover, E.R., Faw, B.V., Reimann, D., Wong, M.R., Ripley, D. (2016). Food allergy knowledge and attitudes of restaurant managers and staff: An EHS-Net study. *Journal of Food Protection*, 79(9), 1588-1598.
- [35] Leitch, I.S., Walker, M.J., Davey, R. (2005). Food allergy: Gambling your life on a take away meal. *International Journal of Environmental Health Research*, 15, 79-87.
- [36] Knoblauch, K.N. (2009). Prevalence of exposure to hidden/undeclared wheat. *Journal of Foodservice Business Research*, 12, 120-133.
- [37] Clayton, D.A., Griffith, C.J., Price, P., Peters, A.C. (2002). Food handlers' beliefs and self-reported practices. *International Journal of Environmental Health Research*, 12(1), 25-39.
- [38] Seaman, P. (2010). Food hygiene training: Introducing the food hygiene training model. *Food Control*, 21(4), 381-387.
- [39] Martins, R.B., Hogg, T., Otero, J.G. (2012). Food handlers' knowledge on food hygiene: The case of a catering company in Portugal. *Food Control*, 23(1), 184-190.
- [40] FDA (Food and Drug Administration). (2009). Food code. Available at: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/RetailFoodProtection/FoodCode/FoodCode2009> (accessed 12 January 2019).

## Relationship between Spaghetti Prices and Quality Parameters in Pasta Market

Seher Serin<sup>1</sup>  ✉, Koray Yarım<sup>2</sup> , Sedat Sayar<sup>2</sup> <sup>1</sup>Young Entrepreneur Centre, University of Mersin, Çiftlikköy, 33343 Mersin, Turkey<sup>2</sup>Department of Food Engineering, University of Mersin, Çiftlikköy, 33343 Mersin, Turkey

Received (Geliş Tarihi): 22.10.2019, Accepted (Kabul Tarihi): 09.05.2020

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): seherserin@mersin.edu.tr (S. Serin)

 +90 324 361 00 01  +90 324 361 00 32

### ABSTRACT

Spaghetti is one of the most consumed food (pasta) products in the world. It is cheap, nutritious, delicious, and easy to prepare. Its quality is based on its raw material and is measured by its color, appearance, and primarily its cooking characteristics. The purpose of this study is to determine whether a correlation exists between spaghetti quality and price. In this context, physicochemical and cooking quality of 16 different spaghetti samples obtained from nationwide chain markets in Mersin (Turkey) were evaluated and compared with their prices. Results showed that spaghetti samples had similar values in terms of optimum cooking time, cooking loss, and water absorption capacity. The quality characteristics of spaghetti samples were found to be acceptable according to the information in the literature. At the same time, insignificant correlation existed between the quality parameters and price of spaghetti samples, with an exception for the parameters of color and elasticity. A positive correlation of 0.74 was found between the price and color characteristics (CIELAB) of samples. Samples that provide the highest elasticity values also had the highest price. Similarly, the lowest elasticity value was obtained for one of the samples with the lowest price.

**Keywords:** Spaghetti, Quality parameters, Consumer perception

### Marketteki Spagetti Makarna Fiyatları ile Kalite Parametreleri Arasındaki İlişki

#### ÖZ

Spagetti makarna dünyanın en çok tüketilen gıda ürünlerinden biridir. Ekonomik, besleyici, lezzetli ve hazırlanması kolaydır. Kalite özellikleri hammadde ile yakından ilişkilidir ve kaliteyi belirleyen temel parametreler, rengi, görünümü ve pişirme özellikleridir. Bu çalışmanın amacı, spagetti makarna kalitesi ve fiyatı arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemektir. Bu kapsamda, Mersin ilinde bulunan marketlerden seçilmiş 16 farklı ulusal markaya ait spagetti makarnanın, fizikokimyasal ve pişirme kalitesi özellikleri değerlendirilerek fiyatları ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, spagetti makarna örneklerinin optimum pişirme süresi, pişirme kaybı ve su absorplama kapasitesi açısından benzer değerlere sahip olduğunu göstermiştir. Spagetti makarna örneklerinin kalite özellikleri literatürdeki bilgilere göre kabul edilebilir bulunmuştur. Aynı zamanda, spagetti makarna örneklerinin kalite parametreleri ile fiyatı karşılaştırıldığında sadece renk ve elastik özelliklerinin, ürünlerin fiyatı ile pozitif bir korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Örneklerin fiyatı ve renk özellikleri (L\*, a\*, b\*) arasında 0.74 değerinde bir korelasyon bulunmuştur. Tekstürel olarak en yüksek elastikiyet değerlerini sağlayan örneklerin, aynı zamanda en yüksek fiyata da sahip olan örnekler olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, en düşük elastikiyet değeri ise en düşük fiyata sahip olan örneklerden biri olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Spagetti, Kalite parametreleri, Tüketici algısı

## INTRODUCTION

Social life in societies has experienced certain changes due to fast technological and economic developments. These changes have increased the tendency toward foods that have a long shelf life, are economical, and easy to prepare. The increase in pasta consumption in recent years around the world is one of the salient behavioral tendencies [1]. According to the report by the International Pasta Organization, 14.3 million tons of pasta is consumed in the world. Turkey is the fourth-highest pasta producer in the world, producing 1,202,440 tons per year, and ranks as the sixth-highest consumer, with 506,107 tons per year [2]. Pasta's nutritional value, low prices, various preparation methods, and easy and fast preparation contribute to this increase. In particular, the preparation of pasta with various ingredients is accepted in societies with different food cultures because each society can prepare pasta according to its own taste. A study has shown that spaghetti is the most consumed pasta type, accounting for 25% of Turkey's pasta consumption. On the other hand, the recent increase in pasta consumption in the salad category is interesting [3].

Spaghetti is a complex carbohydrate source with no cholesterol and low fat and sodium levels [4]. Good-quality pasta production cannot be achieved only with high-quality semolina. Providing optimum process conditions is also necessary. The effects of the characteristics of semolina and the process conditions on the pasta quality are known [5]. Pasta dough made from durum wheat has ideal rheological characteristics for the pasta production process. Durum wheat pasta is resistant to degradation during cooking, and the hard structure of durum wheat also protects the pasta from breakage. However, differences between durum wheat may be seen due to the protein ingredient and gluten resistance. Gluten being higher than gliadin ratio, compared to durum wheat that has the lower gluten ratio levels of proteins, have a better cooking quality [6]. There are different studies in the literature about the evaluation of spaghetti quality, cooking time, cooking loss CL, water absorption capacity (WAC), and color parameters [7,8]. On the other hand, when consumer perception of product quality is examined, consumers mostly think that the product price is the first indicator of product quality. There is a strong and directly proportional relationship between quality and value [9]. Consumers believe that the more expensive a product, the better its quality. Based on this perception, they agree to pay more to buy higher quality products, and price is an important metric for determining quality products [10]. The relationship between price and quality depends on the suitability of the food product category. Therefore, higher-priced products should have higher costs, resulting from better design, superior workmanship, better content, longer durability, or other aspects of product quality [9]. Numerous studies have shown that the relationship between the price and quality of nondurable products is inconsistent [11]. Additionally, the relationship between these two variables significantly varies from country to country [12].

Jood et al. [13], examined thirty-two food product categories in terms of the quality and price relationship. According to their findings, none of the food product showed a strong positive correlation between price and quality, and only two showed a moderate positive correlation. They concluded that the higher the price, the higher the quality is not supported regarding food product categories [13].

Therefore, the purpose of this study is to examine the quality of spaghetti in different price ranges and to determine if any relationship exists between price and quality parameters.

## MATERIALS AND METHODS

### Materials

In this research, 16 different spaghetti samples of different brands were obtained from nationwide chain supermarkets in Mersin, Turkey. They were bought with no special discount. The details about the samples used in the study are presented in Table 1.

All experiments were conducted as three parallels and three repetitions, except the cooking time experiments, which were conducted as two parallels and three repetitions.

Table 1. Price of spaghetti samples

Sample code <sup>1</sup>	Price, TL <sup>2</sup>
SPG-1	0.8
SPG-2	0.8
SPG-3	0.9
SPG-4	0.9
SPG-5	0.9
SPG-6	1.0
SPG-7	1.0
SPG-8	1.0
SPG-9	1.0
SPG-10	1.4
SPG-11	1.5
SPG-12	1.6
SPG-13	1.6
SPG-14	1.8
SPG-15	2.0
SPG-16	2.0

<sup>1</sup>SPG: spaghetti sample code, <sup>2</sup>Price for 500 g package

### Methods

#### Diameter of Spaghetti Samples

The diameters of dry and cooked spaghetti samples were measured with an electronic micrometer (Mitutoyo Digital Vernier Caliper, Tokyo, Japan). Four strands were randomly selected from each spaghetti package and measurements were made from three different

locations of each strand. The average of these 12 measurements was taken for each data.

### Color Analysis of Raw Spaghetti

A machine vision system [14] was used for the color analysis of the raw spaghetti samples. This device is a specially designed color measuring cabinet with a digital camera with predefined light/darkness (lumen value) conditions. The results are obtained by averaging the  $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$  values of each pixel of the sample photo taken with the digital camera in the cabin. Then, the average  $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$  values of the sample are calculated with a specially designed software on the computer connected to the device. In addition to these values, a color score obtained from these values was calculated. This equation was used in several studies [21, 24] in the literature, and the score obtained was defined as a numerical expression of the color quality of the pasta. The equation is described below.

$$\text{Color score} = (L^* + (b^* \times 2) / 20) [21]$$

Hareland et al. [24] stated that, the color of spaghetti or semolina is generally considered to be the most important single factor where deep amber or gold is most preferred. The degree of yellow pigmentation determines the amount of color [24]. In this study, the color scoring equation is used together with the evaluation of the  $L^*$ , and  $b^*$  values.

### Optimum Cooking Time

The cooking times for spaghetti samples were determined according to the AACC 66-50 method [15]. In this method, the time required for the disappearance of the white core in the center of the spaghetti strips when they are squeezed between two glass plates was taken as the optimum cooking time (OCT).

### Water Absorption Capacity and the Cooking Loss

The WAC was determined from the weight difference between the weights of the uncooked and the cooked 25 g spaghetti according to Eq. (1). The amount of dry matter passing into water (cooking loss, CL) was determined by drying the boiling water of samples until the samples reached a constant weight in a 100 C incubator and calculating according to Eq. (2) [15].

$$\text{WAC (\%)} = \{[(\text{weight of cooked pasta}) - (\text{weight of raw pasta})] / (\text{weight of raw pasta})\} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{CL (\%)} = [\text{weight of drained residue in cooking water} / \text{weight of uncooked spaghetti}] \times 100 \quad (2).$$

### Sensory Analysis of Raw Spaghetti

Sensory analyses of the raw spaghetti samples were conducted with semi-trained panelists (n=15, 9 males, 6 females, aged 20-51). The panelists were asked to evaluate the raw spaghetti samples based on their color, breaking strength, and overall acceptability. To examine

each feature, a nine-point hedonic scale was used, with categories of “extremely unpleasant” (1), “neither good nor bad” (5), and “extremely pleasant” (9) [16].

### Texture Analysis

Texture analyses of the spaghetti samples cooked according to the OCT were conducted using a TA-XT2 Texture Analyzer (Stable Micro System, Surrey, UK) equipped with a 5 kg load cell. The firmness (the maximum cutting force, N, required to cut the cooked spaghetti) test was conducted as three parallels with repeated cooking. For each parallel, five spaghetti pieces were placed adjacent to each other on an aluminum platform. The samples were placed under the test probe in a position to allow cutting from the center point. Then the samples were compressed with a stainless steel blade (TA-43 Warner-Bratzler Blade) moving at a speed of 1 mm/s, according to the method of Joyner et al. [17]. The average of the values from the three repetitions was taken as the firmness value.

Tension test was conducted with an A/SPR spaghetti/noodle rig probe (settings: pre-test speed: 3 mm/s; test speed: 3 mm/s; post test speed: 5 mm/s; initial distance: 10 mm and final distance: 100 mm) to determine the tension resistance of the cooked spaghetti samples, according to the method of Foschia et al. [18]. The results, stated as the maximum breaking strength, were evaluated by averaging the nine measurements from three different cooking replications.

### Statistical Analysis

Each analysis for each sample was performed at least in triplicate. The results were statistically analyzed with one-way analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's test, using SPSS, Version 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). Statistical analyses were performed at a significance level of  $\alpha=0.05$ .

## RESULTS AND DISCUSSION

### Diameters Changes in Spaghetti Samples during Cooking

The increase in the diameter of the samples after cooking was statistically similar. The average diameter value of all raw samples was found to be  $1.6 \pm 0.1$ . The diameter values of all samples were close to each other, the highest 1.8 and the lowest 1.4. The average diameter value of all cooked samples was found to be  $2.3 \pm 0.1$ . The diameter values of all samples were close to each other, the highest 2.6 and the lowest 2.1. Spaghetti 2 had the highest diameter for both the raw and cooked samples. At the same time, this sample had the lowest CL value. However, no correlation existed between the CL value of the samples and the diameter changes during cooking. In addition, a correlation between the diameter change and WAC is expected; however, no such correlation was found in the results. This may be because the properties of the samples affecting these parameters were very similar. Manthey et al. [19] added different buckwheat bran flours to the

spaghetti at different levels and found the samples to have an average diameter of 1.63 mm. Hernandez et al. [20] added different amounts of resistant starch to the spaghetti and found the average diameter of the samples to be between 1.61 and 1.55 mm. According to this data, the raw diameter value is not affected much even if the components change.

### Color Analyses

The color of raw spaghetti is an important quality factor in terms of consumer preferences. The first two of the parameters  $L^*$  (lightness),  $a^*$  (redness), and  $b^*$  (yellowness) are considered to be more important in terms of color properties. The color values of the spaghetti samples were categorized as high brightness ( $L^*$ ) and low chromatic index according to previous

studies in the literature [21, 22, 23]. Martinez et al. [21], used color scoring equation ( $L^* + (b^* \times 2) / 20$ ) suggested by Hareland et al. [24] to evaluate the color of the spaghetti samples in their studies.

As a result of the color analysis, SPG-13 sample had the highest brightness value. According to the sensory test results, the samples with the highest score statistically are SPG-12, SPG-13, SPG-14 and SPG-15. Accordingly, the results of the sensory analysis and color analysis are consistent with respect to brightness. These four samples are present in the high-price group, and thus, price and quality can be linked as two parameters that change proportionally. In general, although a statistically significant difference exists between the  $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$  values of the samples cannot be correlated with their prices (Table 2).

Table 2. Color of spaghetti samples<sup>1</sup>

Sample	$L^*$	$a^*$	$b^*$	Color score
SPG-1	62.79 <sup>b,c</sup>	24.85 <sup>f,g</sup>	52.12 <sup>d,e</sup>	8.4
SPG-2	60.15 <sup>d</sup>	26.72 <sup>d,e</sup>	50.99 <sup>e,f,g</sup>	8.1
SPG-3	58.16 <sup>e,f,g</sup>	25.98 <sup>e,f</sup>	49.70 <sup>g,h,i,j</sup>	7.9
SPG-4	59.34 <sup>d,e</sup>	25.82 <sup>e,f,g</sup>	50.73 <sup>e,f,g,h</sup>	8.0
SPG-5	57.59 <sup>f,g</sup>	25.87 <sup>e,f,g</sup>	48.25 <sup>j</sup>	7.7
SPG-6	61.59 <sup>c</sup>	27.52 <sup>c,d</sup>	51.43 <sup>d,e,f</sup>	8.2
SPG-7	58.47 <sup>e,f</sup>	29.40 <sup>b</sup>	51.37 <sup>d,e,f</sup>	8.1
SPG-8	57.55 <sup>f,g</sup>	20.34 <sup>h</sup>	44.82 <sup>k</sup>	7.4
SPG-9	58.00 <sup>e,f,g</sup>	28.95 <sup>b,c</sup>	48.99 <sup>i,j</sup>	7.8
SPG-10	62.69 <sup>b,c</sup>	25.38 <sup>e,f,g</sup>	53.73 <sup>c</sup>	8.5
SPG-11	56.75 <sup>g</sup>	20.90 <sup>h</sup>	41.30 <sup>l</sup>	7.0
SPG-12	62.25 <sup>c</sup>	24.42 <sup>g</sup>	49.37 <sup>h,i,j</sup>	8.0
SPG-13	66.80 <sup>a</sup>	31.55 <sup>a</sup>	60.64 <sup>a</sup>	9.4
SPG-14	63.94 <sup>b</sup>	28.55 <sup>b,c</sup>	58.30 <sup>b</sup>	9.0
SPG-15	61.83 <sup>c</sup>	21.02 <sup>h</sup>	50.36 <sup>f,g,h,i</sup>	8.1
SPG-16	58.87 <sup>d,e,f</sup>	28.88 <sup>b,c</sup>	52.61 <sup>c,d</sup>	8.2

<sup>1</sup>Values within a column followed by a common letter are not significantly different ( $p > 0.05$ ).

### Optimum Cooking Time

No correlation existed between the OCT and other cooking properties. Generally, the cooking and textural characteristics of the final product depend on the gelatinization of the hydrated starch and the interactions of the starch with the protein matrix during cooking. Long OCT and high WAC means that more water is diffused into the starch and protein matrix and they interact with each other [22].

### Water Absorption Capacity and Cooking Loss

The CL is an indicator of the overall cooking performance, and it is considered as a sign of resistance to fragmentation during cooking. Low amount of residue shows high quality [25]. Larrosa et al. [25] reported that the CL should be  $< 12\text{g} / 100\text{g}$ . According to Martinez et al. [21], in the spaghetti made from semolina, the CL should not exceed 7% – 8%. The CL of the spaghetti samples in the current study varied from 4.59% to 6.50% (Table 3). According to both findings, it can be concluded that all analyzed samples had acceptable values of CL. The CL is inversely proportional to the

elastic properties of spaghetti. In other words, the excess of solid matter in the cooking water means that the spaghetti loses its elastic properties [25].

Simply, the weight gain of cooked spaghetti is due to the water absorbed during cooking [25]. The WAC is expected to be in the range of 254%–267% [21]. Additionally, differences in WAC may be related to particle size. As the particle size gets smaller, the surface area will increase, and the WAC will increase at the same rate. Differences in the WAC may also be related to the chemical and protein compositions. The increase in the WAC has always been associated with increased solubility in amylose and loss of the crystal structure of starch. Flours with high WAC have more hydrophilic components. The flour with low WAC may have a less amount of polar amino acids [23].

In this study, spaghetti samples had similar values in terms of CT, CL, and WAC, and no correlation existed between them (Table 4). When these values are compared with the price of the samples, it is seen that no correlation exists between price and these parameters (Table 4).



Table 3. Optimum cooking time (OCT, min), cooking loss (CL, %), water absorption capacity (WAC, %), dry diameter (DD, mm) and cooked diameter (CD, mm) values of spaghetti samples<sup>1</sup>

Sample code	DD (mm)	CD (mm)	WAC* (%)	OCT (min)	CL (%)
SPG-1	1.580 <sup>c,d,e</sup>	2.177 <sup>d,e,f</sup>	142.8 <sup>c,d</sup>	9.3 <sup>c</sup>	6.4 <sup>a,b</sup>
SPG-2	1.803 <sup>a</sup>	2.603 <sup>a</sup>	136.5 <sup>d</sup>	9.5 <sup>b,c</sup>	4.6 <sup>d</sup>
SPG-3	1.600 <sup>c,d</sup>	2.247 <sup>c,d,e</sup>	177.4 <sup>a,b</sup>	10.2 <sup>b</sup>	5.4 <sup>b,c,d</sup>
SPG-4	1.600 <sup>c,d</sup>	2.317 <sup>b,c,d</sup>	159.8 <sup>b,c</sup>	11.2 <sup>a</sup>	5.7 <sup>a,b,c</sup>
SPG-5	1.473 <sup>g</sup>	2.260 <sup>c,d,e</sup>	175.2 <sup>a,b</sup>	9.5 <sup>b,c</sup>	5.2 <sup>c,d</sup>
SPG-6	1.597 <sup>c,d</sup>	2.327 <sup>b,c,d</sup>	169.2 <sup>a,b</sup>	9.5 <sup>b,c</sup>	5.0 <sup>c,d</sup>
SPG-7	1.527 <sup>f</sup>	2.197 <sup>d,e,f</sup>	182.4 <sup>a</sup>	10.5 <sup>a,b</sup>	5.5 <sup>a,b,c,d</sup>
SPG-8	1.540 <sup>e,f</sup>	2.407 <sup>b,c</sup>	185.7 <sup>a</sup>	10.6 <sup>a,b</sup>	5.0 <sup>c,d</sup>
SPG-9	1.403 <sup>h</sup>	2.200 <sup>d,e,f</sup>	176.0 <sup>a,b</sup>	8.5 <sup>d</sup>	6.5 <sup>a</sup>
SPG-10	1.583 <sup>c,d,e</sup>	2.263 <sup>c,d,e</sup>	158.5 <sup>b,c</sup>	9.1 <sup>c</sup>	5.4 <sup>b,c,d</sup>
SPG-11	1.680 <sup>b</sup>	2.447 <sup>b</sup>	146.0 <sup>c,d</sup>	10.5 <sup>a,b</sup>	5.9 <sup>a,b,c</sup>
SPG-12	1.623 <sup>c</sup>	2.217 <sup>d,e,f</sup>	159.6 <sup>b,c</sup>	11.0 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a,b,c</sup>
SPG-13	1.603 <sup>c,d</sup>	2.343 <sup>b,c,d</sup>	160.0 <sup>b,c</sup>	9.5 <sup>b,c</sup>	5.1 <sup>c,d</sup>
SPG-14	1.623 <sup>c</sup>	2.393 <sup>b,c</sup>	138.1 <sup>d</sup>	9.3 <sup>c</sup>	5.6 <sup>a,b,c,d</sup>
SPG-15	1.466 <sup>g</sup>	2.137 <sup>e,f</sup>	175.6 <sup>a,b</sup>	9.4 <sup>c</sup>	5.1 <sup>c,d</sup>
SPG-16	1.557 <sup>d,e,f</sup>	2.067 <sup>f</sup>	159.8 <sup>b,c</sup>	9.2 <sup>c</sup>	4.6 <sup>d</sup>

\*Weight basis. <sup>1</sup> Values within a column followed by a common letter are not significantly different (p>0.05).

Table 4. Pearson correlation coefficients (r values) between cooking quality of samples

	Instrumental & chemical analyses								Sensory analyses		
	OCT, min	WAC, %	DD	CL, %	Color	MBS, N	BD, mm	Firmness, N	Color	BS	OA
WAC, %	0.12										
RD	0.30	0.09									
CL, %	-0.03	-0.13	0.03								
Color Score	-0.24	-0.31	-0.22	-0.17							
MBS, N	-0.03	-0.14	0.15	-0.16	0.18						
BD, mm	0.29	0.15	-0.01	-0.24	-0.12	0.04					
Firmness, N	0.07	-0.72**	0.13	-0.40	0.39	0.48	-0.01				
Color	0.01	-0.38	-0.46	-0.19	0.64**	0.11	0.15	0.36			
BS	0.04	-0.36	-0.41	-0.23	0.70*	0.21	0.16	0.25	0.82**		
OA	-0.02	-0.26	-0.49	-0.30	0.72**	0.09	0.17	0.27	0.96**	0.88**	
Price, TL	-0.13	-0.16	-0.41	-0.33	0.30	0.36	-0.04	0.26	0.74**	0.54*	0.71**

\* and \*\* mean that the correlations are significant at p<0.05, p<0.01 levels, respectively. WAC, Water absorbance capacity; DD, dry diameter; CL, cooking loss; MBS, maximum breaking strength; BD, breaking distance; BS, breaking strength; OA, overall acceptability.

## Sensory Analyses

Sensory analysis was performed to compare the customer perception of the spaghetti samples on the market shelf. The obtained data are presented in Table 5. The table shows that the score of sensory parameters, color, and overall acceptability from the panelists increased linearly according to the price, except for SPG-16. When the breaking strength scores of the samples were compared, no statistically significant difference existed between the values.

On the other hand, the color and overall acceptability scores of the samples followed almost the same trend. According to this result, it can be said that the color of samples directly affects the overall consumer acceptability. According to the data in Table 4, sensory analysis parameters showed a high correlation with each other. In addition, overall acceptability, breaking strength, and color, which are sensory analysis parameters, have the highest correlation with price among all the parameters in Table 4.

## Texture Analyses

Textural parameters are important characteristics for the baking quality of spaghetti. In addition, the textural characteristics of spaghetti are relatively more important for the consumer. The textural properties of spaghetti are generally influenced by the matrix network of starch, gluten, and other components [23, 26]. However, the protein content and quality are considered to be more important than all wheat grain components that affect cooking and texture qualities. As the gluten content increases in the wheat flour, the cooked spaghetti becomes harder and less sticky [27]. Textural properties are difficult to compare with the literature because they are closely related to the starch source, the components used, the processing conditions used in pasta production, and the structural characteristics of the pasta [22].

Elasticity and breaking strength were investigated as the breaking distance and maximum stress to the spaghetti breaking point [26]. Elasticity is defined as the distance

from the start of the pull to sample rupture and the breaking strength is the maximum peak force. The elastic properties of spaghetti are thought to be inversely proportional to the amount of the excess of solid matter in the cooking water, as mentioned by Larrosa et al. [25]. In this context, the excess amount of the solid matter passing the water increases the undesired stickiness of spaghetti. And this may reduce the spaghetti elasticity. When the results of the maximum breaking strength in Table 6 are considered, statistical differences exist between the samples, but these values compared to the price of the samples; low-priced and high-priced samples have statistically similar maximum breaking strength values. Numerically, it is

seen that the low-priced samples have the lowest maximum breaking strength. At the same time, it appears that the samples with a price of 1.6 and above have the highest maximum breaking strength (0.363 and above).

The cutting force is directly related to the firmness of cooked spaghetti [25]. The spaghetti firmness is defined as the maximum (peak) force required to completely cut the spaghetti strand [17].

The samples have statistically different firmness values, and no correlation exists between the firmness value and the samples price, according to Table 6.

Table 5. Sensorial characteristics of raw spaghetti samples<sup>1</sup>

Sample code	Color <sup>2</sup>	Breaking strength <sup>2</sup>	Overall acceptability <sup>2</sup>
SPG-1	4.44 <sup>d,e</sup>	6.00 <sup>a,b</sup>	5.08 <sup>d,e,f</sup>
SPG-2	4.78 <sup>c,d</sup>	5.64 <sup>a,b</sup>	4.90 <sup>f,g</sup>
SPG-3	4.82 <sup>c,d</sup>	5.21 <sup>a,b</sup>	5.40 <sup>d,e,f</sup>
SPG-4	5.30 <sup>c,d</sup>	5.57 <sup>a,b</sup>	5.43 <sup>d,e,f</sup>
SPG-5	4.58 <sup>d,e</sup>	5.14 <sup>a,b</sup>	4.85 <sup>e,f,g</sup>
SPG-6	4.27 <sup>d,e</sup>	5.93 <sup>a,b</sup>	5.00 <sup>e,f</sup>
SPG-7	4.23 <sup>d,e</sup>	5.36 <sup>a,b</sup>	4.84 <sup>e,f,g</sup>
SPG-8	2.50 <sup>f</sup>	5.00 <sup>a,b</sup>	3.61 <sup>g</sup>
SPG-9	3.50 <sup>e,f</sup>	4.57 <sup>b</sup>	3.71 <sup>f,g</sup>
SPG-10	6.67 <sup>a,b</sup>	5.93 <sup>a,b</sup>	6.29 <sup>a,b,c</sup>
SPG-11	4.56 <sup>d,e</sup>	5.14 <sup>a,b</sup>	4.18 <sup>e,f,g</sup>
SPG-12	7.58 <sup>a</sup>	6.29 <sup>a</sup>	6.64 <sup>a,b</sup>
SPG-13	7.36 <sup>a</sup>	6.57 <sup>a</sup>	7.29 <sup>a,b</sup>
SPG-14	7.47 <sup>a</sup>	6.07 <sup>a,b</sup>	7.00 <sup>a,b</sup>
SPG-15	7.27 <sup>a</sup>	6.57 <sup>a</sup>	7.43 <sup>a</sup>
SPG-16	5.92 <sup>b,c</sup>	5.64 <sup>a,b</sup>	6.17 <sup>b,c,d</sup>

<sup>1</sup> Values within a column followed by a common letter are not significantly different ( $p>0.05$ ). <sup>2</sup> 9 point hedonic scale with the degree of liking: 1=extremely dislike to 9=extremely like

Table 6. Mechanical behaviors of cooked spaghetti samples<sup>1</sup>

Sample code	Elastic properties		Firmness
	Maximal breaking strength, N	Distance, mm	Max. cutting force, N
SPG-1	0.330 <sup>d,e</sup>	20.94 <sup>f,g</sup>	3.90 <sup>f,g,h</sup>
SPG-2	0.348 <sup>c,d,e</sup>	38.44 <sup>c,d,e</sup>	6.57 <sup>a</sup>
SPG-3	0.297 <sup>e</sup>	34.36 <sup>c,d,e,f</sup>	3.76 <sup>g,h,i</sup>
SPG-4	0.336 <sup>d,e</sup>	54.09 <sup>a,b</sup>	5.00 <sup>c,d</sup>
SPG-5	0.327 <sup>d,e</sup>	65.87 <sup>a</sup>	3.88 <sup>g,h</sup>
SPG-6	0.440 <sup>a</sup>	48.87 <sup>b,c</sup>	4.21 <sup>f,g</sup>
SPG-7	0.308 <sup>e</sup>	22.02 <sup>f,g</sup>	3.66 <sup>h,i</sup>
SPG-8	0.433 <sup>a,b</sup>	33.19 <sup>c,d,e,f</sup>	4.42 <sup>e,f</sup>
SPG-9	0.357 <sup>b,c,d,e</sup>	13.35 <sup>g</sup>	3.91 <sup>f,g,h</sup>
SPG-10	0.351 <sup>c,d,e</sup>	37.76 <sup>c,d,e</sup>	4.26 <sup>f,g</sup>
SPG-11	0.363 <sup>a,b,c,d,e</sup>	25.34 <sup>e,f,g</sup>	4.87 <sup>d,e</sup>
SPG-12	0.403 <sup>a,b,c,d</sup>	47.76 <sup>b,c</sup>	5.02 <sup>c,d</sup>
SPG-13	0.394 <sup>a,b,c,d</sup>	31.68 <sup>d,e,f</sup>	5.72 <sup>b</sup>
SPG-14	0.424 <sup>a,b,c</sup>	22.20 <sup>f,g</sup>	6.55 <sup>a</sup>
SPG-15	0.331 <sup>d,e</sup>	38.71 <sup>c,d,e</sup>	3.32 <sup>i</sup>
SPG-16	0.400 <sup>a,b,c,d</sup>	43.38 <sup>b,c,d</sup>	5.44 <sup>b,c</sup>

<sup>1</sup> Values within a column followed by a common letter are not significantly different ( $p>0.05$ ).

## CONCLUSION

The quality parameters of 16 different spaghetti samples with different prices were evaluated. The quality

characteristics of all the samples were in the range of the findings in the literature. However no significant correlation was found between the price and the cooking and physicochemical characteristics of the samples. But

significant correlations were found only between price and sensory parameters. Correlation coefficients of color and OA (overall acceptability) characteristics are between price and 0.74 and 0.71, respectively. At the same time, positive correlation was found between the price and color properties of the samples ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) with 0.74. Thus, both sensory color assessment results and color analysis test results confirm a strong relationship between their color and price. Besides, although there is no linear relationship between the elastic properties of the samples and their prices, the samples that provide the highest elasticity values are SPG12 (0.403 N), SPG14 (0.424 N) and SPG16 (0.400 N), which are also the highest in price (1.6, 1.8 and 2.0₺). Similarly, the lowest elasticity value is SPG3 (0.297 N), which is one of the lowest prices (0.9₺).

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank to the Scientific Research Projects Units of University of Mersin, grant number 2016-1-TP3-1397 for the financial support of the present study.

## REFERENCES

- [1] Tosun, M. (2001). Pasta sector research report, Research director. [http://www.kalkinma.com.tr/data/file/raporlar/ESA/SA/2001-SA/SA-01-03-09\\_Makarna\\_Sektoru.pdf](http://www.kalkinma.com.tr/data/file/raporlar/ESA/SA/2001-SA/SA-01-03-09_Makarna_Sektoru.pdf). Accessed 15 November 2016.
- [2] International Pasta Organization. (2013). The world pasta industry status report. <http://www.internationalpasta.org/resources/World%20Pasta%20Industry%20Survey/IPOstatreport2013.pdf>. Accessed 20 November 2016.
- [3] Turkish Republic Ministry of economy sector report, 2017. <https://ticaret.gov.tr/data/5b8700a513b8761450e18d81/Makarna.pdf>. Accessed 10 December 2016
- [4] Gallegos-Infante, J.A., Rocha-Guzman, N.E., Gonzalez-Laredo, R.F., Ochoa-Martínez, L.A., Corzo, N., Bello-Perez, L.A., Peralta-Alvarez, L.E. (2010). Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 119(4), 1544-1549.
- [5] Debbouz, A., Doetkott, C. (1996). Effect of process variables on spaghetti quality. *Cereal Chemistry*, 73(6), 672-676.
- [6] Dexter, J., Matsuo, R.R., Morgan, B.C. (1981). High temperature drying: Effect on spaghetti properties. *Journal of Food Science*, 46(6), 1741-1746.
- [7] Bahnassey, Y., Khan, K. (1986). Fortification of spaghetti with edible legumes. II. Rheological, baking, and quality evaluation studies. *Cereal Chemistry*, 63(3), 216-219.
- [8] Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P.M., Protopapa, A., Del Nobile, M.A. (2008). Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. *Journal of Cereal Science*, 47(2), 144-152.
- [9] Riesz, P.C. (1979). Price-quality correlations for packaged food products. *Journal of Consumer Affairs*, 13(2), 236-247.
- [10] Dülgeroğlu, İ. (2017). Son tüketicilerin değer bilinci ve fiyat-kalite ilişkilerinin internet üzerinden satın alma davranışı üzerindeki etkisi: kirklareli ilinde bir araştırma. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 53-63.
- [11] Faulds, D.J., Lonial, S.C. (2001). Price-quality relationships of nondurable consumer products: a European and United States perspective. *Journal of Economic and Social Research*, 3(1), 59-76.
- [12] Curry, D.J., Faulds, D.J. (1986). Indexing product quality: Issues, theory, and results. *Journal of Consumer Research*, 13(1), 134-145.
- [13] Jood, S., Bishnoi, S., Sehgal, S. (2000). Nutritional status of rural pre-school children of Haryana state. *The Indian Journal of Pediatrics*, 67(3), 189-196.
- [14] Luzuriaga, D.A., Balaban, M.O., Yeralan, S. (1997). Analysis of visual quality attributes of white shrimp by machine vision. *Journal of Food Science*, 62(1), 113-118.
- [15] American Association of Cereal Chemists (AACC). (1989). Approved Methods of the AACC. 66-50.01, ninth ed. AACC, St Paul, MN.
- [16] Ficco, D.B.M., De Simone, V., De Leonardis, A.M., Giovanniello, V., Del Nobile, M.A., Padalino, L., De Vita, P. (2016). Use of purple durum wheat to produce naturally functional fresh and dry pasta. *Food Chemistry*, 205, 187-195.
- [17] Joyner, H.S., Jones, K.E., Rasco, B.A. (2016). Microwave pasteurization of cooked pasta: effect of process parameters on texture and quality for heat-and-eat and ready-to-eat meals. *Journal of Food Science*, 81(6), 1447-1456.
- [18] Foschia, M., Peressini, D., Sensidoni, A., Brennan, M.A., Brennan, C.S. (2015). How combinations of dietary fibres can affect physicochemical characteristics of pasta. *LWT-Food Science and Technology*, 61(1), 41-46.
- [19] Manthey, F.A., Yalla, S.R., Dick, T.J., Badaruddin, M. (2004). Extrusion properties and cooking quality of spaghetti containing buckwheat bran flour. *Cereal Chemistry*, 81(2), 232-236.
- [20] Hernández-Nava, R.G., Berrios, J.D.J., Pan, J., Osorio-Díaz, P., Bello-Perez, L.A. (2009). Development and characterization of spaghetti with high resistant starch content supplemented with banana starch. *Food Science and Technology International*, 15(1), 73-78.
- [21] Martinez, C.S., Ribotta, P.D., Leon, A.E., Anon, M.C. (2007). Physical, sensory and chemical evaluation of cooked spaghetti. *Journal of Texture Studies*, 38(6), 666-683.
- [22] Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Fortunati, P., Masoero, F. (2015). Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour. *Food Chemistry*, 175, 43-49.
- [23] Gull, A., Prasad, K., Kumar, P. (2015). Effect of millet flours and carrot pomace on cooking qualities, color and texture of developed pasta. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 470-474.
- [24] Hareland, G.A., Pühr, D., Wear, J.G., Skunberg, M. (1995). Color score: United States department of agriculture. Agricultural Research Service in cooperation with the ND state agricultural experiment stations, quality evaluation of durum




wheat cultivars. <http://wheat.pw.usda.gov/ggpages/gopher/Quality/Durum/1995/95durum.txt>. Html. Accessed November 13, 2018.

- [25] Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N., Califano, A. (2016). Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. *LWT-Food Science and Technology*, 70, 96-103.
- [26] Li, J.H., Vasanthan, T. (2003). Hypochlorite oxidation of field pea starch and its suitability for

noodle making using an extrusion cooker. *Food Research International*, 36(4), 381-386.

- [27] De Marco, E.R., Steffolani, M.E., Martínez, C.S., León, A.E. (2014). Effects of spirulina biomass on the technological and nutritional quality of bread wheat pasta. *LWT-Food Science and Technology*, 58(1), 102-108.
-

## **Nar Suyu ve Yeşil Çay İlaveli Kalorisi Azaltılmış Fonksiyonel Geleneksel Karışık Meyve Marmelatı Üretimi**

Büşra Acoğlu<sup>1</sup> , Perihan Yolcu Ömeroğlu<sup>1,2</sup>  

<sup>1</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

<sup>2</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bursa

Geliş Tarihi (Received): 10.05.2020, Kabul Tarihi (Accepted): 13.06.2020

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [pyomeroglu@uludag.edu.tr](mailto:pyomeroglu@uludag.edu.tr) (P. Yolcu Ömeroğlu)

☎ 0 224 294 14 01 📠 0 224 294 14 02

### **ÖZ**

Bu çalışmada, kalorisi azaltılmış karışık meyve (%22 armut, %16 elma, %16 ayva, %12 kivi, %12 çilek, %8 havuç, %8 siyah havuç, %4 yaban mersini ve %2 portakal kabuğu) marmelatının üretilme olanağının araştırılması, yeni fonksiyonel bir ürünün geliştirilmesi ve gelecekte bu konuda yapılacak çalışmalara baz teşkil edilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen ürünlerin fonksiyonelliğini artırmak için su yerine nar suyu ve yeşil çay infüzyonu kullanılmıştır. Ürünlerin kalorisini azaltmak için, şeker miktarının azaltılması hedeflenmiş ve kullanılan meyvelerin miktarlarının tüketiciye tatlılık hissi verecek oranlarda optimize edilmesi sağlanmıştır (Düşük şekerli form). Ayrıca, şeker yerine bal ve ticari stevia şekerini kullanarak iki ayrı form daha geliştirilmiştir. Geliştirilen marmelatların bazı fizikokimyasal özellikleri, toplam antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde içerikleri ve duyu özellikleri incelenmiştir. Ticari stevia şekerini ile tatlandırılmış marmelatın diğer marmelatlar arasında en yüksek toplam fenolik madde miktarı (876.34 mg gallik asit eşdeğeri /100 g (kuru madde: KM), CUPRAC (602.45 mg trolox eşdeğeri (TE)/100 g KM), DPPH (88.65 mg TE/100 g KM) ve FRAP (435.38 mg TE/100 g KM) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Geliştirilen marmelatların duyu özelliklerinin ortaya konulması için yapılan geniş katılımlı tüketici değerlendirmesinde geliştirilen karışık marmelatlardan "düşük şekerli" formun genel beğenisinin 8.28 puan (9: çok fazla beğendim; 1: hiç beğenmedim) ile en yüksek değeri elde ettiği gözlemlenmiştir. Diğer iki form da 7'nin üstünde puan ile değerlendirildiğinden genel olarak kabul edilebilir bulunmuştur. Düşük şeker içeren form, kontrol numunesi olarak ele alınıp mineral içeriği ve depolanma sırasındaki bir takım fizikokimyasal değişimleri de ayrıca ortaya konulmuştur. Bu çalışma ile nar suyu ve yeşil çay infüzyonunun marmelat üretiminde kullanılabileceği, kalorisi azaltılmış kahvaltılık ürünlerin geliştirilmesinde farklı meyve kombinasyonlarının, balın ve ticari stevia şekerinin kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşil çay, Nar, Stevia, Bal, Marmelat, Fonksiyonel gıda

### **Production of Reduced Calorie Mixed Fruit Based Functional Marmalade with Addition of Green Tea and Pomegranate Juice**

#### **ABSTRACT**

In this study, it was aimed to produce a reduced calorie mixed fruit (22% pear, 16% apple, 16% quince, 12% kiwi, 12% strawberry, 8% carrot, 8% black carrot, 4% blueberry and 2% orange peel) based marmalade as a new functional product, which can form a basis for future studies on this subject. To increase the functionality of the products developed, pomegranate juice and green tea infusion were used instead of water. In order to reduce the calories of the products, the amount of sugar was reduced by the optimization of each fruit ratio in the formulation in a way to give to the consumer a sense of sweetness (low sugar form). In addition, two different forms were developed by using honey and commercial stevia sugar instead of table sugar in the formulation. Some physicochemical properties, total antioxidant capacity, total phenolic content and sensory properties of the marmalades were

determined. Marmalades sweetened with commercial stevia sugar had the highest total amount of phenolic substance (876.34 mg gallic acid equivalent/100 g (dry basis, DM), CUPRAC (602.45 mg Trolox® Equivalent (TE)/100 g DM), DPPH (88.65 mg TE/100 g DM), and FRAP (435.38 mg TE/100 g DM) values among other marmalades. According to extensive consumer test performed to determine the sensory acceptability of the marmalades, the overall acceptability of the "low sugar" form marmalade received 8.28 points on a scale from 9 (very liked) to 1 (not liked at all) from panelists. Since the other two forms obtained score above 7, they were evaluated as generally acceptable. The form containing low sugar, as a control sample, mineral content and some physicochemical changes during storage were also found. As a result of study, it was revealed that pomegranate juice and green tea infusion can be used in the production of marmalade, and different fruit combinations, and honey and commercial stevia sugar can be used in the development of breakfast products with reduced calorie.

**Keywords:** Green tea, Pomegranate, Stevia, Honey, Marmalade, Functional food

## GİRİŞ

Meyveler ve sebzeler, mevsimsel olması, yüksek orandaki su içeriği ile mikroorganizmaların gelişimine uygun ortam sağlaması ve kısıtlı raf ömrüne sahip olması sebebiyle işlenerek kaliteleri korunmaktadır [1]. Bu kapsamda, reçele ve marmelata işleme en iyi muhafaza yöntemlerinden biri olarak bilinmektedir [2]. Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'nde "Geleneksel Marmelat", "Meyve pulpu, püre, meyve suyu ve sulu ekstraktların veya bitkilerin kök, yaprak, çiçek gibi yenilebilen kısımlarının gerektiğinde şekerler ve su ilave edilerek sürülebilir kıvama getirilmiş karışımı" olarak tanımlanmaktadır. "Marmelat", "turunçgil meyvesinden elde edilen pulp, püre, meyve suyu, sulu ekstraktları ve kabuklarının tek başına veya karıştırılarak, su ve şekerlerle uygun jel kıvamına getirilmiş karışım" olarak tebliğe belirtilmektedir [3].

Türkiye, farklı tür ve çeşitte meyve ve sebzenin yetiştirilebildiği ender ülkelerden birisidir [4]. Bu çeşitlilik taze tüketime yönelik üretimin yanı sıra, meyve ve sebzelerin işlemeye yönelik üretiminin de geliştirilmesinde etkili olmuştur. Türkiye İstatistik Kurumu 2018 yılı verilerine göre; Türkiye'de çeşitli meyvelerden üretilmiş reçel ve meyve marmelatı, meyve veya sert kabuklu yemişlerin püre ve ezmeleri sektöründe faaliyet gösteren 128 firma bulunmakta ve bu firmalar yılda yaklaşık 161883 ton reçel, marmelat, püre ve ezme üretimi yapmaktadırlar [5, 6]. Ticari olarak üretilen reçel ve marmelat ürünleri ve literatürde yapılan çalışmalar daha çok ahududu, böğürtlen, çakal eriği, ahlát armudu, kuşburnu ve kızılıcık [5, 7, 8] gibi tek tip meyvelere dayanmaktadır. Diğer taraftan, Kaya ve ark. [9] yaptıkları çalışmada Trabzon hurma bazlı karışık meyveli marmelatını ve Uçan-Türkmen ve ark. [10] ise erik bazlı karışık meyve marmelatını araştırmışlardır. Tüketim uygulamalarındaki değişikliklerin ve piyasadaki alternatif veya yeni ürünlerin mevcudiyetinin bir sonucu olarak, reçel/marmelat endüstrisinin rekabet gücünü artırması ve yeni ürünler geliştirilmesi gerekmektedir [11]. Bu ürünler geliştirilirken armut, ayva, elma, çilek, havuç, siyah havuç, kivi, portakal kabuğu ve yaban mersini gibi insan sağlığı açısından büyük öneme sahip, antioksidan kapasitesi yüksek ve fitokimyasallar açısından zengin [12-19] hammaddelerin kullanılması kaçınılmazdır. Biyoaktif bileşenler ve minerallerce zengin [20] bir meyve olan narın (*Punica granatum L.*) kabukları ve yeşil çay [21] infüzyonu yeni fonksiyonel

ürünlerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmıştır [22, 23]. Ancak literatürde ve piyasada çeşitli meyvelerin karışımıyla üretilen, nar suyu ve yeşil çay infüzyonu ile fonksiyonelliği artırılan meyve marmelatı ve bu formda ürünler bulunmamaktadır.

Gıdaların tatlandırılması aşamasında en çok kullanılan bileşen sakkarozdur. Sakkaroz yüksek enerji verme, kıvam artırma ve kolay sindirilebilme nitelikleri yönüyle önem arz etmektedir. Fakat yüksek miktarlarda tüketildiğinde obezite, diyabet gibi rahatsızlıklara neden olmaktadır. Gıda ürünlerinin tatlandırılmasında *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisinin yapraklarından elde edilen, sakkarozdan daha tatlı olan ve genel adı "Stevia" olan steviol glikozitleri kullanılmaktadır [24]. Stevia'nın yüksek ısıya dayanıklı olması, ağızda rahatsız edici metalimsi bir tat bırakmaması, pH ve pişirme stabilitesinin yüksek olmasından dolayı tatlandırıcı olarak tercih edilmesini sağlamaktadır. Bu özellikleri sayesinde, stevia alıç marmelatı üretiminde kullanılmıştır [9]. Balın, bal arıları tarafından çiçek nektarından ve bitkilerin canlı kısımlarının salgılanmasından üretilen önemli bir antioksidan kaynağı olduğu bilinmektedir. Bal, çeşitli bitki çayların tatlandırılmasında doğal bir tatlandırıcı olarak kullanılmıştır [25]. Mevcut literatürde, marmelatların bal ile tatlandırılması ve bal ilavesinin antioksidan potansiyeline olan etkisi çalışılmamıştır.

Bu çalışma kapsamında; nar suyu ve yeşil çay ilaveli kalorisi azaltılmış karışık meyve (armut, elma, ayva, kivi, çilek, havuç, siyah havuç, yaban mersini ve portakal) marmelatının üretilme olanağının araştırılması, yeni fonksiyonel bir ürünün geliştirilmesi, geliştirilen ürünlerin bazı fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi ve gelecekte bu konuda yapılacak çalışmalara altyapı teşkil edilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Çalışmada, Bursa ilindeki semt pazarından tedarik edilen taze elma (*Malus sp.*, *Rosaceae*), armut (*Pirus communis*), ayva (*Cydonia oblonga*), havuç (*Daucus carota*), siyah havuç (*Daucus carota L.*), kivi (*Actinidia deliciosa*), çilek (*Rosaceae fragaria*), portakal (*Citrus sinensis*), yaban mersini (*Ericaceae vaccinium*), nar (*Punica granatum L.*), ile marketten temin edilen ticari

firmalara ait kullanıma hazır yeşil çay (*Camellia sinensis*) poşetleri, toz şeker (saf kristal sakkaroz), bal (Anavarza Süzme Çiçek Balı), ticari stevia şekeri (Takita Stevia Toz Tatlandırıcı, *tatlandırıcı olarak steviol glikozit RebA ve hacim artırıcı olarak eritritol içermektedir*) ve ayrıca ürünlerin ambalajlanmasında ise 200 mL'lik contalı twist-off kapaklı cam kavanozlar kullanılmıştır. Laboratuvarımıza getirilen tüm meyveler marmelat üretimleri gerçekleştirilinceye kadar +4°C'de buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiştir.

### Kimyasallar

Kullanılan tüm kimyasallar analitik kalitededir. TPTZ (2,4,6-tris (2-piridil) -s-triazin) Fluka'dan (Buchs, İsviçre) elde edilmiştir. Neocuproine (2,9-dimetil-1,10-fenantrolin), DPPH (2,2-difenil-2-pikrilhidrazil), metanol,

sodyum karbonat, gallik asit, Trolox ((±)-6-hydroxy-2,5,7,8 tetramethylchroman-2-carboxylic acid) Sigma Aldrich (Darmstadt, Almanya) tarafından tedarik edilmiştir. Demir (III) klorür heksahidrat, Folin-Ciocalteu reaktif, bakır (II) klorür, amonyum asetat, oksalik asit, 2,6-Diklorofenol-indofenol ve hidroklorik asit Merck'ten (Darmstadt, Almanya) satın alınmıştır.

### Marmelat Üretimi

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen ön çalışmalar ve buna dayanan duyuusal değerlendirme sonucunda kalorisini azaltılmış fonksiyonel karışık meyve marmelatının yapımında kullanılan meyve pulpunun ve marmelatların formülasyonu aşağıdaki gibi belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Karışık meyveli fonksiyonel marmelat reçetesi

Formülasyon	Meyve Pulpu	Şeker	Ticari Stevia	Bal	Demlenmiş Yeşil Çay	Nar Suyu
DŞM <sup>1</sup>	1000 g %22 Armut %16 Elma	200 g			200 mL	200 mL
SİM <sup>1</sup>	1000 g %16 Ayva %8 Havuç %8 Siyah havuç %12 Kivi	-	70 g	-	200 mL	200 mL
BİM <sup>1</sup>	1000 g %12 Çilek %2 Portakal Kabuğu %4 Yaban Mersini	-	-	150 g	200 mL	200 mL

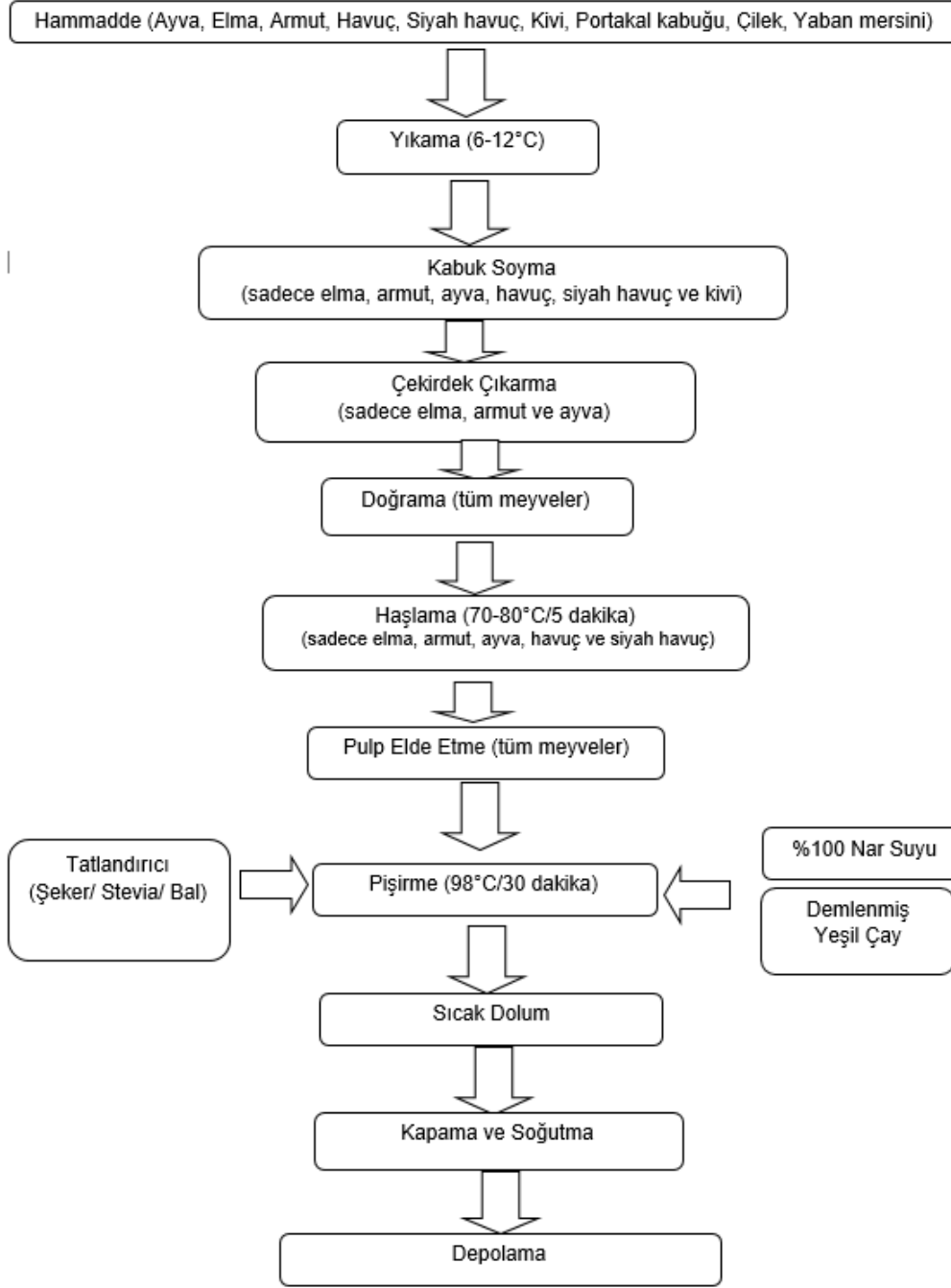
<sup>1</sup>DŞM: Düşük Şekerli Marmelat; SİM: Stevia İlaveli Marmelat; BİM: Bal İlaveli Marmelat

Geliştirilen yöntemde, meyve ve sebzeler, ayıklama ve yıkama işlemine tabi tutulduktan sonra kabuk ve çekirdeklerinden (sadece elma, armut, ayva, havuç, siyah havuç ve kivi) ayrılmıştır (Şekil 1). Elma, armut, ayva, havuç ve siyah havuç doğandıktan sonra meyve oranının 1/1.5 (w/w) katı suyla Aksu ve ark. [26] tarafından önerilen ön ısıtma işlemi modifiye edilerek ön haşlama işlemi (70-80°C/5 dakika) gerçekleştirilmiştir. Haşlama işlemini takiben bu meyve ve sebzeler süzülümüş ve diğer kalan meyveler ile birleştirilerek ev tipi bir homojenizatörden geçirilerek pulpa işlenmişlerdir. Diğer taraftan taze kaynatılmış suda yeşil çaylar 5 dakika boyunca infüzyona bırakılmışlardır (10 g/L), bu sürenin sonunda çay poşeti ayrılıp demlenmiş yeşil çay elde edilmiştir. Ayrıca narlardan ev tipi bir meyve sıkacağı ile nar suyu (°Briks: 13.2±0.01) elde edilmiştir. Üretimin ikinci aşamasında Tablo 1'de verilen formülasyon kapsamında pulp, demlenmiş yeşil çay ve tatlandırıcı (şeker/bal/stevia) uygun oranda birleştirilerek atmosferik basınçta açık kazanda 30 dakika 98°C'de pişirilmiştir. Yapılan ön denemelerde pişirme süresi Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'nde [3] belirtilen "düşük şekerli" kriterini sağlayabilecek şekilde optimize edilmiştir. Pişirme işlemi sonrasında sıcak dolmuş tekniğiyle ürünler 200 mL'lik metal kapaklı cam kavanozlara sıcak olarak doldurulmuş ve kavanozların ağızları metal twist-off kapakları ile hermetikli olarak kapatılıp kavanozlar ters çevrilmiş ve soğuyana kadar bu şekilde yaklaşık 30°C'ye kadar soğutulmuş ve analiz yapılıncaya kadar ürünler 1 hafta boyunca +4°C'de depolanmıştır.

Çalışma kapsamında geliştirilen marmelatlardan "Düşük Şekerli Marmelat" formu kontrol ürün olarak, 12 ay süresince +4°C'de depolanmış ve bu süre sonunda bir takım fizikokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

### Fizikokimyasal Analizler

Marmelat numunelerinde, bazı kalite özelliklerinin tanımlanması ve karşılaştırılması amacıyla bir takım fizikokimyasal analizler uygulanmıştır. Marmelat numunelerinin toplam kuru madde (g/100 g) miktarlarının tayininde, vakumlu kurutma dolabı (Memmert V09, Schwabach, Almanya) kullanılarak Uluslararası Standartlar Örgütü'nün (ISO) yayınladığı metot [27] kullanılmıştır. Suda çözünür kuru madde içerikleri (°Briks) Abbe refraktometresi (Geneq Inc., Montreal, QC, Kanada) [28] ile ölçülmüştür. pH değeri potansiyometrik Nel-pH 890 model pH metre (Nel Elektronik, Türkiye) kullanılarak [29] TSE'nin yayınladığı metoda göre ölçülmüştür. Toplam asitlik tayini için, 0.1 N NaOH solüsyonu kullanılarak yapılan titrasyona dayanan ISO'nun yayınladığı yöntem [30] uygulanmış ve sonuçlar % sitrik asit cinsinden ifade edilmiştir. Toplam diyet lif analizi (%) enzimatik-gravimetrik yöntemine [31] dayanarak Resmi Analitik Kimyacılar Derneği (AOAC) analiz yöntemlerinde belirtilen yöntemler uygulanarak ölçülmüştür.



şekil 1. Nar suyu ve yeşil çay ilaveli kalorisi azaltılmış fonksiyonel karışık meyve marmelatı üretimi akış şeması

Marmelatlarda bulunan hidroksimetil furfural (HMF) miktarı IHC metodu referans alınarak diyot dizinli dedektöre (DAD) sahip HPLC cihazı (Agilent 1260 Infinity, ABD) ile 285 nm dalga boyunda tespit edilmiş olup sonuçlar mg/kg olarak belirlenmiştir [32]. Hareketli faz olarak, ultra saf su:metanol (90:10, v/v) karışımı kullanılmıştır. Hareketli faz akış hızı 1 mL/dakikadır. Kullanılan kolon C18 olup 4.0x250 mm boyutlarında ve 5 µm partikül (Agilent Zorbax ODS, ABD) büyüklüğüne sahip dolgu maddesi içermektedir. Kolon fırını ve dedektör sıcaklığı 35°C'dir. HMF miktarı, 0.5-50 mg/kg arasında farklı derişim seviyelerini içeren standart (%99.5 saflıkta, Merck, Almanya) solüsyonları ile çizilen

kalibrasyon eğrisinden ( $R^2>0.999$ ) yararlanılarak hesaplanmıştır.

Mineral içeriğinin analizi için NMKL 186 [33] metodu referans alınarak, numuneler %65'lik nitrik asit ve %30'luk hidrojen peroksit eşliğinde mikrodalga fırında yakıldıktan sonra Agilent 7500 CX (Agilent Technologies, SantaClara, CA, ABD) modeli Kütle Spektrofotometresinin bağlı olduğu İndüktif Eşleşmiş Plazma (ICP-MS) cihazında mineral içeriğleri mg/kg olarak tespit edilmiştir. Nicel analiz için en az beş farklı derişim aralığında çizilen kalibrasyon eğrisinden ( $R^2>0.999$ ) faydalanılarak yapılmıştır.



Nar suyu ve yeşil çay ilaveli, kalorisi azaltılmış fonksiyonel karışık meyve marmelatının renk analizi üç boyutlu renk ölçümü esasına göre çalışan cihaz Konica Minolta Chromameter (CR-5, Japonya) ile yapılmıştır. Ölçümlerde; L (aydınlık derecesi); 0=siyah, 100=beyaz (koyuluk/açıklık), a; +a kırmızı, -a yeşil, b; +b sarı, -b mavi renk yoğunluklarını ifade etmektedir. C\* kroma (renk doygunluğu), 0 (donuk) ile 60 (canlı) arasında değişmektedir. Ayrıca C ve H° değerleri de Eşitlik (1) ve (2) kullanılarak hesaplanmış olup H° (rengin ton açısı) değerlerinin 0°, 90°, 180°, 270° ve 360° olması sırasıyla; kırmızı, sarı, yeşil, mavi ve kırmızı rengi tanımlamaktadır [22].

$$Kroma(C_{ab}) = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (1)$$

$$h^\circ = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) \quad (2)$$

### Antioksidan Kapasite ve Fenolik Bileşen Analizleri

#### Özütleme Yöntemi

Marmelat özütleri, Vitali ve ark. [34] yapmış olduğu metot modifiye edilerek hazırlanmıştır. Her numuneden yaklaşık 5 g tartılmış ve %1 (v/v) hidroklorik asit içeren 10 mL %80 sulu metanol ile muamele edildikten sonra 1 dakika boyunca vortekslenmiş (IKA Vorteks Genius 3, IKA®-WerkeGmbH&CO.KG, Almanya) ve ardından ultrasonik banyoda (USC900TH, VWR ultrasonik temizleyici, Radnor, PA, ABD) 2 saat sonikasyon işlemi yapılmıştır. Daha sonra karışım 3500 rpm'de 4°C'de 10 dakika santrifüj (Sigma 3K 30, Almanya) işleminden sonra üst faz temiz bir falkon tüpüne aktarılmıştır. Süpernatantlar, kullanılabildiği kadar -20°C'de falkon tüplerinde muhafaza edilmiştir.

#### Toplam Antioksidan Kapasite Analizi

Numunelerin toplam antioksidan kapasite tayini için 3 farklı yöntem kullanılmıştır. Bunlar DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), CUPRAC (Bakır İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi) ve FRAP (Demir (III) iyonu indirgeyici Antioksidan Kapasitesi) yöntemlerinden oluşmaktadır.

CUPRAC yönteminde temel olarak 2,9-dimetil-1, 10-fenantrolin (NeokuproinNc)'in Cu (II) ile oluşturduğu bakır (II)-neokuproin kompleksinin (Cu(II)-Nc), 450 nm'de maksimum absorban veren bakır (I)- neokuproin (Cu(I)-Nc) şelatına indirgenme yeteneğinden yararlanılarak antioksidan kapasite hesaplanmaktadır [35]. Ekstrakte edilmiş örnekten 100 µL alınarak üstüne 900 µL saf su ve 3 mL CUPRAC çözeltisi eklendikten sonra 15-30 saniye boyunca vortekslenmiştir (Vortex Mixer Classic, Velp Scientifica, İtalya). 30 dakika oda sıcaklığında karanlıkta bekletildikten sonra spektrofotometrede 450 nm absorbansta (Shimadzu UV-1800, Japonya) okunmuştur. Farklı derişimlerde hazırlanan trolox (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilroman-2-karboksilik asit) (10-800 ppm) varlığında CUPRAC çözeltisinin absorbanındaki değişimin ölçülmesiyle bir trolox kalibrasyon eğrisi elde edilmiş olup ( $R^2 = 0.996$ )

sonuçlar mg Trolox® Eşdeğeri (TE)/100 g Kuru Madde (KM) olarak ifade edilmiştir.

DPPH yönteminde kararlı ve sentetik bir radikal olan DPPH kullanılmakta olup antioksidanın bu serbest radikali yakalama yeteneği ölçülerek antioksidan kapasite tanımlanmaktadır. Koyu mor renkte bir radikal olan DPPH, antioksidandan bir proton alarak renksiz  $\alpha,\alpha$ - difenil- $\beta$ -pikrilhidrazil molekülüne dönüşmekte ve antioksidan madde tarafından indirgenmesi sonucu rengi açılmaktadır [36]. Prensibi ise, metanol içinde hazırlanmış DPPH çözeltisi numune özütü ile karıştırılarak absorban değeri sabitlenene kadar karışım reaksiyonunun spektrofotometre ile izlenmesi esasına dayanmaktadır. İndirgenme ile çözelti rengi kaybolmaktadır. Gerekli seyreltmeler yapıldıktan sonra tüplere konulan 100 µL numune özütüne ya da standarda 3.9 mL 0.1 mM DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) ilave edilmiştir. Vorteksle karıştırıldıktan sonra 30 dakika oda sıcaklığında karanlıkta bekletildikten sonra spektrofotometre ile 517 nm'de saf suya karşı absorbanlar okunmuştur. Farklı derişimlerde hazırlanan trolox (10-800 ppm) varlığında DPPH çözeltisinin absorbanındaki azalmanın ölçülmesiyle bir trolox kalibrasyon eğrisi elde edilmiş ( $R^2=0.996$ ) olup sonuçlar mg TE/100 g KM olarak ifade edilmiştir.

FRAP yönteminde, Fe (III) tripiridiltriazin (TPTZ) kompleksinin antioksidanlar varlığında renkli Fe (II) şelatına indirgenmesinden yararlanmaktadır. Meydana gelen Fe (II)-TPTZ kompleksinin rengi koyu mavi olup 595 nm'de maksimum absorban vermektedir [37]. Diğer yöntemlere oranla daha basit, hızlı ve ucuzdur. 3 mL FRAP reaktif maddesi (37°C'de inkübe edilmiştir) 300 µL distile su ve 100 µL numune ile karıştırılarak, 37°C'de 30 dakika oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmiştir. Absorbanları inkübasyon süresinin sonunda hemen 595 nm'de ölçülmüştür. Antioksidan kapasite değeri, kalibrasyon grafiği ( $R^2=0.999$ ) yardımıyla mg TE /100 g KM olarak ifade edilmiştir.

#### Toplam Fenolik Madde Analizi

Toplam fenolik yönteminin temeli fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu reaktifini (FCR) indirgeyip kendilerinin oksitlenmiş forma dönüşmesi ve reaksiyon sonucunda indirgenmiş FCR'nin oluşturduğu mavi rengin fotometrik olarak ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Standart bileşik olarak genellikle gallik asit kullanılmaktadır. FCR yöntemi, gıdaların ve bitkisel ekstraktların antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde basit, tekrarlanabilir ve güvenilir bir yöntemdir [38]. Ekstrakte edilmiş örnekten 250 µL alınarak üstüne 2.3 mL saf su ve 0.15 mL folin eklendikten sonra 15-30 saniye boyunca vortekslenmiş (Vortex Mixer Classic, Velp Scientifica, İtalya) ve 5 dakika bekletilmiştir. Ardından 0.30 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> üstüne eklenerek 2 saat daha bekletilmiştir. Süre sonunda oluşan rengin absorbanı spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800, Japonya) 725 nm okunmuştur. Konsantrasyonlar için saf su ve gallik asit çözeltisi standart eğrisinin kalibrasyonu için kullanılmıştır ( $R^2=0.9835$ ) ve sonuçlar toplam fenolik içerik, gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak verilmiştir (mg GAE/100 g KM).

## Duyusal Analiz

Geliştirilen marmelatların tüketicilerin bu ürüne olan beğenisini ölçmek amacıyla hedonik tüketici testi uygulanmıştır. Tüketicilerin reçeli genel edilebilirlik kriterleriyle 9 puanlı hedonik bir ölçek kullanılmıştır [39]. Önerilen kategoriler; (1) aşırı derecede beğenmedim, (2) çok beğenmedim, (3) orta derecede beğenmedim, (4) daha az beğendim, (5) ne beğendim ne sevdim, (6) kısmen beğendim, (7) orta derece beğendim (8) çok beğendim ve (9) aşırı derece beğendimi içermiştir. Duyusal değerlendirmeye yaş aralığı 18-50 olan 85 kişi katılarak üç basamaklı rastgele sayılarla kodlanmış örnekleri değerlendirmiştir.

## İstatistiksel Analiz

Deneme kapsamında gerçekleştirilen üretimler ve analizler 3 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analiz, SPSS yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir (Sürüm 23.0, SPSS, Chicago, IL, ABD). Ortalama değerler varyans analizi (ANOVA) ve ardından Duncan'ın post hoc testi ile karşılaştırılmıştır ( $p < 0.05$ ). Korelasyon katsayıları ( $R^2$ ), Microsoft Office Excel® 2011 yazılımı (Microsoft Corporation, Redmond, WA, ABD) kullanılarak hesaplanıp veriler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma olarak rapor edilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Fizikokimyasal ve Duyusal Analiz Sonuçları

Pişirme işlemi öncesi tatlandırıcı ilave edilmemiş meyve pulpu, nar suyu ve demlenmiş yeşil çay ilave edilmiş karışımın ortalama toplam kuru madde miktarı (g/100 g), suda çözünür kuru madde miktarı (g/100 g), pH değeri ve titrasyon asitliği (Sitrik asit cinsinden, g/100 g) sırasıyla  $14.10 \pm 0.53$ ,  $12.18 \pm 0.11$ ,  $3.58 \pm 0.06$ ,  $0.69 \pm 0.01$  olarak elde edilmiştir.

Nar suyu ve yeşil çay ilaveli fonksiyonel kalorisi azaltılmış karışık meyve marmelatlarına ait bazı fizikokimyasal özellikler Tablo 2 de verilmiştir.

Suda çözünür kuru madde (SÇKM) hem meyveden hem de marmelata eklenen sakkaroz, asit düzenleyici ve pektinin suda çözünen bileşenlerinden oluşmaktadır. Çalışma kapsamında yapılan ön denemelerle pişirme/koyulaştırma aşaması, geliştirilen marmelatın ısı işleme maruz kalmasını en aza indirecek şekilde 30 dakika olarak optimize edilmiştir. Bu optimizasyon sonucunda geliştirilen marmelatların SÇKM' sinin %32'nin altında olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla, ürünlerin toplam kuru madde miktarları ve SÇKM'leri literatürde yer alan diğer marmelatlarla göre daha düşük olduğu gözlenmiştir [7, 8, 10]. En düşük SÇKM değeri "Stevia İlaveli Marmelat" için elde edilmiştir. Bu reçeteye eklenen tatlandırıcı miktarının diğer formlara göre daha düşük olmasıyla açıklanabilir. Aynı şekilde, Aksu ve ark. [26] ilave edilen şeker miktarı arttıkça kuru madde içeriğinin aynı üretim şartlarında daha yüksek değerlere daha çabuk ulaştığını belirtmişlerdir. Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'nin [3] 11. Maddesinin n bendinde "Geleneksel marmelatta refraktometre ile tayin edilen çözünebilir kuru madde içeriği %55'ten az olamaz" ibaresi yer almakla birlikte aynı maddenin f bendinde "Bu tebliğ kapsamındaki ürünlerin çözünebilir kuru madde miktarı en az %25 oranında azaltıldığında, ürün "düşük şekerli ....." olarak adlandırılır" ifadesi yer almaktadır. Dolayısıyla minimum olması gereken çözünebilir kuru madde miktarı bu oranda azaltıldığında %41'den daha az SÇKM'ye sahip bir ürünün geliştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda geliştirilen ürünlerin üçü de bu tebliğe göre "Düşük Şekerli Marmelat" olarak adlandırılabilir. Ayrıca Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği [40] Ek 1'inde belirtilen enerji/besin ögesi miktarında, benzer bir ürüne göre en az %30'luk bir azalma sağlandığında "kalorisi azaltılmış" ifadesinin etikette yer alabileceği belirtilmiştir. Geliştirilen üç marmelat formu da bu kriteri sağlamaktadır.

Tablo 2. Marmelatlarla ait toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, pH ve titrasyon asitliği analiz sonuçları

Parametre	DŞM <sup>1</sup>	SİM <sup>1</sup>	BİM <sup>1</sup>
Toplam Kuru Madde (g/ 100 g)	31.37 $\pm$ 1.09 <sup>b,2</sup>	22.45 $\pm$ 0.89 <sup>c</sup>	32.80 $\pm$ 1.26 <sup>a</sup>
Suda Çözünür Kuru Madde (g/100 g)	30.30 $\pm$ 0.27 <sup>b</sup>	21.40 $\pm$ 0.19 <sup>c</sup>	31.70 $\pm$ 0.28 <sup>a</sup>
pH	3.62 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	3.55 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>	3.60 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>
Titrasyon Asitliği (Sitrik Asit, g/100 g)	0.60 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	0.75 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.67 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>DŞM: Düşük Şekerli Marmelat; SIM: Stevia İlaveli Marmelat; BIM: Bal İlaveli Marmelat, <sup>2</sup>Farklı satır üzerinde görülen farklı küçük harfler istatistiki olarak  $p < 0.05$  düzeyinde fark olduğunu göstermektedir.

Reçel ve marmelatlarda iyi bir jel oluşumu, pH değerinin optimum düzeyde olmasıyla sağlanır [10]. Geliştirilen marmelatların pH değerleri 3.55-3.62 arasında tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi ilgili Tebliğinde reçel için tavsiye edilen pH aralığı 2.5-3.5 olarak belirtilmiştir [3]. Geliştirilen marmelatların bu pH aralığının üst sınırını aşmıştır. Ancak diğer taraftan, literatürde kısıtlı sayıda yapılan karışık meyve marmelatları çalışmalarında da sonuçlarımızla uyumlu bir şekilde pH aralığının 3.45 ila 3.87 arasında olduğu gözlenmiştir [10, 41]. Marmelatların toplam asitlik değerleri sitrik asit cinsinden

0.60-0.75 g/100 mL arasında saptanmıştır (Tablo 2). En yüksek değer SIM için ve en düşük değer ise DŞM için elde edilmiştir. Bulgularımızla uyumlu bir şekilde, Kaya ve ark. [41] tarafından alıç marmelatı için yapılan bir çalışmada, ticari stevia şekeri ile geliştirilen marmelata ait asitlik değerinin sakkaroz kullanılarak geliştirilen formundan nispeten fazla olduğu raporlanmıştır. Reçellerde kullanılan meyve türüne göre toplam asitlik değeri daha yüksek veya daha düşük olmaktadır. Dolayısıyla, marmelatta meyve oranı arttıkça toplam asitlikte de artış olduğu dikkat çekmektedir. Reçellerde

arzu edilen ekşi tadın oluşabilmesi için genellikle 0.3 ile 1.5 g/100 g asitlik değerleri duysal açıdan algılanan ekşiliğin hissedilebilmesi için yeterli olduğu bildirilmiştir [42]. Çalışmamız kapsamında geliştirilen marmelatların asitliğinin bu aralıkta olduğu gözlenmiştir. Reçellere asit eklenmesinin birincil nedeni doğal meyve lezzetini arttırmak, ikincisi ise jel oluşum mekanizmasına destek sağlamaktır. Reçel, marmelat vb. ürünlerde istenilen kıvamın ve jelleşmenin sağlanması pektin ilavesiyle mümkün olmaktadır [2]. Kristalizasyonun önlenmesine de katkıda bulunan pektin aynı zamanda jel oluşumu sırasında ortamdaki serbest suyu bağlayarak ürünü mikrobiyal açıdan koruma görevi görmektedir [43]. Çalışmamız kapsamında geliştirilen ürünlerin marmelat olarak tüketilmesinin yanı sıra tartlarda kullanılabilir dolgu maddesi ve krakerlerin yanında atıştırmalık olarak da kullanılması hedeflenmiştir. Geliştirilen marmelatların reçetesinde bulunan portakal, ayva, ve elmanın doğal pektin kaynağı olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla, yapılan ön denemelerle kullanılan meyvelerin oranı istenilen asitlik, pH ve kıvamı elde edecek şekilde optimize edilmiştir. Üretilen marmelatları kontrol olarak ayrılan "Düşük Şekerli Marmelat" formunun 4°C'de 12 aylık depolama süresi sonunda SÇKM değerinin  $29.70 \pm 0.67$  ve pH'ının  $3.40 \pm 0.05$  olduğu saptanmıştır. Raf ömrü sonunda bu marmelatla herhangi bir kristalizasyon gözlenmemiştir. Buna rağmen geliştirilen ürünün raf ömrünü ve kıvamını artırmak için ileride yapılacak çalışmalarda formülasyona kontrollü üretim teknikleri uygulanarak pektin ve sitrik asit ilavesi ve mikrobiyolojik analizler dahil detaylı analizlerle desteklenmesi tavsiye edilmektedir.

Geliştirilen tüm formdaki ürünlerin renk analiz sonuçları Tablo 3'de sunulmuştur. L değeri (koyuluk-açıklık) için "Düşük Şekerli Marmelat" ve 12 aylık (4°C) raf ömrü sonunda "RDÇM" arasında istatistikî olarak ( $p > 0.05$ ) farklılık gözlenmezken, BIM ve SIM bunlardan istatistikî olarak farklı ( $p < 0.05$ ) olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre üretilen farklı meyve marmelatları

arasında en koyu renkli olan ürünün "BIM" formunun olduğu sonucuna varılmıştır. +a değeri kırmızıyı, -a değeri yeşil rengin göstergesi olup, tüm ürünlerde a değerleri + olarak tespit edilmiştir. a değerleri istatistikî olarak farklı olduğu ( $p < 0.05$ ) belirlenmiş ve en yüksek a değeri "Düşük Şekerli Marmelat" ta belirlenmiştir. Üç form arasındaki bu renk farklılığının gözle ayırt edilebilecek şekilde olduğu belirtilebilir. Ancak bu farklılık duysal testlerde ürünlerin 7 puan üzerinden almasına etki etmemiştir. +b değeri sarı rengi ifade etmekte olup, marmelatların b değerleri düzeyinde farklılık arz ettikleri tespit edilmiştir. Renk doygunluğunu ifade eden C ( $8.42 \pm 0.13$  ile  $15.95 \pm 0.08$ ) arasında değişim göstermiştir. Ürün formları arasında b değerlerinin istatistikî olarak  $p < 0.05$  değerinin en yüksek "Düşük Şekerli Marmelat" için, en düşük değer ise "Bal İlaveli Marmelat" için elde edilmiştir ve istatistikî olarak farklı oldukları saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). Ürünlerde renk veya ton açısı olarak bilinen H° değerleri bakımından incelendiğinde, değerlerin  $19.76 \pm 0.16$  ile  $37.42 \pm 0.04$  arasında değiştiği görülmektedir ( $p < 0.05$ ). H° değerleri 0°-90° arasında olduğundan örneklerin tamamı kırmızı-sarı bölgede ama kırmızıya daha yakın değerlerde oldukları tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre ticari stevia ile tatlandırılmış (SIM) marmelatın sakkaroz ile tatlandırılmış marmelada (DŞM) göre daha açık, donuk ve renginin daha az kırmızı olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen bu bulgu Kaya ve ark. [41] tarafından geliştirilen alıç marmeladı sonuçlarıyla uyumludur. Depolama koşullarının renk değerlerine olan etkisi incelendiğinde, genel anlamda depolama boyunca "Düşük Şekerli Marmelat"ın renk değerlerinin başlangıçtaki değerlerine kıyasen azaldığı gözlenmiştir. Bu sonuç, pişirme sırasında yeterli miktarda inversiyona uğramayan şekerin depolama boyunca inversiyona uğramaya devam etmesine bağlı olarak açıklanabilir [26].

Tablo 3. Marmelatların renk değerlerine ait sonuçlar

Parametre	DŞM <sup>1</sup>	BIM <sup>1</sup>	SIM <sup>1</sup>	RDŞM <sup>1</sup>
L	$22.39 \pm 0.05^{b,2}$	$21.30 \pm 0.08^c$	$25.80 \pm 0.03^a$	$22.42 \pm 0.05^b$
a	$29.80 \pm 0.03^a$	$19.05 \pm 0.03^d$	$24.91 \pm 0.08^b$	$23.43 \pm 0.26^c$
b	$13.75 \pm 0.09^c$	$14.57 \pm 0.02^b$	$15.95 \pm 0.08^a$	$8.42 \pm 0.13^d$
C	$32.82 \pm 0.07^a$	$23.98 \pm 0.03^d$	$28.58 \pm 0.04^b$	$24.90 \pm 0.28^c$
H	$24.77 \pm 0.12^c$	$37.42 \pm 0.04^a$	$32.64 \pm 0.21^b$	$19.76 \pm 0.16^d$

<sup>1</sup>DŞM: Düşük şekerli marmelat; BIM: Bal ilaveli marmelat; SIM: Stevia ilaveli marmelat; RDŞM: 12 ay 4°C'de depolanan düşük şekerli marmelat-kontrol örneği, <sup>2</sup>Farklı satır üzerinde görülen farklı küçük harfler istatistikî olarak  $p < 0.05$  düzeyinde fark olduğunu göstermektedir.

Geliştirilen marmelatların duysal özelliklerinin ortaya konulması için yapılan geniş katılımlı tüketici değerlendirmesinde geliştirilen karışık marmelatları "Düşük Şekerli Marmelat-DŞM" formun genel beğenisinin 9 puan (9: çok fazla beğendim; 1: hiç beğenmedim) üzerinden ortalama olarak  $8.29 \pm 0.80$  puan ile en yüksek değeri elde ettiği gözlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olarak, Kaya ve ark. [41]. tarafından geliştirilen ticari stevia şeker katkılı marmelatın genel beğenirliği de sakkaroz kullanılarak geliştirilen marmelada nazaran daha düşük bulunmuştur. Diğer taraftan, Carvalho ve ark. [44]

çalışmasında stevianın, yüksek yoğunluklu tatlandırıcılar pazarında dünya lideri olan sakkarozdan anlamlı derecede daha iyi bir duysal performansa sahip olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak çalışmamızda geliştirilen diğer iki form da 7'nin üstünde bir puan ile (BIM:  $7.50 \pm 1.00$ , SIM:  $7.71 \pm 1.00$ ) değerlendirildiğinden ve panelistlere yöneltilen, "Piyasada görseniz bu ürünü alır mısınız?" sorusuna %93 oranında "Evet" cevabı verildiğinden geliştirilen tüm ürünlerin genel beğenirliğinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Duyusal test sonucuna göre “Düşük Şekerli Marmelat” daha çok beğenildiğinden ve kontrol numunesi olarak belirlendiğinden Tablo 4’de belirtilen diğer fizikokimyasal analizler ile ilaveten karakterize edilmiştir. Bu kapsamda toplam şeker, invert şeker, HMF, mineral ve diyet lif analizleri gerçekleştirilmiştir. Ürünün toplam şekeri %27.2 ve invert şekeri ise %14.2 olarak tespit edilmiştir. Cemeroğlu ve ark. [2] invert şeker/toplam şeker oranının %30-35 arasında tutulmasının raf ömrü sırasında

kristalizasyonu önlediğini belirtmiştir. “Düşük Şekerli Marmelat” formdaki üründe bu oran %50 civarındadır. Ancak, 12 aylık bir periyotta bu ürünün 4°C’de depolanması sonucunda da üründe herhangi bir kristalizasyon gözlenmemiştir. Bu da şeker miktarının muadil ürünlere nazaran çok daha az olması ile açıklanabilmektedir.

Tablo 4. Düşük şekerli marmeladın toplam şeker, invert şeker, HMF ve bazı fizikokimyasal özellikleri (4°C’lik depolama sürecinin ilk 1 haftasında gerçekleştirilen analizler)

Parametre	Sonuçlar
Toplam Şeker (g/100 g)	27.2±1.15
İnvert Şeker (g/100 g)	14.7±0.60
HMF (mg/kg)	Tespit edilememiştir (<2.5 mg/kg)
Mineraller (mg/kg)	
Potasyum (K)	1792.123±3.211
Kalsiyum (Ca)	193.832±5.631
Fosfor (P)	157.044±4.186
Magnezyum (Mg)	97.686±2.168
Sodyum (Na)	73.806±2.335
Demir (Fe)	1.460±0.196
Mangan (Mn)	1.514±0.215
Selenyum (Se)	Tespit edilememiştir (<0.009 mg/kg)

Reçel ve marmelat tipi ürünlere indirgen şekerler aminoasitlerle reaksiyona girerek renk esmerleşmesine uğramaktadır. Bu işlem ısı işlem sıcaklığı ve süresine bağlı olarak artmaktadır. Maillard reaksiyonu da denilen enzimatik olmayan renk esmerleşmesi olaylarında birçok ara ürün oluşmaktadır. Bunlar içinde en önemlilerinden birisi hidroksimetilfurfural (HMF)’dir. HMF gerek gıdaların üretim aşamasında maruz kaldığı ısı işlem sonucunda bilgi vermesi, gerekse polimerize olarak esmer renkli pigmentlerin oluşumuna neden olması açısından önem arz etmektedir. HMF, Maillard reaksiyonun yanı sıra asidik ortamda şekerin parçalanması yoluyla da oluşabilmektedir [43]. HMF’nin insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri literatürde yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Geliştirilen üründe meyveler ön pişirme işlemi geçirdiğinden şekerin meyve ile birlikte ısı işlem süresi sadece 30 dakika olarak sabitlenmiş olup, kullanılan nar suyu ile ürünün asitliği istenen düzeyde elde edilmiştir ve düşük miktarda şekerden üretildiği için HMF oluşumunun minimum düzeyde elde edilmesi başarılıdır. Şengül ve ark. [5] yaptıkları çalışmada çakal eriği marmeladı (975.20±3.03 mg/kg) ve Ahlat armudu marmelatlarının (1094.11±2.85 mg/kg) kuşburnu marmeladı (10.95±0.14 mg/kg) ve kızılçık marmelatlarına (13.63±0.61 mg/kg) göre oldukça yüksek miktarda HMF içerdikleri tespit edilmiş ve bunun sebebinin yüksek sıcaklı ve uzun süreli pişirme işlemi olduğunu öne sürmüşlerdir. Uçan-Türkmen ve ark. [10] yaptıkları çalışmada, erik bazlı karışık meyve marmeladının HMF değerlerini 82.08-93.96 mg/L arasında değişiklik gösterdiğini raporlamışlardır. Bu çalışmada marmelat örneklerinin HMF miktarlarından dolayı 2. sınıf kalitede olduğunu rapor etmişlerdir. Diğer taraftan Başkaya-Sezer ve ark. [45] tarafından Yunuz ve Çakal eriği ile geliştirilen marmelatlarda da HMF değeri sırasıyla 0.097 g/100 g ve 0.389 g/100 g olarak rapor edilmiştir. İlgili tebliğde HMF ile ilgili herhangi bir

sınırlandırma bulunmamaktadır [3]. Çalışmamızda üretilen “Düşük Şekerli Marmelatın” depolama öncesi HMF miktarı literatürdeki marmelatlarla göre minimum düzeyde elde edildiğinden literatürdeki diğer reçel ve marmelatlarla göre insan sağlığı ve beslenmesi için olumsuz etki göstermediği belirtilebilir.

Çalışmamızda kullandığımız meyve ve sebzeler, insan beslenmesinde önemli yer tutarken mineral maddeler bakımından da önemli bir kaynak olduğu bilinmektedir. “Düşük Şekerli Marmelat”ta bulunan en yüksek içerikli minerallerin, K, Ca, P ve Mg olduğu ve ortalama miktarlarının ise sırasıyla 1792.123 mg/kg, 193.832 mg/kg, 157.044 mg/kg, 97.686 mg/kg, ve 73.806 mg/kg olduğu tespit edilmiştir. Elma, armut, ayva, kivi, havuç ve çileğin ortalama olarak 1070-3200 mg/kg, 60-315 mg/kg, 110-330 mg/kg, ve 50-170 mg/kg aralığında K, Ca, P, ve Mg içerdiği belirtilmektedir. [46]. Bu bağlamda, geliştirilen marmelatta minerallerin bu kadar yüksek çıkmasının nedenlerinden biri olarak kullanılan meyve ve sebzelerdeki mineral içeriklerin olduğu belirtilebilir. Awolu ve ark. [47] yaptıkları çalışmada ise muz, karpuz ve ananas karışımı reçelindeki Na miktarı 18.23 mg/kg, Mg miktarı 0.80 mg/kg ve K miktarı 59.50 olarak tespit edilmiştir. Turgut ve ark. [48] yapmış oldukları çalışmada kamkat reçelinin Fe, Mg, Ca, K ve P minerallerini sırasıyla 2.15, 90.02, 181.49, 139.64 ve 20.27 mg/100 g olarak bulmuştur. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA)’ya [49] göre, yaş ve cinsiyete bağlı olarak günlük alınması gereken K miktarı 800-3500 mg, Mg miktarı 170-350 mg, Fe miktarı 7 mg-16 mg, K miktarı 50-550 mg arasında değişmektedir. Çalışmamızdaki düşük şekerli marmeladın, literatür araştırmasındaki benzer ürünlere göre özellikle fosfor ve potasyumu yüksek oranda ihtiva ettiğinden iyi bir mineral kaynağı olduğu belirtilebilir.

Geliştirdiğimiz Düşük Şekerli Marmelatta diyet lif oranı %1.6 oranında tespit edilmiştir. Diyet lif "sindirilmeyen veya insan ince bağırsağında emilmeyen üç veya daha fazla monomerik üniteye sahip karbonhidrat polimerleri" olarak tanımlanmaktadır [50]. Marmelat ve reçellerin içerdiği diyet lif oranının ihtiva ettiği meyve ve sebzelere bağlı olduğu bilinmektedir, örneğin Hussein ve ark. [51] havuç kabuğu reçeli, muz kabuğu ve mandalina kabuğu reçellerinden yaptıkları çalışmada sırasıyla %3.65, 5.12 ve 11.85 ve Belovic ve ark. [52] kayısı reçeli ile yaptıkları çalışmada %0.3 olarak diyet lif bulunduğunu raporlamışlardır Yetişkinlerde günde 25 g'dan fazla diyet lif alınmalıdır [49]. Dolayısıyla, çalışmamız kapsamında

geliştirilen nar suyu ve yeşil çay ilaveli kalorisi azaltılmış fonksiyonel karışık meyve marmelatı tüketiminin, günlük diyet lif alımına sınırlı miktarlarda katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

### Toplam Antioksidan Kapasite (TAM) ve Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFM) Analiz Sonuçları

Geliştirilen marmelatların toplam fenolik madde ve toplam antioksidan kapasite analiz sonuçları Tablo 5'de sunulmuştur.

Tablo 5. Marmelatlar için TAM ve TFM analiz sonuçları (kuru madde bazında)

Parametre	DŞM <sup>1</sup>	BİM <sup>1</sup>	SİM <sup>1</sup>	RDŞM <sup>1</sup>
TAM				
DPPH (mg TE/100 g)	56.85±0.6 <sup>b,2</sup>	48.00±1.1 <sup>c</sup>	88.68±1.0 <sup>a</sup>	53.60±0.6 <sup>d</sup>
CUPRAC (mg TE/100 g)	386.57±33.95 <sup>b</sup>	348.53±38.13 <sup>c</sup>	602.45±31.25 <sup>a</sup>	240.7±18.35 <sup>d</sup>
FRAP (mg TE/100 g)	334.58±0.88 <sup>b</sup>	223.33±1.23 <sup>c</sup>	435.38±0.58 <sup>a</sup>	306.3±2.25 <sup>d</sup>
TFM (mg GAE/100g)	727.92±14.98 <sup>b</sup>	588.71±25.58 <sup>c</sup>	876.34±14.84 <sup>a</sup>	585.65±25.52 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>DŞM: Düşük şekerli marmelat; BİM: Bal ilaveli marmelat; SİM: Stevia ilaveli marmelat; RDŞM: 12 ay depolanan düşük şekerli marmelat-kontrol örneği, <sup>2</sup>Farklı satır üzerinde görülen farklı küçük harfler istatistik olarak p<0.05 düzeyinde fark olduğunu göstermektedir.

Antioksidan kapasitenin saptanmasında, her bir analiz metodunun ölçüm mekanizmasının farklı olduğu göz önünde bulundurulmuş ve bu nedenle FRAP, DPPH ve CUPRAC yöntemleri kullanılmıştır. En yüksek toplam antioksidan kapasite miktarı sırasıyla CUPRAC, FRAP ve DPPH metotları ile elde edilmiştir. Gözlenen bu durum CUPRAC metodu ile gıda maddelerinde bulunan hem hidrofilik hem de lipofilik antioksidanlar tespit edilebiliyorken, FRAP metodu ile sadece hidrofilik antioksidanlarını ve DPPH metodu ile sadece lipofilik antioksidanların tespit ediliyor olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür [53]. Diğer taraftan 12 aylık depolama süresi sonucunda "Düşük Şekerli Marmelat-RŞDM" örneğinde en yüksek antioksidan aktivite FRAP yöntemiyle elde edilmiştir. Her iki yöntem kullanılarak elde edilen antioksidan aktiviteler arasında gözlenen farklılıklar, bu yöntemlerin dayandığı farklı prensiplere bağlı olabilir. Örneğin, depolamanın sonucunda şekerlerin indirgemesiyle yükselen asitlikte, asidik ortamda daha iyi çalışan FRAP yönteminin nötr ortamda çalışan CUPRAC yöntemine göre daha iyi sonuç vermesi şeklinde açıklanabilir. Ayrıca her iki metotla çalışan antioksidanların depolama boyunca kimyasal yapılarında oluşan değişimleriyle de açıklanabilir [54].

Karışık meyve marmelatlarının toplam antioksidan kapasitesi istatistik olarak anlamlı (p<0.05) bulunmuştur. Bal ilaveli form olarak üretilen marmelatın (BİM) antioksidan kapasitesinin, düşük şekerli (DŞM) ve stevia ilaveli (SİM) olarak üretilen marmelatlar göre düşük olduğu tespit edilmiştir. Ancak, balın, bitkisel çaylara katılarak antioksidan kapasitesi üzerine etkisini arttırdığı da bilinmektedir [25]. Ayrıca, literatürde yapılan çalışmalarda, Maillard reaksiyonu ara ürünlerinden olan HMF'nin antioksidan özelliği olduğu ve bal ile yapılan bir çalışmada balın ısıtılması ile HMF miktarındaki artmaya bağlı olarak DPPH radikal süpürme aktivitesinde de bir artış olduğu gözlenmiştir [55]. Literatürde sakkaroz ve bal içeren marmelat veya reçel örneklerinin antioksidan

kapasitelerinin kıyaslandığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, çalışmamızda elde edilen bu sonucun, her iki marmelatın pişirme sırasında oluşturduğu HMF miktarlarındaki farklılığa bağlı olabileceği tahmin edilmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda her iki ürünün HMF miktarının ortaya konulması ile elde edilen sonuçlar irdelenebilir. Öte yandan "SİM" formunun, diğer "DŞM" ve "BİM" formlara göre anlamlı derecede (p<0.05) yüksek antioksidan kapasite değerine sahip olduğu görülmüştür. Shivanna ve ark. [56] stevianın kuvvetli bir antioksidan özelliği olduğunu bildirmiştir. Bu da stevia eklenerek geliştirdiğimiz marmelatın antioksidan kapasitesini arttırdığını doğrulamaktadır. Çalışma kapsamında geliştirilen marmelatlar antioksidan kapasitenin yüksek oranda tespit edilmesi, hammaddedeki sebze ve meyveler sayesinde özellikle antioksidan deposu olan yeşil çay [57] ve nar suyu kullanılmasından da kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda, kullanılan hammaddenin antioksidan içeriğine bağlı olarak, üretilen reçel ve marmelat örneklerinin antioksidan kapasitelerinin değiştiği gözlenmiştir [11,43]. Örneğin, Güldiken ve ark. [58] çalışmasında kırmızı pancar reçelinde antioksidan miktarları incelenmiştir. Kırmızı pancar reçelinde DPPH, CUPRAC ve FRAP sırasıyla 127, 2931 ve 126 mg Trolox/100g olarak bulunmuştur. Baroni ve ark. [59] yaptıkları çalışmada, ayva reçelindeki antioksidan değerleri incelenmiştir. DPPH yöntemine göre 1325±156 µM Trolox/100 g, FRAP yönteminde ise 1349±335 µM Trolox/100 g olarak tespit edilmiştir

DŞM, SİM, ve BİM olmak üzere marmelatların toplam fenolik içerikleri sırasıyla 727.92±14.98, 876.34±14.84, 588.71±25.58 mg GAE/100 g olarak tespit edilmiştir. "SİM" formunun; diğer marmelatlar göre anlamlı derecede (p<0,05) yüksek değerler elde ettiği gözlenmiştir. Carvalho ve ark. [44] çalışmasında stevia ve sakkaroz ile tatlandırılmış çilek-kızılcık reçelinin

toplam fenol miktarları incelenmiştir. Stevia ile tatlandırılan çilek reçelinin toplam fenol miktarı 2.88 mg EAG (gallik asit eşdeğeri)/100 g olarak tespit edilirken sakkaroz ile tatlandırılmış çilek reçelinde 3.10 mg EAG/100 g olarak tespit edilmiştir. Kuşburnu marmelatlarının toplam fenolik madde miktarı ortalama 921.62 mg GAE/100 g olarak bulunmuştur [8]. Kaya ve ark. [9] yaptıkları çalışmada, Trabzon hurmalı marmelat ve Trabzon hurma bazlı karışık marmelatların toplam fenolik miktarlarını incelemiş olup, Trabzon hurmalı marmelatta 216.83 mg GAE/kg, Trabzon hurmalı-kuşburnu marmelatta 309.14 mg GAE/kg ve Trabzon hurmalı-kuşburnu-kayısı karışıklı marmelatta 314.06 mg GAE/kg olarak tespit edilmiştir. Trabzon hurması pulpuna kuşburnu pulpunun yalın halde ya da kayısı pulpu ile birlikte ilave edilmesi ile yapılan marmelatların fenolik maddeler bakımından zengin bileşime sahip olduğunu bildirilmişlerdir. Yaptığımız çalışmada görüldüğü gibi toplam fenolik madde miktarı genel olarak literatürde raporlanan çeşitli marmelat ve reçel örneklerinden oldukça fazladır. Bu da ürünün hammadde çeşitliliği ve içerisinde diğer marmelatlar ve reçellerde bulamadığımız, ürüne fonksiyonellik katan nar suyu ve yeşil çay gibi hammaddelerin ilavesi ile gerçekleştirilmiştir.

DŞM'a göre RDŞM'ın depolama süresi uzadığı için toplam antioksidan kapasitesinin ve toplam fenolik madde miktarının azaldığı görülmüştür. Depolama süresinin toplam fenolik maddeler üstüne etkisinin incelendiği bir çalışmada, böğürtlen reçelinin 6 aylık depolama koşulları boyunca toplam fenolik miktarlarındaki değişim incelenmiştir. 0. günde 219.5 mg GAE/g iken 6. ayda 144.7 mg GAE/g olarak bulunmuştur. Bu da depolama süresi arttıkça toplam fenolik madde miktarının azaldığını ortaya koymuştur [60]. Rababah ve ark. [1] yapmış oldukları çalışmada incir reçelinin 5 ay süre ile depolanması sonucunda toplam fenolik madde miktarı 0. ay 291.42 mg GAE/kg iken 5. ay sonunda 130.97±2.6 mg GAE/kg bulunarak azalma görülmüştür. Kamiloğlu ve ark. [11]' da, kara havuç reçeli ve marmeladının depolamayla toplam antioksidan kapasitesinin ve toplam fenolik miktarının azaldığını, ama 4°C'de gerçekleşen depolamanın 25°C'de gerçekleşen depolamaya kıyasen daha az etki ettiğini raporlamıştır. Bu da, çalışmamızın literatürdeki çalışmalarla benzerlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

## SONUÇ

Bu çalışmada şekeri azaltılmış fonksiyonel marmelat geliştirilmiştir. Marmelat formülasyonlarının geliştirilmesi sırasında, karışık meyve marmelatlarında tatlandırıcı (ticari stevia ve bal) ilave edilerek yapılan 3 farklı marmeladın tanımlayıcı fizikokimyasal ve duysal özellikleri ile antioksidan özellikleri ortaya konulmuştur.

Dünyada ve ülkemizde tatlı ürünlerin önemli bir parçası olan sürülebilir formda olan marmelatlar, kahvaltılı sofralarının vazgeçilmezlerinden olup insanların günlük diyetinde severek tükettikleri yüksek enerjili ürünlerdendir. Günümüzde değişen yaşam koşullarına bağlı olarak ortaya çıkan kalori fazlalığının sebep olduğu problemler, tüketicilerin bu tip fazla şekerli gıdalardan

kaçınmasına sebep olmuştur. Artan diyabet ve obezite hastalıklarıyla birlikte, tüketiciler sağlıklı beslenmeye dayalı yaşam biçimine yönelmiş, kalorisi düşük olan ancak aynı zamanda damak tadına da hitap eden gıdaları tercih etmeye başlamışlardır. Geliştirilen ürünlerin çözünebilir kuru madde miktarı en az %25 oranında azaltılarak ve enerji miktarı benzer bir ürüne göre en az %30'luk bir azalma sağlanarak; düşük şekerli ve kalorisi düşürülmüş bir ürün geliştirilerek sağlıklı ürünler pazarındaki ürün çeşitliliğinin artırılmasına katkı sağlanmıştır.

Fonksiyonel gıdalar, yüksek pazar potansiyeli olan gıda ürünleri arasında yer almaktadır. Hem dünya genelinde hem de ülkemizde hızla büyüyen fonksiyonel gıda pazarındaki büyüme potansiyelinin korunarak artırılması gerekmektedir. Araştırmada düşük şekerli, ballı ve stevia formunda bulunan marmelatlar, ürünün fonksiyonel özelliğini arttırmaktadırlar. Her ne kadar, bal ilaveli marmeladın (BIM) antioksidan kapasitesi ve fenolik içeriği diğer formlara göre düşük çıksa da, balın başka bir marmelat ürününde tatlandırmak amacıyla kullanılmamasından dolayı ve şeker miktarının formülasyondan çıkarılmasını sağladığından geliştirdiğimiz ürünün "inovatif" özelliğini koruduğu düşünülmektedir.

Son yıllarda doğal içerikli ürünler de tüketicinin tercihleri arasında yer almakta ve doğal içerikli ürünlere talep gittikçe artış göstermektedir. Bu çalışmada, doğal tatlandırıcılar arasında yer alan bal ve popüleritesi gün geçtikçe artan stevia'nın düşük kalorili marmelat üretiminde kullanılabilirliği ve yapılan analizlerle ticari ürünün duysal özelliklerine yakın bir marmelat elde edilebileceği tespit edilmiştir. Endüstriyel boyutta yapılacak üretimlerde çalışma kapsamında kullanılan ticari stevia şekerinin gıda katkı maddesi olarak kullanılan steviol glikozitleri ile değiştirilip formülasyonun tekrar düzenlenmesi önerilmektedir.

Günümüzde daha çok geleneksel olarak üretilen marmelatların işleme şartlarının (ısı işlem derecesi ve süresi) iyileştirilmesi, böylece antioksidan bileşenler ve diğer besin öğelerinin marmelat üretimi esnasında mümkün olduğunca az zarar görmesinin veya optimum düzeyde korunmasının sağlanması ile mümkün kılınmaktadır. Piyasada bulunan reçel ve marmelatlardaki şeker miktarları yüksek olduğundan hidroksimetilfurfural (HMF) oluşumu gözlenebilmektedir. Yaptığımız çalışmada ise şeker miktarının düşük olması, kısa sürelerde pişirme ve sıcak dolmu uygulamaları ve içindeki fenolik bileşiklerin koruyucu etki gösterebilmesinden dolayı HMF oluşumu (<2.5 mg/kg ) tespit edilememiştir. Fakat marmeladın pişirme ve depolama sonrası tüm formlarında HMF oluşumuna etki eden faktörlerin daha da ayrıntılı incelenmesi önerilmektedir. Bunun yanında ürünlerin depolama boyunca raf ömrünün incelenmesi için detaylı fizikokimyasal analizler gerçekleştirilmeli ve mikrobiyolojik analizlerle de desteklenmelidir.

Ürünü piyasada ve literatürde bulunan diğer ürünlerden ayıran, seçilen meyve çeşitleri ve miktarıdır. Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış

Kestane Püresi Tebliği'nde "1000 g geleneksel marmelat üretiminde kullanılan meyve pulpu, püre, meyve suyu ve sulu ekstraktları miktarı en az 450 g olmalıdır. Meyvenin sulu ekstraktlarının kullanıldığı geleneksel marmelatlarda meyve sulu ekstrakt miktarı hesaplanırken, sulu ekstrakt hazırlamada kullanılan suyun ağırlığı hesaplama dahil edilmez" ibaresinde belirtilen kriterin çok fazla üstünde meyve miktarı mevcuttur. Geliştirilen bu ürünle kullanılan hammaddelerin besleyici değer açısından yüksek, kalorisi düşük olması sebebiyle raflarda alternatif bir fonksiyonel ürün oluşturulması ve tek tip meyveden yapılmış ürünlere karşı farklı meyvelerin bir arada kullanılmasıyla elde edilen bir ürünün literatüre kazandırılması amaçlanmıştır.

Çalışmadan elde edilen bulgular bir arada değerlendirildiğinde; marmelat üretiminde doğal tatlandırıcılar ve su yerine nar suyu ve demlenmiş yeşil çay katılarak marmeladın tüketici açısından beğenilen ve besleyici-fonksiyonel bileşenlerce zengin, endüstriyel olarak katma değeri yüksek fonksiyonel düşük kalorili marmelat çeşitlerinin üretilebileceği düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma kapsamında geliştirilen ürün, 2019 TUBİTAK 2242 Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri İzmir Bölge Finaline kalmaya hak kazanmıştır. Çalışmalarından dolayı Furkan DEDEKOCA'ya ve katkılarından dolayı Elif KOÇ ALİBAŞOğLU'na içten teşekkürlerimizi sunarız.

## KAYNAKLAR

- [1] Rababah, T.M., Al-Mahasneh, M.A., Kilani, I., Yang, W., Almamad, M.N., Ereifej, K., Al-U'datt, M. (2013). Effect of jam processing and storage on total phenolics, antioxidant activity, and anthocyanins of different fruits. *Journal of the Science Food and Agriculture*, 91(6), 1096-1102.
- [2] Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan, M. (2003). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği.
- [3] Anonim. (2006). Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği (2006/55). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 30 Aralık 2006 ve 26392 sayılı Resmî Gazete, Ankara. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/12/20061230-41.htm> (Erişim tarihi: 10.05.2020).
- [4] Karadeniz, F., Burdurlu, H.S., Koca, N., Soyer, Y. (2005). Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(4), 297-303.
- [5] Şengül, M., Topdaş, E.F., Doğan, H., Serencam, H. (2018). Artvin ilinde geleneksel olarak üretilen bazı marmelat çeşitlerinin çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan aktiviteleri ve fenolik profillerinin araştırılması. *Akademik Gıda*, 16(1), 51-59.
- [6] Anonim. (2020). Sanayi ürünleri yıllık üretim ve satış istatistikleri. Erişim adresi:

[http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1066](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1066) (Erişim Tarihi: 14.03.2020)

- [7] Tamer, C.E. (2012). A research on raspberry and blackberry marmalades produced from different cultivars. *Journal of Food Processing and Preservation*, 36(1), 74-80.
- [8] Özbey, A., Öncül, N., Tokatlı, K., Yıldırım, M. Yıldırım, Z. (2017). Kuşburnu marmelatlarının bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım -Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(4), 358-365.
- [9] Kaya, C., Esin Yücel, E., Bayram, M., Meşe, C., Aybakan, E., Gizem Gökğöz, G., Sözer, T.T. (2016). Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) bazlı karışık meyveli geleneksel marmelat üretimi üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(2), 107-112.
- [10] Uçan-Türkmen, F., Bingöl, B.N., Şahin, E., Özkaraman, F., Tekin, Z. (2019). Erik (*Prunus Domestica*) bazlı karışık meyveli geleneksel marmelat üretimi. *Gıda*, 44(4), 707-718.
- [11] Kamiloğlu, S., Paslı, A.A., Özçelik, B., Camp, J.V., Çapanoğlu, E. (2015). Influence of different processing and storage conditions on in vitro bioaccessibility of polyphenols in black carrot jams and marmalades. *Food Chemistry*, 186, 74-82.
- [12] Alasalvar, C., Grigor, J.M., Zhang, D., Quantick, P.C., Shahidi, F. (2001). Comparison of volatiles, phenolics, sugars, antioxidant vitamins and sensory quality of different colored carrot varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 1410-1416.
- [13] Ercan, N., Özkarakaş, İ. (2005). Ege Bölgesinden toplanan bazı ayva (*Cydonia Vulgaris Pers.*) materyalinin adaptasyonu ve değerlendirilmesi. *Anadolu*, 15 (2), 27-42.
- [14] Zheng, Y., Wang, S.Y., Wang, C.Y., Zheng, W. (2007). Changes in strawberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity in response to high oxygen treatments. *LWT-Food Science and Technology*, 40(1), 49-57.
- [15] Ekşi, A., Özen, İ.T., (2012). Kivi meyvesinin kimyasal bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 54-67.
- [16] Özaydın, A.G., Özçelik, S. (2014). Ankara armudunun bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine fırında kurutma işleminin etkisi. *Akademik Gıda*, 12(4), 17-26.
- [17] Yıldız, S., Yavaş, H., Gürbüz, O., Değirmencioğlu, N. (2015). Türkiye'de yetişen yaban mersini meyvesinin fenolik bileşiklerinin karakterizasyonu. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi*, 15, 9-18.
- [18] Güzel, M., Akpınar, Ö. (2017). Turunçgil kabuklarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Güfbed/Gustij*, 7(2), 153-167.
- [19] Polat, M., Okatan, V., Güçlü, S.F., Çolak, A.M. (2018). Determination of some chemical characteristics and total antioxidant capacity in apple varieties grown in Posof/Ardahan region. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 2(4), 131-134.
- [20] Gündoğdu, M., Yılmaz, H. (2013). Bazı standart nar (*Punica granatum* L.) çeşitleri ve genotiplerine

- ait meyvelerin C vitamini, şeker ve besin elementleri içeriklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(3), 242-248.
- [21] Shirakami, Y., Shimizu, M. (2018). Possible mechanisms of green tea and its constituents against cancer. *Molecules*, 23(9), 2284.
- [22] Ulusoy, A., Tamer, C.E. (2019). Determination of suitability of black carrot (*Daucus carota L. spp. sativus var. atrorubens Alef.*) juice concentrate, cherry laurel (*Prunus laurocerasus*), blackthorn (*Prunus spinosa*) and red raspberry (*Rubus ideaus*) for kombucha beverage production. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, 1524-1536.
- [23] Aliyari, P., Kazaj, F. B., Barzegar, M., Gavlighi, H. A. (2020). Production of functional sausage using pomegranate peel and pistachio green hull extracts as natural preservatives. *Journal of Agricultural Science Technology* 22(1), 159-172.
- [24] Anton, S., Martin, C., Han, H., Coulon, S., Cefalu, W., Geiselman, P., Williamson, D. (2010). Stevie in foods, aspartame and sucrose consumption, satiety, and postprandial effects on glucose and insulin levels, *Appetite*, 55(1), 37-43.
- [25] Toydemir, G., Capanoglu, E., Kamiloglu, S., Firatligil-Durmus, E., Sunay, A.E., Samanci, T., Boyacioglu, D. (2015). Effects of honey Addition on antioxidative properties of different herbal teas. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 65(2), 127-135.
- [26] Aksu, İ.M., Özdemir, F., Nas, S. (1997). Ön ısıtma uygulanarak elde edilen kuşburnu pulplarından farklı pulp/şeker oranlarında üretilen marmelatların kalite özellikleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(1), 243-248.
- [27] TS 1201 EN ISO 1741 (1996). Dekstroz-Kurutmada kütle kaybının tayini-Vakumlu etüv metodu. Türk Standartlar Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- [28] TS 4890 (1986). Meyve ve sebze mamulleri-Çözünür katı madde miktarı tayini-Refraktometrik metot. Türk Standartlar Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- [29] TS 1728 ISO 1842 (2001). Meyve ve sebze ürünleri-pH tayini. Türk Standartlar Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- [30] TS 1125 ISO 750 (2002). Meyve ve sebze ürünleri-Titrasyon asitliği tayini. Türk Standartlar Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- [31] TS 1125 ISO 750 (2002). Meyve ve sebze ürünleri-Titrasyon asitliği tayini. Türk Standartlar Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- [32] IHC (International Honey Commission) (2009). Harmonised Methods of the International Honey Commission, Determination of Hydroxymethyl furfural by HPLC. 1-63.
- [33] Nordic Committee on Food Analysis (NMKL). (2007). NMKL 186 Trace elements-As, Cd, Hg, Pb and other elements. Determination by ICP-MS after pressure digestion. NMKL Publications. Oslo: Nordic Committee on Food Analysis.
- [34] Vitali, D., Dragojević, V., Šebečić, B. (2009). Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114(4), 1462-1469.
- [35] Apak R., Güçlü K., Özyürek M., Karademir S.E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupricion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC Method, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 7970-7981.
- [36] Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 20(1), 25-30.
- [37] Benzie, I.F.F., Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'antioxidant power': the FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.
- [38] Obando, M., Owuor, P.O. (1997). Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of Kenyan black teas. *Journal of Science Food and Agriculture*, 74(2), 209-215.
- [39] Elmacı, Y., Altuğ T. (2011). Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Sidas Medya Ltd. şti. İzmir.
- [40] Anonim. (2017). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığından: Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği. Sayı: 29960 (Mükerrer). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170126M1-5.htm> (Erişim tarihi: 10.05.2020).
- [41] Kaya, C., Topuz, S., Bayram, M., Kola, O. (2019). Alıç marmelatı üretiminde farklı tatlandırıcı kullanımının ürün özelliklerine etkisi. *Gazi Osmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 8(3):180-192.
- [42] Altuğ, T., Ova, G., Demirağ, K., Elmacı, Y., Zorba, M., Bahar, B., Gür, E., Uysal, V. (2001). Asitliği Düzenleyiciler, Ed. Altuğ, T, Gıda Katkı Maddeleri, Meta Basım, İzmir, 41-43.
- [43] Koç, E., Yolcu-Ömeroğlu, P. (2019). Geleneksel anjelika (Melek Otu) reçelinin fizikokimyasal ve duyusal özellikleri. *Akademik Gıda*, 17(4), 485-496.
- [44] Carvalho, A.C.G., de Oliveira, R.C.G., Navacchi, M.F.P., da Costa, C.E.M., Mantovani, D., Dacöme, A.S., Seixas, V.A.F., da Costa, S.C. (2013). Evaluation of the potential use of rebaudioside-A as sweetener for diet jam. *Food Science and Technology*, 33(3), 555-560.
- [45] Başkaya-Sezer, D., Erdoğan-Tokatlı, K., Demirdöven, A. (2016). Çakal eriği ve yonuz eriği marmelatları. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1), 125-131.
- [46] Anonim. (2020). USA Department of Agriculture Agricultural Research Service, FoodData Central Data. Erişim adresi: <https://fdc.nal.usda.gov/about-us.html> (Erişim Tarihi: 12.06.2020)
- [47] Awolu, O.O., Okele, G.O., Ojewumi, M.E., Oseyemi, F.G. (2018). Functional jam production from blends of banana, pineapple and watermelon pulp. *International Journal of Food Science and Biotechnology*, 3(1), 7-14.
- [48] Turgut, D.Y., Gölükcü, M., Tokgöz, H. (2015). Kamkat (*Fortunella margarita* Swing.) meyvesi ve



- reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Derim*, 32(1), 71-80.
- [49] EFSA 2017. Dietary reference Values for nutrients summary report. Erişim adresi: [https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/2017\\_09\\_DRVs\\_summary\\_report.pdf](https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/2017_09_DRVs_summary_report.pdf). (Erişim Tarihi: 12.06.2020).
- [50] European Union (EU), (2011). Regulation (EU) No 1169/2011 of the European parliament and of the Council on the provision of food information to consumers. *Official Journal of the European Union*, L 304 p. 18-63.
- [51] Hussein, A., Kamil, M., Hegazy, N., Mahmoud, K., Ibrahim, M. (2015). Utilization of some fruits and vegetables by-products to produce high dietary fiber jam. *Food Science and Quality Management*, 37, 39-46.
- [52] Belovic, M., Torbica, A, M., Lijakovic, I., Mastilovic, J. (2017). Development of low calorie jams with increased content of natural dietary fibre made from tomato pomace. *Food Chemistry*, 237, 1226-1233.
- [53] Kamiloğlu, S. (2019). Endüstriyel Dondurma İşlemi ve in vitro gastrointestinal sindirim sırasında taze fasulyenin fenoliklerinde, flavonoidlerinde ve antioksidan kapasitesinde meydana gelen değişimler. *Akademik Gıda*, 17(2), 176-184.
- [54] Lafarga,T., Aguiló-Aguayo, I., Bobo, G., Chung, A.V., Tiwari, B. K. (2018). Effect of storage on total phenolics, antioxidant capacity, and physicochemical properties of blueberry (Vaccinium corymbosum L.) jam. *Journal of Food Processing and Preservation*,. 42(7),13666.
- [55] Turkmen, N., Sari, F., Poyrazoğlu, E.S., Velioğlu, Y.S. (2006). Effects of prolonged heating on antioxidant activity and colour of honey. *Food Chemistry*, 95(4), 653-657
- [56] Shivanna N, Naika M, Khanum F, Kaul, F.K. (2013). Antioxidant, anti-diabetic and renal protective properties of Stevia Rebaudiana. *Journal of Diabetes and Its Complications*, 27(2), 103-113.
- [57] Zaiter, A., Becker, L., Karam, M. C., Dicko, A. (2016). Effect of particle size on antioxidant activity and catechin content of green tea powders. *Journal of Food Science and Technology*, 53(4), 2025-2032.
- [58] Güldiken, B., Toydemir, G., Memiş, K.N., Okur, S., Boyacıoğlu, D., Çapanoğlu, E. (2016). Home-processed red beetroot (*Beta vulgaris* L.) products: Changes in antioxidant properties and bioaccessibility. *International Journal Molecular Sciences*, 17(6), 858.
- [59] Baroni, M.V., Gastaminza, J., Podio, N.S., Lingua, M.S., Wunderlin, D.A., Rovasio, J.L., Dotti, R., Rosso, J.C., Ghione, S., Ribotta, P.D. (2018). Changes in the antioxidant properties of quince fruit (*Cydoniaoblonga Miller*) during jam production at industrial scale. *Hindawi Journal of Food Quality*, <https://doi.org/10.1155/2018/1460758>.
- [60] Poiana, M.A., Munteanu, M.F., Bordean, D.M., Gligor, R., Alexa, E. (2013). Assessing the effects of different pectins addition on color quality and antioxidant properties of blackberry jam. *Chemistry Central Journal*, 7(1), 121.

## Farklı Tane Unları ve Çekirdek Tozları Kullanılarak Glutensiz Lokma Tatlısı Üretimi ve Kalite Özellikleri

İlyas Çelik  ✉, Yasemin Kuzumoğlu 

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli

*Geliş Tarihi (Received): 01.03.2020, Kabul Tarihi (Accepted): 10.06.2020*

✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): ilyasc@pau.edu.tr (İ. Çelik)*

☎ 0 258 296 31 07 📠 0 258 296 32 62

### ÖZ

Çölyak (gluten enteropatisi) yapısında gluten bulunduran tahıl ve tahıl ürünlerinin tüketilmesi sonucu yetişkinlerde karın şişliği, iştahsızlık, kansızlık gibi belirtilerle ortaya çıkan bir hastalıktır. En etkili tedavi yöntemi diyetten gluten içeren gıdaların çıkarılmasıdır. Glutensiz formülasyonların en çok çalışıldığı ürünler incelendiğinde kek, bisküvi, kraker, makarna ve ekmeğe öne çıkmaktadır. Bu çalışmada patates unu yerine üzüm çekirdeği tozu, keten unu ve kavun çekirdeği tozu kullanılarak glutensiz lokma tatlıları üretilmiştir. Üretilen glutensiz lokma tatlılarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile duyu özellikleri belirlenmiştir. Kavun çekirdeği tozu ikamesi ile glutensiz lokma tatlısının spesifik hacmi %27.38 artmıştır. İkame edilen tüm hammaddeler glutensiz lokma tatlısının esneklik değerlerinde azalmaya neden olurken, keten tohumu ikameli glutensiz lokma tatlısı kalori değeri (587.84 kcal) en yüksek çeşit olarak belirlenmiştir. Diyet lifi miktarı bakımından en zengin çeşit %8.63 toplam diyet lifi içeren keten unu katkılı lokma tatlısı olmuştur. Duyusal analiz sonuçlarına göre en beğenilen çeşit üzüm çekirdeği tozu katkılı lokma tatlısı olarak belirlenmiştir. Kullanılan hammaddelerin lokma tatlısını glutensiz özelliğinin yanı sıra protein ve diyet lifi içeriği bakımından zenginleştirdiği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Çölyak hastalığı, Lokma tatlısı, Üzüm çekirdeği tozu, Keten tohum unu, Kavun çekirdeği tozu

### Production of Gluten-Free Lokma Dessert Using Different Grain Flours & Seed Powders and Quality Properties

#### ABSTRACT

Celiac (gluten enteropathy) is a disease that emerges with symptoms such as abdominal swelling, anorexia, and anemia in adults as a result of consuming cereal and cereal products that contains gluten. The most effective method of treatment is the removal of foods containing gluten from the diet. When the products of gluten-free are investigated, cake, biscuits, cracker, pasta and bread appears to be studied more than others. In this study, gluten-free lokma desserts were produced by using grape seed powder, flaxseed flour and melon seed powder instead of potato flour. Some physical, chemical properties and sensory properties of gluten-free lokma desserts were determined. Specific volume of gluten-free lokma dessert increased by 27.38% with melon seed powder addition. All substituted raw materials caused a decrease in the elasticity values of the gluten-free lokma dessert. The highest variety of the calorie value (587.84 kcal) was determined to gluten-free lokma dessert with flaxseed flour addition. The richest sample in terms of dietary fiber was the lokma of flaxseed flour added with 8.63% total dietary fiber. According to the results of sensory analysis, the most popular gluten-free lokma dessert is determined grape seed powder added. It has been observed that the every used raw material enrich the gluten-free lokma dessert protein and dietary fiber contents.

**Keywords:** Celiac disease, Lokma dessert, Grape seed powder, Flaxseed flour, Melon seed powder

## GİRİŞ

Lokma tatlısı, Ahmet Cavid'in 18. yüzyılın mutfak kültürünü anlattığı kitabında tarihi Karahanlılar Devleti'ne dayandırılan geleneksel bir tatlıdır. Lokma bir parça, bir yudum anlamına gelen Arapça kökenli bir kelimedir [1]. Un, şeker, tuz, maya ve su ile hazırlanan cıvık hamurun fermente edildikten sonra şekil verilerek kızgın yağda kızartılması ve şerbetlenmesiyle hazırlanır. Küre şekli verilmiş lokmalar 'saray lokması', ortası delik yuvarlak şekildeki lokmalar ise 'İzmir lokması' olarak bilinmektedir.

Çölyak (gluten enteropatisi), içeriğinde gluten bulunan tahıl ve tahıl ürünlerinin tüketimi ile ortaya çıkmaktadır. Bağırsaktan emilimi azaltıcı etki göstererek çocuklarda gelişim geriliğine, yetişkinlerde ise kansızlık ve kemik zayıflığı gibi rahatsızlıklara neden olmaktadır [2]. TBMM tarafından yayınlanan Nisan 2018 tarihli araştırma raporunda Avrupa'da hastalığın görülme sıklığı binde 1-2 arasında iken ülkemizde yüzde 1 ile binde 3 arasında değiştiği ve Türkiye'de 250 bin ile 750 bin arasında Çölyak hastası bulunduğu tahmin edildiği bildirilmiştir [3]. Tek tedavi yöntemi gluten içeren gıdaların tüketilmemesi olan Çölyak hastalığı nedeniyle hasta bireylerin tüketebileceği gıda çeşitliliğinde büyük bir kısıtlama ortaya çıkmaktadır. Çölyak hastalığının etkilerinin anlaşılmasıyla beraber, tahıl benzeri ürünlerin, tane unlarının ve farklı çekirdek tozlarının kek üretiminde [37], kraker üretiminde [38], kurabiye üretiminde [39], kahvaltılık gevrek üretiminde [40] ve bisküvi üretiminde [41] kullanım imkanlarının araştırılması glutensiz ürünlere yönelik çalışmaların önem kazandığını göstermektedir.

Bu çalışmada glutensiz olarak üretimi yapılan lokma tatlılarına patates unu, üzüm çekirdeği tozu, keten tohum unu ve kavun çekirdeği tozu katılmıştır. Glutensiz lokma ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Patates unu, karbonhidrat açısından zengin oluşu nedeniyle tüm dünyada tüketilen pirinç, mısır ve manyoktan sonra en önemli dördüncü üründür. Beslenme için yağ ve kolesterol içeriği bakımından oldukça yetersiz kalan patates C vitamini, E vitamini, B1 vitamini, B2 vitamini, niasin, B5 vitamini, folik asit, potasyum, kalsiyum, çinko, magnezyum gibi mineraller bakımından zengin bir kaynaktır ve yüksek oranda diyet lifi ile demir içermektedir [4]. Patates ununda %6.52 nem, %6.9 protein, %0.34 yağ, %3.14 kül, %83.1 karbonhidrat ve %5.9 diyet lifi bulunmaktadır [5]. Patates unu kullanılarak glutensiz ekmek üretilen bir çalışmada patates ununun bileşimi %7.9 nem, %3.17 kül ve %7.10 protein olarak bildirilmiştir [6].

Üzüm, beyin ve sinir metabolizmasını destekleyen, bağırsıklık sistemini kuvvetlendiren önemli B1 ve B2 vitaminleri, amino asitler, organik asitler ve mineraller, içermektedir [7]. Üzüm çekirdeği tozunun %11.53 protein, %4.31 yağ ve %47.56 toplam diyet lifi içermektedir [8]. Üzüm çekirdeği ilavesinin ekmeklerin verimine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise üzüm çekirdeği tozunun besin bileşimi %8.55 nem, %2.56 kül,

%9.94 protein, %16.95 yağ ve %62 diyet lifi olarak bildirilmiştir [9].

Keten tohumu içerdiği  $\alpha$ -linolenik asit, diyet lifi ve lignin prokürsörleri ile kansere karşı koruyucu, kolesterol düşürücü etkilere sahiptir [10]. Keten tohumunda yüksek miktarda  $\alpha$ -linolenik asit, eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) bulunduğu bildirilmiştir [11]. Çoklu doymamış yağ asidinin sağlık ve beslenmedeki önemi göz önünde bulundurulduğunda keten tohumu, besin bileşimi nedeniyle fonksiyonel gıdalarda kullanımı açısından önem taşımaktadır [12]. Keten tohumunun bileşimi yaklaşık olarak %17-32 protein, %38-42 yağ, %23-40 diyet lifi, %2-6 karbonhidrat, %4-6 kül ve %5-7 nem olarak ifade edilmiştir [13].

Kavun çekirdeği tozunun besinsel içeriğinin ve fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada protein içeriği %27.41 olarak tespit edilmiştir. Proteinlerin içerdiği aminoasitler incelendiğinde kavun çekirdeği tozunun esansiyel aminoasitler olan triptofan, lösin ve fenilalanin bakımından zengin olduğu bildirilmiştir. Protein içeriği bakımından zengin gıda ürünlerinin geliştirilmesinde kavun çekirdeği tozunun iyi bir alternatif olacağı belirtilmiştir [14]. Kavun çekirdeği tozunda %5.05 nem, %3.94 kül, %28.33 protein, %47.37 yağ ve %15.31 karbonhidrat bulunmaktadır [15]. Türkiye'de yetiştirilen 10 farklı kavun çeşidinin çekirdeklerinin fizyokimyasal özelliklerinin belirlendiği çalışmada, kavun çekirdeklerinin %4.84-6.33 nem, %2.51-3.46 kül, %19.44-33.00 yağ, %30.36-37.17 protein içerdiği ifade edilmiştir [16].

Bu çalışmada ülkemizde bilhassa Ramazan ayında sıklıkla tüketimi olan lokma tatlısının çölyak rahatsızlığı çeken bireylerin tüketebileceği ve farklı tanelerin un veya tozlarının katılanması ile fonksiyonellik kazandırılması amaçlanmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlar ışığında bilhassa duyuusal özellikleri açısından en beğenilen çeşidi ortaya koyarak glutensiz tatlı ürün yelpazesinin genişletilmesi hedeflenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Hammadde olarak kullanılan pirinç unu (Piyale), mısır nişastası (Piyale), patates unu (Tito), üzüm çekirdeği tozu (Meyun), guar gam (Tito), ksantan gam (Tito), yağ maya (Pakmaya), tuzsuz sanayi tipi katı yağ (Alba), şeker (Torku), tuz (Billur Tuz) Denizli'de yerel marketlerden temin edilirken, kavun çekirdeği Tunceli'de yerel bir marketten temin edilmiştir. Kavun çekirdeği ve keten tohumu laboratuvar tipi öğütücü (Waring 8011S, ABD) ile öğütülüp, 500  $\mu$ m tel elekten geçirildikten sonra kavun çekirdeği tozu ve keten unu elde edilmiştir.

Glutensiz lokma tatlısı formülasyonunda pirinç unu ve mısır nişastasına patates unu ikamesi ile kontrol örnekleri oluşturulmuştur. Kontrol örneği %20 patates unu, %40 pirinç unu ve %40 mısır nişastası içerecek şekilde formülendirilmiştir. Patates unu, üzüm çekirdeği tozu, kavun çekirdeği tozu ve keten unu 100 g karışımda 20 g yer alacak şekilde ayrı ayrı ikame edilmiştir.

Kullanılan su miktarının belirlenmesinde kontrole göre artış veya azaltılmasında ön denemelerde hamur yapısı dikkate alınarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Lokma tatlılarının hamurları mikserde (Kenwood, İngiltere) 2 dakika yavaş, 6 dakika hızlı devirde karıştırılarak hazırlanmıştır. Hamurlar kızartma işleminden önce 30°C sıcaklıktaki kabinde 30 dakika

süreyle fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon sonrası hamurlar el yardımıyla çay kaşığı ile şekil verilerek kızgın yağda renk dönüşümü oluncaya kadar kızartılmıştır. Kızartılan tatlılar 250 mL su, 500 g şeker ve 0.4 g sitrik asit ile hazırlanıp soğutulmuş şurup içerisinde 20 dakika bekletilmiştir. Kızartılan lokma tatlılarının bir kısmı fiziksel ve kimyasal analizlerde kullanılmak üzere şuruplanmadan ayrılmıştır.

Tablo 1. Glutensiz Lokma Tatlısı Formülasyonları

	Kontrol Lokma	Üzüm Çekirdeği Tozlu Lokma	Kavun Çekirdeği Tozlu Lokma	Keten Unlu Lokma
Pirinç Unu (g)	40	40	40	40
Mısır Nişastası (g)	40	40	40	40
Patates Unu (g)	20	-	-	-
Üzüm Çekirdeği Tozu (g)	-	20	-	-
Kavun Çekirdeği Tozu (g)	-	-	20	-
Keten Tohum Unu (g)	-	-	-	20
Guar Gam (g)	0.5	0.5	0.5	0.5
Ksantan Gam (g)	0.5	0.5	0.5	0.5
Yaş Maya (g)	4	4	4	4
Katı Yağ (g)	20	20	20	20
Şeker (g)	1.25	1.25	1.25	1.25
Tuz (g)	0.75	0.75	0.75	0.75
Sitrik Asit (g)	0.075	0.075	0.075	0.075
Su (mL)	125	135	120	135

### Fiziksel Analizler

Kızartma öncesi hamur ağırlığı ve kızartma sonrası tatlıların ağırlığı dikkate alınarak lokma tatlılarının yağ çekme oranları, şuruplanmadan önceki ve sonraki ağırlıkları ile lokma tatlılarının şurup çekme oranları hesaplanmıştır. Üretilen lokma tatlılarının hacim ölçümü kolza tohumu ile yer değiştirme esasına dayanarak gerçekleştirilmiştir. Belirlenen hacim değerleri (mL) lokma tatlılarının ağırlıklarına bölünerek spesifik hacim değerleri hesaplanmıştır. Dijital mikrometre (Mitutoyo, Japonya) kullanılarak lokma tatlılarının boy ve en değerleri ölçülmüştür. Lokma tatlılarının renk değerleri (Hunter L [ 0-100= koyuluk-açıklık], a [a+ = kırmızı, a- = yeşil] ve b [b+ = sarı, b- = mavi] ), Hunter-Lab Mini Scan XE renk ölçüm cihazı (Reston, VA, ABD) ile ölçülmüştür [17].

### Kimyasal Analizler

Lokma tatlılarının yağ analizleri Soxhlet ekstraksiyon metoduna göre yapılmıştır. Protein miktarı Kjeldahl [18] metoduna göre yapılmış ve azot çevirici faktör olarak 6.25 kullanılmıştır. Lokma tatlılarının kalori değerleri hesaplama yöntemi ile belirlenmiştir. Hesaplama öncelikle karbonhidrat miktarı (%Karbonhidrat=100-(%nem+%kül+%protein+%yağ)) tespit edilmiş, ardından %yağ miktarı 9, protein ve karbonhidrat % miktarları 4 ile çarpılması ve toplanması ile elde edilmiştir. Lokmaların diyet lif içeriği, toplam diyet lifi ölçüm kiti (Megazyme K-TDFR, Wicklow, İrlanda) ile Mes-Tris AOAC'nin 991.43 ve AACC'nin 32-07 metotlarına göre belirlenmiştir [18,19].

### Tekstürel Analizler

Lokma tatlılarının tekstür analizleri Brookfield (Model No:CT3-4500, ABD) tekstür analiz cihazı ile yapılmıştır. Tekstür analizi ölçüm parametrelerinde uygulanan kuvvet 7 g, test hızı 0.5 mm/s ve sıkıştırma uzunluğu 7 mm olarak belirlenmiştir. Lokma tatlılarının tekstür analizleri 2.5 mm çaplı silindirik başlık (TA36) ile yapılmıştır. Şuruplanmış tatlıların sertlik (g), yapışkanlık, esneklik (mm), sakızimsılık (g) ve çiğnenebilirlik (mJ) özellikleri ölçülmüştür [20].

### Duyusal Analiz

Duyusal analiz yaş aralığı 20-32 olan 21 kadın ve yaş aralığı 21-35 olan 11 erkek panelist ile toplam 32 panelist ile Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir.

Duyusal analizlerde hedonik skala kullanılarak panelistlerden lokma tatlılarını renk, koku, gözenek yapısı, kırılabilirlik, çiğnenebilirlik, lezzet ve genel beğeni özellikleri bakımından 1 (Aşırı kötü)–7 (Mükemmel) arasında puanlamaları istenmiştir [21].

### İstatistiksel Analizler

Elde edilen bulgular IBM SPSS Statistics 22 programı ile analiz edilmiştir. Sonuçlar arasındaki farklılık LSD testi ile belirlenmiştir [22].

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Fiziksel Analiz Sonuçları

Lokma tatlısına ait fiziksel analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Kontrol olarak kabul edilen patates unlu lokma tatlısının diğer lokma çeşitlerine göre yağ çekme özelliğinde düşme ve şurup çekme özelliği üzerinde

artma yönünde etkisi olmuştur ( $p<0.05$ ). Üzüm çekirdeği tozlu ve kavun çekirdeği tozlu lokma tatlılarının spesifik hacim değerleri bakımından benzer ( $p<0.05$ ) olduğu görülmüştür. Kontrole göre diğer uygulamalar hacim yönünde olumlu etkide bulunmuş ve spesifik hacimleri daha yüksek elde edilmiştir. Katkılanan hammadde çeşidinin lokma tatlısının boy/en oranına etkisi istatistiksel açıdan önemsiz ( $p<0.05$ ) olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Glutensiz Lokma Tatlılarının Fiziksel Analiz Sonuçları\*

Lokma Çeşidi	Yağ Çekme (%)	Şurup Çekme (%)	Spesifik Hacim (mL/g)	Boy/En Oranı
Kontrol	82.19±0.45b	113.11±0.24a	3.25±0.05c	1.13±0.02 a
Üzüm Çekirdeği Tozlu	86.31±0.55a	104.81±1.07b	4.08±0.06a	1.18±0.01 a
Keten Unlu	88.46±1.90a	101.78±0.78b	3.67±0.03b	1.10±0.01 a
Kavun Çekirdeği Tozlu	87.94±1.34a	102.73±2.82b	4.14±0.04a	1.17±0.05 a

\*: Farklı harfler ile belirtilen sonuçlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). İstatistiksel sonuçlar sütunlar açısından değerlendirilmiştir.

Lokma tatlısına kavurğa arpa unu, kavurğa buğday unu ve bunların karışımlarının katkılandığı çalışmada katkılanan hammadde çeşidinin spesifik hacim üzerine etkisinin önemli ( $p<0.05$ ) olduğu belirtilmiştir. Katkılanan lokma tatlılarının yağ çekme ve şurup çekme değerlerinin istatistiksel açıdan benzer ( $p<0.05$ ) olduğu bildirilmiştir [23]. Ekmek formülasyonuna farklı oranlarda patates unu katkılanmış bir çalışmada, kontrol grubu en düşük spesifik hacme sahip çeşit olarak belirlenmiştir. Katkılanan patates unu miktarı arttıkça spesifik hacmin arttığı bildirilmiştir [24]. Kurabiye formülasyonuna üzüm çekirdeği tozu katkılanan başka bir çalışmada ise kontrol örneği ile katkılanmış kurabiyenin spesifik hacmi benzer bulunmuştur [25]. Keten unu katkılı kurabiyelerin üretildiği çalışmada keten unu katkısının kurabiyelerin

kalınlığının artmasına ve hacim artışının düşmesine neden olduğu ifade edilmiştir [26].

### Renk Analizi Sonuçları

Renk analizinde aynı çeşit 3 farklı lokma kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Üretilen lokma tatlılarının renk değerleri şuruplandıktan sonra ölçüm yapılan yüzey ile cihaz arasında hava boşluğu kalmayacak şekilde ölçülmüştür. Tatlıların iç renk değerleri ise enine kesitler alınarak ölçülmüştür. Hammadde çeşitliliği lokma tatlılarının renk özellikleri üzerinde önemli ( $p<0.05$ ) bir değişime neden olmuştur (Tablo 3). Rengi en koyu çeşit üzüm çekirdeği tozu katkılı lokma tatlısı ve kırmızılık değeri en yüksek çeşit keten unu katkılı lokma tatlısı olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Glutensiz Lokma Tatlılarının Renk Analizi Sonuçları\*

Lokma Çeşidi	Dış Renk			İç Renk		
	L	a	b	L	a	b
Kontrol	51.56±0.06a	3.49±0.01d	19.36±0.03a	57.11a	1.33±0.01d	15.89±0.01b
Üzüm Çekirdeği Tozlu	26.49±0.03d	4.52±0.04b	7.50±0.03d	26.71±0.04d	4.09±0.01b	6.38±0.05d
Keten Unlu	30.12±0.22c	6.17±0.01a	11.17±0.05c	36.09±0.02c	4.59±0.01a	10.80±0.01c
Kavun Çekirdeği Tozlu	48.53±0.34b	4.37±0.07c	18.53±0.02b	54.25±0.07b	3.70±0.07c	17.97±0.01a

\*: Farklı harfler ile belirtilen sonuçlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). İstatistiksel sonuçlar sütunlar açısından değerlendirilmiştir.

Farklı oranlarda patates unu katkılanmış ekmek üretilen bir çalışmada %23 katkılı ekmeğin iç renk L değeri 63.04, a değeri 0.95 ve b değeri 17.20 olarak ölçülmüştür [6]. Üzüm çekirdeği tozu katkısının ekmeğin fiziksel ve duyu özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada katkılama ile L değerinin azalma gösterirken a değerinin artış gösterdiği belirtilmiştir [27]. Yapılan başka bir çalışmada ise keten unu ilavesi örneklerin L ve b değerlerini düşürürken, keten tohumunda kırmızılık oranının yüksek olması etkili olmuş ve a değerini artırmıştır [28]. Bisküvi formülasyonuna %20 oranında keten ununun katkılandığı çalışmada bisküvilerin L değeri 46.26, a değeri 6.33 ve b değeri 19.89 olarak bildirilmiştir [26]. Kavun çekirdeği tozu katkılı bisküvilerin üretildiği bir başka çalışmada artan katkılama oranının bisküvilerin L değerlerini azalttığı belirtilmiştir [29].

### Kimyasal Analiz Sonuçları

Katkılanan hammadde çeşidinin lokma tatlısının yağ, kül, protein içeriği ile kalori değeri üzerine etkisi önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Keten unu ve kavun çekirdeği tozu katkılanması lokma tatlısının nem değerinde önemli ( $p<0.05$ ) değişikliğe neden olmamıştır. Kül ve protein içeriği en yüksek çeşit kavun çekirdeği tozu katkılı lokma tatlısı, kalori değeri en yüksek çeşit ise keten unu katkılı lokma tatlısı olarak belirlenmiştir (Tablo 4).

Üzüm çekirdeği tozu katkılanmasının bisküvilerin bazı özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada katkılama ile nem miktarı azalırken yağ, kül ve protein miktarının arttığı belirtilmiştir [30]. Bir başka çalışmada ise %10 oranında üzüm çekirdeği tozu ikamesi sonucu kurabiyelerin %1.70 kül, %5.59 protein, %9.50 toplam diyet lifi içerdiği ifade edilmiştir [42]. Ev tipi eriştelere

keten unu katkılmasının eriştelerin nem miktarını azaltırken yağ, kül ve protein miktarını arttırdığı bildirilmiştir [31]. Eriştelere kavun çekirdeği tozunun

katkılı olduğu başka bir çalışmada ise kavun çekirdeği tozu katkılmasının eriştelerin nem içeriğini azaltırken yağ, kül ve protein içeriğini arttırdığı belirtilmiştir [26].

Tablo 4. Lokma Tatlılarının Kimyasal Analiz Sonuçları\*

Lokma Çeşidi	Nem (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Protein (%)	Kalori (kkal)
Kontrol	21.00±0.05a	38.64±0.03d	0.66±0.01d	2.99±0.05d	506.53±0.39d
Üzüm Çekirdeği Tozlu	19.62±0.22b	40.65±0.36c	0.85±0.01b	3.66±0.03c	521.34±2.65c
Keten Unlu	16.24±0.41c	51.16±0.77a	0.74±0.03c	5.84±0.03b	587.84±2.35a
Kavun Çekirdeği Tozlu	16.64±0.17c	46.94±0.05b	0.95±0.01a	6.43±0.06a	564.32±0.98b

\*: Farklı harfler ile belirtilen sonuçlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05). İstatistiksel sonuçlar sütunlar açısından değerlendirilmiştir.

Diyet lifi içeriği bakımından en zengin çeşit keten unu katkılı lokma tatlısı olarak belirlenmiştir. Kontrol grubu lokma tatlısı diyet lifi miktarı en düşük çeşit olarak tespit

edilmiştir. İkame edilen hammadde çeşidinin lokma tatlılarının diyet lifi içeriğine etkisi istatistiksel açıdan önemli (p<0.05) bulunmuştur (Tablo 5).

Tablo 5. Lokma Tatlılarının Diyet Lifi Analizi Sonuçları\*

Lokma Çeşidi	Çözünür Diyet Lifi (%)	Çözünmez Diyet Lifi (%)	Toplam Diyet Lifi (%)
Kontrol	1.10±0.01d	1.46±0.05d	2.56±0.04d
Üzüm Çekirdeği Tozlu	2.12±0.05b	6.18±0.04a	8.30±0.09b
Keten Unlu	3.45±0.03a	5.18±0.05b	8.63±0.03a
Kavun Çekirdeği Tozlu	1.98±0.04c	4.79±0.05c	6.77±0.09c

\*: Farklı harfler ile belirtilen sonuçlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05). İstatistiksel sonuçlar sütunlar açısından değerlendirilmiştir.

Patates unu katkılı bisküvilerin üretildiği çalışmada katkılama ile bisküvilerin protein miktarı azalırken diyet lifi miktarının arttığı bildirilmiştir [32]. Bisküvilere üzüm çekirdeği tozu katkılanan çalışmada ise kontrol örneğinin %2.37 toplam diyet lifi, %15 üzüm çekirdeği tozu katkılı bisküvinin ise %9.76 toplam diyet lifi içerdiği ifade edilmiştir [25]. Muffin kek formülasyonuna keten ununun katkılı olduğu çalışmada katkılı örneklerin kontrol örneğinden %6 daha fazla diyet lifi içerdiği belirtilmiştir [10]. Kavun çekirdeği tozu katkılı eriştelerin üretildiği çalışmada %20 katkılı eriştelerin %7.07 toplam diyet lifi içerdiği bildirilmiştir [33].

### Tekstür Analiz Sonuçları

Sertlik, yapışkanlık ve sakızimsılık değeri en yüksek çeşit üzüm çekirdeği tozu katkılı lokma tatlısı olarak belirlenmiştir. Kavun çekirdeği tozu katkılı lokma tatlısının sertlik değeri, diğer çeşitlerden farklı (p<0.05) bulunmuştur (Tablo 6). Üzüm çekirdeği tozu katkılı lokma tatlısı ve kavun çekirdeği tozu katkılı lokma tatlısının yapışkanlık değerleri, kontrol ve üzüm çekirdeği tozu katkılı lokma tatlısının esneklik değerleri benzer (p<0.05) olarak tespit edilmiştir. Hammadde çeşitliliği lokma tatlısının sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde önemli (p<0.05) bir etki yaratmıştır.

Tablo 6. Lokma Tatlılarının Tekstür Analiz Sonuçları\*

Lokma Çeşidi	Sertlik (g)	Yapışkanlık	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (g)	Çiğnenebilirlik (mJ)
Kontrol	1162.70±28.70bc	0.31±0.02c	6.42±0.13a	531.75±1.20b	41.42±0.34b
Üzüm Çekirdeği Tozlu	1268.00±53.88a	0.51±0.01a	6.30±0.26a	620.70±8.76a	37.53±0.71c
Keten Unlu	1197.85±21.14ab	0.43±0.03b	5.30±0.09c	513.20±2.40c	50.77±0.60a
Kavun Çekirdeği Tozlu	1093.95±22.41c	0.53±0.01a	5.75±0.06b	423.35±4.87d	40.93±0.28b

\*: Farklı harfler ile belirtilen sonuçlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05). İstatistiksel sonuçlar sütunlar açısından değerlendirilmiştir.

Farklı hammaddeler ile lokma tatlısı üretilen çalışmada hammadde çeşidinin lokma tatlısının sertlik değeri üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli (p<0.05) bulunduğu bildirilmiştir. Lokma tatlısının sertlik değerleri 1174 - 2064 g, yapışkanlık değerleri 0.37 - 0.51, esneklik değerleri 5.34 - 7.12 mm, sakızimsılık değerleri 544.6 - 710.1 g ve çiğnenebilirlik değerleri 30.83 - 37.97 mJ olarak bildirilmiştir [23]. Keklere üzüm çekirdeği tozu katkılanan çalışmada katkılamanın keklerin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinde artışa neden olduğu görülmüştür [34]. Keten unu katkılanmış keklerin kontrol örneklerinden daha sert ve daha az çiğnenebilir olduğu ifade edilmiştir [10]. Eriştelere kavun çekirdeği tozu katkılmasının eriştelerin sertlik değerlerinde azalmaya neden olduğu belirtilmiştir [33].

### Duyusal Analiz Sonuçları

Renk ve gözenek yapısı özelliği bakımından kontrol örneği ile kavun çekirdeği tozu katkılı lokma tatlısı benzer (p<0.05) bulunmuştur. Hammadde çeşidinin lokma tatlısının koku ve çiğnenebilirlik özelliklerine etkisi istatistiksel açıdan (p<0.05) önemlidir. Kontrol ile diğer çeşitlerin kırılabilirlik özelliği arasında önemli bir fark (p<0.05) olduğu belirlenmiştir. Panelistler tarafından en beğenilen çeşidin üzüm çekirdeği tozu katkılı lokma tatlısı olduğu görülmüştür (Tablo 7).

Farklı hammaddeler kullanılarak üretilen ekmeğin renk, koku ve tat özellikleri bakımından değerlendirildiği çalışmada patates unlu ekmeğin tüm parametrelerde en

beğenilen çeşit ile istatistiksel açıdan benzer ( $p<0.05$ ) bulunmuştur [35]. Kahvaltılık gevreğe farklı oranlarda üzüm çekirdeği tozu katılanan çalışmada %15 katkı oranı en ideal oran olarak belirtilmiştir [36]. Bisküvi üretilen bir çalışmada, keten tohumu katkılı örneklerin

genel beğeni puanlarının kontrol örneklerinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir [26]. Farklı oranlarda kavun çekirdeği tozu katılanmış eriştelere renk, koku, lezzet, tekstür ve genel beğeni parametrelerinin hepsinde kontrol örneğinden daha düşük puanlar almışlardır [33].

Tablo 7. Lokma Tatlılarının Duyusal Analiz Sonuçları\*

Lokma Çeşidi	Renk (1-7 P)	Koku (1-7 P)	Gözenek Yapısı (1-7 P)	Kırılganlık (1-7 P)	Çiğnenebilirlik (1-7 P)	Lezzet (1-7 P)	Genel Beğeni (1-7 P)
Kontrol Üzüm	4.06±0.08a	4.03±0.04d	4.53±0.04b	4.52±0.13c	4.69±0.02d	4.15±0.04c	4.31±0.01c
Çekirdeği Tozlu	3.78±0.04b	4.53±0.04a	4.66±0.04a	4.93±0.09ab	5.24±0.01a	5.40±0.04a	5.28±0.04a
Keten Unlu	3.26±0.01c	4.32±0.02b	3.53±0.04c	4.78±0.04b	5.12±0.01b	4.87±0.01b	4.65±0.04b
Kavun Çekirdeği Tozlu	4.18±0.01a	4.09±0.05c	4.47±0.04b	5.15±0.04a	4.87±0.01c	4.15±0.04c	4.39±0.05c

\*: Farklı harfler ile belirtilen sonuçlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). İstatistiksel sonuçlar sütunlar açısından değerlendirilmiştir.

## SONUÇ

Lokma tatlısının glutensiz olarak üretilmesi, çölyak hastalarına sunulan ürün çeşitliliğini geliştirilmesini yanı sıra yeni fonksiyonel gıdalar geliştirilmesini sağlamıştır. Çalışma sonuçları incelendiğinde patates unu katkılaması ile kalori değeri düşük, keten unu katkılaması ile diyet lifi bakımından zengin, kavun çekirdeği tozu katkılaması ile protein içeriği yüksek glutensiz lokma tatlıları üretilmiştir. Duyusal analiz sonuçları en beğenilen çeşidin üzüm çekirdeği tozu katkılı lokma tatlısı olduğunu, diğer çeşitlerin ise birbirine yakın beğeni sonuçları aldığını göstermiştir. Üretilen her lokma tatlısı çeşidinin özel bir amaca yönelik fonksiyonel gıda olma özelliği taşıdığı görülmüştür.

## KAYNAKLAR

- [1] Anonim (2020). En tatlı paylaşım: İzmir Lokması. *İzmir Kültür ve Turizm Dergisi*, 3(13), 129-130.
- [2] Türksoy, S., Özkaya, B. (2006). Gluten ve Çölyak Hastalığı. *9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, 2006, Bolu, Türkiye, Bildiriler Kitabı, 807-810.
- [3] Anonim (2018). Çölyak Hastalığının Teşhis Aşamasının Sebeplerinin, Sonuçlarının ve Bu Hastalığa Maruz Kalanlara Sağlanabilecek Yardımların Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesine İlişkin Meclis Araştırması Komisyonu Raporu. Yasama Dönemi 26, Yasama Yılı 3, Sıra Sayısı 554, TBMM Basımevi, Ankara, Türkiye.
- [4] Giri, N.A., Sakhale, B.K. (2019). Development of sweet potato flour based high protein and low calorie gluten free cookies. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 7(2), 427-435.
- [5] Anonim (2020). United States Department of Agriculture Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard SR Legacy, potato flour. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168446/nutrients> (Erişim Tarihi: 29.02.2020).
- [6] Hatipoğlu, S. (2016). Patates Unu ve Gam İlavésinin Glutensiz Ekmek Kalitesi Üzerine Etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Erişim Adresi: <http://acikerisim.pau.edu.tr:8080/xmlui/handle/11499/1153> (Erişim Tarihi: 29.02.2020).
- [7] Yağcı, A. (2007). Üzümün Gıda Değeri ve İnsan Beslenmesindeki Önemi. *TAYEK 2007 Yılı Bahçe Bitkileri Grubu Bilgi Alışverişi Toplantısı Bildirileri*, Yayın No:372231, Erişim Adresi: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/manisabagcilik/Belgeler/genelbagcilik/UZUMUN%20BESIN%20DEGERI%20ADEM%20YAGCI.pdf> (Erişim Tarihi: 29.02.2020).
- [8] Özvural, E.B. (2009). Üzüm Çekirdeği Ekstraktı, Unu ve Yağının Et Ürünleri Üretiminde Kullanımının Araştırılması. Doktora Tezi. Erişim Adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=veR1mHu9yoWjwcVUjCEoPDGXjA4RIU-5bygRtBSjoBEGINfiALTfx5OPAzUroePD> (Erişim Tarihi: 29.02.2020).
- [9] Ödeş, N. (2018). Farklı Oranlarda Üzüm Çekirdeği İçeren Ekmeklerin Ekmek Verimi ve Kalitesini Glikoz Oksidaz ile İyileştirme İmkânlarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Erişim Adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=T1mWGp9MngYYkCSgiJvtVppVTu5m5ZjTvmuEeVpF3WTO9dMHWcLLXy4BoSiOplb5> (Erişim Tarihi: 29.02.2020).
- [10] Daisley, L., Nguyen, L., Palacci, S., Sardelli, L., Wekwete, B., Ghatak, R., Navder, K.P. (2010). Effect of flaxseed flour on the physical, textural and sensory properties of blueberry muffins. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(9), A74.
- [11] İşleroğlu, H., Yıldırım, Z., Yıldırım, M. (2005). Fonksiyonel bir gıda olarak keten tohumu. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 23-30.
- [12] Marpalle, P., Sonawane, S.K., Arya, S.S. (2014). Effect of flaxseed flour addition on physicochemical


- and sensory properties of functional bread. *LWT-Food Science and Technology*, 58(2), 614-619.
- [13] Heimbach, J.T. (2009). Determination of the generally recognized as safe status of the addition of whole and milled flaxseed to conventional foods and meat and poultry products. *In Flax Canada*, 2015, 1-178.
- [14] Mallek-Ayadi, S., Bahloul, N., Kechaou, N. (2018). Phytochemical profile, nutraceutical potential and functional properties of *Cucumis Melo L.* seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), 1294-1301.
- [15] Anonymous, (2020). United States Department of Agriculture Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Legacy Release, Seeds, watermelon seed kernels, dried. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169407/nutrients> (Erişim Tarihi: 29.02.2020).
- [16] Kale, S. (2017). Farklı Kavun Çekirdeklerinin Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Erişim Adresi: <http://acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/handle/123456789/11100> (Erişim Tarihi: 29.02.2020)
- [17] Anonymous, (1995). The Manual of Hunter-Lab Mini Scan XE Colorimeter (HunterLab Cooperation, Virginia).
- [18] AACC, (1995). Determination of Soluble, Insoluble and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products (Method 32-07). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 9th ed. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN.
- [19] AOAC, (1995). Total, Insoluble and Soluble Dietary Fiber in Food Enzymatic Gravimetric Method (Method 991.43). MES-TRIS Buffer. Official Methods of Analysis, (16th ed.) AOAC International, Gaithersburg, MD.
- [20] Anonymous, (2015). Brookfield CT3 Texture Analyzer El Kitabı. <https://www.brookfieldengineering.com/-/media/ametektbrookfield/manuals/texture/ct3%20manual%20m08-372-f1116.pdf?la=enp64> (Erişim Tarihi: 29.02.2020).
- [21] Altuğ Onoğur, T., Elmacı, Y. (2015). *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*, İzmir: Sidas Medya Yayın No: 010-2B, 64-66.
- [22] Arbuckle, J.L. (2014). IBM SPSS statistics 22 For Windows User's Guide. [http://www.sussex.ac.uk/its/pdfs/SPSS\\_Amos\\_User\\_Guide\\_22.pdf](http://www.sussex.ac.uk/its/pdfs/SPSS_Amos_User_Guide_22.pdf) (Erişim Tarihi: 29.02.2020).
- [23] Tümer, G. (2017). Lokma ve Tulumba Tatlısı Üretiminde Kavurğa Unu Kullanım İmkânının Araştırılması ve Bazı Karakteristik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Erişim Adresi: <http://acikerisim.pau.edu.tr:8080/xmlui/handle/11499/2114> (Erişim Tarihi: 29.02.2020).
- [24] Julianti, E., Rusmarilin, H., Ridwansyah, E.Y. (2015). Functional and rheological properties of composite flour from sweet potato, maize, soybean and xanthan gum. *Journal of The Saudi Society of Agricultural Sciences*, (2017)16, 171-177.
- [25] Kuchtová, V., Kohajdová, Z., Karovičová, J., Lauková, M. (2018). Physical, textural and sensory properties of cookies incorporated with grape skin and seed preparations. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 68(4), 309-317.
- [26] Kaur, P., Sharma, P., Kumar, V., Panghal, A., Kaur, J., Gat, Y. (2019). Effect of addition of flaxseed flour on phytochemical, physicochemical, nutritional and textural properties of cookies. *Journal of The Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18, 372-377.
- [27] Hoyer Jr, C., Ross, C. F. (2011). Total phenolic content, consumer acceptance, and instrumental analysis of bread made with grape seed flour. *Journal of Food Science*, 76(7), 428-436.
- [28] Kılınççeker, O., Kırpık, M. (2019). Keten tohumu ununun tavuk köfte yapımında kullanımı. *Adıyaman Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Arazi Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi*, 7(1), 23-32.
- [29] İdikurt, S., Çelik, İ. (2017). The Using of The Rural Melon Seed Powder (Kultik) in Production of Biscuit. *International Congress on Medicinal and Aromatic Plants*, May 10-12, 2017, Konya, Türkiye, Abstract Book of I. International Congress On Medicinal and Aromatic Plants, Natural and Healthy Life, 696.
- [30] Aksoylu, Z., Çağindi, Ö., Köse, E. (2015). Effects of blueberry, grape seed powder and poppy seed incorporation on physicochemical and sensory properties of biscuit. *Journal of Food Quality*, 38(3), 164-174.
- [31] Yüksel, F., Akdoğan, H.B., Çağlar, S. (2018). Keten tohumu ile zenginleştirilmiş eriştelerin fizikokimyasal, duyusal, pişme özellikleri ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi. *Gıda*, 43(2), 222-230.
- [32] Singh, S., Riar, C.S., Saxena, D.C. (2008). Effect of incorporating sweet potato flour on the quality characteristics of cookies. *African Journal of Food Science*, 2, 65-72.
- [33] Pozan, K. (2019). Erişte Üretiminde Kavun Çekirdeği Tozu Kullanımı ve Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <http://acikerisim.pau.edu.tr:8080/xmlui/handle/11499/3521> (Erişim Tarihi: 29.02.2020).
- [34] Bekar, E. (2017). Üzüm Çekirdeği İlavesinin Keklerin Kalite Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Erişim adresi: <https://acikerisim.uludag.edu.tr/handle/11452/5591> (Erişim Tarihi: 29.02.2020).
- [35] Olgun, M., Budak Başçıftçı, Z., Ayter, N.G., Aydın, D. (2017). Farklı özellikteki ekmeklik çeşitlerinin duyusal analizler yönünden değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2), 47-54.
- [36] Oliveira, D.M., Marques, D.R., Kwiatkowski, A., Monteiro, A.R.G., Clemente, E. (2013). Sensory analysis and chemical characterization of cereal enriched with grape peel and seed flour. *Acta Scientiarum Technology*, 35(3), 427-431.
- [37] Mutlu, C., Arslan Tontul, S., Candal, C., Erbaş, M. (2019). Bazı tahıl benzeri ürünlerin glutensiz kek



üretiminde kullanımı. *Gıda*, 44, 770–780.

- [38] Rico, D., Ronda, F., Villanueva, M., Montero, C., Martin-Diana, A. (2018). Development of healthy gluten-free crackers from white and brown tef (*Eragrostis tef* Zucc.) flours. *Heliyon*, 5, e02598.
- [39] Hekimoğlu, Çelik, F. (2019). Fonksiyonel Gıdalarla Prebiyotik Glutensiz Ürünlerin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Erişim adresi: [https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=vjszP7PzV0HebcjFEvDfwOko\\_dfh9kFvSUR2psAdtCtGj5x9JBXTmFt\\_2ArZFGMI](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=vjszP7PzV0HebcjFEvDfwOko_dfh9kFvSUR2psAdtCtGj5x9JBXTmFt_2ArZFGMI) (Erişim Adresi 09.06.2020).
- [40] Kiewlicz, J., Rybicka, I. (2020). Minerals and their bioavailability in relation to dietary fiber , phytates and tannins from gluten and gluten-free flakes. *Food Chemistry*, 305, 125452.
- [41] Kunt, V.H. (2018). Glutensiz Bisküvi Formülasyonlarının Zenginleştirilmesi ve Bisküvi Kalitesinin Arttırılması. Yüksek Lisans Tezi. Erişim adresi: [https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=as2oTjW5jfr9IKSvmCdJYmHVjkCmH0uYuOpH2IP08ZU\\_7e88YXGI5--Ai2NaabXs](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=as2oTjW5jfr9IKSvmCdJYmHVjkCmH0uYuOpH2IP08ZU_7e88YXGI5--Ai2NaabXs) (Erişim Tarihi: 09.06.2020).
- [42] Acun, S., Gül, H. (2014). Effects of grape pomace and grape seed flours on cookie quality. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 6(1), 81-88.
- 
-

## Farklı Yöntemler İle Ayvadan (*Cydonia vulgaris Pers.*) Ekstrakte Edilen Pektinin Karakteristik Özellikleri

Esra Fırat , Figen Kaymak-Ertekin  

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 06.03.2020, Kabul Tarihi (Accepted): 16.06.2020

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [figen.ertekin@ege.edu.tr](mailto:figen.ertekin@ege.edu.tr) (F. Kaymak Ertekin)

☎ 0 232 311 30 06 📠 0 232 311 48 31

### ÖZ

Bu çalışmada ayvadan iki farklı yöntemle pektin ekstraksiyonu (çözgen ekstraksiyonu (SE) ve ultrason destekli ekstraksiyon (UAE)) için işlem koşullarının optimizasyonu ve elde edilen pektinlerin verim ve kalite özellikleri bakımından karşılaştırılması amaçlanmıştır. İşlem koşulları olarak; katı/çözgen oranı, pH, işlem sıcaklığı, işlem süresi, karıştırma hızı ve ultrasonik dalga frekansının pektin verimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çözgen ekstraksiyonunda optimum koşullar (1:10 katı/çözgen oranı, pH 2, 80°C sıcaklık, 120 dakika işlem süresi ve 500 rpm karıştırma hızı) altında maksimum pektin verimi %12.28 olarak bulunurken, UAE'da maksimum pektin verimi %10.85 olarak (20 Hz dalga frekansı, 30 dakika işlem süresi, pH 2, 1:10 katı/çözgen oranı ve 80°C sıcaklık) bulunmuştur. Pektin örneklerinin nem içeriği, renk değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), metil esterifikasyon derecesi, kül miktarı, köpük stabilitesi, indirgen şeker miktarı, görünür viskozite ve akış özellikleri, jel derecesi ve jel gücü özellikleri incelenmiş, tüm pektin örnekleri yüksek metoksilli olarak (MED>%50) bulgulanmıştır. İki farklı yöntemle optimum koşullarda elde edilen pektinlerin indirgen şeker miktarları haricinde diğer özellikleri arasında istatistiksel olarak bir fark saptanamamıştır ( $p>0.05$ ). İndirgen şeker içerikleri ise SE ve UAE için sırasıyla %25.29 ve %27.71 olarak belirlenmiştir. Pektinin gıda sanayisinde jelleştirici ve kıvam artırıcı olarak kullanılması için en önemli kriter olan metil esterifikasyon derecesi iki yöntemle elde edilen pektinde de yüksek bulunduğundan, iki pektinin de gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılabilirliği uygun bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Pektin, Ayva, Çözgen ekstraksiyonu, Ultrason destekli ekstraksiyon, Pektin verimi

### Characteristic Properties of Pectin from Quince (*Cydonia vulgaris Pers.*) Extracted with Different Methods

#### ABSTRACT

In this study, it was aimed to optimize the process conditions for the extraction of pectin from quince (solvent extraction (SE) and ultrasound assisted extraction (UAE)) and compare the yield and quality characteristics of pectins obtained by two different extraction methods. The effect of solid/solvent ratio, pH, process temperature, process time, mixing speed and ultrasonic wave frequency on pectin yield was determined as process conditions. While the maximum pectin yield was 12.28% under optimum conditions (1:10 of solid/solvent ratio, pH 2, 80°C of temperature, 120 minutes of processing time and 500 rpm of mixing speed) for solvent extraction, the maximum pectin yield in UAE was 10.85% (20 Hz of wave frequency, 30 minutes of processing time, pH 2, 1:10 of solid/solvent ratio and 80°C of temperature). Moisture content, color values, methyl esterification degree, ash content, foam stability, reducing sugar content, apparent viscosity and flow behavior, gelation degree and gel strength of pectin samples were determined, all pectin samples were high methoxyl (MED> 50%). Statistically insignificant difference was found between the properties of pectins obtained under optimum conditions with two different methods, except for reducing sugar content ( $p>0.05$ ). Reducing sugar contents were determined as 25.29 and 27.71% for SE and UAE, respectively. As the most important criterion for the use of pectin as gelling agent and thickener in the food industry, the degree of methyl

esterification was found high in pectins obtained by two different methods, which indicates that these pectins can be used as an additive in foods.

**Keywords:** Pectin, Quince, Solvent extraction, Ultrasound assisted extraction, Pectin yield

## GİRİŞ

Pektin, tüm yüksek yapılı bitkilerin orta lamelinde birincil hücre duvarı ve hücrelerarası bölgeler içinde yer alan karmaşık yapılı bir heteropolisakkarittir [1]. D-galakturonik asitçe zengin polimerlerden ve önemli oranda L-ramnoz, D-arabinoz ve D-galaktoz gibi 13 farklı monosakkaritten oluşan pektinin yapısında en yaygın bulunan polisakkaritler homogalakturnan, ramnogalakturnan I ve II ile ksilogalakturnandır [2, 3, 4]. Pektinin kimyasal yapısı; kaynağı, bitkideki yeri ve ekstraksiyon metoduna bağlı olarak heterojen özellik göstermektedir [5]. Pektin molekülü, yapısı boyunca lineer zincir ve yan zincirlerden oluşmaktadır. Düz bölgeler homogalakturnanlardan, dallı bölgeler ise ramnogalakturnanlardan oluşmaktadır [2]. Kimyasal yapı olarak pektin; 1,4 bağlı  $\alpha$ -D-galakturonik asidin lineer polimerlerinden oluşmakla birlikte, bu lineer zincirde 1,2 bağlı  $\alpha$ -L-ramnoz birimleri bulunabilmektedir. Galakturonik asidin karboksil gruplarının bir kısmı metil alkol ile esterleşebilmektedir [3, 5-8]. Esterleşmiş karboksil gruplarının toplam karboksil gruplarına oranı, esterleşme derecesini verir ve esterleşme derecesi pektinin jel oluşturma özelliği üzerinde etkilidir. Ticari pektin, esterleşme derecesine göre yüksek metoksilli pektin ve düşük metoksilli pektin olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Esterleşme derecesi %50'den fazla olan pektinler "yüksek metoksilli pektinler"; %50'den az olanlar ise "düşük metoksilli pektinler" olarak adlandırılmaktadırlar [9]. Pektinin metanolde çözünmüş amonyakla işlenmesi metil ester gruplarının bazılarını karboksamid gruplarına dönüştürmektedir. İşlemede metil ester grupları karboksamid gruplarına dönüştürüldüğü için kaybedildiğinden düşük metoksilli pektin oluşmaktadır. Bu şekilde elde edilen pektinler ise "düşük metoksilli amidize pektin" olarak adlandırılmaktadır [10].

Pektin; gıda, beslenme, sağlık, kozmetik ve ilaç sektöründe jelleştirici, stabilizatör, kıvam verici, parlaticı, korozyon önleyici ve emülgatör olarak kullanılmaktadır [11]. Pektinin, reçel gibi gıdalarda jelleştirici ajan; bazı içeceklerde, şekerlemelerde ve süt ürünlerinde stabilizatör; salata soslarında ve emülsifiye et ürünlerinde yağ yerine geçen madde olarak kullanıldığı bilinmektedir [1]. Bitki türlerinde büyük oranda çeşitlilik olmasına rağmen pektinin ticari kaynaklarının sınırlı olduğu da bilinmektedir. Günümüzde ticari amaçla kullanılan pektinlerin çoğu en fazla turuncgil kabuğundan (%85.5) üretilirken, ikinci olarak elma posası (%14) ve daha az oranda şeker pancarı posası (%0.5) kullanılmaktadır [12]. Son yıllarda, pektin kaynağı olarak limon, portakal ve elma gibi hammaddelerin yanı sıra pomelo kabuğu, şeker pancarı, havuç, nar kabuğu, karpuz kabuğu, domates, ayçiçeği ve muz gibi kaynaklarla da çalışılmaktadır [11]. Pektin ekstraksiyonu ve optimizasyonunda yeni ya da yeterince kullanılmamış kaynakların araştırılması büyük bir ilgi konusudur.

Literatürde ayvadan pektin ekstraksiyonuyla ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır.

Anavatani Kuzeybatı İran, Kuzey Kafkasya, Hazar Denizi'nin kıyıları ve Kuzey Anadolu olan ayva, Anadolu'dan Yunanistan'a oradan da Orta ve Doğu Avrupa'ya yayılmış bir meyvedir. Günümüzde Avustralya hariç tüm ülkelerde yetiştirilebilen ayva dünya genelinde en fazla, birbirinden farklı birçok tip ve çeşidi ile Türkiye'de yetiştirilmektedir [13]. Ayva yüksek asit içeriğinden dolayı taze olarak tüketilmesi zor olan bir meyve olmasına karşın olgunlaştığında kendine özgü yoğun bir lezzete sahip olması, reçel, jöle ve likör gibi ürünlere işlendiğinde kolaylıkla tüketilebilmesi sebepleriyle gıda endüstrisinde kullanılmaktadır [14].

Bu çalışmanın amacı; Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen Ekmek Ayvası'ndan iki farklı yöntem ile (Çözgen Ekstraksiyonu ve Ultrason Destekli Ekstraksiyon) maksimum verimi sağlayacak ekstraksiyon koşullarının belirlenmesi, optimum koşullarda elde edilen pektinlerin karakterize edilmesi ve ayva meyvesinden elde edilecek pektinin gıda endüstrisinde katkı maddesi olarak kullanım uygunluğunun değerlendirilmesidir. Pektin genellikle ithal edilen bir katkı maddesi olduğu için çalışılan konu önem arz etmektedir. Literatürde ayva ile farklı yöntemlerin aynı anda çalışıldığı ve yöntemlerin birbirleriyle karşılaştırıldığı bir yayına ulaşılmadığı için elde edilen çıktılar literatüre ve endüstriyel uygulamaya katkısı olacağı düşünülmektedir.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Bu çalışmada İzmir'deki yerel marketlerden temin edilen Ekmek Ayvası çeşidi kullanılmıştır. Ayvalar uygun boyutta kesilerek 50°C sıcaklıkta bir tepsili kurutucuda (Eksis Endüstriyel Kurutma Sistemleri, Türkiye) kurutulmuş, öğütülüp toz haline getirilerek oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Pektinin rengi üzerindeki olumsuz etkilerden kaçınmak için yüksek sıcaklıkta kurutma tercih edilmemiştir.

### Pektin Ekstraksiyonu

#### Çözgen Ekstraksiyonu (SE)

Ekstraksiyon için çözgen olarak su+kuvvetli asit karışımı tercih edilmiş, böylece daha az çözgen kullanımı amaçlanmıştır. Denemelerde kuvvetli asit olarak hidroklorik asit kullanımına karar verilmiştir. Ekstraksiyon işleminde 5-10 g kuru örnek destile su ile karıştırılarak, 2 M hidroklorik asit çözeltisi ile pH'sı istenilen düzeye ayarlanmıştır. Çözgen miktarı su ile hidroklorik asit çözeltisinin karışımı olarak hesaplanmış, hidroklorik asit

çözültüsü ile sadece pH ayarlanmıştır. Pektin+ çözügen karışımı tüm denemelerde bir manyetik karıştırıcıda (Heidolph, MR Hei Standart, Almanya) ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon sonrası elde edilen sıcak karışım bir tülbent yardımıyla süzülerek 4°C sıcaklığa soğutulmuştur. Daha saf bir pektin jeli elde etmek için süzüntü 3000 rpm 'de 15 dakika santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen üst faz kendinin iki katı kadar hacimde etil alkol (%96'lık) ile karıştırılmış ve kuvvetlice çalkalandıktan sonra buzdolabı koşullarında 1 saat süreyle jel oluşumu için bekletilmiştir. Süre bitiminde üstte kalan pektin jeli ayrılmış, 3 kez etil alkol ile yıkanarak bir vakumlu etüvde (MMM Medcenter VacuCell Vacuum Drying Oven, Almanya) 60°C sıcaklıkta kurutulmuştur. Kuru pektin tartılarak % pektin verimi

$$\text{Pektin verimi (\%)} = \frac{\text{Pektin miktarı (g)}}{\text{Örnek miktarı (g)}} \times 100 \quad (1)$$

### Ultrason Destekli Ekstraksiyon (UAE)

Bu yöntemde ultrason dalga frekansının ve işlem sürenin pektin verimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Örnekler SE'de elde edilen optimum koşullar; katı/çözgen oranı, pH ve sıcaklık sabit tutularak hazırlanmış, bir ultrasonik su banyosunda (Wisd, Model WUC-D06H, Güney Kore) farklı frekans (5, 10, 15, 20 ve



Resim 1. Alkolle yıkanmış pektin jelleri

### Pektin Analizleri

Her iki yöntem için optimum koşullarda üretilen pektinlere nem içeriği, renk (CIE L\*,a\*,b\*) değerleri, metil esterifikasyon derecesi, kül miktarı, köpük stabilitesi, indirgen şeker miktarı, görünür viskozite ve akış özellikleri, jel derecesi ve jel gücü analizleri yapılmıştır.

### Nem İçeriği

Nem içeriği tayini, 0.5-1 g örnek alınarak termogravimetrik prensibe göre çalışan bir nemölçer cihazı ile (Ohaus, Model Mb45, İsviçre) yapılmıştır.

### Renk

Bütün örneklerin L\*, a\*, b\* değerleri bir renk ölçüm cihazı (Konika Minolta, CR-300, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Farklı ekstraksiyon işlemlerinin kurutma sonrası renk üzerine yaratacağı etkileri belirlemek amacıyla kurutulmuş pektin örneklerinde; Chroma (Eşitlik 2) ve Hue (Eşitlik 3) değerleri de hesaplanmıştır [16].

$$\text{Chroma} = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (2)$$

Eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır [6, 15]. Denemelerde işlem koşulları olarak; katı/çözgen oranı (1:10, 1:20, ve 1:30), pH (1.5, 2 ve 2.5), işlem sıcaklığı (70, 80, 90 C), işlem süresi (90, 120 ve 150 dakika) ve karıştırma hızının (250, 500, 750 ve 1000 rpm) pektin verimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Her bir parametrenin pektin verimi üzerindeki etkisini gözlemek için diğer parametreler sabit tutularak, bir parametrenin tüm aralıkları için ayrı ayrı denemeler yapılmış, her parametre için maksimum pektin verimine ulaşılan değer sabit tutularak sırayla diğer parametrelerde de en yüksek pektin verimine ulaşılan değerler saptanmış ve optimum koşullar bu yöntemle maksimum pektin verimi hedef alınarak belirlenmiştir.

25 Hz) ve sürelerde (10, 20, 30, 40 ve 50 dakika) ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon sonrası elde edilen sıcak karışım, SE'de uygulanan işlemlerden geçirilerek pektin elde edilmiştir. Kuru pektin tartılarak % pektin verimi Eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır. Optimum koşullar maksimum pektin verimi hedef alınarak belirlenmiştir. Resim 1 ve Resim 2'de pektin jelleri ve kurutulmuş pektin örnekleri görülmektedir.



Resim 2. Kurutulmuş pektinler

$$\text{Hue} = \arctan(a/b) \quad (3)$$

### Metil Esterifikasyon Derecesi

Örneklerin metilasyon derecesi tayinleri titrimetrik metoda göre yapılmış ve metil esterifikasyon dereceleri Eşitlik 4'teki gibi hesaplanmıştır [17].

$$\text{MED(\%)} = \frac{\text{Son titrasyon hacmi (mL)}}{\text{Başlangıç+Son titrasyon hacmi (mL)}} \times 100 \quad (4)$$

### Kül Miktarı

1-2 g örnek 600°C sıcaklıktaki bir kül fırınında (Carbolite CWF 1100, Birleşik Krallık) 3-4 saat süreyle yakılarak kül miktarı hesaplanmıştır [18].

### Köpük Stabilitesi

Köpük stabilitesi manyetik bir karıştırıcı (Heidolph, MR Hei Standart, Almanya) kullanılarak, köpüğün yerleşmesi ve stabilize olması için yeterli süre olan 2 dakika baz alınarak belirlenmiştir [19].

## İndirgen Şeker Miktarı

Pektin örneklerinin indirgen şeker miktarı Sumner [43] tarafından geliştirilen DNS yöntemi ile spektrofotometrik olarak 540 nm'de belirlenmiştir [20].

## Görünür Viskozite ve Akış Özelliklerinin Belirlenmesi

Destile su ile %5 (w/v) konsantrasyonda hazırlanan pektin çözeltileri 80°C sıcaklıkta 20 dakika ısıtıldıktan sonra 25°C sıcaklığa soğutulmuştur. Viskozimetrede (Brookfield, RVDV-III U, ABD) SC4-27 nolu spindle ile 0.34-66.30 s<sup>-1</sup> artan kayma hızında viskozite ölçümleri gerçekleştirilmiştir. *k*, *n* ve *R*<sup>2</sup> değerleri Herschel-Bulkley modeline (Eşitlik 5) göre değerlendirilmiş ve görünür viskozite değerleri hesaplanmıştır [21, 27, 28].

$$\tau = \tau_0 + k(\dot{\gamma})^n \quad (5)$$

$\tau_0$ : kayma gerilimi (N/m<sup>2</sup>),  $\dot{\gamma}$ : kayma hızı(1/s), *k*: kıvam katsayısı (Pa.s), *n*: akış davranış indeksini ifade etmektedir.

## Jel Derecesi Tayini

Ayva pektininin jel derecesi tayini SAG metoduna (IFT, 1959) göre yapılmıştır. Jelin çözünür katı maddesi bir refraktometre (Hanna Instruments, HI96801 Refractometer, Romanya) ile pH'sı ise bir pH metre (Inolab WTW 7110, pH metre, Türkiye) ile ölçülmüştür. Jel cam plaka üzerine oturur oturmaz süre başlatılmış ve 2 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda jel yüksekliği ölçülerek % çökme ve jel derecesi sırasıyla Eşitlik 6 ve Eşitlik 7'deki gibi hesaplanmıştır [22-24].

$$\% \text{ Çökme (SAG)} = (A - B)/A \times 100 \quad (6)$$

$$\text{Jel derecesi} = (650/W) \times (2 - \% \text{ Çökme}/23.5) \quad (7)$$

A: bardak yüksekliği (mm), B: jel yüksekliği (mm) ve W: pektin miktarını (g) ifade etmektedir.

## Jel Gücünün Belirlenmesi

Elde edilen jeller 24 saat boyunca 4°C sıcaklıkta bekletilmiş, örneklerin jel gücü (sertliği) bir doku analizöründe (Texture Analyzer TA-XT Plus, Stable Micro Systems, Birleşik Krallık) tepe sıkıştırma kuvveti olarak Newton cinsinden ölçülmüştür [25].

## İstatiksel Analiz

Tüm analizler iki tekrar ve üçer paralel halinde gerçekleştirilmiştir. Veriler SPSS yazılımı (Versiyon 22) ile varyans analizi (ANOVA) kullanılarak analiz edilmiş ve ortalama değerler ± standart sapma olarak ifade edilmiştir. İstatiksel anlamlılık için güven düzeyi ( $\alpha$ ) 0.05 olasılık değerine ayarlanmıştır.

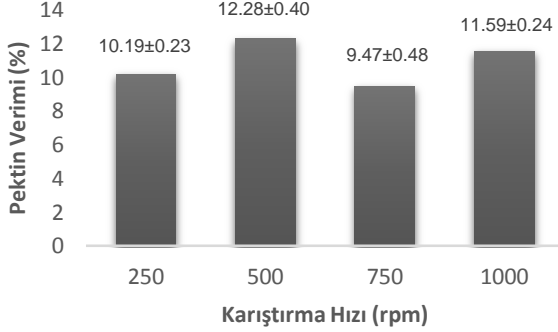
## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Optimum Ekstraksiyon İşlem Koşullarının Belirlenmesi

Çözgen Ekstraksiyonunda (SE) gerçekleştirilen denemeler sonucunda optimum koşullar; 1:10 katı/çözgen oranı, pH 2, 80°C sıcaklık, 120 dakika işlem süresi ve 500 rpm karıştırma hızı olarak belirlenmiş ve bu koşullardaki pektin verimi %12.28 olarak hesaplanmıştır. Optimum katı/çözgen oranı diğer değişkenlere bakılmaksızın sadece uygun ekstraksiyon ortamını sağlamaya yetecek ve en yüksek verimin elde edildiği orandır. Bu oran küçüldükçe pektin veriminin düştüğü gözlenmiştir. pH'nın verim üzerindeki etkisi ise 2.0'de maksimuma ulaşmış 2.5'te tekrar düşmüştür. Ayrıca pH 2'de çalışıldığında, alkolle yıkama sırasında bütünlüğünü daha iyi koruyabilen pektin jelleri elde edilmiştir. pH 2'nin uygunluğu literatürdeki çalışmalarla da desteklenmektedir. Ayva ile yapılan bir çalışmada [23], optimum işlem koşulları pH 2'de 90°C sıcaklık, 90 dakika işlem süresi olarak ve yaş ağırlık üzerinden maksimum pektin verimi ise %2.86 olarak bulunmuştur. Bir başka çalışmada [14] ise ayva ile pH 2, 80°C sıcaklık ve 120 dakika boyunca yapılan ekstraksiyon sonucu maksimum pektin verimi yaş ağırlık üzerinden %0.53 olarak bulunmuştur. Sıcaklık ve süre artışı belli bir seviyeye kadar verimi arttırmış, uzayan süre ve yüksek sıcaklık ise verimi düşürmeye başlamıştır. Sıcaklık ve sürenin pektin verimi üzerinde birlikte yaptıkları etkide sıcaklık düştükçe işlem süresinin arttığı görülmüş ve literatürdeki pektin ekstraksiyonu çalışmaları da bunu desteklemiştir. pH'nın sıcaklık ve süreden bağımsız olarak verimi etkilediği, süre ve sıcaklığın ise verim üzerinde kombine bir etki yaptığı söylenebilmektedir. Karıştırma hızının pektin verimi üzerindeki etkisi ise Şekil 1'de gösterilmiştir. Literatürde, farklı materyaller kullanılarak yapılan çözgen ekstraksiyonu ile elde edilen pektin verimlerinin; karpuz kabuğu için %15.19 [29], ejder meyvesi için %20.14 [30], nar kabuğu için %11 [31], japon ayvası için %11 [32], greyfurt kabuğu için %12.1-20.5 [33], limon kabuğu için %16.45 [22], mandalina kabuğu için %15.53 [22], portakal kabuğu için %11.46 [22], patates pulpu için %14.34 [34], kavun kabuğu için %28.98 [1], mango kabuğu için %18.80-32.14 [35] ve şeker pancarı için %0.60-5.10 [36] olduğu görülmüştür.

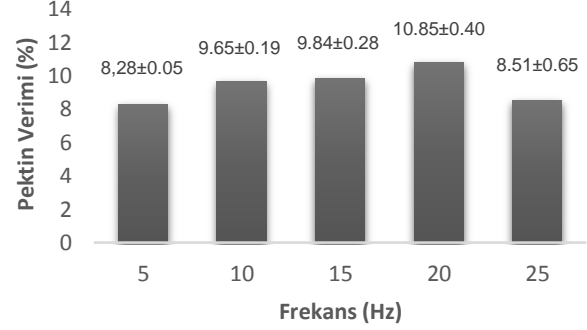
UAE'de ise daha önce elde edilen optimum katı/çözgen oranı (1:10), pH (2) ve sıcaklık (80°C) sabit tutularak farklı sürelerde (10, 20, 30, 40, 50 dakika), farklı frekanslar (5, 10, 15, 20, 25 Hz) için denemeler yapılmıştır. En yüksek pektin verimi; %10.85'e 20 Hz frekansta ve 30 dakika sürede ulaşılmıştır. Uygulanan frekansın pektin verimi üzerindeki etkisi olarak verimin 20 Hz'e kadar artış gösterdiği, 25 Hz'de ise düştüğü görülmüştür (Şekil 2). Dalga frekansı yükseldikçe pektinin yapısında bir takım bozulmalara yol açtığı için verimin düştüğü düşünülmektedir. Aynı durumun uzun süreler için de geçerli olduğu düşünülmektedir. Literatürde UAE ile yapılan farklı çalışmalarda; ayçiçeği kafasından 59.9°C sıcaklık, 10 dakika işlem süresi ve 30 Hz frekansta %29.10 [37], üzüm posasından pH 2, 75°C sıcaklık, 60 dakika işlem süresi ve 37 kHz frekansta

%32.3 [38], dut yapraklarından 1:15 katı/çözgen oranı, 80°C sıcaklık, 20 dakika işlem süresi ve 60 W ultrason gücünde %10.99 [39] ve greyfurt kabuğundan 66.71°C sıcaklık, 27.95 dakika işlem süresi ve 12.56 W/cm<sup>2</sup> ultrason güç yoğunluğunda %27.34 [40] pektin verimine ulaşıldığı rapor edilmiştir.



Şekil 1. Pektin veriminin karıştırma hızlarına göre değişimi (1:10 katı/çözgen oranı, pH 2, 80°C sıcaklık ve 120 dakika işlem süresi)

SE ve UAE yöntemleri ile elde edilen en yüksek pektin verimleri istatistiksel olarak varyans analizi (ANOVA) ile karşılaştırılmış ve aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).



Şekil 2. Pektin veriminin frekanslara göre değişimi (1:10 katı/çözgen oranı, pH 2, 80°C sıcaklık ve 30 dakika işlem süresi)

### Fizikokimyasal Özellikler

Fizikokimyasal özellikler ekstraksiyon yönteminden ve pektin kaynağından etkilenmekle beraber pektinin işlevselliğini belirlemektedir. Optimum koşullarda iki farklı yöntemle elde edilen pektinin nem içeriği, metil esterifikasyon derecesi, köpük stabilitesi, kül miktarı, indirgen şeker miktarı, jel derecesi ve jel gücü analiz sonuçları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Pektin, güvenli depolama ve pektinaz enzimlerinin üretimine bağlı olarak pektin kalitesini etkileyebilecek mikroorganizmaların büyümesini engellemek için mümkün olduğunca düşük bir nem içeriğine sahip olmalıdır [41]. Tablo 1 incelendiğinde nem içeriği değerlerinin SE ile elde edilen pektin (KP) için %1.87, UAE ile elde edilen pektin (UP) için ise %2.03 olduğu ve iki pektin örneği arasında önemli bir fark olmadığı görülmektedir ( $p>0.05$ ). Metil esterifikasyon derecesi pektinin jel oluşturma mekanizmasını etkileyen önemli bir faktördür. İki pektin de yüksek metoksilli olup (MED>%50) metil esterifikasyon dereceleri, SE ve UAE ile elde edilen pektinler için sırasıyla %87.20 ve %80.63'tür. Metil esterifikasyon derecesi bakımından iki pektin arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ). Klasik pektin (KP)'in esterifikasyon derecesi ayvadan çözgen ekstraksiyonu ile yapılan başka bir çalışmada [23] bulunan esterifikasyon derecesine (%85.27) yakındır. Ayva pektininin metil esterifikasyon derecesi, yüksek metoksilli pektinler olan japon ayvası [32], greyfurt kabuğu [33], limon kabuğu [22], mandalina kabuğu [22], portakal kabuğu [22], mango kabuğu [35] ve ayçiçeği kafası pektinlerinden [37] yüksek bulunmuştur. Köpük stabilitesi dondurma gibi ürünlerde istenilen dokunun sağlanması için arzu edilen bir özelliktir [19]. Köpük stabilitesi bakımından da iki farklı yöntemle elde edilen pektin arasında önemli bir fark gözlenememiştir ( $p>0.05$ ). Kül miktarının düşük olması ise pektinin kalitesinin ve saflığının yüksek olduğu

anlamına gelmektedir. Tablo 1'de görüldüğü gibi iki pektinin de % kül içerikleri oldukça düşüktür ve aralarında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ). Pektin örneklerindeki indirgen şeker miktarı SE ile elde edilen (KP) ve UAE ile elde edilen pektin (UP) için sırasıyla %25.29 ve %27.71 olup iki pektin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür ( $p<0.05$ ). Bu fark SE yönteminde uygulanan uzun işlem süresi nedeniyle şekerlerde meydana gelen bozunmadan kaynaklanabilir.

Hemen hemen tüm yüksek esterli pektinler 150°SAG metoduna göre standardize edilmektedir. Bu yöntem pektin standardizasyonu için IFT komitesi (1959) tarafından uygulanmıştır. Bu tanımlama, pektinin 1 kısmının, 150 kısım sakarozu standart koşullar altında ve standart özelliklere sahip bir jele dönüştürebileceği anlamına gelmektedir. Standart jel özellikleri;

- %65 çözünür katı madde içermesi,
- pH=2.2-2.4 arasında olması ve
- Jelin sarkma yüzdesi (SAG) %23.5 olmasıdır [26].

Bu yöntem ile kalıptan çıkarılan jelin yer çekimi ile deformasyonu ölçülmektedir. Uygulanması kolay, güvenilir ve tekrarlanabilir bir yöntem olması nedeniyle çoğu ticari pektini derecelendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Jelin sarkma sınırları %10-34 arasındadır. %23.5 sarkmış bir jel, standart jel olarak kabul edilmektedir ve bu sebeple faktörü 1'dir. Sarkma yüzdesi %23.5'ten daha yüksek jeller (zayıf jeller) 1'den küçük bir faktör ile sarkma yüzdesi %23.5'ten daha düşük olan jeller (sıkı jeller) ise 1'den büyük bir faktör ile düzeltilmektedir [44]. KP ve UP ile yapılan jellerin sarkma yüzdeleri Tablo 1'de görülmektedir. KP için jel derecesinin 163.96, UP içinse 151.18 olduğu görülmüş ve iki pektin arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Jel derecesi ise pektinin kalitesini belirleyen önemli özelliklerden biri olup, ayva ile yapılan

benzer bir çalışmada [23] yüksek metoksilli pektinin jel derecesi 165.40 bulunurken, turunçgillerden yapılan bir çalışmada [22] jel dereceleri portakal kabuğu için 114.55, limon kabuğu için 111.46, mandalina kabuğu için 91.79 ve greyfurt kabuğu için 91.40 olarak bulunmuştur. Jel güçleri KP için 0.52 N, UP için 0.56 N olarak bulunmuş ve iki pektin arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ). Daha sıkı jellerin oluşmasının

esterleşme derecesinin artması ile meydana geldiği, aynı zamanda jel gücünün molekül ağırlığı ve pektinin konformasyon yapısına bağlı olarak da farklılık gösterebileceği bildirilmiştir [42]. Elma posasından yapılan bir çalışmada [42] yüksek metoksilli elma pektininin jel gücü (hardness) 53.94-100.34 g.s olarak bulunmuş ve bu değer Newton cinsinden karşılığı 0.53-0.98 N'dır.

Tablo 1. Farklı ekstraksiyon yöntemlerinin pektinin kalite özellikleri üzerine etkisi\*

Yöntem	Nem (%)	MED (%)	Köpük Stabilitesi (mL)	Kül Miktarı (%)	İnd. Şeker Miktarı (%)	%SAG	Jel Derecesi	Jel Gücü (N)
SE	1.87 <sup>a</sup> ±0.18	87.20 <sup>a</sup> ±9.56	3.33 <sup>a</sup> ±0.61	2.03 <sup>a</sup> ±0.21	25.29 <sup>a</sup> ±1.22	21.33 <sup>a</sup> ±4.30	163.96 <sup>a</sup> ±27.47	0.52 <sup>a</sup> ±0.30
UAE	2.03 <sup>a</sup> ±0.13	80.63 <sup>a</sup> ±1.16	3.50 <sup>a</sup> ±0.55	2.18 <sup>a</sup> ±0.26	27.71 <sup>b</sup> ±1.99	23.33 <sup>a</sup> ±2.49	151.18 <sup>a</sup> ±15.93	0.56 <sup>a</sup> ±0.21

\*: SE: Çözgen ekstraksiyonu, UAE: Ultrason destekli ekstraksiyon. Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0.05$ ).

Pektinin rengi, ürünün görünümünü etkileyen önemli bir parametredir. Ayrıca pektin rengi ısıtma sebebiyle enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından negatif yönde etkilenmektedir [27]. Son ürünün nihai görünümü üzerinde minimum kötü etkiye sahip olması

nedeniyle pektinin daha açık renkli olması arzu edilir [21]. Tablo 2'de görüldüğü gibi farklı ekstraksiyon yöntemleri L\*,a\*,b\* parametreleri ile Chroma ve Hue değerleri arasında önemli bir farka yol açmamıştır ( $p>0.05$ ).

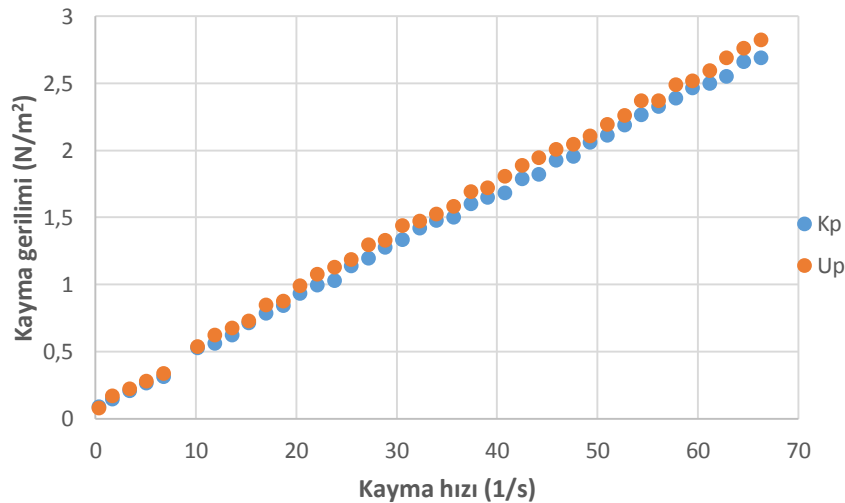
Tablo 2. Farklı ekstraksiyon yöntemlerinin pektinin renk parametreleri üzerine etkisi\*

Yöntem	Renk Parametreleri			Chroma	Hue
	L*	a*	b*		
SE	34.08 <sup>a</sup> ±3.87	15.46 <sup>a</sup> ±4.08	10.68 <sup>a</sup> ±4.08	18.82 <sup>a</sup> ±5.64	0.98 <sup>a</sup> ±0.07
UAE	34.52 <sup>a</sup> ±6.08	11.45 <sup>a</sup> ±3.70	6.41 <sup>a</sup> ±4.41	13.27 <sup>a</sup> ±5.33	1.09 <sup>a</sup> ±0.15

\*: SE: Çözgen ekstraksiyonu, UAE: Ultrason destekli ekstraksiyon. Aynı sütunda aynı küçük harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir ( $p>0.05$ ).

Farklı ekstraksiyon yöntemlerinin pektinin akış özellikleri üzerine etkisini gözlemek için kayma hızlarına karşılık kayma gerilimi ile çizilen grafiklerde akışın Newton tipi olmayan akış olduğu gözlenmiştir (Şekil 3).  $k$ ,  $n$  ve  $R^2$  değerleri Herschel-Bulkley modeline (Eş.5) göre hesaplanmış ve elde edilen  $R^2$  değerleri seçilen modelin deneysel verilerle uyumlu olduğunu göstermiştir. Görünür viskozite değerleri hesaplanmış ve ortalama  $k$ ,  $n$  katsayıları ile  $R^2$  ve görünür viskozite değerleri Tablo 3'te gösterilmiştir. KP ve UP çözeltileri arasındaki viskozite farklılıklarını karşılaştırmak için  $34\text{ s}^{-1}$  kayma hızındaki viskozite değerleri seçilmiş ve aralarında istatistiksel bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

Taze portakal kabuğundan elde edilen pektinin farklı kurutma yöntemleri ile kurutulması üzerine yapılan bir çalışmada [24] hazırlanan %1'lik çözeltilerin viskozite değerleri 126.85-156.05 mPa.s olarak bulunurken, greyfurt kabuğundan yapılan bir diğer çalışmada [21] elde edilen pektinlerin %2'lik çözeltilerinin viskozite değerleri çözgen ekstraksiyonu ile elde edilen pektin için 1.14 cP (mPa.s), mikrodalgalı destekli ekstraksiyon ile elde edilen pektin içinse 10.00 cP (mPa.s) olarak bulunmuştur. Literatürdeki sonuçlar birbiri ile ve bu çalışmanın sonuçları ile tartışılabilir düzeyde bulunamamıştır.



Şekil 3. KP ve UP çözeltilerinin 25°C sıcaklıktaki akış davranışı

Tablo 3. 34 s<sup>-1</sup> kayma hızındaki görünür viskozite, k, n ve R<sup>2</sup> sonuçları\*

Yöntem	Görünür Viskozite (mPa.s)	k (mPa.s)	n	R <sup>2</sup>
SE	42.88 <sup>a</sup> ±2.88	49.17 <sup>a</sup> ±3.06	0.95 <sup>a</sup> ±0.016	0.997 <sup>a</sup>
UAE	45.00 <sup>a</sup> ±4.04	57.00 <sup>b</sup> ±4.00	0.92 <sup>b</sup> ±0.005	0.998 <sup>a</sup>

\*: SE: Çözgen ekstraksiyonu, UAE: Ultrason destekli ekstraksiyon, k:Kıvam katsayısı, n:Akış davranış indeksi. Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

## SONUÇ

Katı/çözgen oranı, pH, işlem sıcaklığı, işlem süresi ve karıştırma hızının pektin verimi üzerindeki etkisi çözgen ekstraksiyonu yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Diğer yandan, ultrason dalga frekansının ve ekstraksiyon süresinin pektin verimi üzerindeki etkisini incelemek için su banyosunda ultrason uygulaması ile ekstraksiyon yapılmıştır. En iyi koşullar SE için, 1:10 katı/çözgen oranı, pH 2, 80°C sıcaklık, 120 dakika işlem süresi ve 500 rpm karıştırma hızı; UAE için, 1:10 katı/çözgen oranı, pH 2, 80°C sıcaklık, 30 dakika işlem süresi ve 20 Hz dalga frekansı olarak bulunmuştur. SE ve UAE ile elde edilen pektinlerin verim ve kalite özellikleri arasında önemli bir fark bulunamamıştır. İki yöntemle de yaklaşık aynı verimlere ulaşılmış, fakat SE yöntemi ile 120 dakika olan işlem süresinin UAE yöntemiyle 30 dakikaya düştüğü görülmüştür. İki pektinle de sıkı jeller elde edilmiş ve iki pektin de yüksek metoksilli olarak bulunmuştur. Dolayısıyla iki yöntemle de kıvam artırıcı ve jelleştirici özelliğe sahip, özellikle reçel ve jöle gibi ürünlerde kullanılabilecek pektin elde etmek mümkündür.

## KAYNAKLAR

- [1] Raji, Z., Khodaiyan, F., Rezaei, K., Kiani, H., Hosseini, S.S. (2017). Extraction optimization and physicochemical properties of pectin from melon peel. *International Journal of Biological Macromolecules*, 98, 709-716.
- [2] Naqash, F., Masoodi, F.A., Rather, S.A., Wani, S.M., Gani, A. (2017). Emerging concepts in the nutraceutical and functional properties of pectin: A review. *Carbohydrate Polymers*, 168, 227-239.
- [3] Marić, M., Grassino, A.N., Zhu, Z., Barba, F.J., Brnčić, M., Rimac Brnčić, S. (2018). An overview of the traditional and innovative approaches for pectin extraction from plant food wastes and by-products: Ultrasound-, microwaves-, and enzyme-assisted extraction. *Trends in Food Science and Technology*, 76, 28-37.
- [4] Pasandide, B., Khodaiyan, F., Mousavi, Z.E., Hosseini, S.S. (2017). Optimization of aqueous pectin extraction from citrus medica peel. *Carbohydrate Polymers*, 178, 27-33.
- [5] Müller-Maatsch, J., Bencivenni, M., Caligiani, A., Tedeschi, T., Bruggeman, G., Bosch, M., Petrusan, J., Droogenbroeck, B.V., Elst, K., Sforza, S. (2016). Pectin content and composition from different food waste streams. *Food Chemistry*, 201, 37-45.
- [6] Canteri-Schemin, M.H., Fertonani, H.C.R., Waszczyński, N., Wosiacki, G. (2005). Extraction of pectin from apple pomace. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(2), 259-266.
- [7] Seggiani, M., Puccini, M., Pierini, M., Giovando, S., Forneris, C. (2009). Effect of different extraction and precipitation methods on yield and quality of pectin. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(3), 574-580.
- [8] Shpigelman, A., Kyomugasho, C., Christiaens, S., Loey, A.M., Van Hendrickx, M.E. (2015). The effect of high-pressure homogenization on pectin: Importance of pectin source and pH. *Food Hydrocolloids*, 43, 189-198.
- [9] Abid, M., Cheikhrouhou, S., Renard, C.M.G.C., Bureau, S., Cuvelier, G., Attia, H., Ayadi, M.A. (2017). Characterization of pectins extracted from pomegranate peel and their gelling properties. *Food Chemistry*, 215, 318-325.
- [10] BeMiller, J.N., (2018). "Pectins", Chapter 15 in *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists*, 3rd edition, AACC International, Elsevier Publishers, UK, 305p.
- [11] May, C.D. (1990). Industrial pectins: Sources, production and applications. *Carbohydrate Polymers*, 12(1), 79-99.
- [12] Chan, S.Y., Choo, W.S., Young, D.J., Loh, X.J. (2017). Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology. *Carbohydrate Polymers*, 161, 118-139.
- [13] Bolat, İ., İkinci, A. (2015). Eşme ayva (*Cydonia oblonga* Miller) çeşidinin GAP bölgesindeki performans. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(1), 16-23.
- [14] Forni, E., Penci, M., Polesello, A. (1994). A preliminary characterization of some pectins from quince fruit (*Cydonia oblonga* Mill.) and prickly pear (*Opuntia ficus Indica*) peel. *Carbohydrate Polymers*, 23(4), 231-234.
- [15] Jiang, L.N., Shang, J.J., He, L.B., Dan, J.M. (2012). Comparisons of microwave-assisted and conventional heating extraction of pectin from seed watermelon peel. *In Advanced Materials Research*, 1801-1806.
- [16] Maskan, M. (2001). Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*, 48(2), 169-175.
- [17] De Oliveira, C.F., Giordani, D., Lutckemier, R., Gurak, P.D., Cladera-Olivera, F., Marczak, L.D.F. (2016). Extraction of pectin from passion fruit peel assisted by ultrasound. *LWT-Food Science and Technology*, 71, 110-115.
- [18] Şimşek, S. (2013). Havuç Mayşesi ve Posasından Elde Edilen Pektin ve Modifiye Pektinlerin Özellikleri Ve Çevresel Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri



- Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Isparta.
- [19] Petkowicz, C.L.O., Vriesmann, L.C., Williams, P.A. (2017). Pectins from food waste: Extraction, characterization and properties of watermelon rind pectin. *Food Hydrocolloids*, 65, 57-67.
- [20] Avcı, A. (2014). Enstrümental Analiz Uygulama Kılavuzu. Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- [21] Koyuncu, L.Ç. (2017). Extraction of Pectin from Grapefruit Peel by Using Microwave Technique. Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gaziantep.
- [22] Güzel, M., Akpınar, Ö. (2017). Turunçgil kabuklarından elde edilen pektinlerin karakterizasyonu ve karşılaştırılması. *Akademik Gıda*, 15(1), 17-28.
- [23] Açıkgöz, Ç., Poyraz, Z. (2006). Extraction and characterization of pectin obtained from quince (*Cydonia vulgaris* Pers.). *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12, 27-34.
- [24] Atbakan, T. (2019). Farklı Kurutma Yöntemleri ile Kurutulan Pektinlerin Fizikokimyasal Özellikleri ve Jel Performanslarının Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya.
- [25] Franke, K., Kießling, M. (2002). Influence of spray drying conditions on functionality of dried whole egg. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(15), 1837-1841.
- [26] El-Nawawi, S.A., Heikel, Y.A. (1997). Factors affecting gelation of high-ester citrus pectin. *Process Biochemistry*, 32(5), 381-385.
- [27] Wang, M., Huang, B., Fan, C., Zhao, K., Hu, H., Xu, X., Liu, F. (2016). Characterization and functional properties of mango peel pectin extracted by ultrasound assisted citric acid. *International Journal of Biological Macromolecules*, 91, 794-803.
- [28] Steffe, J.F. (1996). Rheological Methods in Food Process Engineering. Chapter 1: Introduction to Rheology, USA, 25p.
- [29] Rasheed, A.M. (2008). Effect of different acids, heating time and particle size on pectin extraction from watermelon rinds. *Journal of Kerbala University*, 6, 234-243.
- [30] Ismail, N.S.M., Ramli, N., Hani, N.M., Meon, Z. (2012). Extraction and characterization of pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) using various extraction conditions. *Sains Malaysiana*, 41(1), 41-45.
- [31] Abid, M., Renard, C.M.G.C., Watrelot, A.A., Fendri, I., Attia, H. Ayadi, M.A. (2016). Yield and composition of pectin extracted from Tunisian pomegranate peel. *International Journal of Biological Macromolecules*, 93, 186-194.
- [32] Thomas, M., Guillemin, F., Guillon, F., Thibault, J.F. (2003). Pectins in the fruits of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*). *Carbohydrate Polymers*, 53(4), 361-372.
- [33] Wandee, Y., Uttapap, D., Mischnick, P. (2019). Yield and structural composition of pomelo peel pectins extracted under acidic and alkaline conditions. *Food Hydrocolloids*, 87, 237-244.
- [34] Yang, J.S., Mu, T.H., Ma, M.M. (2018). Extraction, structure, and emulsifying properties of pectin from potato pulp. *Food Chemistry*, 244, 197-205.
- [35] Do Nascimento Oliveira, A., de Almeida Paula, D., de Oliveira, E.B., Saraiva, S.H., Stringheta, P.C., Ramos, A.M. (2018). Optimization of pectin extraction from Ubá mango peel through surface response methodology. *International Journal of Biological Macromolecules*, 113, 395-402.
- [36] Liu, Z., Pi, F., Guo, X., Guo, X., Yu, S. (2019). Characterization of the structural and emulsifying properties of sugar beet pectins obtained by sequential extraction. *Food Hydrocolloids*, 88, 31-42.
- [37] Muthusamy, S., Manickam, L.P., Murugesan, V., Muthukumar, C., Pugazhendhi, A. (2019). Pectin extraction from *Helianthus annuus* (sunflower) heads using RSM and ANN modelling by a genetic algorithm approach. *International Journal of Biological Macromolecules*, 124, 750-758.
- [38] Minjares-Fuentes, R., Femenia, A., Garau, M.C., Meza-Velázquez, J.A., Simal, S., Rosselló, C. (2014). Ultrasound-assisted extraction of pectins from grape pomace using citric acid: a response surface methodology approach. *Carbohydrate Polymers*, 106, 179-189.
- [39] Ying, Z., Han, X., Li, J. (2011). Ultrasound-assisted extraction of polysaccharides from mulberry leaves. *Food Chemistry*, 127(3), 1273-1279.
- [40] Wang, W., Ma, X., Xu, Y., Cao, Y., Jiang, Z., Ding, T., Liu, D. (2015). Ultrasound-assisted heating extraction of pectin from grapefruit peel: Optimization and comparison with the conventional method. *Food Chemistry*, 178, 106-114.
- [41] Muhamadzadeh, J., Sadeghi-Mahoonak, A.R., Yaghbani, M., Aalami, M. (2010). Extraction of pectin from sunflower head residues of selected iranian cultivars. *World Applied Sciences Journal*, 8(1), 21-24.
- [42] Wang, X., Chen, Q., Lü, X. (2014). Pectin extracted from apple pomace and citrus peel by subcritical water. *Food Hydrocolloids*, 38, 129-137.
- [43] Sumner, J.B. (1921). Dinitrosalicylic acid: A reagent for estimation of sugar in normal and diabetic urine. *Journal of Biological Chemistry*, 47, 5-9.
- [44] Yapó, B.M. (2009). Biochemical characteristics and gelling capacity of pectin from yellow passion fruit rind as affected by acid extractant nature. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(4), 1572-1578.

## Çocukların Gıda Tüketimi Üzerine Televizyon Reklamlarının Etkisi

Sıddıka Ersoy<sup>1</sup>  , Serpil Özbaş<sup>2</sup> <sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Isparta<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 17.05.2020, Kabul Tarihi (Accepted): 13.06.2020

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [siddikaersoy@sdu.edu.tr](mailto:siddikaersoy@sdu.edu.tr) (S. Ersoy)

☎ 0 246 211 33 74 📠 0 246 237 16 10

### ÖZ

Bu çalışma, reklamların çocuklarda gıda tüketim alışkanlıkları üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmış tanımlayıcı tipte bir araştırmadır. Araştırmanın örneklemini Isparta il merkezinde yaşayan, 15 yaş altı çocuk sahibi olan, çalışmaya katılmayı kabul eden anne ve babalar oluşturmaktadır (n=464). Araştırmacılar tarafından literatür incelemesi yapılarak, iki bölüm içeren anket oluşturulmuştur. Anketin birinci bölümü sosyodemografik soruları, ikinci bölümü ise çocukların reklamlardan etkilenme düzeyini belirlemeye yönelik altı alt boyutta gruplandırılmış değerlendirme sorularını içermektedir. Anket ailelere yüz yüze görüşme yöntemi ile uygulanmıştır. Araştırmacılar tarafından bir ay boyunca prime time kuşağında televizyonda yayınlanan reklamlar listelenerek veriler elde edilmiştir. Anket ve reklam verileri tanımlayıcı istatistiklerden ortalama (x), yüzdelik (yüzde) dağılımlar kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızda her bir reklam kuşağı için ortalama 15.75±9.03 adet reklam izlendiği ve izlenen reklamların %40.80'i gıda içerikli olduğu görülmüştür. Çocukların en çok etkilendiği reklamlar %84.70 oranında gıda içerikli ürünlerdir. Gıda içerikli reklamlardan çikolata şekerleme (%63.80), fast food ve paketli servis ürünlerin (%19.60) reklamları çocukları daha çok etkilemektedir. Çocukların gıda tüketim alışkanlıkları üzerine reklamların etkisini incelemek amacıyla yapmış olduğumuz çalışmamızın bulguları özellikle reklamların çocukların algıları ve gıda tüketimi üzerine etkisini göz önüne sermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Reklamlar, Çocuk, Gıda tüketimi

### Effect of Television Advertisements on Children's Food Consumption

#### ABSTRACT

This study is a descriptive type of research aimed to determine the effect of advertisements on the food consumption habits of children. The sample of the study consisted of mothers and fathers living in Isparta city center (Turkey), who had children under 15 years of age and accepting to participate in the study (n=464). The questionnaire, created by the researchers through a literature review, consisted of two parts. The first part of the questionnaire was socio-demographic questions, the second part included assessment questions grouped in six sub-dimensions to determine the level of children being affected by advertisements. The questionnaire was applied to families by a face-to-face interview method. Researchers obtained data by the listing advertisements broadcasted on television in the prime time zone for a month. The questionnaire and advertisement data were evaluated by using descriptive statistics; average (x), percentile (percent) distributions. In our study, it was observed that an average of 15.75 ± 9.03 advertisement was watched for each advertising zone, and 40.80% of the advertisements were food-containing. Advertisements that the children were most affected were food products containing 84.70%. Chocolate candies (63.80%), fast food and packaged products (19.60%), which were among the food advertisements, influenced the children more. The findings of our study especially showed that the effect of advertisements on children's perceptions and food consumption was significant.

**Keywords:** Advertisements, Children, Food consumption

## GİRİŞ

Teknoloji çağının ciddi getirilerinden birisi günümüzde gazete, dergi, kitap, radyo, televizyon (TV) gibi farklı iletişim kanallarından sağlık ve beslenme de dâhil birçok konuda rahatlıkla bilgi sahibi olunabilmesidir [1]. Ancak bu kaynaklardan ulaşılan bilgilerin güvenilirliği konusunda tereddütler yaşanmaktadır. Özellikle görsel medya unsurları kişilerin düşünce yapılarından kültürlerine kadar birçok alanda etkili olabilmekte ve böylece toplumun yapısında değişimlere yol açmaktadır. Günümüz tüketim çılgınlığında medyanın yadsınamaz bir rolü olduğu bilinmektedir. Kimlik oluşumlarını; tükettikleri ve sahip olduklarına göre yorumlayan bireyler, sadece ihtiyaçlarını karşılamakla yetinmeyip, ihtiyacı olduğuna inandırıldığı için veya benimde olmalı düşüncesinden hareketle sahip olduklarını arttırmaya çalışmaktadır [1-4]. Bu durumda kişilerde ihtiyaç dışı ve gereksiz tüketime neden olmaktadır.

Reklamlar; mal ve hizmet tanıtımı yaparak, ürünlerin tüketimi için gerekli olabilecek bilgileri içeren ve firmalar arası rekabet artışını sağlayarak kaliteli ürünlere ulaşma hedefinde yol gösterici olabilecek tanıtımlardır (5). Hem kulağa, hem göze hitap eden reklamlar ile ürün ve hizmetlere ilişkin bilgiler çarpıcı görüntüler eşliğinde verilerle ürün hakkında bir imaj yaratılabilmektedir. Asıl hedef kitle her ne kadar toplumdaki erişkinler olsa da aslında çocukların etkilenim düzeylerinin erişkinlerden fazla olduğu bildirilmektedir [1, 5]. Bebeklikten itibaren farklı yaş gruplarının görsel medya etkilenimi ve öğrenmeleri üzerine etkileri ile ilgili en belirgin sonuçlar bir çocuk programının yıllar içindeki etkisinin ölçülmesi ile başlamıştır [6]. Çocuk olmaya bağlı inanma eğilimi; reklamların tercih belirleme ve satın alma etkisini artırmaktadır. Televizyon reklamları ile daha sık karşılaşan çocuklar için reklamlar ürünler için birincil bilgi kaynağı olmaktadır. Çocuklar sadece birkaç kez maruz kalmış olsalar dahi iletişimi daha çabuk algılamakta; bilgiyi daha hızlı öğrenmekte, reklamı daha kolay hatırlamakta ve o ürünü tercih eder hale gelebilmektedirler [7].

Sağlıklı beslenme yaşamın her döneminde önemli olsa da çocukluk çağında daha fazla önem arz etmektedir. Sağlıklı yaşamın temelleri çocuklukta atılmaktadır. Özellikle hızlı büyüme ve gelişme sürecinde edinilen doğru beslenme alışkanlıkları, kişilerin yaşam boyu beslenme alışkanlıklarını şekillendirmektedir [8, 9]. Bu dönemde kazanılan sağlıklı beslenme alışkanlığının kalıcılığı aile ile beraber ve uyumlu olması halinde sağlanabilecektir. Ülkemizde ve dünyada çocuk ve gençlerin genellikle yanlış beslenme alışkanlıklarına sahip oldukları ve bu alışkanlıkların farklı göstergelerden ciddi biçimde etkilendiği bilinmektedir [7-9]. Başlangıçta anne babanın yemek yedirme ısrarı, yüksek enerjili gıdaların ödül olarak seçilmesi, sık öğünler, hazır gıdalar, abur cubur olarak nitelendirilen çikolata, kraker, gazlı içecekler ve bisküvi gibi gıdalar ve hareket azlığı obeziteye zemin hazırlayan durumlardır [8].

Günlük alınan enerjinin harcanandan fazla olması durumunda, harcanamayan enerji vücutta yağ olarak depolanmakta ve obezite oluşumunu

kolaylaştırmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından yayımlanan raporda, dünya çapındaki obezitenin 1975 yılından 2016 yılına kadar neredeyse üç kat arttığı belirtilmektedir. Fazla kilo ve obezite nedeni ile her yıl en az 2.8 milyon kişi hayatını kaybetmekte, kalp hastalığı, felç ve diyabet riski giderek artmaktadır [10]. Obezite artış hızı çocuklarda çok daha fazladır. DSÖ'ye göre sadece 40 yıl içerisinde okul çağındaki çocuk ve ergenlerde obezite görülme sıklığında 10 kattan fazla artış yaşandığı belirtilerek, yaklaşık 124 milyon okul çağı çocuğunun obez olduğu, beş yaşın altındaki kilolu ve obez çocukların sayısının 41 milyondan fazla olduğu, 216 milyon çocuk ve ergenin de obezite sınırının altında ancak fazla kilolu olduğu belirtilmiştir [10]. Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Beslenme ve Sağlık Araştırması 2015-2016 yılı sonuçlarında obezite prevalansı orta yaşlı yetişkinlerde %42.8, 12-19 yaşlarındaki adölesanlarda %20.6, 6-11 yaşları arasında %18.4 ve 2-5 yaş arası çocuklarda %13.9 olarak bildirilmiştir [11-13]. Obezite ile ilgili büyük sorunlardan birisi de ülke ekonomisine getirdiği ilave yüküdür. Amerika Birleşik Devletleri'nde 2000-2005 yılları arasında Sağlık Harcamaları Araştırması'na göre obezite ile ilişkili hastalıkların tahmin edilen yıllık maliyeti yaklaşık 190 milyar dolar olarak bulunmuştur ki bu ABD'de yıllık sağlık harcamalarının yaklaşık %21'ine tekabül etmektedir. Aynı araştırma çocukluk çağı obezitesinin tek başına doğrudan sağlık harcamalarının 14.1 milyar dolarından sorumlu olduğunu ek sağlık sorunlarının bu rakamı ciddi ölçüde büyüteceğini ifade etmiştir [14].

Ülkemizde çocuk ve adölesanlarda obezite prevalansı ve beslenme alışkanlıkları ile ilgili farklı illerde yapılmış, bölgesel düzeyde yürütülmüş çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarla ilgili detaylı bilgiler Türkiye'de Okul Çağı (6 - 10 Yaş Grubu) Çocuklarında Büyümenin İzlenmesi (TOÇBİ) Projesi Araştırma Raporu'nda yer almıştır [15]. Ayrıca Türkiye Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı kapsamında okullarda eğitim programlarına obezite konusu dahil edilmiştir. Programın içeriği güncellenerek 2010 yılından bu yana uygulanmaktadır [14].

Çocukların tüketimine yönelik üretilen gıda ürünlerinin çoğunun yüksek karbonhidrat ve yağ içeriğine sahip olması çocukların beslenme alışkanlıklarının olumsuz gelişmesine neden olabilmektedir. Ancak çocukların sevdiği ve zevk aldığı, güvencikleri arkadaşlarıyla gibi yaklaştıkları popüler karakterler ve medya, kaliteli gıdaları desteklediğinde, sağlıklı ürünleri pazarladığında çocukların beslenme alışkanlıklarını iyileştirme gücüne de sahiptir.

Son yıllarda çocukluk çağı obezitesi ile ilgili sağlık alanındaki yayınlarda TV izlemenin hareketsizliği arttırması ve TV başında yemek yenilirken doymanın algılanmaması gibi sebeplerle obezite artışına neden olduğu vurgulanırken; TV yayınlarının içerikleri ve bu içeriklerin çocuklara etkileri alanında Türkiye'de az sayıda çalışma vardır. Araştırmamız daha önceki çalışmalardan farklı olarak sadece gıda içerikli reklamlar değil diğer ürün reklamlarının da incelenmesi açısından özgün bir çalışmadır. Çocukların gıda tüketimine

reklamların etkisinin incelenmesi amacıyla yaptığımız bu çalışmanın daha sonra yapılacak çalışmalara yol gösterici olacağı ve literatüre katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

## MATERYAL VE METOT

Tanımlayıcı tipteki bu araştırmanın yapılabilmesi için reklam, televizyon, toplumsal sorumluluk ve televizyon reklamlarının etkilerine ilişkin literatür taraması yapılmıştır. Araştırmanın örneklemini Isparta il merkezinde yaşayan, 15 yaş altı çocuk sahibi olan, çalışmaya katılmayı kabul eden anne ve babalar oluşturmuştur (n=464). Araştırmaya Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 28.11.2019 tarih ve 282 sayılı izin alındıktan sonra başlanmıştır. Araştırmaya dâhil olma kriterleri; 15 yaş altı en az bir çocuğu olmak, araştırmaya katılmayı kabul etmek ve Türkçe biliyor olmak; araştırmaya dahil olmama kriterleri ise; çocuğu olmamak, araştırmaya katılmayı kabul etmemek ve araştırma başladıktan sonra ayrılmak olarak belirlenmiştir.

Araştırmacılar tarafından literatür incelemesi yapılarak oluşturulan anket iki bölümden oluşmaktadır. Anketin birinci bölümü ebeveynlerin yaşı, cinsiyeti, eğitim durumu, mesleği, aylık gelir durumu ve çocuğun yaşı gibi sosyodemografik özelliklerle ilgili sorular içermektedir. İkinci bölümü ise, çocukların reklamlardan etkilenme düzeyini belirlemeye yönelik (reklamı inandırıcı bulması, hangi ürün reklamlarından etkilendiği, satın alma isteklerinin artış gösterip göstermemesi gibi) değerlendirme sorularından oluşmaktadır. İkinci bölümü oluşturan sorular altı alt boyutta gruplandırılmıştır. Birinci alt boyutta, ailenin reklamları çocukları açısından nasıl yorumladıkları; ikinci alt boyutta, çocukların reklamları nasıl anladıkları; üçüncü alt boyutta, çocukların en çok etkilendiği reklamlar; dördüncü alt boyutta, çocukların en çok etkilendiği gıda içerikli reklamlar; beşinci alt boyutta, gıda reklamlarının çocuğun beslenme tutumlarına etkileri; altıncı alt boyutta, aileye göre çocukların reklam etkilenimi ile ilgili sorular bulunmaktadır. Anket yüz yüze görüşme yöntemi ile ailelere uygulanmıştır.

Ayrıca bir ay boyunca prime time kuşağında televizyonda yayınlanan her gün en az 5 reklam kuşağındaki reklamlar listelenerek; elde edilen reklam verileri gıda ürünü içerip içermemesine ve içeriğinin sağlıklılık durumuna göre değerlendirilmiştir. Anket ve reklam verileri SPSS 22.0 programı kullanılarak tanımlayıcı istatistiklerden ortalama (x), yüzdelik (yüzde) dağılımlar ile değerlendirilmiştir.

## BULGULAR

Yapılan analizlerde reklamlar; öncelikle gıda içerikli reklamlar ve diğer ürün reklamları olarak sınıflandırılmıştır. Bir sonraki aşamada ise diğer ürün reklam grubundaki reklamlar içinde gıdaya yönelik görsel kullanımı incelenmiştir. Son aşamada ise tüm gıda içerikli reklamlar sağlıklı gıda içerikli ve sağlıksız gıda içerikli olarak 2 grupta analiz edilmiştir.

Çalışmamızda her bir reklam kuşağı için ortalama 15.75±9.03 adet reklam izlenerek değerlendirme yapılmıştır. Toplamda ay boyunca 4573 reklam değerlendirilmiştir. İzlenen reklamlardan 1864'ü (%40.80) gıda içerikli reklamlar iken, 2709'u (%59.20) diğer ürünler için hazırlanan reklamlardır. Gıda içerikli reklamların sağlıklı sağlıksız ve yiyecek içecek olma durumları Tablo 1'de gösterilmiştir. Gıda içerikli reklamların %11.90 (n=221)'i sağlıklı gıda ürünü içermektedir ve %61.00 yiyecek, %22.50 yiyecek+içecek, %16.50 içecekten oluşmaktadır. Diğer ürün reklamı odaklı olup, reklam süresinde arka planda gıda ürünü içeren reklamlar diğer ürün reklamlarının %15.40'ı kadardır. Bu gruptaki reklamların Tablo 2'de gösterildiği gibi yalnızca %12.70'i sağlıklı gıda ürünleri içermekte ve içinde hem yiyecek hem de içeceğin yer aldığı reklam sayısı %56.00'dir.

Araştırma grubundaki aileler ile ilgili sosyodemografik veriler Tablo 3'de gösterilmiştir. Araştırma grubunun yaş ortalaması 35.60±7.42 (minimum 23-maksimum 50) olarak bulunmuştur. Çalışmaya katılan 464 kişinin %82.30'u kadın (n=382), %17.70'i erkektir (n=82). Araştırma grubunun %35.80'i 21-30 yaş arasında (n=166 ) ve %87.10'u evlidir (n=404). Evlilik süresi ortalaması 11.44±6.83 yıl bulunmuştur ve çoğunluğunun tek çocuklu (n=210) olduğu saptanmıştır. Araştırma grubundakilerin (%63.80) ve eşlerinin (%63.40) çoğunluğunun lisans mezunu olduğu görülmüştür. Araştırma grubundakilerin %65.50'si ve eşlerinin %76.30'u çalışmaktadır. Aynı zamanda araştırma grubundakiler %55.60'ı haftalık 40 saat ve daha az çalışırken eşleri için bu oran %48.60 olarak bulunmuştur. Aylık kazançlarının yeterli olduğunu düşünenlerin oranı %78.00'dir.

Araştırma grubunun televizyon izleme ile ilgili soruları değerlendirildiğinde ebeveynlerin çoğunluğunun (%61.20) TV izlemeyi sevdiği ve TV izlem sürelerinin çoğunluğunun (%35.30) 1 ile 3 saat arasında olduğu saptanmıştır. Çocukların %91.80'inin TV izlemeyi sevdiği ve çoğunluğunun (%40.10) TV izlem süresi 4 ile 6 saat arasında değiştiği görülmektedir.

Anket sorularının ikinci bölümünün birinci alt boyutunda; araştırma grubunun %75.90'ı reklamların çocuklarının hayal gücünü etkilediğini, algı-psikoloji-dil-ahlak-fiziksel gelişim süreçlerini olumsuz etkilediğini düşünmektedir. İkinci alt boyutta; araştırma grubunun %82.10'u çocuklarının reklamları sevdiğini; bu durumun etkilenmelerini kolaylaştırdığını ve reklamlarda gördüklerine inandığını, reklamlardaki kişilerin yerinde olmak istediklerini belirtmiştir. Üçüncü alt boyutta; çocukların en çok etkilendiği reklamlar incelendiğinde %84.70 oranında gıda ürünleri etkilenimi görülmüştür. Dördüncü alt boyutta; çocukların en çok etkilendiği gıda içerikli reklamlar sorgulandığında %63.80'inin çikolata şekerleme, %19.60'ının fast food ve paketli servis ürünlerinden daha çok etkilendiği; beşinci alt boyutta; gıda reklamlarının çocuğun beslenme tutumlarına etkileri irdelendiğinde %81.50'sinin hazır gıda tüketimine eğilimlerinin arttığı, reklamlara çok inandıkları, reklamlarda gördükleri ürünleri aldırılmak için çaba sarf ettikleri bu nedenle alışveriş oranını ve bütçeyi

artırdıkları görülmüştür. Altıncı alt boyutta; aileye göre çocukların reklam etkilenimi sorgulandığında %94.63'ü reklam izleniminin artması için akşam saatlerinde daha fazla gıda içerikli reklam yayınlandığını ifade etmişlerdir.

Aynı zamanda reklam içeriğinde yiyecek/içecek olmasının yiyecek/içecek alışkanlığının değişmesine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 1. İzlenen Reklamlardan Gıda İçerikli Olanların Sağlıklı, Sağlıksız ve İçeriğinde Bulunan Ürüne Göre Sınıflandırılması

	n	Ürünün Durumu	n (%)	İçerikte Bulunan Ürün	n (%)
Gıda İçerikli Reklam	1864	Sağlıklı	221 (%11.90)	Yiyecek	133 (%61.00)
				İçecek	36 (%16.50)
				Yiyecek+ İçecek	49 (%22.50)
		Sağlıksız	1643 (%88.10)	Yiyecek	1211 (%73.70)
				İçecek	393 (%23.90)
				Yiyecek+ İçecek	39 (%2.40)

Tablo 2. İzlenen Reklamlardan Diğer Ürünler Odaklı Olup Gıda Ürünü İçerenlerin Sağlıklı, Sağlıksız ve İçeriğinde Bulunan Ürüne Göre Sınıflandırılması

	n	Ürünün Durumu	n (%)	İçerikte Bulunan Ürün	n (%)
Diğer Ürünler Odaklı Olup Gıda Ürünü İçeren Reklamlar	417	Sağlıklı	53 (%12.70)	Yiyecek	19 (%35.80)
				İçecek	4 (%7.50)
				Yiyecek+ İçecek	30 (%56.60)
		Sağlıksız	364 (%87.30)	Yiyecek	185 (%50.80)
				İçecek	137 (%37.60)
				Yiyecek+ İçecek	42 (%11.50)

Tablo 3. Araştırma Grubunun Sosyodemografik Özellikleri İle İlgili Verileri

		n (%)
Yaş	21-30 yaş	166 (%35.80)
	31-40 yaş	146 (%31.50)
	41-50 yaş	152 (%32.80)
Cinsiyet	Kadın	382 (%82.30)
	Erkek	82 (%17.70)
Medeni Durum	Evli	404 (%87.10)
	Bekar	60 (%12.90)
Çocuk Sayısı	Bir	210 (%45.30)
	İki	204 (%44.00)
	Üç ve üzeri	50 (%10.80)
Eğitim Durumu	Lise	68 (%14.70)
	Önlisans	78 (%16.80)
	Lisans	296 (%63.80)
	Lisansüstü	22 (%4.70)
Eşinin Eğitim Durumu	Lise	46 (%9.90)
	Önlisans	94 (%20.30)
	Lisans	294 (%63.40)
	Lisansüstü	30 (%6.50)
Çalışma Durumu	Evet	304 (%65.50)
	Hayır	160 (%34.50)
Haftalık Çalışma Süresi	40 saat ve daha az	170 (%55.60)
	40 saatten fazla	136 (%44.40)
Eşinin Çalışma Durumu	Evet	354 (%76.30)
	Hayır	110 (%23.70)
Eşinin Haftalık Çalışma Süresi	40 saat ve daha az	172 (%48.60)
	40 saatten fazla	182 (%51.40)
Gelir Durumu	Yeterli	362 (%78.00)
	Yetersiz	102 (%22.00)
Televizyon izlemeyi sevme durumu	Evet	284 (%61.20)
	Hayır	180 (%38.80)
Ailenin Televizyon İzleme Süresi	1-3saat	164 (%35.30)
	4-6saat	160 (%34.50)
	7-9saat	94 (%20.30)
	10 saat ve üzeri	46 (%9.90)
Çocukların TV İzlemeyi Sevme durumu	Evet	426 (%91.80)
	Hayır	38 (%8.20)
Çocuğun TV İzleme Süresi	1-3saat	168 (%36.20)
	4-6saat	186 (%40.10)
	7-9saat	98 (%21.10)
	10saat ve üzeri	12 (%2.60)

## TARTIŞMA

Çocuklukların gıda tüketimine reklamların etkisini incelemek amacıyla yapmış olduğumuz çalışmamızın bulguları özellikle reklamların çocukların algıları üzerindeki etkisini göz önüne sermektedir. Bu durumun çocukluk çağı obezitesi ile ilişkili olduğu öngörülmektedir.

TV izlemenin hareketsizliği arttırması ve TV başında yemek yenilirken doymanın algılanmaması gibi sebeplerle obezite artışına neden olduğu bilinmektedir. TV yayınlarının içeriklerin çocukların gıda tüketim alışkanlıklarına etkileri alanında Türkiye'de az sayıda çalışma olması yaptığımız bu araştırmanın sonraki çalışmalara yol gösterici olacağını düşünmekteyiz.

Bu çalışmada ailelere çocuklarının satın aldığı ya da hakkında bilgi sahibi olduğu gıda ürünleri ile ilk karşılaştıkları yer sorulduğunda görsel medyanın ön planda olduğu görülmektedir. Diğer çalışmalarda da bu bulgumuzu destekler niteliktedir [7, 16, 17]. Torun [16] yetişkinler ile yaptığı çalışmasında, tüketicilerin çoğunluğunun satın aldığı ya da hakkında bilgi sahibi olduğu ürünler ile ilk karşılaşmalarını sorgulamış ve bilgi kaynaklarının internet, sosyal medya ve görsel basın ve arkadaş grupları olduğunu ortaya koymuştur. Engin [7] çalışmasında; çocukların algılarının açık olması ile sadece birkaç kez maruz kalınmasında bile iletiyi algılayacakları, reklam içeriğini hızlı öğrenecekleri veya reklamı tamamen hatırlayacakları için ürün tercihini artırıcı bir unsur olabileceğini belirtmiştir. Bu durum satın alma tutum, süreç ve davranışlarında tüketicilerin özellikle çocukların medyadan etkilendiklerini göstermesi adına önemlidir.

Tüm toplumu kapsayan reklam içerikli araştırmalarda reklamların çocuklar üzerine olumlu etkilerinin olacağından bahsedilmektedir. Bu çalışmalar reklamların özellikle; çocukların sosyal gelişimlerini hızlandırdığını [17-20]; reklamdaki ürünlerden kullanımda karşılaştıklarında pazaryeri bilgisi kazanarak daha doğru alışveriş yapabileceklerini [21]; çocuk reklamlarının yansıttığı popüler kültürel değerler sayesinde, yetişkinliklerindeki temel düşünce ve görüşlerinin yönlendirilebileceğini [5, 22] öne sürmektedir.

Yine tüm toplumu kapsayan reklam çalışmalarında reklamların çocuklar üzerine olumsuz etkilerinin olduğunu vurgulayan çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmaların bulguları bizim çalışmamızı destekler niteliktedir. Bu çalışmalarda; çocukların reklamı hafızalarına kaydederken işlevselliği düşünemedikleri için kullanım amaçlarını sorgulayamayacaklarını belirtmişlerdir. Özellikle basit ve kısa mesajlar veren reklamlara fazla maruz kalındığında, çocukların dinleme yetileri ile uzun süreli odaklanabilme durumlarının azalacağı sonuçta ciddi konulara yoğunlaşma güçlüğü ve düşünme yeteneklerinin körelmeler yaşanacağı ifade edilmektedir. Reklam şirketlerince çocukların satın alma sürecinde de aktif kullanılmasının kontrolsüz harcamayı artırması desteklediği için hedef kitleler oluşturulmakta,

çocukların duygusal zekalarına daha fazla hitap eden reklamlar sayesinde özenmenin artırılması ve erken yaşta marka sadakati aşılana çalışılmaktadır [23, 24]. Reklamlarda sürekli tüketen ve bu sırada mutlu olan insanların görsellerde yer alması ise çocuklarda tüketimin mutluluk getireceği algısını oluşturarak doyumsuzluğu arttırabilecek ve ekonomik problemlere zemin hazırlayacak bir sorun olarak ifade edilmiştir [5, 7].

Çalışmamıza katılan ailelerin çoğunluğunun tek çocuğa sahip olduğu bulunmuştur. Bu durum çocukla ilgilenme süresini olumlu yönde değiştireceği için TV izlem süresini azaltabilecek bir faktördür. Böylece reklam izleme oranı azaltılabileceği için etkilenim miktarı da azaltılabilecektir. Bulgularımızda her ikisinin de yorgunluk düzeyinin yüksek olması gibi faktörler nedeni ile çocukların etkin anne baba iletişimini azaltılabileceği için daha fazla boş zaman daha fazla TV yönelimine sebep olabilecektir. Bulgularımızda çocukların ve ailenin TV izlem süresi uzundur; çocukların tek başlarına TV izlem süreleri kısıtlı olsa bile anne babanın yanında iken açık TV'den reklamlara maruz kalabilmekte bu da etkilenimi arttırabilmektedir. Ailelerin %78.00'i alım gücünün yeterli olduğunu vurgulamış bu da çocukların istedikleri ürüne ulaşmasını kolaylaştırıcı faktörlerden olabilir.

Çalışmamızda her bir reklam kuşağı için ortalama 15.75±9.03 adet reklam izlenmiştir. Çalışmanın yapıldığı dönemde prime time kuşağında izlenen bir programda ortalama 4 ila 7 reklam arası bulunmaktadır. Bu durumda bir program izlenene kadar 70'in üzerinde reklama maruz kalınmaktadır. Bu sayı çocukların reklamlardan etkilenme oranlarını ciddi oranda arttıracaktır.

1970'lerin sonlarında, ABD'de çocukların izlediği reklamların tahmini ortalaması yılda yaklaşık 20.000 televizyon reklamı iken 1990'larda iki katına çıktığı tahmin edilmektedir [25]. Bizim çalışmamızın verileri ise bu sayının günümüzde çok daha ciddi boyutlara ulaştığını göstermektedir. Çalışmamızın yürütüldüğü dönemde sadece bir program boyunca maruz kalınan reklamları yıl bazına genellersek yaklaşık 25000-30000 reklam seyredilmektedir. Çalışmamızın sonuçlarına dayanarak giderek artan yoğun reklam maruziyetinin algı üzerinde artan etkiye sebep olacağını düşünmekteyiz.

Araştırmamızla benzer şekilde çocuklara atıştırmalık denildiğinde ne anladıklarını resmettiren Karaçor ve ark [26] yapılan resimlerdeki atıştırmalıkların %63.00 kadarının sağlıklı gıdalardan oluştuğunu göstermişler, bunun temelinde de çocukların maruz kaldığı reklamlardan etkilenimin fazla olması olarak değerlendirmişlerdir. Caroli ve ark. [27] yaptıkları bir çalışmada 2 ile 6 yaş arasındaki çocukların, gıda reklamlarına 10 ile 30 saniye arasında maruz kalmalarının yeme tercihlerini etkilediğini göstermişlerdir. Engin [7] çocukların reklamları daha hızlı hatırladığını ve içeriğini analiz edemediği için satın alınması yönünde tercih kullandığını belirtmiştir. Ayrıca reklamların özellikle marka bağımlılığı oluşturduğunu,

markayı hatırlama oranlarının artması yüzünden alışveriş sırasında çocukların üründen daha fazla marka adı belirttikleri ve marka talep etiketlerini savunan çalışmalar bulunmaktadır [5]. Özellikle 5-6 yaşlarındaki çocukların bilişsel yetenekleri ve zeka gelişim düzeylerinin sonucu olarak %75'inin reklamlarda ne gördüler ise inandıkları ortaya konulmuştur [24].

Çalışmamızın anket sorularının ikinci kısmında yer alan sorular kendi içinde alt boyutlara ayrılarak değerlendirilmiştir. Birinci alt boyutta; ailenin reklamları çocukları açısından nasıl yorumladıklarına dair sorulara verilen yanıtlar değerlendirildiğinde ailelerin çoğunluğu (%75.90) yayınlanan reklamların çocuklarının hayal gücünü etkilediğini, algı-psikoloji-dil-ahlak-fiziksel gelişim süreçlerinde olumsuz yönlendirme yaptığını düşünmektedir.

İkinci alt boyutta; çocukların reklamları nasıl anladıklarına dair sorulara verilen yanıtlar irdelendiğinde çocuklarının reklamları sevdiği; bunun reklamdan etkilenmelerini kolaylaştırdığı ve reklamlarda gördüklerine inanma oranını artırdığı, çocukların reklamlardaki kişilerin yerinde olmak istediklerini belirten yanıtlar verenler %82.10'dur.

Üçüncü alt boyutta; çocukların en çok etkilendiği reklamlar sorgulandığında %84.70'inden 'gıda ürünleri' etkilenimi yanıtı alınmıştır. Dördüncü alt boyutta; çocukların en çok etkilendiği gıda içerikli reklamlar sorgulandığında %63.80'inin çikolata şekerleme, %19.60'ının fast food ve paketli servis ürünlerinden daha çok etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Beşinci alt boyutta; gıda reklamlarının çocuğun beslenme tutumlarına etkileri irdelendiğinde %81.50'si hazır gıda tüketimine eğilimlerinin arttığı, reklamlara çok inandıkları, reklamlarda gördükleri ürünleri aldırarak için çaba sarf ettikleri bu nedenle alışveriş oranını artırdıkları görülmüştür.

Altıncı alt boyutta; aileye göre çocukların reklam etkilenimi sorgulandığında ailelerin %94.63'ü reklama olan maruziyetin artması için akşam saatlerinde daha fazla reklam yayınlandığını ve ek olarak yiyecek/içecek reklamı izlemesinin çocuklarında yiyecek/içecek alışkanlığının değişmesine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Birinci ve altıncı alt boyutlarda verilen yanıtlar ailelerin aslında reklamların etkilerinin farkında olduklarını, reklam kuşaklarının ayarlanırken izleyici kitlesi planlamasının da yapıldığını düşündüklerini ortaya koymaktadır. İkinci alt boyut bize diğer çalışmalarla benzer bulgular sunmuş; çocukların gerçekte reklamlara ne kadar inandığını ve bu nedenle ürün tüketiminin ne ölçüde arttığını göstermesi adına önemlidir. Üçüncü, dördüncü ve beşinci alt boyutlardaki sorulara verilen yanıtlarda ise dünyada artan reklamların aslında çocukları çoktan etkisi altına aldığı ve bu etkinin daha ziyade sağlıksız gıdalar yönünde olduğunun göz önüne serilmesini sağlaması açısından önemlidir.

Araştırmamızın bulguları ile benzerlik gösteren çalışmalarda özellikle küçük yaş grubundaki çocuklarda, yaşam deneyimlerinin azlığı, düşünme ve eleştirme yeteneğinin henüz kazanılmamış olması, gerçekte gerçek olmayı ayırt etmede zorlanması, reklamın asıl amacını bilememeleri ancak sadece görsellerinden zevk almaları izledikleri reklamlardan etkilenimlerini arttırdığı bildirilmektedir. 8-11 yaş grubundaki çocuklar reklamın amacını anlasalar dahi reklam karakterlerine ya da arkadaşlarına özendiklerinden aslında hiç ihtiyaçları olmayan ürünleri elde etmek isteyebilmektedir. Ergenliğe doğru ve sonrasında daha şüpheli olup; reklamların onları genellikle doğru olmayan şeylere ikna etmeye ve inandırmaya çalıştığını düşünürler, bu da genel olarak televizyon reklamlarına daha az güvenmeleri ve onlardan daha az hoşlanmaları sonucunu doğurur [7, 5, 20, 28, 29]. Özellikle ergenlik dönemine kadar ki durum ebeveynleri zor durumda bırakmaktadır. Aile tarafından alınmak istenmeyen her ürün aile içinde çatışmalara neden olabilir, ailenin tüketim önceliklerini bozabilir ve ekonomik kaosa neden olabilir [7, 17, 18, 22, 26].

Çeşitli çalışmalarda reklamların çocukların ilgilerini çekecek görsel ve işitsel mesajları sıkça sunduğunu ve böylece reklamların, çocukların isteklerini etkilediğini ileri sürülmektedir. Reklamlar sadece çocukların taleplerine değil aynı zamanda ailelerinin harcama kararları üzerinde de etki oluşturabilmektedir [30]. Dolayısıyla medya çocukların beslenme alışkanlıkları üzerinde etkilidir. Yapılan çalışmalar medya pazarlama tekniklerinin, özellikle çocukların gıda seçimi ve tüketimini etkilediğini göstermektedir [31].

Topçuoğlu [29]'nun çalışma sonuçlarında çocuklarla ilgili reklamların yarımından çoğunun ve hedef kitlesi çocuklar olan bütün yiyecek/içecek reklamlarının %80'den daha fazlasının şekerli yiyecek/içecek reklamları içerdiği bulunmuştur. Bu sonuçların, çocuklarda sağlıklı yiyeceklerden fazla şekerli yiyecekleri yemeleri konusunda yanıltıcı bir etki oluşturacağı ortadadır [5]. Quadır [5]'in verileri değerlendirildiğinde ebeveynler genellikle reklamları izlerken eleştirel de çocukların yarımından fazlasının reklamları inandırıcı buldukları ve %90'ının reklamını izledikleri ürünü satın almak istediklerini ortaya koymaktadır. Yılmaz ve ark. [32] yetişkin tüketiciler üzerine yaptıkları araştırmada dahi tüketicilerin, reklamlardan etkilenip en çok aldıkları gıda grubunun (%36.8) çikolata, şeker ve çips olduğu bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmalar sağlık alanında olmasa da ortak nokta olarak çocukların reklamlardan yüksek oranda etkilendiklerini ve satın almaya kolayca teşvik edildiklerini göstermektedir.

Bizim çalışmamızda da aslında ebeveynlerin daha sağlıklı ürünler hakkında bilgi sahibi oldukları, sağlık okur-yazarlıklarının iyi düzeyde olduğu ve sağlıklı ürün satın alma eğilimlerinin daha fazla olduğu bulunmuştur. Ancak bu tercihlerini çocuklarının karşı çıkması sonucu gerçekleştiremediklerini ifade etmişlerdir. Kadınlar ile yapılan bir çalışmada anne olduktan sonra kadınların sağlık okuryazarlığının arttığı, aldıkları ürünleri daha ayrıntılı inceledikleri ve ürünün medyada yer alması ya da ambalajının iyi olması gibi durumlardan çok

etkilenmediklerini ortaya koymuştur [1]. Bu bulgu bize sağlıklı eğitimlerinin sadece ebeveynlere yapılmasının aslında yeterli olmadığını göstermesi adına önemlidir. Bu sonuç dikkate alınarak çocuk yaş gruplarını olumlu etkileyecek medya okuryazarlığını da içeren eğitim programlarının yapılması önerilebilir.

Tüm dünyada çocukları hedef alan reklamlar şekerli ve yağlı yiyeceklerin besin değerine değinmeden sadece lezzet, koku, renk gibi özellikleri üzerinde durarak onlarda tüketim alışkanlığı geliştirmeyi amaçlamaktadırlar. Reklamlarda gösterilen sağlıksız besinler esasen gelecek nesillerin sağlığını olumsuz etkileyecek yanlış tüketim tutum ve davranışlarının yerleşmesinde etken olabilmektedir. Reklamlar sayesinde çocukların olumsuz beslenme alışkanlığı edinmeleri diş çürüklerinin artması, erken yaşlarda yüksek kolesterol, damar sertliği ve obezite gibi sağlık sorunlarına yol açabilecektir [5, 7, 26, 28, 33-35]. Bu çalışmanın bulguları çocukların beslenme alışkanlıklarını şekillendiren ve çocukların gıda tüketimine temel oluşturan faktörlerden birinin reklamlar olduğunu göstermiştir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Tuna Oran, N., Toz, H., Küçük, T., Uçar, V. (2017). Medyanın kadınların beslenme alışkanlıkları, besin seçimi ve tüketimi üzerindeki etkileri. *Life Sciences (NWSALS)*, 12(1), 1-13.
- [2] Çelik, S. (2014). Sosyal medyanın pazarlama iletişimine etkileri. *Erciyes İletişim Dergisi "Akademia"*, 3(3), 28-42.
- [3] Alıkcı, Ö., Onat, F. (2007). Bir kurumsal halkla ilişkiler aracı olarak kurumsal bloglar. *Yaşar Üniversitesi Elektronik Dergisi*, 8 (2), 899-927.
- [4] Altınbaşak, İ., Karaca, E.S. (2009). İnternet reklamcılığı ve internet reklam ölçümlenmesi üzerine bir uygulama. *Ege Akademik Bakış*, 9, 463-487.
- [5] Quadır, S.E., Akaroğlu, G. (2009). Televizyon reklamlarının çocuk tüketiciler üzerine görsel etkilerinin bir incelemesi. *Selçuk İletişim*, 6(1), 78-98.
- [6] Anderson, D.R. (2013). Çocuklar ve medya: bilişsel gelişim ve eğitim. 1. *Türkiye Çocuk ve Medya Kongresi*. 14-15 Kasım 2013, İstanbul, Türkiye. 1. Türkiye Çocuk ve Medya Kongresi Bildiriler Kitabı (2. Cilt), Çocuk Vakfı Yayınları:105, Yayın Dizisi: 6: 77-89.
- [7] Engin, H.B. (2013). Çocuk ve reklam: çocuklar olması gerekenden erken büyüyor. 1. *Türkiye Çocuk ve Medya Kongresi*. 14-15 Kasım 2013, İstanbul, Türkiye. 1. Türkiye Çocuk ve Medya Kongresi Bildiriler Kitabı (1. Cilt), Çocuk Vakfı Yayınları:104, Yayın Dizisi: 5, 217-234.
- [8] Karaağaoğlu, N. (2008). İlköğretim Çocukları İçin Beslenme. T.C. Sağlık Bakanlığı Beslenme Bilgi Serisi, Klasmat Matbaacılık, Ankara.
- [9] Köksal, G.ve Özel Gökmen H. (2012). Okul Öncesi Dönemde Obezite. T.C. Sağlık Bakanlığı Obezite Bilgi Serisi, Reklam Kurdu Ajansı, Ankara.
- [10] <https://www.who.int/end-childhood-obesity/publications/taking-action-childhood-obesity-report/en/>
- [11] National Health and Nutrition Examination Survey(2017) <https://www.cdc.gov/nchs/nhanes/index.htm> (Erişim Tarihi: 3 Nisan 2020)
- [12] U.S. Department of Health and Human Services (n.d.) Ways to enhance children's activity and nutrition: We Can! Go, Slow, and Whoa foods. Erişim adresi: <http://www.nhlbi.nih.gov/health/public/heart/obesity/wecan/downloads/Go-Slow-Whoa.pdf>. (Erişim Tarihi: 3 Nisan 2020).
- [13] Tıp Enstitüsü (Institute of Medicine - IOM) (2013). Challenges and Opportunities for Change in Food Marketing to Children and Youth: Workshop Summary. Washington, DC: National Academies Press.
- [14] T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü (2019). Türkiye Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı Çocukluk Çağı Obezitesinin Önlenmesi İle İlgili Eylem Planı 2019 – 2023, Ankara.
- [15] T.C. Sağlık Bakanlığı, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü (2011). Türkiye'de okul çağı çocuklarında (6-10 yaş grubu) büyümenin izlenmesi (TOÇBİ) projesi araştırma raporu (yayın No. 834). Sağlık Bakanlığı, Ankara.
- [16] Torun, E. (2017). The Importance of internet and social media on consumer purchase behavior. *Electronic Journal of Social Sciences* ISSN: 1304-0278. 16(62).
- [17] Doğan, M. (2003) Televizyon Reklamlarının Çocuklar Üzerindeki Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- [18] Öztop, H., Babaoğlu, M. (2004). Sosyo-ekonomik değişimler ve tüketim eğilimine etkisi. *Standard*, 43 (511), 71-78.
- [19] Karaca, Y., Pekyaman, A., Güney, H. (2007). Ebeveynlerin televizyon reklâm içeriklerinin çocuklar üzerindeki etkilerini etik açıdan algılamalarına yönelik bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 233-249.
- [20] Gülnezeol, A. (2004). Televizyon Reklamlarının Çocuklar Üzerindeki Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- [21] Moore, E.S., Lutz, R.J. (2000). Children, advertising, and product experiences: A multimethod inquiry. *Journal of Consumer Research*, 27(1), 31-48.
- [22] Hsu, Y., Hsu, L. (2007). Cross analysis on the contents of children's television commercials in the United States and Taiwan. *Journal of American Academy of Business*, 12(1), 205-214.
- [23] Meral, P.S., Samav Uğursoy, A. (2007). Televizyon Reklamlarında Çocuklara Yönelik Gizli Şiddet: Tüketime Bağlı Anne-Baba Sevgisi, Risk Altındaki Çocuklar, İstanbul Üniversitesi 4. Uluslararası Çocuk ve İletişim Kongresi ve 4. Uluslararası



- Çocuk Filmleri Festivali ve Kongresi, 1. Cilt, 22-24 Ekim 2007, İstanbul, 191-202.
- [24] Pembecioğlu, N. (2006). İletişim ve Çocuk, İletişim Ortamlarında Çocuk ve Reklam Etkileşimi. Ebabel Yayınları, Ankara
- [25] Kunkel, D. (2001). Children and television advertising. In: Singer D and Singer J (eds). Handbook of children and the media. Sage Publications: Thousand Oaks, CA; pp 375-393.
- [26] Karaçor, S., Tuncer, T., Bulduklı, Y. (2018). The relationship between increase of child obesity and advertise of food and drink. *PESA International Journal of Social Studies*, 4(1), 134-141.
- [27] Caroli, M., Argentieri, L., Cardone, L., Masi, A. (2004). Role of television in childhood obesity prevention. *International Journal of Obesity*, 28, 104-108.
- [28] Budak, O. (2006). Televizyon Reklamlarının İlköğretim Çağındaki Çocukların Satın Alma Davranışları Üzerindeki Etkisi, Ankara İlinde Bir Uygulama Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [29] Topçuoğlu, N.N. (2003). Çocuklara Yönelik Televizyon Reklamlarında Aldatıcı ve Yanıltıcı Unsurların Analizi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [30] Ertunç, F. (2011). T.C. Radyo ve Televizyon Üst Kurulu Çocuk Dünyasında Reklamın Rolü: Televizyon Reklamlarında Çocuklara Yönelik Düzenlemeler. Uzmanlık Tezi. Ankara.
- [31] Calvert, S.L. (2013). Medya ve Gıda/İçecek Pazarlamasının Çocuk Beslenmesi ve Sağlığı Üzerindeki Rolü. (Çeviren: Merve Kurt Editör: Dr. Feride Zeynep Güder), I. Türkiye Çocuk ve Medya Kongresi, Bildiriler Kitabı (2. Cilt), İstanbul: Çocuk Vakfı Yayınları: 105(6), 263.
- [32] Yılmaz, E., Yılmaz, İ., Uran, H. (2007) Gıda maddeleri tüketiminde medyanın rolü: Tekirdağ ili örneği. *Teknolojik Araştırmalar: Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3, 9-14.
- [33] Ersoy, G. (1989). Beslenme eğitimi alan ve almayan ilköğretim çocuklarının yiyecek seçiminde televizyon reklamlarından etkilenme durumu. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 18, 165- 175.
- [34] Çetin, C. (2005). Televizyon Reklamlarının Çocuklar Üzerindeki Etkisi ve Ortaya Çıkan Sorunlar: Obezite ve Hareketsizlik, Televizyon Çocukları Şişmanlatıyor mu? 2.Uluslararası Çocuk ve İletişim Kongresi "İletişimin Çocuğa Etkisi", İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi, İstanbul, 4-6 Nisan, Cilt 1, 459- 470.
- [35] Esenay, F., Conk, Z. (2006). Medya ve çocuk hemşirelik tanıları doğrultusunda bir araştırma. *Aile ve Toplum Dergisi*, 3(10), 91-102.

## Functional Ice Cream Technology

Ayla Arslaner<sup>1</sup>  , Mehmet Ali Salik<sup>2</sup> <sup>1</sup> Department of Food Engineering, Engineering Faculty, Bayburt University, 69000 Bayburt, Turkey<sup>2</sup> Department of Food Engineering, Agricultural Faculty, Ataturk University, 25240 Erzurum, Turkey

Received (Geliş Tarihi): 18.11.2019, Accepted (Kabul Tarihi): 09.05.2020

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): [aylaarslaner@bayburt.edu.tr](mailto:aylaarslaner@bayburt.edu.tr) (A. Arslaner)

☎ +90 458 211 11 53 (1658) 📠 +90 458 211 11 78

### ABSTRACT

Various factors besides changes in people's lifestyle have altered the consumers understanding of dietary, health and welfare life. As a result, interest and demand for functional foods, which have been gaining momentum and importance in recent years, have increased day by day. Milk and dairy products have an important place among the functional foods considered as the foods of today and tomorrow. These products are very convenient in producing functional products due to their positive health effects in daily diet. Ice cream, which has a wide product distribution within this group, provides an advantage in the functional products market because it has a high nutritional value, its composition can be easily changed and it is a food consumed by individuals of all ages. This increases the number of studies on the functionalization of ice cream. When the studies conducted for this purpose were screened, it was determined that probiotic, prebiotic and symbiotic, antioxidant and phenolic compounds, bioactive protein-based components, whey and its products, various fatty acids like omega-3 and omega-6, some sweeteners such as stevia, honey and sugar alcohols, dietary fibers, some vitamins and minerals were used extensively in the literature. In this review, nutraceutical components commonly used in functional ice cream production technology are grouped and studies on functional ice cream are included.

**Keywords:** Functional food, Ice cream, Nutraceutical, Health, Nutrition

### Fonksiyonel Dondurma Teknolojisi

#### ÖZ

İnsanların yaşam tarzlarındaki değişiklikler ile birlikte çeşitli faktörler, tüketicilerin beslenme, sağlık ve refah yaşam anlayışlarında değişime neden olmuştur. Bunun sonucunda da son yıllarda önem kazanan ve üzerinde çalışmaların hız kazandığı fonksiyonel gıdalara olan ilgi ve talep her geçen gün artmıştır. Günümüzün ve geleceğin gıdaları olarak kabul edilen fonksiyonel gıdalar arasında, süt ve süt ürünleri oldukça önemli bir yere sahiptir. Süt ve süt ürünleri, sağlık üzerine olan etkileri ve günlük diyetle yer almaları nedeniyle fonksiyonel ürün eldesine oldukça elverişlidir. Bu grup içerisinde geniş bir ürün dağılımı gösteren dondurma; besin değerinin yüksek olması, bileşiminin kolaylıkla değiştirilebilmesi ve her yaşta bireyin severek tükettiği bir gıda olması nedeniyle fonksiyonel ürünler pazarında avantaj sağlamaktadır. Bu durum, dondurmanın fonksiyonel hale getirilmesi üzerine yapılan araştırmaların sayısını artırmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalar incelendiğinde; daha çok probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotiklerin, antioksidan ve fenolik bileşenlerin, biyoaktif protein bazlı bileşenlerin, peyniraltı suyu ve ürünlerinin, omega-3 ve omega-6 gibi çeşitli yağ asitlerinin, stevia, bal ve şeker alkollerini gibi çeşitli tatlandırıcıların, diyet liflerinin, bazı vitamin ve minerallerin kullanıldığı görülmüştür. Bu derlemede; fonksiyonel dondurma üretim teknolojisinde yaygın bir şekilde kullanılan nutrasötik bileşenler gruplandırılarak, fonksiyonel dondurmalar ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Fonksiyonel gıda, Dondurma, Nutrasötik, Sağlık, Beslenme

## INTRODUCTION

As a result of changing lifestyles, health and dietary understanding of people, as well as their standards of living has changed [1]. "Outliving" concern has caused significant changes in behavior of food consumers over the last twenty years. On the other hand, the interest for the relationships among food-health and welfare-standard of living has increased [2]. Epidemiological and clinical studies clearly indicate the relationship between diet and health status [3]. Association of using food additives with increased health problems recently, as well as increased demand in the sector due to preferences of consumers for "natural", "organic", and "free of synthetic additives" food has directed researches to study bioactive components and their use in functional food production [4]. Moreover, the interest for functional foods has increased because of numerous critical factors, such as awareness of personal health problems, intensive lifestyle including malnutrition and insufficient physical exercises, uncontrolled drug use, briefing on dietary provided by health authorities and media, scientific developments about nutrition surveys and free and competitive food market [5].

Functional foods are defined as the foods that achieve basic nutrition and positively affect health of consumer [3, 6, 7]. One of the most important reasons that consumers prefer functional foods is that they can be consumed without changing dietary habits, regardless of dose of use and duration unlike medicines [8]. In this

regard, functional foods include synthetic additive free and nutritious natural foods that are consumed with daily diet in its food form and also have positive impacts on people's health, bioactive food components, as well as various products enriched with these components [9]. Functional foods can be natural foods including a functional parameter (such as tomato-lycopene, fish-walnut-omega fatty acids, dark fruits-antioxidant-anthocyanin compounds) and obtained by adding a functional component (iodized salt, polyunsaturated fatty acids, omega-3 fatty acids, various vitamins and minerals, phenolic substances, antioxidants, dietary fibers, oligosaccharides, probiotics, prebiotics) or removing a harmful component (sodium-reduced salt). In addition, it is possible to produce functional foods by modifying some compounds (yoghurt-protein-bioactive peptide, processed tomato-lycopene) in the food [7, 9-11]. Acceptance and attitude of consumer to functional foods determines the size and success of the market. The largest functional food market consists of Japan, Korea and USA, followed by European countries. In the European Union, Spain, Finland, Holland and Sweden consume functional foods in larger amounts [12]. For functional food to be successful, it typically has to adhere to some positioning (Figure 1) [5]. Functional food consumption has important functions in many human physiologies, such as early development and growth, organization of basic metabolic processes, defense against oxidative stress, cardiovascular and gastrointestinal diseases, cognitive and mental performance, physical performance and health [12].

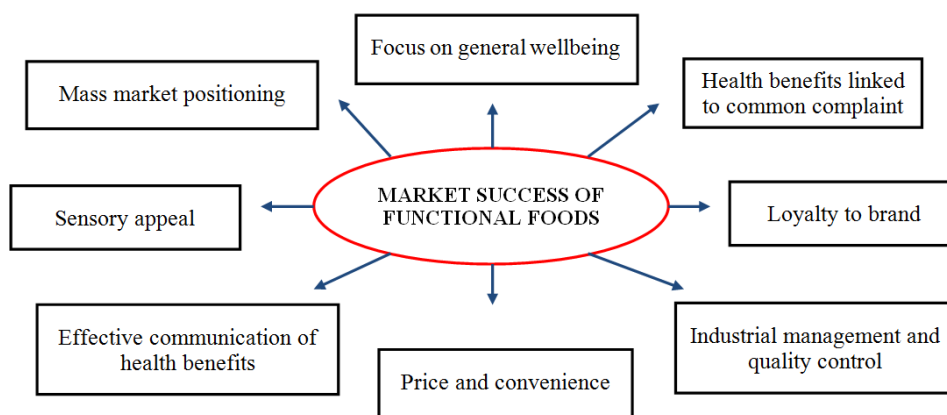


Figure 1. Strategies for functional food success in the marketplace [5]

Dairy products are important in the nourishment of Turkish public. They include various functional food components (serum proteins, peptides, essential fatty acids etc.) naturally in their structure [4] and beside those, some components like vitamins, minerals, antioxidant and phenolic are also used to enrich dairy products. Therefore, healthier and useful products are obtained for consumers by increasing functional characteristics [10]. Milk and dairy products are quite favorable for the production of functional products because of their positive effects on health and their participation in daily diet. Functional ice cream has an important place in the functional properties of dairy products [1, 8, 13].

This review groups nutraceutical components commonly used in functional ice cream production technology and presents various studies performed about functional ice cream.

## FUNCTIONAL ICE CREAM PRODUCTION TECHNOLOGY

Ice cream is defined as a dairy product having a complex physiochemical system with various forms obtained by traditional and industrial methods, which includes milk, skimmed milk, cream, sugar, stabilizer, emulsifier as well as fresh and dried fruits, dietary fibers, probiotic microorganisms, prebiotic components and sweeteners based on its composition [13]. Because ice

cream has a convenient structure that can be varied and also it is consumed by people fondly, the number of studies about its functionalization has increased [1].

Nowadays, ice cream production is very common all around the world and consumption amounts vary among countries [14]. It has been determined that the ice cream production in Turkey increased to 353.000 tons by approximately 4% in 2015 when compared to that impervious year [15]. As of 2015, ice cream consumption per person in Turkey increased from 1.1 liters to 4.2 liters over the last decade. Moreover, the distribution in the ice cream market, which shows a growing trend every year, consists of 70% immediate consumption, 21% home consumption and 9% catering sector [16]. It has been reported in studies that Marmara Region is responsible for 44% of total ice cream consumption while Aegean Region for 23%; 80% of ice cream consumers are aged between 6 and 25; ice cream is perceived as seasonal and it is consumed in summer with 85% [15, 16].

In the process of improving dietary and functional properties of ice cream, various phytochemicals, vitamins, minerals, bioactive peptides, dietary fibers, probiotics, prebiotics [11, 17], whey and its products [18, 19], various fatty acids and vegetable oils [20-22], spices [23] are widely used. In addition, various components like fruits, wild fruits, vegetables, medicinal-

aromatic plants, bee products (such as honey, pollen and propolis) and various sugar substitutes (vegetable sweeteners such as sugar alcohols and stevia) can also be potentially used with those components [11]. Nutraceutical components widely used in functional ice cream production technology are grouped and presented below.

**Probiotics, Prebiotics and Symbiotic**

Probiotic dairy products constitute one of the most important and developed sections of functional food industry [7]. Probiotics are defined as living microorganisms providing beneficial effects on the host by balancing microbial flora of intestinal system [7, 24]. To achieve desired therapeutic effect in the body, foods with probiotics should be consumed regularly and the number of probiotic microorganism in the product should be minimum around  $10^6$ - $10^8$  cfu/g [25]. Lactic acid bacteria constitute the most important group of probiotic microorganisms and *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* species are commonly used bacteria [7]. In addition, it has been observed that various *Saccharomyces* species have also been used as probiotics [8, 26]. Several health benefits (Figure 2) are attributed to the ingestion of probiotic containing foods, some of them have been proven scientifically [27].

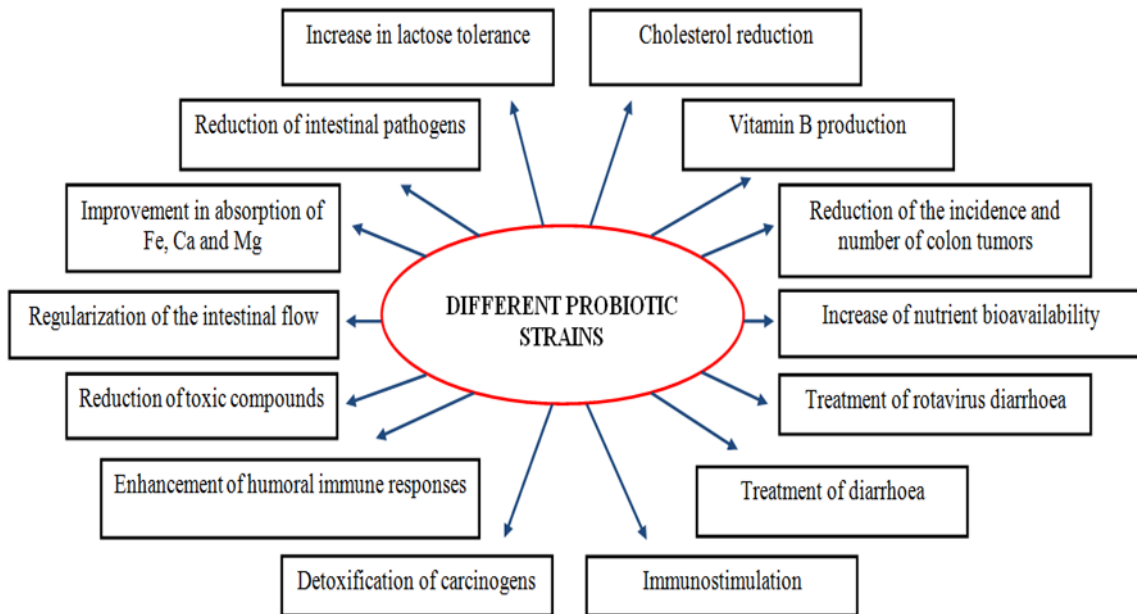


Figure 2. Physiological benefits of functional foods containing probiotics [27]

Prebiotics, which has gained popularity after understanding the importance of probiotics, are defined as indigestible food substances that increase the activity of limited number of bacteria in colon selectively and thereby positively affect the host by improving its health [28]. The majority of prebiotics is composed of oligosaccharides and polysaccharides and it is known that some sugar alcohols, modified carbohydrates and sugar polyols show prebiotic characteristics [29, 30]. Consumption of prebiotics is beneficial in decreasing the

risks of some disease formations, such as prevention of diarrhea due to intestinal infection, prevention of osteoporosis as a result of increased calcium intake, reduction of obesity risk and type-2 diabetes, reduction of colon cancer risk as a result of neutralization of toxic products, regulation of immune system and protection of urogenital system [31]. It has been reported that prebiotics should be taken in amounts between 8 and 40 g daily to show desired physiological effects [32].

Synbiotics are defined food substances that include both probiotics and prebiotics [32, 33]. Synbiotics are known to be effective in preserving viability of probiotic microorganisms while they are passing through stomach and small intestine and thus promote selectively probiotic development and reproduction in large intestine [34].

Many functional ice cream formulations were developed by using probiotics and prebiotics separately or in combination and the products were analyzed in terms of various quality features. Turgut and Çakmakçı [35] produced probiotic ice cream samples by using *L. acidophilus* and *B. bifidum* to increase functionality and therapeutic effect and determined that the number of probiotics was at a desired level ( $>10^6$  cfu/g) during storage for achieving therapeutic effect. In another study, symbiotic ice cream samples with *L. acidophilus* and *S. boulardii* were produced and analyzed in terms of some quality parameters. It was found out as a result of the research that the number of *S. boulardii* in the samples with *S. boulardii* was between 6.37 and 7.26 log cfu/g while the number of *L. acidophilus* in the ice cream samples with *L. acidophilus* varied between 7.05 and 8.95 log cfu/g. Moreover, it was determined that fructo-oligosaccharide (FOS) used as prebiotic component had a significant effect on viability of those probiotic microorganisms [26]. Hashemi et al. [6] prepared low-calorie probiotic, prebiotic and symbiotic functional ice creams by adding 5% inulin and lactulose into sugar and fat as a substitute. As a result of the study, they determined that the number of *B. lactis* in all samples during 90-day storage varied between 6.13 and 7.86 log cfu/g. Akalın et al. [36] determined that the number of *L. acidophilus* and *B. lactis* during storage period varied between 6.60 and 7.58 log cfu/g, and 5.15 and 7.10 log cfu/g, respectively, in probiotic ice cream samples prepared by using apple, orange, oat, wheat and bamboo fibers. In another study, it was found out that white and dark blue blueberries had prebiotic potential on *L. casei* in the functional probiotic ice cream production. The number of *L. casei* showed high viability and changed between 7.31 and 8.93 log cfu/g [37].

### Antioxidant and Phenolic Compounds

Oxygen, which is vital for people's life, causes the formation of free radicals during normal metabolic phenomena. Free radicals are molecules that have one or more unpaired electrons. In living systems, free radicals are very important in numerous metabolic functions and severe oxidation occurs in biological molecules as a result of high amount of these compounds; causing various diseases such as tissue damage, cell death, early ageing, cancer, anemia, cardiovascular diseases and neurological disorders [12, 38]. Antioxidants play significant roles in preventing disorders and reactions caused by oxygen-bound free radicals in the body or absorbing active oxygen atoms. Vitamins E and C, carotenoids and phenolic compounds are prominent in terms of human health because of their antioxidant characteristics [39].

It has been found out as a result of literature review that fruits, wild fruits, vegetables, spices and medicinal aromatic herbs, which can be substituted with compounds showing antioxidant and phenolic characteristics, have been commonly used to increase the antioxidant activity in ice cream. Hwang et al. [40], in their study performed to determine the effect of grape wine deposit on rheological and antioxidant properties of ice cream, found out that grape wine deposit increased the antioxidant activity at increasing concentrations and antioxidant compounds remained stable during production. In a study carried out by Sun-Waterhouse et al. [41], green, golden and red kiwis with high amount of Vitamin C and antioxidant characteristic were used in the production of ice cream. The highest total phenolic content (in terms of gallic acid), antioxidant capacity and Vitamin C content values were determined in the ice cream sample with red kiwi while the lowest values were found in the ice cream sample with green kiwi.

Limsuwan et al. [42] studied antioxidant properties and nutritional values of sugarless, fat-reduced milk-based ice creams enriched with some selected vegetables. In the study, total phenolic content and antioxidant activity of the ice cream produced with centella extract+green tea addition were found to be higher than other samples. Çakmakçı et al. [43] used oleaster flour and crust to produce functional ice cream at different levels (1%, 2%, and 3%). They concluded that oleaster flour and crust affected quality properties of ice cream and could be used as a natural antioxidant source for food supplement. Gabbi et al. [23] used processed ginger products in various forms (ginger juice, candy, paste and powder) at different ratios to produce ice cream with functional qualities. According to the results of the study, it was determined that antioxidant activity increased with increasing ginger product concentration and DPPH (2,2-Diphenylpicrylhydrazyl) antioxidant activity varied between 4.1 and 51.9% while total phenolic contents (in terms of gallic acid) changed between 0.47 and 1.93 mg/100. In another study, it was determined that the consumption of lycopene-enriched ice cream had beneficial antioxidant effect on volunteers at both systemic and facial skin levels [44]. Mehditabar et al. [45] reported that the addition of pumpkin puree to the ice cream mix increased total phenolic content, DPPH antioxidant activity and dietary fiber (soluble and insoluble) content.

### Bioactive Proteins, Peptides and Amino Acids

It is known that protein, peptide and amino acids provide energy and basic foods in nutrition and also have various biological functions such as growth, antihypertensive, antimicrobial and antioxidant. For example, milk proteins like lactoferrin, lactoperoxidase and immunoglobulin are known to have antibacterial, antiviral, antiparasitic and antifungal characteristics and they have important functions on people's immune system [46]. Serum proteins, which are important for nutrition physiology, as well as peptide fractions obtained as a result of the hydrolysis of these proteins, are commonly used to increase nutritional values of

foods and improve their structural properties and give functionality to foods [4].

Shaviklo et al. [47] used fish protein powder at different levels (10%, 20%, and 30%) to enrich ice cream in terms of protein. Researchers concluded that this practice was effective in nutritious and functional ice cream production. In another study, the effect of using soya protein isolate and hydrolysate on physicochemical and melting properties of ice cream was determined [48].

### Whey and Its Products

Whey, which is the most important side product of cheese technology, is a rich and nutritious food in terms of serum proteins, lactose, fat, mineral substances and water-soluble vitamins (particularly riboflavin) [1, 49]. Today, by means of various techniques (such as ultrafiltration, microfiltration, reverse osmosis, ion exchange), whey powder, whey protein concentrations, whey protein isolates, whey with low lactose, demineralized whey and hydrolyzed whey can be commercially obtained [49, 50]. Whey proteins, which have the highest food quality among all food proteins, are optimal source for functional food components [4, 51].

Whey and its products are used in ice cream to provide dry matter standardization, enhance flavor and aroma, increase protein amount and improve textural properties. Innocente et al. [52] determined an increase in emulsion capacity in ice cream samples produced with the addition of proteose-peptone whey fraction. Patel et al. [53] reported that the addition of whey protein concentration milk protein concentration into ice cream mix at different ratios increased the protein amount and improved textural properties of ice cream. Puangmanee et al. [54], in ice cream samples produced with the addition of glycated whey protein isolate, determined that this protein isolate had significant effects on quality properties and antioxidant activity of the ice cream. Tsuchiya et al. [19] aimed to produce reduced-lactose ice cream enriched with whey powder. To achieve that purpose, they used  $\beta$ -galactosidase enzyme for the hydrolysis of lactose. It was determined

as a result of the study that lactose hydrolysis changed between 86.59 and 97.97% and the product with lactose content decreased by 91% could be consumed by individuals with lactose intolerance.

### Bioactive Lipids

Besides providing flavor to foods, fats provide a significant portion of the energy taken from the diet, it is the carrier for fat-soluble vitamins and important source for essential oils. The digestion products of fats, along with endogenously synthesized lipids, provide a diverse group of molecules that play a critical role in multiple metabolic processes [55].

Milk fat is an important nutrient in terms of nutrition physiology because it has fatty acids with high physiological values; its digestion capability is high and it includes various vitamins (A, D, E, and K) [4]. In the composition of milk fat, there are short- or medium-chain fatty acids with high functional properties such as phospholipids, polyunsaturated fatty acids, cholesterol, gangliocytes and glycolipids [4, 56]. Of polyunsaturated fatty acids, which are very important in term of nutrition physiology, linoleic [C18:2 (n-6 omega)], linolenic [C18:3 (n-3 omega)] and arachidonic fatty acids [C20:4 (n-6 omega)] are essential fatty acids that cannot be synthesized by human organism. Therefore, these fundamental fatty acids should be taken with foods [4, 57]. In addition to these fatty acids, other polyunsaturated fatty acids such as eicosapentaenoic acid (EPA) [C20:5 (n-3 omega)], docosahexaenoic acid (DHA) [C22:6 (n-3 omega)] and conjugated linoleic acid (KLA) are crucial for people [4, 46]. It was reported in some studies that omega-3 fatty acids are abundant in marine species such as fish, mussels, clams and shrimp while omega-6 fatty acids are present in various herbal sources such as nuts, walnuts, sesame seeds, flaxseeds, soybeans, canola and olives [58]. In epidemiological studies, essential fatty acids play key roles in prevent many diseases such as heart attack, cardiovascular diseases, depression, migraine, joint rheumatism, diabetes, high cholesterol, blood pressure, allergy and cancer [59]. Lipophilic, functional, nutraceutical components and potential health benefits are given in Table 1 [46].

Table 1. Lipophilic functional nutraceutical components [46]

Name	Types	Potential nutritional benefits
Fatty acids	$\omega$ - 3 fatty acids, Conjugated linoleic acid, Butyric acid	Coronary heart disease, Bone health, Immune response disorders, Weight gain, Stroke prevention, Mental health, Cancer, and Visual acuity
Carotenoids	$\beta$ -Carotene, Lycopene, Lutein, and Zeaxanthin	Cancer, Coronary heart disease, Macular degeneration, and Cataracts
Antioxidants	Tocopherols, Flavonoids, Polyphenols	Coronary heart disease, Cancer, and urinary tract disease
Phytosterols	Stigmasterol, $\beta$ -Sitosterol, and Campesterol	Coronary heart disease

It has been observed that some marine species and oilseeds have been commonly used to enrich ice cream with various fatty acids, primarily omega-3 and omega-6. Corradini et al. [20] used the milk obtained from cows

fed by palm oil and coconut oil for the production of ice cream enriched with omega-3 fatty acids. Analysis results showed that milk-obtained from cows fed by palm oil-included higher amount of omega-3 fatty acid

compared to that fed by coconut oil; and this was also observed in ice cream samples. Nadeem et al. [21] reported that milk fat fractions with low melting point could be used in functional ice cream formulation. Ullah et al. [22] determined that the addition of chia oil olein fraction at different concentrations (5%, 10%, 15%, and 20%) significantly affected the concentration of omega-3 fatty acids in ice cream samples and increased total phenolic, and flavonoid contents and DPPH free radical scavenging activity. In another study, micro-encapsulated silver carp oil was used in the production of ice cream flavored with vanilla and cacao [60]. Sorio and Albina [61] used three different ratios (5%, 10%, and 15%) of oyster (*Crassostrea iredalei*) puree to increase the nutritional value of ice cream. As a result of the study, the highest general acceptability score in terms of sensory evaluation was found in the sample with 10% oyster puree.

### Sweeteners

Increase in the interest for low-calorie foods recently has made the products with alternative sweeteners more popular. It was reported in some studies that the possibility of incidence of metabolic diseases like diabetes, cardiovascular diseases, obesity increased, depending on excessive sugar consumption [62]. Ice cream is a dairy product with high amount of sugar. Thus, researchers have begun using various sweeteners to improve functional properties of ice cream and decrease its calorific value [63]. Various sweeteners can be used in ice cream production: sucrose, glucose, fructose, maltose, lactose, invert sugar, high fructose corn syrup, high maltose corn syrup, brown sugar, honey, sugar alcohols (such as sorbitol, maltitol, mannitol, lactitol and xylitol) and high-intensity sweeteners (aspartame, acesulfame K, saccharin and stevia) [14].

Özdemir et al. [62] investigated the possibilities of using stevia in ice cream production as a natural sweetener and determined that stevia improved some quality properties such as viscosity, overrun rate and melting rate of ice cream and it could be used in ice cream production for diabetic patients. Fuangpaiboon and Kijroongrojana [64] produced low-glycemic coconut oil ice creams by using low-glycemic sweeteners (xylitol, erythritol, inulin and fructose) as an alternative to sucrose. They determined that the mixture including 4% erythritol, 7% inulin and 2.15% fructose could be used as a sugar source in low-glycemic coconut oil ice cream production as an alternative to 12% sucrose. Moriano and Alamprese [63] investigated various quality properties of ice cream samples produced by using honey, trehalose and erythritol as an alternative to sugar and indicated that these sweeteners could be used as an alternative to sugar. Moreover, it was reported in the study that trehalose and erythritol should be used with other sweeteners in ice cream to adjust hardness and melting behaviors. In another study, low calorie ice cream was produced by using dried mulberry powder as a substitute for sucrose and walnut paste as a substitute for milk fat. It was determined as a result of the study that the addition of these substitution substances had

positive effects on physicochemical and sensory properties of ice cream. It was also reported that an alternative ice cream formulation was developed for consumer who prefer natural and low-calorie products for healthy nutrition [13]. Kalicka et al. [65] investigated the effect of some polyols (xylitol, erythritol, maltitol and isomalt) on physical and sensory properties of probiotic ice cream and survival of *Bifidobacterium* BB-12.

### Dietary Fibers

Dietary fibers are defined as food components, which are commonly available in herbal sources, primarily, cereals, fruits and vegetables, very resistant against digestion enzymes, cannot be digested in intestine but totally or partially fermented in large intestine [66]. Dietary fibers can be classified in many different ways including biological origins, molecular structures, physicochemical properties and physiological effects [46]. They are usually classified into two classes in terms of simulated intestinal solubility, as water-soluble (various non-digestible oligosaccharides such as pectin, mucilage, loosely bound hemicelluloses, beta-glucans and inulin) and water-insoluble (cellulose, lignin and tightly bonded celluloses) [66]. Dietary fibers contribute to modify and improve textural, sensory properties and shelf life by being used in food formulations because of their numerous functional properties such as water binding capacity, gel formation ability, oil substitution, texture formation and thickening [67]. Moreover, these components constitute the basic component of low energy-dietary products, which have been increasingly consumed recently and also, they are widely used in functional foods because of their many positive effects on health [1, 46, 66]. Some epidemiological studies have revealed that there is a direct relationship between the consumption of high-fiber foods and the risk reduction of some chronic diseases such as colorectal cancer, cardiovascular disease, obesity, diabetes, constipation [66]. In addition, these components have fundamental bioactive functions like cholesterol-lowering, bioavailability of calcium and strengthening of immunological system [67]. It has been reported in studies that recommended daily intake amount of total fiber is 38 g for adult men and 25 g for adult women [66, 67].

There have been various studies about functional ice creams produced by using herbal dietary fibers and fruits and vegetables substituted with these components. Soukoulis et al. [67] investigated rheological and thermal properties of ice cream samples produced by using various dietary fibers (oat, wheat, apple and inulin) at different ratios (2% and 4%). They concluded that fiber addition increased viscosity values of ice cream mixtures and using 2% fiber was more effective on the melting point of the mixture. Crizel et al. [68] used orange fiber as an oil substitution in lemon ice cream production and reported that orange fiber could be used to decrease oil amount and increase the content of various bioactive components (fiber and carotenoids). Salem et al. [18] used whey protein, modified starch, oat and wheat fiber at 1% and 2% ratios as an oil substitute to produce functional ice

creams. It was concluded as a result of the study that an increase in fiber amount increased viscosity and the highest viscosity value was found in the ice cream sample with modified starch. It was indicated in another study that the addition of peach fiber could be used as an optimum natural source in ice cream production to increase nutritional value and the sample produced by using 1% peach pulp fiber was the most liked one in terms of sensory [69].

### Vitamins and Minerals

Vitamins and minerals, which are grouped in micronutrients, are one of food components essential for the body in small amounts [70]. Because the majority of vitamins cannot be synthesized in the body, they should be taken with foods. Vitamins are basically examined under two groups, namely fat soluble (A, D, E, and K) and water soluble (group B and C) [71]. Minerals, which are abundant in nature, are crucial nutritional elements that play key roles for the growth, and development of organism and protection of its health. They are classified as macro (Ca, Mg, K, Na, Cl, P, and S) and micro (I, Zn, Se, Fe, Mn, Cu, Co, Mo, F, Cr, and B) [70]. Dairy products, which are included in daily diet, are rich in Ca and P; moreover, they are significant sources for many nutritional elements, primarily for Mg, vitamins A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>12</sub>, D, E, and K [70]. It is recommended that these products be consumed in all age groups, especially children [11]. It has been seen in the literature that usually herbal sources, particularly fruits, were used to enrich ice cream with vitamins and minerals. Çakmakçı et al. [72] determined that the amounts of vitamin C, Mg and K increase in ice cream samples with the addition of kumquat (*Fortunella margarita*) fruit. It was determined in another study that the amount of vitamin C increased with the addition of oleaster flour and crust [43]. Akın and Dasnik [73] determined in symbiotic ice cream samples produced by using ascorbic acid and glucose oxidase that the addition of ascorbic acid positively affected the growth of *L. acidophilus* and *Bifidobacterium* BB-12. Kavaz Yüksel et al. [74] determined in ice cream samples produced by using green tea powder at different concentrations (1% and 2%) that the amounts of Ca, Cu, Mg, K, Zn, and Na minerals increased. Góral et al. [75] used lactic acid bacteria enriched with Mg ions as carrier for probiotic ice cream production. For this purpose, *Lactobacillus rhamnosus* B442, *Lactobacillus rhamnosus* 1937 and *Lactococcus lactis* JBB500 strains were used and prepared cultures were enriched with Mg ions through pulsed electric field. After this treatment, probiotic strains were directly used in ice cream production. It was reported as a result of the study that the strains used were potentially good carriers for Mg.

### CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

In recent years, changes in people's lifestyle and various factors (awareness of people, explanations of health authorities on nutrition, scientific developments and doubts about synthetic food additives etc.) have increased the interest for functional food sector due to the increase in demand for healthy and natural foods.

When examining the related studies, it has been observed that the "functionality" concept has been well understood in Turkey and Europe and the number of studies on the functionalization of ice cream by integrating this concept have increased day by day. The studies performed on functional ice cream in Turkey have remained at academic level and varieties of functional ice cream have been limited in the market because studies could not be transferred to the industry. It is necessary to increase functional ice cream variety in the market with new practices to be introduced to milk technology. To make functional ice cream producible in industrial facilities by increasing its variety, it is necessary to increase the number of projects to be performed with university-industry cooperation. In R&D (Research & Development) units to be formed by means of these projects, effective coordination of specialist academics working on functional ice cream, nutrition and health professionals, marketers and ice cream producers may be possible. Therefore, the market share in functional product market will be globally increased and functional, healthy, nutritious and high commercial value original products will be introduced as a result of the development of functional ice creams, their transfer to the industry and marketing. Considering the fact that ice cream consumption per capita and number of modern enterprises producing ice cream in Turkey have gradually increased, it is expected that studies to be conducted in this field will gather momentum and cooperation will be provided.

### REFERENCES

- [1] Türkmen, N., Gürsoy, A. (2017). Functional ice cream. *Akademik Gıda*, 15(4), 386-395.
- [2] Xavier, A.A.O., Mercadante, A.Z. (2019). The bioaccessibility of carotenoids impacts the design of functional foods. *Current Opinion in Food Science*, 26, 1-8.
- [3] Shahidi, F. (2004). Functional foods: Their role in health promotion and disease prevention. *Journal of Food Science*, 69(5), 146-149.
- [4] Arslaner, A., Salık, M.A. (2019). Functional bioactive components of milk. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 12(1), 124-135.
- [5] 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.
- [6] Hashemi, M., Arı, H.R.G., Shekarforoush, S. (2015). Preparation and evaluation of low-calorie functional ice cream containing inulin, lactulose and *Bifidobacterium lactis*. *International Journal of Dairy Technology*, 68(2), 183-189.
- [7] Mahmoudi, R., Fakhri, O., Farhoodi, A., Kaboudari, A., Pir-Mahalleh Rahimi, S.F., Tahapour, K., Khayyati, M., Chegini, R. (2015). A review on probiotic dairy products as functional foods reported from Iran. *International Journal of Food Nutrition and Safety*, 6(1), 1-12.
- [8] Salık, M.A. (2019). Some quality properties of probiotic (*Saccharomyces boulardii*) ice cream



- produced with Cimin grape (*Vitis vinifera* L.) and Kemah walnut (*Juglans regia* L.) paste (Saruç). MS Thesis, Bayburt University, Turkey.
- [9] Roberfroid, M.B. (2000). A European consensus of scientific concepts of functional foods. *Nutrition*, 16(7/8), 689-691.
- [10] Dayısoylu, K.S., Gezginç, Y., Cingöz, A. (2014). Functional food or functional component? Functionality in foods. *Food*, 39(1), 57-62.
- [11] Arslaner, A., Salik, M.A. (2019b). Functional ice cream technology and nutraceutical components used in production. *3<sup>rd</sup> International Conference on Advanced Engineering Technologies*, September, 19-21, 2019, Bayburt, Turkey.
- [12] Tur, J.A., Bibiloni, M.M. (2016). Functional foods. *Encyclopedia of Food and Health*, 157-161.
- [13] Arslaner, A., Salik, M.A. (2017). Determination of some quality properties of low-calorie ice-cream produced with walnut paste and dried mulberry powder. *Atatürk University Journal of the Agricultural Faculty*, 48(1), 57-64.
- [14] Goff, H.D., Hartel, R.W. (2013). Ice Cream. 7th Edition Springer New York Heidelberg Dordrecht London.
- [15] Anonymous. (2018). World ice cream consumption. <https://www.dunya.com/dunya-gida/dondurma-tuketimi-son-10-yilda-4-kat-artti-haberi-376170> [Date of access: 24 October 2018].
- [16] TOB. (2016). Ministry of agriculture and forestry ice cream foreign market work. [https://www.tarimorman.gov.tr/ABDGM/Belgeler/%C4%B0DAR%C4%B0%20%C4%B0%C5%9ELER/D%C4%B1%C5%9F%20Pazar%20Stratejileri/Dondurma%20Sekt%C3%B6r%20Raporu\\_07102016.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/ABDGM/Belgeler/%C4%B0DAR%C4%B0%20%C4%B0%C5%9ELER/D%C4%B1%C5%9F%20Pazar%20Stratejileri/Dondurma%20Sekt%C3%B6r%20Raporu_07102016.pdf) [Date of access: 28 December 2018].
- [17] Tsevdou, M., Aprea, E., Betta, E., Khomenko, I., Molitor, D., Biasioli, F., Gaiani, C., Gasperi, F., Taoukis, P., Soukoulis, C. (2019). Rheological, textural, physicochemical and sensory profiling of a novel functional ice cream enriched with Muscat de Hamburg (*Vitis vinifera* L.) grape pulp and skins. *Food and Bioprocess Technology*, 12(4), 665-680.
- [18] Salem, S.A., Hamad, E.M., Ashoush, I.S. (2016). Effect of partial fat replacement by whey protein, oat, wheat germ and modified starch on sensory properties, viscosity and antioxidant activity of reduced fat ice cream. *Food and Nutrition Sciences*, 7, 397-404.
- [19] Tsuchiya, A.C., Silva, A.G.M., Brandt, D., Kalschne, D.L., Drunkler, D.A., Colla, E. (2017). Lactose-reduced ice cream enriched with whey powder. *Semina: Ciências Agrárias Londrina*, 38(2), 749-758.
- [20] Corradini, S.A.S., Madrona, G.S., Visentainer, J.V., Bonafe, E.G., Carvalho, C.B., Roche, P.M., Prado, I.N. (2014). Sensorial and fatty acid profile of ice cream manufactured with milk of crossbred cows fed palm oil and coconut fat. *Journal of Dairy Science*, 97(11), 6745-6753.
- [21] Nadeem, M., Situ, C., Abdullah, M. (2015). Effect of olein fractions of milk fat on oxidative stability of ice cream. *International Journal of Food Properties*, 18(4), 735-745.
- [22] Ullah, R., Nadeem, M., Imran, M. (2017). Omega-3 fatty acids and oxidative stability of ice cream supplemented with olein fraction of chia (*Salvia hispanica* L.) oil. *Lipids in Health and Disease*, 16(34), 1-8.
- [23] Gabbi, D.K., Bajwa, U., Goraya, R.K. (2018). Physicochemical, melting and sensory properties of ice cream incorporating processed ginger (*Zingiber officinale*). *International Journal of Dairy Technology*, 71(1), 190-197.
- [24] FAO/WHO. (2002). Joint FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization) working group report on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. London/Ontario, Canada: FAO/WHO.
- [25] Kailasapathy, K., Harmstorf, I., Phillips, M. (2008). Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* in stirred fruit yogurts. *LWT-Food Science and Technology*, 41, 1317-1322.
- [26] Pandiyan, C., Annal Villi, R., Kumaresan, G., Murugan, B., Gopalakrishnamurthy, T.R. (2012). Development of symbiotic ice cream incorporating *Lactobacillus acidophilus* and *Saccharomyces boulardii*. *International Food Research Journal*, 19(3), 1233-1239.
- [27] Granato, D., Branco, G.F., Cruz, A. G., Faria, J.A.F., Shah, N.P. (2010). Probiotic dairy products as functional foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(5), 455-470.
- [28] Gibson, G.R., Roberfroid, M.B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125, 1401-1412.
- [29] Gibson, G.R. (2004). Fibre and effects on probiotics (the prebiotic concept). *Clinical Nutrition Supplements*, 1(2), 25-31.
- [30] Al-Sherajia, S.H., Ismail, A., Manap, M.Y., Mustafa, S., Yusof, R.M., Hassan, F.A. (2013). Prebiotics as functional foods: A review. *Journal of Functional Foods*, 5, 1542-1553.
- [31] Oliveira, R.P.Z., Perego, P., Oliveira, M.N., Converti, A. (2011). Effect of inulin as prebiotic and synbiotic interactions between probiotics to improve fermented milk firmness. *Journal of Food Engineering*, 107(1), 36-40.
- [32] Sezen, A.G. (2013). Effects of prebiotics, probiotics and synbiotics upon human and animal health. *Atatürk University Journal of Veterinary Sciences*, 8(3), 248-258.
- [33] Douglas, L.C., Sanders, M.E. (2008). Probiotics and prebiotics in dietetics practice. *Journal of the American Dietetic Association*, 108, 510-521.
- [34] Schrezenmeir, J., Vrese, M. (2001). Probiotics, prebiotics and synbiotics-approaching a definition. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73(2), 361-364.
- [35] Turgut, T., Çakmakçı, S. (2009). Investigation of the possible use of probiotics in ice cream manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 62(3), 444-451.
- [36] Akalın, A.S., Kesenkaş, H., Dinkci, N., Ünal, G., Özer, E., Kınık, O. (2017). Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural

- characteristics and culture viability. *Journal Dairy Science*, 101, 37-46.
- [37] Öztürk, H.İ., Demirci, T., Akın, N. (2018). Production of functional probiotic ice creams with white and dark blue fruits of *Myrtus communis*: The Comparison of the prebiotic potentials on *Lactobacillus casei* 431 and functional characteristics. *LWT-Food Science and Technology*, 90, 339-345.
- [38] Ratnam, D.V., Ankola, D.D., Bhardwaj, V., Sahana, D.K., Ravi Kumar, M.N.V. (2006). Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective. *Journal of Controlled Release*, 113(3), 189-207.
- [39] Baublis, A.J., Lu, C., Clydesdale, F.M., Decker, E.A. (2002). Potential of wheat-based breakfast cereals as a source of dietary antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 19(3), 308-311.
- [40] Hwang, J.Y., Shyu, Y.S., Hsu, C. K. (2009). Grape wine lees improve the rheological and adds antioxidant properties to ice cream. *Food Science and Technology*, 42, 312-318.
- [41] Sun-Waterhouse, D., Edmonds, L., Wadhwa, S.S., Wibisono, R. (2013). Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwi fruit with green, gold or red flesh. *Food Research International*, 50, 647-656.
- [42] Limsuwan, T., Paekul, N., Thongtan, J., Tangkanakul, P. (2014). Total phenolic compounds, antioxidant activity and nutritional values of sugar-free and reduced-fat milk-based ice cream enriched with selected herb ingredients. *KKU Research Journal*, 19(4), 515-525.
- [43] Çakmakçı, S., Topdaş, E.F., Kalın, P., Han H., Şekerci, P., Köse, L.P., Gülçin, İ. (2015). Antioxidant capacity and functionality of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) flour and crust in a new kind of fruity ice cream. *International Journal of Food Science and Technology*, 50, 472-481.
- [44] Chernyshova, M.P., Pristenskiy, D.V., Lozbiakova, M.V., Chalyk, N.E., Bandaletova, T.Y. Petyaev, I.M. (2019). Systemic and skin-targeting beneficial effects of lycopene-enriched ice cream: A pilot study. *Journal Dairy Science*, 102, 14-25.
- [45] Mehdiatabar, H., Razavi, S.M.A., Javidi, F. (2019). Influence of pumpkin puree and guar gum on the bioactive, rheological, thermal and sensory properties of ice cream. *International Dairy Technology*, 1-12.
- [46] McClements, D.J., Decker, E.A., Park, Y., Weiss, J. (2009). Structural design principles for delivery of bioactive components in nutra-ceuticals and functional foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49, 577-606.
- [47] Shaviklo, G.R., Thorkelsson, G., Sveinsdottir, K., Rafipour, F. (2011). Chemical properties and sensory quality of ice cream fortified with fish protein. *Journal Science Food Agriculture*, 91, 1199-1204.
- [48] Chen, W., Liang, G., Li, X., He, Z., Zeng, M., Gao, D., Qin, F., Goff, H.D., Chen, J. (2019). Effects of soy proteins and hydrolysates on fat globule coalescence and meltdown properties of ice cream. *Food Hydrocolloids*, 94, 279-286.
- [49] Yerlikaya, O., Kınık, Ö., Akbulut, N. (2010). Functional properties of whey and new generation dairy products manufactured with whey. *Food*, 35(4), 289-296.
- [50] Marshall, K. (2004). Therapeutic applications of whey protein. *Alternative Medicine Review*, 9(2), 136-156.
- [51] Dullius, A., Goettertb, M.I., de Souzaa, C.V.F. (2018). Whey protein hydrolysates as a source of bioactive peptides for functional foods-biotechnological facilitation of industrial scale-up. *Journal of Functional Foods*, 42, 58-74.
- [52] Innocente, N., Comparin, D., Corradini, C. (2002). Proteose-peptone whey fraction as emulsifier in ice-cream preparation. *International Dairy Journal*, 12, 69-74.
- [53] Patel, M.R., Baer, R.J., Acharya, M.R. (2006). Increasing the protein content of ice cream. *Journal of Dairy Science*, 89(5), 1400-1406.
- [54] Puangmanee, S., Hayakawa, S., Sun, Y., Ogawa, M. (2008). Application of whey protein isolate glycosylated with rare sugars to ice cream. *Food Science Technology Research*, 14(5), 457-466.
- [55] Parodi, P.W. (2007). Nutritional Significance of Milk Lipids. In: *Advanced Dairy Chemistry, Volume 2: Lipids*, 3rd edition. Edited by P. F. Fox and P. L. H. McSweeney, Springer, New York.
- [56] Park, Y.W. (2009). Overview of Bioactive Components in Milk and Dairy Products. In: *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*, Edited by Y.W. Park, Wiley-Blackwell Publishers, Ames, Iowa 50014-8300, USA, 440p.
- [57] Benito, P., Caballero, J., Moreno, J., Alcantara, C.G., Munoz, C., Rojo, G., Garcia, S., Soriguer, F. C. (2006). Effects of milk enriched with  $\omega$ -3 fatty acid, oleic acid and folic acid in patients with metabolic syndrome. *Clinical Nutrition*, 25, 581-587.
- [58] Çakmakçı, S., Tahmas Kahyaoğlu, D. (2012). Effects of fatty acids on health and nutrition. *Turkish Journal of Scientific Reviews*, 5(2), 133-137.
- [59] Wassell, P., Bonwick, G., Smith, C.J., Almiron-Roig, E., Young, N.V.G. (2010). Towards a multidisciplinary approach to structuring in reduced saturated fat-based systems-a review. *International Journal Food Science Technology*, 45(4), 642-655.
- [60] Nawas, T., Yousuf, N.B., Azam, Md. S., Ramadhan, A.H., Xu, Y., Xia, W. (2017). Physicochemical properties and sensory attributes of ice cream fortified with microencapsulated silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) oil. *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 4(3), 79-86.
- [61] Sorio, J. C., Albina, M.B. (2019). Microbial and sensorial quality of ice cream fortified with oyster (*Crassostrea iredalei*) puree. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 7(1), 295-299.
- [62] Özdemir, C., Arslaner, A., Özdemir, S., Allahyari, M. (2015). The production of ice cream using stevia as a sweetener. *Journal of Food Science Technology*, 52 (11), 7545-7548.

- [63] Moriano, M. E., Alamprese, C. (2017). Honey, trehalose and erythritol as sucrose alternative sweeteners for artisanal ice cream a pilot study. *LWT-Food Science and Technology*, 75, 329-334.
- [64] Fuangpaiboon, N., Kijroongrojana, K. (2015). Qualities and sensory characteristics of coconut milk ice cream containing different low glycemic index (GI) sweetener blends. *International Food Research Journal*, 22(3), 1138-1147.
- [65] Kalicka, D., Znamirska, A., Pawlos, M., Buniowska, M., Szajnar, K. (2019). Physical and sensory characteristics and probiotic survival in ice cream sweetened with various polyols. *International Journal of Dairy Technology*, 72(3), 456-465.
- [66] Ramirez-Santiago, C., Ramos-Solis, L., Lobato-Calleros, C., Peña-Valdivia, C., Vernon-Carter, E. J., Alvarez-Ramírez, J. (2010). Enrichment of stirred yogurt with soluble dietary fiber from *Pachyrhizus erosus* L. urban: Effect on syneresis, microstructure and rheological properties. *Journal of Food Engineering*, 101, 229-235.
- [67] Soukoulis, C., Lebesi, D., Tzia, C. (2009). Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallization and glass transition phenomena. *Food Chemistry*, 115, 665-671.
- [68] Crizel, T.M., Araujo, R.R., Rios, A.O., Rech, R., Flôres, S.H. (2014). Orange fiber as a novel fat replacer in lemon ice cream. *Food Science and Technology (Campinas)*, 34(2), 332-340.
- [69] Yangılar, F. (2016). Production and evaluation of mineral and nutrient contents, chemical composition and sensory properties of ice creams fortified with laboratory-prepared peach fibre. *Food and Nutrition Research*, 60, 1-9.
- [70] Gharibzahedi, S.M.T., Jafari, S.M. (2017). The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends in Food Science and Technology*, 62, 119-132.
- [71] Combs, G.F., McClung, J. P. (2017). *The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health*. London; San Diego; Cambridge, MA; Oxford: Academic Press, Hardcover.
- [72] Çakmakçı, S., Toptaş, E. F., Çakır, Y., Kalın, P. (2016). Functionality of kumquat (*Fortunella margarita*) in the production of fruity ice cream. *Journal Science Food Agriculture*, 96, 1451-1458.
- [73] Akın, M.B., Dasnik, F. (2015). Effects of ascorbic acid and glucose oxidase levels on the viability of probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in symbiotic ice-cream. *Mljekarstvo*, 65(2), 121-129.
- [74] Kavaz Yüksel, A., Yüksel, M., Şat, İ.G. (2017). Determination of certain physicochemical characteristics and sensory properties of green tea powder (matcha) added ice creams and detection of their organic acid and mineral contents. *Food*, 42(2), 116-126.
- [75] Góral, M., Kozłowicz, K., Pankiewicz, U., Góral, D. (2018). Magnesium enriched lactic acid bacteria as a carrier for probiotic ice cream production. *Food Chemistry*, 239, 1151-1159.

## Polifenollerin Bağırsak Mikrobiyota Kompozisyonunu Düzenleyici ve Nöroprotektif Etkileri

Firdevs Çimen , Havva Polat , Lütfiye Ekici  

Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri

Geliş Tarihi (Received): 10.02.2020, Kabul Tarihi (Accepted): 09.05.2020

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [lutfiyed@erciyes.edu.tr](mailto:lutfiyed@erciyes.edu.tr) (L. Ekici)

☎ 0 352 437 49 37 📠 0 352 437 57 84

### ÖZ

Trilyonlarca mikroorganizmadan oluşan ve doğumdan yaşlılığa kadar konakçı ile etkileşim halinde bulunan bağırsak mikrobiyotası; doğum şekli, beslenme alışkanlıkları, yaş, hastalık durumu, antibiyotik kullanımı, çevresel ve kültürel faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Böğürtlen, üzüm, elma, portakal, baklagiller, çay, kakao, bal ve şarap gibi polifenol açısından zengin gıdalar bağırsak mikrobiyota kompozisyonunu düzenleyebilmektedir. Bu durum polifenollerin bağırsak bakterileri üzerinde prebiyotik etki göstermeleri ile açıklanmaktadır. Bağırsak ve nörolojik hastalıkların gelişiminde, beyin ve bağırsak arasında çift yönlü ilişki ön plana çıkmaktadır. Bu ilişkiye beyin-bağırsak hattı denilmektedir. Mikrobiyota kompozisyonundaki olumsuz yöndeki değişiklikler sonucu görülen disbiyozis, beyin-bağırsak hattı dengesi için önemli sorun teşkil etmektedir. Polifenoller, beyin-bağırsak hattının modülasyonu yoluyla, bağırsak ve nörolojik hastalıkların tedavisinde yararlı etkiler sunmaktadır. Polifenollerin yararlı etkileri sadece bağırsak mikrobiyotasını düzenleyebilme yetenekleri ile değil, aynı zamanda beyin nöroinflamasyonunu azaltma, hafıza ve bilişsel işlevi geliştirme yetenekleriyle de açıklanabilmektedir. Bu özellikleri polifenollerin nörodejeneratif bozukluklar ve kardiyovasküler rahatsızlıklar başta olmak üzere birçok hastalıkla mücadele etmek için umut verici nutrasötikler konumuna getirmektedir. Bu makalenin amacı mikrobiyota çeşitliliğinde azalması ya da mikrobiyota kompozisyonunun arzu edilmeyen şekilde değişmesi ile ilişkilendirilen çeşitli bağırsak ve nörolojik hastalıklara karşı önemli işlevleri bulunan polifenollerin, insan sağlığına yararlı etkileri hakkında güncel bilgileri derlemektir.

**Anahtar Kelimeler:** Polifenoller, Bağırsak mikrobiyotası, Beyin-bağırsak hattı, Disbiyozis, Nörodejeneratif bozukluklar

### Regulatory Impact of Polyphenols on Intestinal Microbiota Composition and Neuroprotective Effects of These Compounds

#### ABSTRACT

Intestinal microbiota consisting of trillions of microorganisms and interacting with the host from birth to old age; it varies depending on the way of birth, nutrition habits, age, disease condition, antibiotic use, environmental and cultural factors. Polyphenol-rich foods such as blackberries, grapes, apples, oranges, legumes, tea, cocoa, honey and wine can regulate the gut microbiota composition. This is explained by the fact that polyphenols exert a prebiotic effect on intestinal bacteria. In the development of intestinal and neurological diseases, the bilateral relationship between the brain and the intestine comes to the fore and this relationship is called the brain-gut axis. Dysbiosis, which can be seen as a result of negative changes in the microbiota composition, poses an important problem for brain-gut axis balance. Polyphenols offer beneficial effects in the treatment of intestinal and neurological diseases by modulating the microbiota-intestinal-brain axis. The beneficial effects of polyphenols can be explained not only by their ability to regulate intestinal microbiota, but also by their ability to reduce brain neuroinflammation, improve memory and cognitive function. These properties make polyphenols promising nutraceuticals to combat many diseases, especially neurodegenerative disorders, cardiovascular disorders. The aim of this article is to compile up-to-

date information on the beneficial effects of polyphenols, which have important functions against various intestinal and neurological diseases associated with reduced microbiological diversity or undesired composition in microbiota.

**Keywords:** Polyphenols, Gut microbiota, Brain-gut axis, Dysbiosis, Neurodegenerative disorders

## GİRİŞ

Benzen halkasında bir veya daha fazla sayıda hidroksil (OH) grubunun bağlanması sonucu oluşan bileşikler polifenoller olarak adlandırılmaktadır. Fenolik bileşikler meyve, sebze, hububat, çay, kahve ve şarap gibi gıdalarda farklı miktar ve nitelikte bulunmaktadır. Bitkiler pigmentasyon, büyüme ve çoğalma için polifenollere ihtiyaç duymaktadır. Yaklaşık olarak 8000'in üzerinde çeşidi olan polifenoller, bitkileri ultraviyole (UV) ışınlar, patojenlere ve zararlılara karşı korumaktadır [1, 2]. Polifenoller bakteri, maya ve virüs gibi mikroorganizmaların gelişimini engelleyerek antimikrobiyal etki göstermektedir. Ayrıca doğal antioksidan kaynağı olan polifenoller, serbest radikallerin inhibisyonunda ve bunların neden olduğu hastalıkların önlenmesinde önemli role sahiptir [3].

Polifenoller bağırsak bakterileri üzerinde prebiyotik etki göstererek bağırsak mikrobiyotasını değiştirip düzenleyebilmektedir [4]. Kalın bağırsaktaki mikrobiyal aktivite sonucunda polifenollerin yapısındaki glikozidik bağlar parçalanmakta ve heterosiklik yapı bozulmaktadır. Bu şekilde polifenoller bağırsaklarda daha basit fenolik türümlere indirgenmektedir. Böylece polifenollerin gastrointestinal (GI) kanalda emilimi artmaktadır [5]. Bağırsak mikrobiyotasının karbonhidrat metabolizması sonucu üretilen kısa zincirli yağ asitleri (KZYA), bağırsağın intraluminal pH seviyesini düşürmektedir. Bunun sonucunda patojenlerin gelişimi engellenmektedir [6]. Kompleks karbonhidratların kolonda metabolize edilmesi ile üretilen KZYA'lar, GI kanalda kolonize olan mikrobiyota tarafından polifenollerin fermentasyonu sonucu da üretilmektedir. Bunun yanında GI mikrobiyota antimikrobiyal peptit sentezini teşvik etmek, bağırsağın epitel bariyer bütünlüğünü korumak, lipid metabolizmasını düzenlemek, bazı aminoasit, vitamin ve nöroaktif bileşikler sentezlemek, bağışıklık sistemi üzerinden davranışları etkilemek gibi önemli işlevleri vardır [7-9]. Polifenollerin sağlık üzerine etkilerinin, bu bileşiklerin bağırsak mikrobiyotası ile etkileşimi sonucunda ortaya çıktığı bildirilmektedir [10]. Yapılan çalışmalar polifenol açısından zengin diyetlerle beslenen kişilerin kanser, nörodejeneratif ve kardiyovasküler hastalıklara karşı daha iyi korunabileceğini ortaya koymaktadır [11-13].

Konağın genetik özellikleri, yaşı, sezaryen veya normal doğumla dünyaya gelmesi, beslenme alışkanlıkları ve antibiyotik kullanımı gibi bazı faktörler bağırsak mikrobiyotasının kompozisyonunu etkilemektedir.

Mikrobiyota kompozisyonunun olumsuz şekilde değişmesi sonucu meydana gelen "disbiyozis" durumunun, nörolojik hastalıkların oluşumu ve ilerlemesinde önemli bir etken olduğu bildirilmektedir [14, 15].

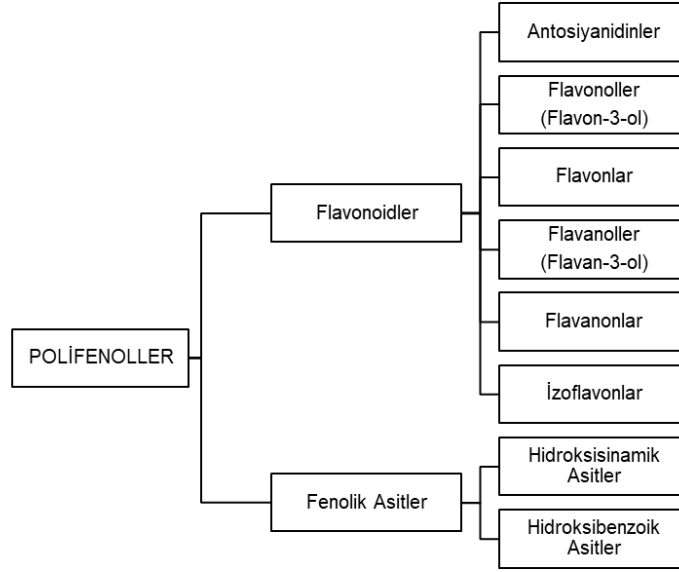
Son yıllarda yapılan çalışmalarda, bağırsak mikrobiyotası ile beyin arasında direkt bir ilişkiden bahsedilmekte ve buna beyin-bağırsak hattı denmektedir [16]. Bu hat içerisinde mikrobiyota tarafından sentezlenen hormonlar, merkezi sinir sisteminde nörotransmitter olarak işlev görmektedir. Bağırsak mikrobiyotası tarafından nörotransmitter işleve sahip maddeler, kişilerin beyin gelişimini, duyu durum ve davranışlarını etkileyebilmektedir [9]. GI kanalda meydana gelen disbiyozise bağlı olarak, beyin-bağırsak hat dengesindeki değişiklikler sonucu Alzheimer, Parkinson ve otizm gibi nörodejeneratif hastalıklar ortaya çıkabilmektedir [5, 14].

Literatürde yüksek polifenol içeriğine sahip gıdaların, bağırsak mikrobiyota kompozisyonu üzerindeki etkilerini ve nöroprotektif özelliklerini inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu derlemede, mikrobiyota çeşitliliğinin azalması veya istenmeyen bir kompozisyona sahip mikrobiyota ile ilişkilendirilen bazı bağırsak ve nörolojik hastalıklara karşı önemli işlevlere sahip olan polifenollerin, insan sağlığı üzerindeki faydalı etkileri konusunda güncel yaklaşımlar sunulmaktadır.

## Polifenoller ve Sağlıkla İlişkisi

Polifenoller, bitkilerde fenilalanin ve tirozinden sentezlenen ikincil metabolitlerdir. Polifenoller yapısal olarak bir veya daha fazla benzen halkasına, birden fazla OH grubunun bağlanmasıyla oluşmaktadır. Polifenoller genellikle serbest halde olmayıp ester veya glikozit formda bulunmaktadır [17-19]. Şimdiye kadar 8000'in üzerinde polifenol bileşiği tanımlanmıştır [20, 21]. Polifenoller Şekil 1'de gösterildiği gibi flavonoidler ve fenolik asitler olarak iki gruba ayrılmaktadır [22].

Polifenoller yaygın olarak meyve, sebze, hububat, çay, kahve ve şarap gibi gıdalarda bulunmaktadır [23]. Gıdalardaki tat, koku ve rengin oluşumunda etkili olan polifenoller, antimikrobiyal ve antioksidatif özelliklere sahip olmaları, enzim inhibisyonuna neden olmaları, farklı gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları ve insan sağlığı üzerindeki işlevleri nedeniyle önemli gıda bileşenleridir [24].



Şekil 1. Polifenollerin sınıflandırılması [22, 25]

Hücrede reaktif oksijen türlerinin (ROT) artması ve onları nötralize eden hücresel savunma mekanizmaları arasında dengesizlik olduğunda "oksidatif stres" meydana gelmektedir. Yüksek ROT seviyeleri başta nöron hücreleri olmak üzere hücrenin tüm bileşenlerine geri dönüşümsüz olarak zarar vermektedir [26, 27]. Bu zarar DNA zincirinin hasar görmesiyle kanser oluşumu, hücresel yaşlanma ve hücre ölümüne kadar giden süreçleri başlatarak nörodejeneratif hastalıkların oluşumuna neden olmaktadır [28]. Bu kapsamda doğal antioksidan olarak işlev gören polifenoller; metal şelatlayıcı ve serbest radikal süpürücü özellikleri sayesinde doğal antioksidanlar olarak işlev görmektedir. Polifenollerin antioksidan aktivitesi aromatik OH grubunun serbest radikallere hidrojen atomu vermesinden kaynaklanmaktadır. Bunun yanında aromatik bir bileşimin, elektron sistemi etrafındaki delokalizasyonun sonucunda eşlenmemiş bir elektronu desteklemesiyle de polifenoller antioksidan özellik gösterebilmektedir. Polifenollerin antioksidan kapasitesi, yapılarında bulunan fenol halkasına bağlanan OH gruplarının sayısı ile doğru orantılı olarak artmaktadır [6, 29].

Polifenoller, yapısında bulunan çok sayıda fenol grubu sayesinde antimikrobiyal özellik sergilemektedir [10]. Polifenollerin antimikrobiyal özellikleri, mikroorganizma tarafından emilimi sonrası hücre membranlarını parçalanması ile açıklanmaktadır. Membranda ortaya çıkan porlar hücre içi maddenin dışarı sızmasına neden olmakta ve hücre ölümü gerçekleşmektedir [30, 31]. Ayrıca polifenoller, hücre zarının çift katmanlı lipid tabakasıyla etkileşime girebilmektedir. Bu bileşikler hücre zarının akışkanlığında ve elektriksel özelliklerinde değişikliklere neden olarak, zarla ilişkili enzimlerin aktivitesini ve sinyal iletimini düzenleyebilmektedir [32]. Örneğin, Colin ve ark. [33] tarafından yapılan bir çalışmada üzümün mikro bileşeni olan resveratrolün, lipid tabakalarıyla etkileşime girerek, kanser hücrelerinin ölüm mekanizmasında yer alan sinyal yollarını aktive

ettiğini, bunun sonucunda da lösemi ve kolon kanseri hücrelerinin yıkıma uğradığı gösterilmiştir.

Polifenoller, hidrolizlenmeleri sonucu "prebiyotik benzeri" etki göstermektedir [34]. Bu kapsamda polifenoller bazı patojen mikroorganizmaların kolonize olmalarını engellerken, yararlı bakterilerin gelişimini ise teşvik etmektedir. Yapılan insan çalışmalarında, polifenolce zengin gıdaların düzenli tüketimi ile bağırsak mikrobiyotasında *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi probiyotik bakteri seviyelerinin arttığı, *Clostridium* türleri ve *Staphylococcus aureus* gibi patojen bakteri seviyelerinin ise azaldığı bildirilmektedir [35, 36]. Tanaka ve ark. [37] tarafından yapılan çalışmada şalgamın (*Brassica rapa* L.) suda çözünmeyen fraksiyonunun, kolonda KZYA üretimine ve immünolojik özelliklere olan etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda şalgamın suda çözünmeyen fraksiyonuyla beslenen grupta kolondaki *Bacteroidetes* nispi yoğunluğunun, kontrol grubuna kıyasla daha fazla olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada kolonda bütirat üretebilen *Eubacterium rectale* ve *Faecalibacterium prausnitzii* popülasyonlarının arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlara ek olarak, şalgamın suda çözünmeyen fraksiyonuyla beslenen grupta, anti-enflamatuar sitokin interlökin-10 (IL-10) seviyelerinin önemli ölçüde yükseldiği belirtilmiştir. Uyeno ve ark. [38] tarafından yapılan çalışmada diyetle lahanaya (*Brassica oleracea*) takviyesinin mikrobiyota kompozisyonuna etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda diyetle lahanaya ilave edilen grubun kolonunda, kontrol grubunun kolonuna kıyasla *Firmicutes/Bacteroidetes* oranının daha fazla olduğu bulgulanmıştır. Ayrıca bu çalışmada diyetle lahanaya takviyesinin beklediği üzere kolonik bütirat seviyesini arttırdığı belirtilmiştir. Polifenollerin bağırsak mikrobiyotası üzerine etkilerini gösteren çalışmalar, düzenli polifenol tüketiminin bağırsak mikrobiyotasının kompozisyonunu modüle edebildiğini ortaya koymaktadır [6].

Polifenollerin farklı sağlık etkileri, bu bileşiklerin bağırsak mikrobiyotasıyla olan etkileşimi ile ilişkilendirilmektedir

[10]. Literatür değerlendirildiğinde, polifenol açısından zengin diyetlerle beslenen kişilerin kanser, nörodejeneratif ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik dejeneratif hastalıklardan daha iyi korunabileceği sonucuna ulaşılmaktadır [11-13].

### Bağırsak Mikrobiyotası ve Özellikleri

Bağırsak mikrobiyotası, trilyonlarca mikroorganizmadan oluşan ve yaşam boyunca birçok konakçı organizma ile etkileşime giren karmaşık bir ekosistemdir [39]. Bağırsağın mukozal yüzeyinde yaşama adapte olmuş anaerobik mikroorganizmalar mikrobiyotayı oluşturmaktadır [40]. Bazı araştırmacılar bağırsak mikrobiyotasının, konakçı görevi gören insan ile etkileşime giren ve insan sağlığını korumak için birçok temel işlevi yerine getiren bir "organ" olarak hareket edebileceğini öne sürmektedir [41]. GI sistemde kalın bağırsağın mikrobiyal çeşitliliği mideye kıyasla çok daha fazladır [10]. Bağırsak bakterilerinin %90'dan fazlasını *Firmicutes* (*Clostridium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus* ve *Ruminococcus*) ve *Bacteroidetes* (*Prevotella* ve *Bacteroides*) oluşturmaktadır [42, 43].

Bağırsak mikrobiyotasının GI kanal üzerindeki etkileri şu şekilde sıralanabilmektedir:

1. Bağırsak mikrobiyotası, karmaşık yapıları sindirimi zor diyet liflerini fermente ederek asetat, propiyonat ve bütirat gibi KZYA üretmektedir. KZYA'lar bağırsak epitel hücrelerinin gelişimini ve farklılaşmasını pozitif olarak etkilemektedir. KZYA üretimi bağırsağın pH' ını azaltarak *Escherichia coli* gibi patojen bakterilerin gelişimini önlemektedir [44, 45].
2. "Kolonizasyon direnci" olarak adlandırılan duruma göre, patojenler ile mikrobiyota arasında besin maddeleri için rekabet bulunmaktadır. Bu durumda, bağırsak mikrobiyotası bağırsağı patojen mikroorganizmalardan koruyarak fonksiyonel bir bağışıklık sistemi geliştirmektedir [46].
3. Bazı mikrobiyota üyeleri bağırsak mukusundan antimikrobiyal peptit üretimine katkı sağlayarak, patojenlerin bağırsakta kolonize olmalarını önlemektedir [47].
4. İnce bağırsaktan sindirilmeden gelen proteinler kolondaki bakteriyel peptidaz ve proteazlar tarafından gama aminobütirik asit (GABA), norepinefrin, dopamin, histamin ve serotonin gibi nöroaktif bileşiklere metabolize olmaktadır [17].
5. Bağırsak mikrobiyotası lipoprotein lipaz inhibisyonunu baskılayarak lipit metabolizmasını olumlu etkilemektedir [8].
6. K vitamini ve bazı B grubu vitaminler (biotin, kobalamin, folat, nikotinik asit, pridoksin, riboflavin, tiamin) bağırsak mikrobiyotası tarafından sentezlenmektedir [48].
7. Bağırsak mikrobiyotası fenilalanin ve tirozin gibi aromatik amino asitleri katabolize ederek amino asit metabolizmasına katılmaktadır [49].
8. Mikrobiyota, bağırsak epitel hücreleri arasında bulunan zonula okludens (tight junction), zonula adherens ve desmozom bağlantılarını koruyarak, epitel bariyer bütünlüğünü sağlamaktadır [8, 50].

### Bağırsak Mikrobiyotasını Etkileyen Faktörler ve Disbiyozis

Bağırsaktaki mikrobiyota çeşitliliği; yaş, beslenme alışkanlıkları, stres, alkol, sigara, egzersiz ve antibiyotik kullanımı gibi bazı faktörlerden etkilenmektedir. Bu faktörler mikrobiyota kompozisyonunda değişikliklere neden olmaktadır. Mikrobiyota kompozisyonundaki olumsuz yöndeki değişiklikler "disbiyozis" olarak adlandırılmaktadır. Bağırsak mikrobiyotasının dengesi; hücrelerin çoğalmasını, metabolizmayı, enflamasyonu, bağışıklığı ve beyin-bağırsak ilişkisini korumak için kritik bir faktördür [51]. Disbiyozis durumunda, bağırsaktaki simbiyotik ilişkilerde azalma meydana gelebilir, mikrobiyota kompozisyonunda çeşitlilik kaybı olabilir ve istenmeyen patojenler gelişebilmektedir [46, 52, 53]. Bağırsak mikrobiyotasının disbiyozise uğraması; enflamatuvar bağırsak hastalıkları, hassas/huzursuz bağırsak sendromu, kolorektal kanser, obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, alerji, astım, nörolojik hastalıklar, depresyon ve kaygı bozukluğu gibi farklı kronik durumlara neden olmaktadır [39].

Mikrobiyota kompozisyonunu etkileyen faktörlerden ilki doğum şeklidir. Normal doğum ile doğan bebeklerin mikrobiyotasında, annenin vajinal mikrobiyotasında bulunan *Prevotella* ve *Lactobacillus* baskın iken, sezaryen ile doğan bebeklerde ise *Staphylococcus* baskındır [54]. Doğum sonrası anne sütü alımı da mikrobiyota üzerinde etkili bir diğer faktördür [55]. Bu kapsamda, Roger ve ark. [56] tarafından yapılan bir çalışmada anne sütü veya hazır mama ile beslenen bebeklerde *Bifidobacterium* popülasyonları incelenmiştir. Çalışma sonucunda, hazır mama ile beslenen bebeklere kıyasla anne sütü ile beslenen bebeklerin bağırsağında daha kompleks *Bifidobacterium* mikrobiyotası olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İnsanların bağırsak mikrobiyota kompozisyonunun şekillenmesinde bir diğer faktör ise beslenme şeklidir. De Filippo ve ark. [57] tarafından yapılan çalışmada, kırsal diyetle beslenen Afrikalı çocuklar ile batı diyetiyle beslenen Avrupalı çocukların bağırsak mikrobiyota kompozisyonu karşılaştırılmıştır. Temel besin kaynakları darı ve sorgum olan Afrikalı çocuklarda görülen kırsal diyet; nişasta, lif gibi bitkisel kaynaklı posa açısından zengin iken, yağ ve hayvansal kaynaklı protein bakımından zayıftır. Buna karşın Batı diyeti ise doymuş yağ, rafine karbonhidrat ve hayvansal kaynaklı protein bakımından ağırlıkta olup bu diyetle bitkisel posa alımı oldukça sınırlıdır. Çalışma sonucunda Avrupalı çocukların mikrobiyotasında *Enterobacteriaceae* (*Shigella* ve *Escherichia*) yoğunluğunun, Afrikalı çocuklara kıyasla daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada bitkisel lif alımı yüksek olan Afrikalı çocukların mikrobiyotasında, bitkisel polisakkaritleri parçalayan enzimlere sahip *Bacteroidetes* yoğunluğunun daha fazla olduğu da belirtilmiştir. Ayrıca Afrikalı çocuklarda, selüloz ve ksilanları parçalayabilme yeteneğine sahip olan *Prevotella* ve *Xylanibacter*'in daha baskın olduğu sonucuna varılmıştır.

Antibiyotik kullanımı bağırsak mikrobiyotasının kompozisyonunda negatif bir etki göstermektedir [58]. Antibiyotiklerin bağırsak mikrobiyotası üzerine uzun süreli etkilerini gözlemlemek amacıyla sağlıklı bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada, bireylere 7 gün klindamisin antibiyotiği verilmiştir. Çalışma kapsamında 2 yıl boyunca belli zamanlarda mikrobiyota kompozisyonları değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda bağırsak mikrobiyotası üzerinde önemli değişikliklerin meydana geldiği belirtilmiştir. Bu çalışmada *Bacteroides* cinsinin 2 yıl sonra dahi orijinal kompozisyonuna dönmediği bildirilmiştir [59]. Yaşın ilerlemesi ile de birlikte mikrobiyotadaki çeşitlilik ve kararlılık azalmaktadır. Özellikle *Bifidobacterium* ve *Bacteroides*'in tür çeşitliliğinde azalma ve toplam sayısında düşüş meydana gelmektedir [60, 61].

### Bağırsak Mikrobiyotasının Beyin Fonksiyonları Üzerindeki Etkileri

Mikrobiyota bağırsağın fizyolojik homeostazın korunmasının yanı sıra beyin fonksiyonları için de kilit rol oynamaktadır [62]. Son yıllara ait çalışmalarda, bağırsak mikrobiyotası ile beyin arasında direkt bir ilişkiden söz edilmekte ve buna beyin-bağırsak hattı adı verilmektedir [16]. Beyin-bağırsak hat dengesinde meydana gelen değişimler, nörolojik bozukluklar ve nörodejeneratif hastalıklar ile ilişkilendirilmektedir [63]. Mikrobiyota tarafından sentezlenen hormonlar, merkezi sinir sisteminde nörotransmitter olarak işlev görmektedir. Bu nörotransmitter maddelere serotonin, melatonin, GABA ve asetilkolin örnek olarak verilebilir [64]. Bu maddelerden biri olan GABA, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinsleri tarafından salgılanmaktadır [65]. Noradrenalin, dopamin ve serotonin gibi diğer nörotransmitterler ise *Escherichia* ve *Bacillus* cinsleri tarafından salgılanmaktadır [66, 67].

Mikroorganizmalar, midede bulunan asit ortamından korunmak amacıyla nöroaktif bir molekül olan GABA'yı salgılamaktadır [68]. Protein yapısına katılmayan bir aminoasit olan GABA, memelilerin merkezi sinir sisteminde sinir iletimini yavaşlatarak inhibitör etki göstermektedir. Bu mekanizma sayesinde GABA, nörolojik rahatsızlıklar üzerinde faydalı etkilere sahiptir [64, 68-72]. Beyinde, GABA seviyesinin artmasına veya azalmasına bağlı olarak bazı psikolojik ve nörolojik rahatsızlıklar gözlenmektedir [73]. Yapılan çalışmalarda, depresyon hastalarının beyinlerinde GABA konsantrasyonunun düşük olduğu belirtilmiştir [74]. Ayrıca zihinsel ve davranışsal bozukluklara neden olan kalıtsal Huntington hastalığında da, hasta bireylerin beyinlerinde GABA seviyesinin azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda, bu eksikliğin giderilmesi için hasta bireylere GABA takviyesi yapılmasının uygun olduğu bildirilmiştir [75].

Hem merkezi sinir sisteminde hem de bağırsakta nörotransmitter görevi gören serotoninin %95'i bağırsaklarda mikrobiyota tarafından sentezlenmektedir [15]. Serotoninin amiloid beta (A $\beta$ ) peptidlerinin oluşumunu azaltabileceği bilinmektedir. A $\beta$  peptidlerinin nörofibrillerde birikimi ile; nöron kayıpları gerçekleşmektedir [63, 76]. Serotonin düzeyindeki

değişiklikler GI sistemi etkileyerek duygudurum bozukluklarına sebep olmaktadır [77]. Karbonhidrat bakımından zengin gıdaların tüketimi, beyindeki serotonin seviyesini artırarak kişinin ruh halini iyileştirebilmektedir. Yeni Zellanda'da yapılan bir çalışmada polifenolce zengin olan meyve-sebzelerin bol miktarda tüketildiği bir diyet uygulamasından sonra katılımcıların daha sakin, daha mutlu ve enerjik hissettikleri bildirilmiştir [78]. Mevsimsel duygu durum bozuklukları, adet öncesi stres sendromu ve nikotin yoksunluğu gibi depresif sorunlar yaşayan bireylerde, karbonhidrat bakımından zengin gıdaların tüketimi sonucu ruh hali olumlu yönde değişim göstermektedir [14].

Mikrobiyal metabolizma sonucu üretilen bütirat, asetat ve propiyonat gibi KZYA' lar bağırsak epitel hücrelerinde G proteine bağımlı reseptörleri (GPR41 ve GPR43) aktive etmektedir. Aktifleşen reseptörler beyin-bağırsak hattını etkileyerek, bağırsağın boşalmasını geciktiren peptit YY' nin salgılanmasını düzenlemektedir. Peptit YY' nin salgılanması ile vücutta besinlerin emilimi ve depolanma süresi artmaktadır [79,80]. Bu kapsamda KZYA'lar; glukoz metabolizması ve bağırsak geçirgenliği gibi bir dizi fizyolojik fonksiyonu etkileyebilmektedir. Ayrıca KZYA'lar, yine G-proteinleri aracılığıyla beyni etkileyerek sinir iletimini düzenlemektedir [81,82]. Bu aktiviteler sayesinde KZYA'lar anti-enflamatuvar, anti-karsinojenik ve immünomodülatör etkiler göstererek sağlık açısından önem arz etmektedir [41].

### Polifenollerin Bağırsak Mikrobiyotası Üzerindeki Etkileri

Polifenollerin faydalı etkilerinin orijinal formlarından ziyade, GI kanalda bağırsak mikrobiyotası tarafından üretilen fenolik metabolit formundan kaynaklandığı bildirilmektedir [83]. Diyetle bulunan toplam polifenollerin %5-10'luk kısmı genellikle deglikosilasyona uğrayarak ince bağırsakta absorbe edilmektedir [84]. İnce bağırsakta absorbe edilmeden kalan %90-95'lik kısmı ise kalın bağırsaktaki kolon bakterileri tarafından parçalanmaktadır [85]. Bağırsak mikrobiyotasının aktivitesi sonucunda polifenollerin yapısındaki glikozidik bağların parçalanması ve heterosiklik yapının bozulması ile polifenoller daha basit türevlere indirgenmektedir ve böylece emilimleri artmaktadır. Bunun sonucunda da kalın bağırsakta, patojenlerin gelişimi engellenebilmektedir [6, 86]. Polifenoller prebiyotik etki göstererek, spesifik bakteri suşlarının gelişimini uyarmaktadır. Böylece bağırsak mikrobiyotasının bileşiminde önemli değişikliklere neden olmaktadır [6]. Guergoletto ve ark. [87] tarafından yapılan çalışmada, juçara posası fermantasyonunun bağırsak mikrobiyotası üzerinde prebiyotik etki gösterdiği ortaya konmuştur. Aynı çalışmada bu ekstraktın; asetat ve propiyonat gibi KZYA'ların üretimini arttırdığı bildirilmiştir. Yapılan pek çok çalışma sonucunda prebiyotik etki gösteren moleküllerin, ruh halini modüle edebilen nörotransmitter seviyelerini artırabileceği gösterilmiştir [88-90]. Bu yönüyle prebiyotik kullanımı beyin-bağırsak hattını modüle etmek için ek bir strateji olarak görülmektedir [91].



## Polifenoller ve Bağırsak Mikrobiyotasının Nörolojik Hastalıklarla Olan İlişkisi

### Alzheimer

Alzheimer hastalığı; merkezi sinir sisteminin çeşitli bölümlerindeki nöron ve sinaps kayıpları sebebiyle ortaya çıkan; bilişsel işlevlerde azalma, öz bakım yetersizlikleri, çeşitli nöropsikiyatrik ve davranışsal bozukluklar ile karakterize, ilerleyici nörodejeneratif bir hastalıktır [92]. Alzheimer hastalığında kromozomlardaki bazı genlerinin mutasyonları sonucunda, Aβ peptid seviyelerini arttığı bildirilmiştir [93]. Aβ peptidlerinin hücre içi nörofibrillerde birikmesi ile; nöron kaybı, beyin yapısının kademeli olarak bozulması ve iltihaplanması sonucunda zihinsel fonksiyonlarda azalma gözlenmektedir [94].

Alzheimer hastalığı, sadece merkezi sinir sistemiyle bağlantılı gibi görülse bile çevresel faktörler de hastalığın oluşmasında birer etkidir [95]. Değişmiş bağırsak mikrobiyotasının Alzheimer hastalığında belirleyici bir rolü olabileceği öne sürülmektedir [6]. Bağırsak mikrobiyotasının disbiyozise olması durumunda, kan beyin bariyer bütünlüğü bozulmaktadır. Bu durum ise beyin fonksiyonlarını etkilemektedir [63, 96]. Alzheimer hastalarında, disbiyozis sonucu tetiklenen mukozal bozulma ile Gram (-) bakteri sayısında bir artış gözlenmektedir [94].

Alzheimer hastalığında mikrobiyal enfeksiyonun etkisine ilişkin yapılan bir çalışmada, enfeksiyondan bir hafta önce probiyotik takviyesinin enfeksiyona bağlı mikrobiyota dengesizliğini etkili bir şekilde düzelttiği ve hastalıkla ilişkili stresi de önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Bu çalışmada ayrıca psikolojik stres ile enterik bakteriyel bir enfeksiyonun, öğrenme ve hafıza kaybı ile ilişkili olduğu belirtilmiştir [97]. Yapılan klinik çalışmalarda, beyin amiloidozu görülen bilişsel bozukluğa sahip yaşlı hastaların bağırsağında; anti-enflamatuar özellikteki *Eubacterium rectale* ve *Bacteroides fragilis* sayılarının, pro-enflamatuar karakterdeki *Escherichia* ve *Shigella* sayılarına göre daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda bazı klinik çalışmalar, Alzheimer hastası bireylerde *Lactobacilli* ve *Bifidobacteria* takviyesinin bilinç, duygusal ve duygusal fonksiyonları geliştirdiğini bildirmiştir. Ayrıca bu çalışmalarda polifenoller, prebiyotik görev üstlenerek; disbiyozisi önleme, serbest radikal süpürme ve hücrenin stres yanıtını artırma gibi işlevler ile Alzheimer hastalığının başlangıcına karşı etkili olabileceği ifade edilmiştir [98]. Polifenol takviyesinin mikrobiyota ve Alzheimer üzerine etkisini araştıran, insanlar üzerinde yapılan birçok denemede, polifenollerinin tüketilmesi neticesinde bağırsakta *Firmicutes* ve *Bacteroidetes* kolonizasyonunun arttığı, bunun sonucunda amiloid birikimi ve serebral enflamasyonun azaldığı bulgulanmıştır [97-102].

### Parkinson

Parkinson; istirahat tremoru (titreme), bradikinezi (hareketlerin yavaşlaması), kas rijiditesi ve yürüme bozukluğu gibi çeşitli motor bozukluklarıyla karakterize

edilen bir hastalıktır. Parkinson hastalığında bilişsel bozukluk, anksiyete, depresyon, uyku bozuklukları ve GI fonksiyon bozukluğu gibi yaşam kalitesi üzerinde doğrudan etkisi olan motor dışı rahatsızlıklar da gözlenmektedir [103].

Parkinson hastalığında motor bozuklukların görülmesinden yaklaşık iki sene önce başlayan bağırsak fonksiyon bozukluğu; bağırsak hareketliliğini ve mikrobiyota kompozisyonunu etkilemektedir. Parkinson hastalığında mikrobiyota dengesinin bozulması nedeniyle kabızlık ve disbiyozis gibi bazı GI bozukluklar görülebilmektedir [104]. Bu bozukluklar neticesinde KZYA sentez miktarı düşmektedir. Bunun sonucunda GI hareketlilik azalmaktadır [105]. Achour ve ark. [106] tarafından yapılan bir çalışmada, zeytinin majör fenolik bileşiği olan oleuropeinin, Parkinson hastalarındaki mitokondriyal oksidatif stresi azaltma yeteneği araştırılmıştır. Araştırma sonucunda oleuropeinin, süperoksit dismutaz aktivitesinin bloke etmesi ile oluşan mitokondriyal ROT seviyesini azalttığı, böylece nöron ölümünü önemli ölçüde önlediği bildirilmiştir. Bu kapsamda oleuropein, nöronal dopaminerjik bir hücre modelde nöroprotektif özellik gösterdiği bildirilmiştir.

### Otizm

Otizm spektrum bozuklukları; tekrarlayan davranışlar, öğrenme ve sosyal iletişimdeki zorluklar ile tanımlanan nörogelişimsel bozukluktur [107]. Otizmin etiolojisi tam olarak anlaşılmamakla beraber genetik ve çevresel faktörlerle ilişkili olduğu bilinmektedir [108].

Otizmli çocuklarda sıklıkla görülen karın ağrısı, ishal ve kabızlık gibi GI semptomların otistik davranışlar üzerinde belirgin bir şekilde etkisinin olduğu bildirilmektedir [109, 110]. Magistris ve ark. [111] tarafından yapılan çalışmada, inceleme altındaki otizm hastalarının, aşırı bir bağırsak geçirgenliğine sahip oldukları bildirilmiştir. Adams ve ark. [81] tarafından yapılan bir çalışmada ise, otizmden etkilenen çocukların mikrobiyota kompozisyonunda daha düşük sayıda *Bifidobacterium* gözlenirken, *Lactobacillus* sayısının daha yüksek olduğu gösterilmiştir.

Otizm hastalarındaki değişen mikrobiyota dengesi disbiyozise neden olmanın yanında beyin fonksiyonlarını da etkilemektedir. Otizm tanılı çocuklarda; bağırsak geçirgenliğinde artış, mitokondriyal fonksiyon bozukluğu ve bağırsak disbiyozisi nedeniyle serotonin sentez bozuklukları görülmektedir [112]. Serotonin düzeyindeki değişikliklerin beyin aktivitesini etkileyerek duygu durum bozukluklarına sebep olduğu bilinmektedir [113]. Yapılan bir çalışmada, resveratrol içeriğiyle öne çıkan polifenollerin, otizm hastalarında, mitokondriyal fonksiyon bozukluğunu önleyerek mitokondri aktivitesini düzenleyebileceği gösterilmiştir [114]. Taliou ve ark. [115] tarafından yapılan çalışmada otizm tanısı konan hastalara luteolin, kuersetin ve kuersetin glikozit rutininden oluşturulan bir formülasyon, diyet takviye edilmiştir. Çalışmada bu polifenolik tedaviye tabi tutulan otizmli çocukların anormal davranışlarında, iletişim ve konsantrasyon problemlerinde bir azalma olduğu sonucuna varılmıştır.

## Mikrobiyota-Beyin-Bağırsak Modülatörü olarak Polifenoller

GI sistemde bulunan mikrobiyota ile merkezi sinir sistemi ve beyin-bağırsak hattı arasındaki bağlantı nöroendokrin sistem olarak kabul edilmektedir. Nöroendokrin sistem stres yanıtında önemli bir rol oynamaktadır. Bağırsak ve beyin arasındaki iletişim birbiriyle örtüşen birden fazla yol içermektedir. Bunlar; enterik sinir sistemi, nöroimmün ve nöroendokrin sistemdir. Bağırsak mikrobiyotası sinir, endokrin ve bağışıklık sistemi üzerine etki ederek, beyin fonksiyonlarını düzenlemektedir. Hem nörotransmitter hem de nöropeptit üretebilen mikrobiyota, nöroaktif metabolitlerin üretimine etki ederek beyin fonksiyonlarını doğrudan modüle edebilmektedir [116].

Polifenollerin sağlık üzerindeki etkileri esas olarak hücre bileşenleri ile etkileşimlerine bağlıdır. Polifenoller hücre sinyalleşme basamaklarını düzenleyen bazı membran proteinlerinin aktivitesini modüle ederek, plazma zar yapısının fiziksel özelliklerini değiştirebilmektedir. Aynı zamanda hücre membranları ile etkileşimlerine bağlı olarak çözünür proteinler ve transkripsiyon faktörlerini değiştirebilmektedir [32].

Beslenme şekli, bağırsak mikrobiyotasının bileşimi açısından önemlidir ve sağlık üzerinde büyük bir etkisi olabileceği kabul edilmektedir [117]. Polifenoller, bağırsak mikrobiyota kompozisyonunu düzenlemesi nedeniyle beyin-bağırsak hattını modüle etmede yeni bir strateji olarak görülmektedir [91]. Hem insanlarda hem de hayvanlarda yapılan birçok çalışma polifenollerin, ruh hali ve bilişi modüle etmeye izin veren nörotransmitter seviyelerini arttırabileceğini göstermiştir [86-88]. Polifenoller ruh halini modüle etmenin yanı sıra hipokampal nörogenez ve serebral kan akımı gibi faktörleri düzenleyerek hafızayı geliştirebilmektedir [118,119]. Torres-Perez ve ark. [120] tarafından yapılan bir çalışmada resveratrolün nanomolar konsantrasyonda, dişi farelerin hipokampusündeki nöron üretimi ile hafıza ve öğrenmeyi destekleyen dendritik hücre sayısını arttırdığı ileri sürülmüştür. Yapılan bir diğer çalışmada, resveratrolün 50-80 yaş arası sağlıklı yetişkinlerde, hafıza gücünü ve hipokampusün fonksiyonel aktivitesini arttırdığı gösterilmiştir [121]. Rendeiro ve ark. [122] tarafından yapılan bir klinik çalışmada, sağlıklı genç ve yaşlı bireylere flavonoidce zengin yaban mersini içeceğinin tüketimi sonrasında; oksipital korteks, presentral, frontal ve parietal loblar gibi beyinin belirli bölgelerinde, kan akışında bir artış gözlenmiştir. Kan akışındaki bu artış bilişsel yetenekleri olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir.

## Polifenol İçeren Bazı Gıdalar ve Bağırsak Mikrobiyotasını Düzenleyici Etkileri

### Meyve ve Sebzeler

Meyvelerde bol miktarda bulunan polifenollerin, obezite, kanser, kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi birçok kronik hastalığı önlediği bildirilmektedir [123, 124]. İngiltere’de 122 kişide yapılan randomize kontrollü bir çalışmada, artan meyve ve sebze tüketimiyle, *Clostridium leptum*,

*Ruminococcus bromii* ve *Ruminococcus flavefaciens* türlerinde artış gözlenmiştir. Potansiyel patojen olan *Clostridia*’da azalış görülmesinden yola çıkılarak; polifenollerin bağırsak mikrobiyota kompozisyonunu değiştirip düzenleyebileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu durum obeziteyi önleme açısından da önemlidir [125].

Üzüm, resveratrol açısından oldukça zengin bir meyvedir [123, 126]. Resveratrol, adipoz doku ağırlığının azalmasını sağlayarak kilo alımını önleyebilmektedir. Yapılan bir çalışmada resveratrol yüksek yağlı diyet ile beslenen farelerde; *Bacteroidetes/Firmicutes* oranı, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* miktarlarını artmasını teşvik ederken *Enterococcus faecalis*’ de ise bir azalmaya neden olmaktadır [127]. Pozuelo ve ark. [128] tarafından yapılan çalışmada polifenol bakımından zengin üzüm lifi tüketiminin, sıçanların bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliği üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonunda polifenol bakımından zengin üzüm lifinin *in vitro* ortamda *Lactobacillus reuteri* ve *Lactobacillus acidophilus* üzerinde uyarıcı etki gösterdiği belirlenmiştir. Buna göre, polifenol ve lif içeriğine sahip gıdalar açısından zengin bir diyetin, mikrobiyota modülasyonu yoluyla konakçının GI sağlığını arttırabileceği gösterilmektedir. Kahouli ve ark. [129] tarafından yapılan bir araştırmada *L. reuteri*’nin KZYA üretmesi ile kolon kanserinde hücre büyümesini önleyebildiğini bildirilmiştir. Bu çalışmada *L. reuteri* antikanserojenik bileşikler üretme yeteneğine sahip olduğunu ve kolon kanserinde potansiyel biyoterapötik etkiye sahip olduğu ileri sürülmektedir. Viveros ve ark. [130] tarafından yapılan çalışmada; broiler civcivlerinin diyetine üzüm çekirdeği ekstraktı ilave edilmiştir. Çalışma sonucunda diyete üzüm ekstraktlarının ilavesi ile bağırsak mikrobiyotasında kontrol grubuna göre *E.coli*, *Lactobacillus* ve *Enterococcus* tür popülasyonlarının ve biyoçeşitliliğin arttığı belirlenmiştir.

Elmanın başat fenolik bileşikler klorojenik asit, kateşin, epikateşin, rutin ve prosiyanidinlerdir. Elmadaki prosiyanidinler çeşitli polimerize kateşinlerden oluşmaktadır [131]. Condezo-Hoyos ve ark. [132] tarafından yapılan bir çalışmada 7 farklı elma türü, diyet lifi ve polifenol içeriği bakımından incelenmiştir. En yüksek diyet lif ve polifenol içeriğine sahip olan *Granny Smith* türü elmalar, obez farelerin diyetine eklenmiştir. Çalışma sonucunda obezite üzerinde etkili olan *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Enterococcus*, *Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli* ve *Bifidobacterium* gibi bakterilerin sayısının obez farelerde artarak, obez olmayan kontrol gruptakilerinin sayılarına yaklaştığı ortaya çıkmıştır. Bir başka çalışmada elmadan elde edilen pektin tüketiminin yüksek yağlı diyet ile beslenen sıçanların mikrobiyotasındaki değişim incelenmiştir. Çalışma sonunda yüksek yağlı diyet ile beslenen sıçanların kolonunda, *Firmicutes* miktarının azalması sonucu kilo alımının önlenildiği belirlenmiştir. Ayrıca *Bacteroidetes* sayısındaki görülen artış ile metabolik endotoksemi ve enflamasyonun azaldığı saptanmıştır [133]. Yüksek yağ ve sakkaroz ağırlıklı bir diyet ile beslenen C57BL/6J farelerinin kullanıldığı bir çalışmada, polimerik yapıdaki elma prosiyanidinlerin tüketimi ile *Firmicutes/Bacteroidetes* oranının azaldığı,

*Akkermansia* yoğunluğunun ise kontrole kıyasla sekiz kat arttığı belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, prosiyanidinlerin obezite kontrolünde kullanılabilceğini ortaya koyma açısından önem taşımaktadır [134].

Benzer şekilde yaban mersini, siyah ahududu ve kırmızı böğürtlen gibi berry meyvelerinin bağırsak mikrobiyotasını modüle ederek, obezite kontrolünde etkili olduğu bildirilmektedir [135-137]. Yapılan bir çalışmada yüksek yağlı diyet ile beslenen ratlarda, yaban mersini tozunun tüketimiyle *Firmicutes* ve *Bacteroidetes* sayılarının azaldığı, *Gammaproteobacteria* ve *Proteobacteria* yoğunluğunun ise arttığı saptanmıştır. Bu çalışmada ayrıca enflamasyondan sorumlu bir sitokin olan TNF- $\alpha$  ve IL-1 $\beta$  seviyelerinin azaldığı ve insülin duyarlılığının geliştiği belirlenmiştir [135]. Siyah ahududu polifenollerini üzerinde yapılan bir çalışmada anti-enflamatuar özellikteki; *Akkermansia* ve *Desulfovibrio* gibi bağırsak mikrobiyota üyelerinin miktarının artması sonucunda, bağırsak iltihabının önlenebileceği saptanmıştır [137]. Benzer şekilde antosiyanin ve ellagitanin gibi polifenollerce zengin bir meyve olan kırmızı böğürtlenin C57BL/6J fareleri üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada ise dondurarak kurutulmuş kırmızı böğürtlen, %20 oranında (ağırlık/ağırlık) yüksek yağlı diyetle eklenmiştir. Çalışma sonucunda bağırsak mukozasına faydalı olduğu bilinen *Akkermansia* ve *Faecalibacterium* miktarını arttırdığı, buna bağlı olarak anti-enflamatuar ve obezite önleyici etkinin ortaya çıktığı belirlenmiştir [136].

Bahsedilen meyveler dışında mango ve narenciye de bağırsak mikrobiyotasını modüle ederek obezite önleyici etki göstermektedir [138, 139]. Yüksek yağlı diyet uygulanmış C57BL/6 farelerinin diyetlerine dondurularak kurutulmuş mango pulpu ilave edilen bir çalışmada, *Bifidobacteria* ve *Akkermansia* seviyelerinin artarak, bağırsak disbiyozisinin önlenildiği sonucuna varılmıştır [138]. Tung ve ark. [139] tarafından yapılan bir çalışmada ise turuncuğil kabuğundan izole edilen ve obezite kontrolünde etkili olduğu bilinen polimetoksiflavonlar ve hidroksilpolietoksiflavonlar, oral yolla yüksek yağlı diyet ile beslenen farelerin diyetine takviye edilmiştir. Çalışma sonucunda fare bağırsağındaki *Prevotella* miktarındaki artış saptanmıştır. Bunun yanında vücut ve adipoz doku ağırlığının azaldığı böylece sterol düzenleyici özelliğe sahip Protein 1, Perilipin 1 proteinini ve damlacıklı lipid seviyesinin düştüğü bildirilmiştir.

Yeşil sebze dokularındaki kloroplast birimi olan, tilakoidlerin GI geçişi ve mikrobiyal kompozisyonuna etkisini inceleyen bir çalışmada yüksek yağlı diyet ile beslenen farelere tilakoid takviye edilmiştir. Çalışma sonucunda kontrol grubuna kıyasla tilakoid takviye edilmiş farelerde toplam bakteri sayısının arttığı görülmüştür. Ayrıca iştah hormonlarının düzenlenmesi sonucunda tokluk hissinin arttığı ve böylece kilo alımı önlenebileceği belirtilmiştir [140]. Özetle, yapılan çalışmalar farklı meyvelerden elde edilen fenolik bileşiklerin bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde etkileyerek; obezite kontrolü, enflamasyonun

engellenmesi, insülin duyarlılığının artması gibi insan sağlığına faydaları olduğunu ortaya koymaktadır.

## Baharatlar

Baharatlar uzun yıllardan beri lezzet verici olarak kullanılmaktadır. Baharatlarda bulunan polifenollerin antibakteriyel, anti-kanser, anti-enflamatuar ve obezite önleyici etkileri bulunan pek çok biyoaktif bileşene sahip olduğu bilinmektedir [141].

Son zamanlarda adından sıkça söz edilen zerdeçaldaki ana biyoaktif madde olan kurkumin, antioksidan ve anti-enflamatuar özelliklere sahip olup, çeşitli kanser türlerine karşı yararlı etkiler göstermektedir [142]. Zhang ve ark. [143] tarafından yapılan bir çalışmada östrojen eksikliği bulunan farelere suda çözdürülmüş kurkumin ekstraktı takviye edilmiştir. Çalışma sonucunda *Firmicutes* ve *Bacteroides* yoğunluğunun azaldığı bildirilmiştir. Bu çalışmada kurkuminin kilo alımını önleyici etkiye sahip olduğu ve östradiol serum seviyesini azalttığı sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde farelerde kalın bağırsak iltihabına karşı kurkumin nanopartikülü olan Theracurmin'in bağırsaktaki bütirat üreten bakterilerin yoğunluğunu artırarak, fekal bütirat seviyesini yükselttiği gözlenmiştir. Fekal bütirat seviyesinin yükselmesi sonucu kolonik enflamasyondan sorumlu proteinlerin transkripsiyon faktörü olan NF- $\kappa$ B'nin inaktive olmakta ve bağırsak iltihaplanmasının engellendiği saptanmıştır [144]. Kurkumin, nörodejeneratif hastalıkları önleyebilmesi ile de dikkat çekmektedir. Nörodejeneratif hastalıklardan sorumlu mekanizmalar tam olarak açıklanamamakla beraber oksidatif stres ve enflamasyon önemli etkenler olarak kabul edilmektedir [144-147]. Beyin yaşlanmasında temel etkenlerden biri olan reaktif oksijen türleri (ROT), nörodejeneratif hastalıkların başlangıcında ve ilerlemesinde rol oynamaktadır [26, 27]. Nöron hücreleri düşük ROT seviyesine dahi hassasiyet göstermektedir [148]. Bu kapsamda kurkumin, ROT'u temizleyerek nöroprotektif bir rol oynamaktadır. Bu etki kurkuminin süperoksit dismutaz aktivitesini artırmasından ileri gelmektedir [149]. Ana antioksidan enzimlerden biri olan süperoksit dismutaz, süperoksidi sırası ile hidrojen peroksit ve oksijene dönüştürmektedir. Hidrojen peroksitin su ve moleküler oksijene ayrışmasını katalize edebilen bir enzim sınıfı olan katalazlar, hücreyi ROT'ların neden olduğu oksidatif hasardan korumaktadır [148]. Kurkuminin bir türeği olan tetrahidro kurkumin; iki farklı *E. coli* suşu (ATCC 8739 ve DH10B) tarafından sentezlenmektedir. Bu metabolitin; A $\beta$  peptidi kaynaklı toksisiteye karşı *in vitro* koruyucu olduğu, *in vivo* nöroenflamasyonu modüle ettiği,  $\beta$ -amiloid lifleri tarafından tetiklenen ROT seviyesini düşürdüğü ve mitokondriyal membran potansiyelini azalttığı bildirilmektedir [148]. Tetrahidro kurkumin, dopamin seviyesini arttırmakta ve nörotransmitterlerin degradasyonu aracılığıyla beyinsel oksidatif stresi yükselten monoamin oksidaz aktivasyonunu inhibe etmektedir. Monoamin oksidaz aktivitesinin inhibisyonunun Parkinson ve Alzheimer gibi nörodejeneratif hastalıkların tedavisinde etkili olduğu bilinmektedir [150, 151]. Ayrıca bazı *in vivo* çalışmalarda tetrahidro kurkuminin, nöroinflamasyon oluşumunu

düzenlediği ve  $\beta$ -amiloid lifleri tarafından tetiklenen ROT seviyesini düşürdüğü belirtilmiştir [152, 153].

Önemli baharatlardan biri olan biberde bulunan kapsaisin, biberin biyolojik aktivitesinde önemli bir rol oynamaktadır. Shen ve ark. [154] tarafından yapılan bir çalışmada, kapsaisinin yüksek yağlı diyet ile beslenen C57BL/6 farelerinde çeşitli patojen cinslere sahip olan *Proteobacteria* sınıfı mikroorganizmaların gelişimini sınırlandırdığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada kapsaisinin *Akkermansia muciniphila* seviyesini artırarak, obezite önleyici etki gösterdiği de saptanmıştır. Kang ve ark. [155] tarafından yapılan bir çalışmada sağlıklı Çinli yetişkinlerin diyetlerine 6 haftalık kontrollü bir beslenme denemesinde sırasıyla 0, 5 ve 10 mg/gün biber tozu takviyesi yapılmıştır. Çalışmada iştah düzenleyicisi olan ve açlık durumunda daha çok salgılanan plazma ghrelin hormonu seviyesinin düştüğü bulgulanmıştır. Ayrıca bu çalışmada *Firmicutes/Bacteroidetes* oranı ve *Faecalibacterium* seviyelerinin değişmesinden kaynaklı olarak bağırsak mikrobiyota kompozisyonunun modüle edilebildiği belirlenmiştir. Benzer şekilde Song ve ark. [156] tarafından yapılan bir çalışmada da kapsaisinin obez ve diyabetik farelerde bağırsak mikrobiyota kompozisyonunu değiştirdiği bildirilmiştir. Çalışmada kapsaisinin, mikrobiyotada bulunması istenen *Firmicutes*, *Bacteroidetes* ve *Roseburia* seviyesini artırırken, çeşitli enfeksiyonlara neden olan *Bacteroides* ve *Parabacteroides* gelişimini önlediği sonucuna varılmıştır. Bu durumun ise diyabetik farelerde gelişmiş glukoz toleransına katkı sağladığı ve açlık durumunda daha çok salgılanan plazma ghrelin hormonu seviyesini azalttığı bildirilmiştir.

Biberiye, *Lamiaceae* familyasına ait aromatik bir çalıdır [157]. Karnosik asit açısından zengin olan biberiye, doğal antioksidanlarla karşılaştırıldığında antioksidan kapasitesi en yüksek baharat olarak kabul edilmektedir [158]. Biberiyenin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi içerdiği yüksek fenolik bileşiklerden ileri gelmektedir [159]. Biberiye *Blautiacoccoides* ve *Prevotella* popülasyonlarının gelişimini desteklerken; *Lactobacillus*, *Leuconostoc* ve *Pediococcus* popülasyonlarını inhibe etmektedir [160].

*Cinnamomum* cinsine ait ağaçların iç kabuğundan elde edilen bir baharat olan tarçın; kateşin, prosiyanidin, sinamtannin, trans-sinnamik asit ve flavonları gibi polifenoller açısından zengindir [161]. Taher ve ark. [162] tarafından yapılan bir çalışmada suda çözünen tarçın polifenollerinin adipogenezini geliştirdiği bildirilmiştir. Van ve ark. [163] tarafından yapılan çalışmada ise yüksek yağlı diyet uygulanan C57BL/6J farelerinin diyetlerine 8 hafta boyunca tarçın kabuğu ekstraktları takviye edilmiştir. Çalışma sonucunda tarçın kabuğu ekstraktlarının, fare bağırsağındaki antimikrobiyal peptitleri ve hücreler arası bağlantı proteinlerinin seviyelerini düzenleyebildiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada tarçın kabuğu ekstraktlarının *Peptococcus* seviyesini düşürmenin yanında kilo alımını ve yağ dokusu iltihaplanmasını azalttığı da saptanmıştır. Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, genel olarak bu preparatların bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde değiştirdiği sonucuna varılmıştır.

## Bal

Baldaki polifenoller, balın görünümü ve fonksiyonel özellikleri bakımından önemli etkilere sahiptir [164]. Baldaki, ana polifenoller flavonoidlerdir [165, 166]. Balda bulunan polifenollerin, çeşitli şekillerde nörodejeneratif hastalıklara karşı etkileri;

1. Nöronları oksidatif stresten korumak [167],
2. Nöronları A $\beta$  kaynaklı nöronal yaralanma ve nörotoksiteden korumak [168],
3. Hipokampal hücreleri nitrik okside bağlı toksisiteye karşı korumak [169],
4. Nöronal ve glial hücre sinyal yollarını düzenlemek [170] şeklinde sıralanabilir.

Balda bulunan bir polifenol olan luteolin mikroglia ile indüklenen nöronal hücre ölümüne karşı nöroprotektif aktivite sergilemektedir. Yaşlı sıçanların hipokampusunda yapılan bir çalışmada luteolin; mikroglia ile ilişkili iltihaplanmanın önlenmesiyle mekansal çalışma hafızasını arttıran bir flavonoid olduğu bildirilmiştir [171]. Luteolin, sinaptik fonksiyonu koruyarak nörodejeneratif hastalıklarda, bazal sinaptik aktarımı arttırdığı ve böylece hafızanın güçlenmesine katkıda bulunduğu bilinmektedir [172].

## Çay

*Camellia sinensis* bitkisinin yapraklarından elde edilen çayın polifenol içeriği oksidatif fermantasyon derecesine bağlı olarak değişmektedir. Çaydaki en baskın polifenoller kateşinler ve theaflavinlerdir. Çay yapraklarının fermantasyonu ile üretilen siyah çaya, turuncu-kırmızı rengini theaflavin denen sekonder polifenoller vermektedir. Theaflavinler antibakteriyel özellik göstererek midede problem çıkaran *Helicobacter pylori*'nin gelişimini inhibe etmektedir [173, 174]. Çay polifenoller hücrelerde lipid birikimini azaltıp, bağırsak mikrobiyotasını modüle ederek obeziteye karşı koruyucu bir etki göstermektedir [175]. Çaylardan elde edilen polifenoller, faydalı bakterilerin çoğalmasını teşvik ederken; *Bacteroides*, *Prevotella* ve *Clostridium histolyticum* seviyelerini azaltmaktadır. Yine çay polifenollerinin KZYA seviyesini arttırdığı da bilinmektedir [176, 177]. Çay tüketimi ile bağırsakta amonyak ve diğer zararlı aminleri sentezleyen *Enterobacteriaceae* üyelerinin sayısı azalmaktadır. Buna karşın çay tüketimiyle, organik asit üreterek intestinal pH'yı düşürebilen *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* sayılarında ise artış gözlenmektedir [178]. Çay fenoliklerinin nöral hastalıklara karşı koruyucu etkileri de bulunmaktadır. Örneğin çay flavonoidleri, antioksidan özelliğiyle nörolojik fonksiyonlarda düzensizliğe neden olan oksidatif stresi önleyebilmektedir [179]. Weinreb ve ark. [180] tarafından yapılan çalışmada, yeşil çayda bulunan epigallokateşingallatin serbest radikal temizleme ve demir bağlama yeteneğiyle antioksidan enzimlerin çalışmasını düzenleyerek, Alzheimer ve Parkinson gibi nöral hastalıklara karşı koruyucu etki gösterebilmektedir.

## Şarap

Kırmızı şarapta bulunan polifenoller; antosiyaninler, flavan-3-ols, gallik asit ve stilbenlerdir [181,182]. Literatürdeki mevcut çalışmalar kırmızı şarap özütlerinin; *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacteroides* ve *Ruminococcus spp.*'nin gelişimini desteklerken, *C. histolyticum* grubunu inhibe ettiği bildirilmiştir [10, 182-185]. Moreno-Indias ve ark. [186] tarafından yapılan bir çalışmada 10 kişilik metabolik sendrom hastası grubu ve 10 kişilik sağlıklı kontrol grubu, 30 gün boyunca alkollü kırmızı şarap ve alkollü giderilmiş kırmızı şarap tüketmiştir. Çalışma sonucunda kırmızı şarap polifenollerinin metabolik sendrom hastalarında, lipopolisakkarit üretme yeteneğine sahip olan ve gelişimi istenmeyen *Escherichia coli* ve *Enterobacter cloacae* sayısını azalttığı bulgulanmıştır. Öte yandan bağırsak epitelini koruyucu etki gösteren *Bifidobacteria*, *Lactobacillus* ve bütirat üretebilen *Faecalibacterium prausnitzii* ve *Roseburia* miktarının önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir. Çalışmada kırmızı şarabın; bağırsak mikrobiyotasının modülasyonu, metabolik sendrom ve obezite ile ilişkili hastalıkların kontrolünde etkili bir gıda olabileceği sonucuna varılmıştır. Kırmızı şarap tüketiminin mikrobiyota kompozisyonu üzerine etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada ise bağırsak mikrobiyotasında *Enterococcus*, *Prevotella*, *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Bacteroides uniformis*, *Eggerthella lenta*, *Blautia coccooides* ve *Eubacterium rectale* sayılarında anlamlı bir artış olduğu bulgulanmıştır. [187]. Özetle tüm bu çalışmalar, şarap polifenollerinin, mikrobiyota kompozisyonunu değiştirebildiğini, bu sayede sağlık üzerinde olumlu etkiler göstererek çeşitli hastalıklara karşı koruyucu olabileceğini göstermektedir.

## Kakao

Kakao, flavanoller başta olmak üzere polifenoller açısından oldukça zengin bir gıdadır [188]. Kakao çekirdeği polifenoller arasında kateşin (%37), antosiyanin (%4) ve prosiyanidinler (%58) yer almaktadır [189]. Wang ve ark. [190] tarafından yapılan bir araştırmada, yüksek prosiyanidin ve epikateşin ihtiva eden kakao tozu veya çikolata tüketiminin, insan plazmasının antioksidan aktivitesini arttırdığı belirlenmiştir. Baba ve ark. [191] yaptıkları bir çalışmada, farelerin kakao tozu tüketimleri ile beraber kan plazmalarının antioksidan kapasitelerinin ve oksidan ajanların sebep olduğu eritrosit hemoliz dirençlerinin arttığını bildirilmiştir. Kakao polifenollerini in vivo ortamda, nitrik oksit (NO) biyoyararlılığını arttırmaktadır. Bu durum kardiyovasküler sistem için koruyucu özellik göstermektedir. Yapılan bir çalışmada üç hafta boyunca günlük 50 g bitter çikolata tüketiminin ardından plateletlerde (trombosit) NO üretiminin arttığı saptanmıştır [192].

## Soya Fasulyesi

İzoflavonlar soya ve soya ürünlerinde en bol bulunan polifenollerdir. İzoflavonların; antioksidan, antikanser ve anti-enflamatuvar özelliklere sahip olduğu bilinmektedir [193]. Glikozit formda bulunan soya izoflavonları, aglikon formuna dönüşümü sonucu bağırsak epitel hücre

membranlarından daha kolay geçebilmektedir. Bu dönüşüm, ince bağırsaktaki  $\beta$ -glukozidaz enzimi ve kalın bağırsaktaki *Bifidobacterium* aktivitesi ile gerçekleşmektedir. Soya izoflavonlarının aglikon türlerine parçalanması sonucunda biyoyararlıklarında artış meydana gelmektedir [194]. Soya fasulyesinde bulunan izoflavonlardan biri olan genistein, tümör hücrelerinin beslenebilmesi için gerekli olan yeni kılcal damarların oluşumunu önleyerek kanseri engelleyici etki göstermektedir [195]. Asya ülkelerinde 2000'li yıllarda yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, göğüs, prostat, kolon kanseri, kardiyovasküler rahatsızlıklar, menopoz ve osteropoz riskindeki azalmanın soya fasulyesi tüketimi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir [196].

## SONUÇ

Antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip olan polifenoller; kalın bağırsakta kolonize olan mikrobiyota tarafından fermentasyona uğramaktadır. Fermentasyon sonucu üretilen KZYA'lar bağırsakta patojen kolonizasyonunu engellenmenin yanında bazı spesifik türlerin gelişimine de katkı sağlamaktadır. Bu kapsamda polifenoller, bağırsak mikrobiyota kompozisyonunu modüle etme yeteneğine sahiptir. Bağırsak mikrobiyotasının metabolik aktivitesi sonucu beyinde nörotransmitter görevi gören bazı nöroaktif maddeler sentezlenmektedir. Bu maddeler ruh hali ve bilişi düzenleyebilmekte ve seviyelerindeki değişiklikler psikolojik ve nörolojik rahatsızlıklara sebebiyet vermektedir. Bu yönüyle polifenoller dolaylı olarak beyin aktivitesini etkileyebilmekte ve nörolojik hastalık riskini azaltmaktadır.

Bağırsak mikrobiyotasındaki çeşitlilik ve simbiyotik ilişkilerin kaybıyla gözlenen disbiyozis durumunda, beyin-bağırsak hattında dengesizlikler oluşmaktadır. Oluşan dengesizlikler sonucunda; beyin aktivitesinde düzensizlikler, duygudurum bozuklukları gibi bazı nörolojik rahatsızlıklar görülmektedir. Beyin-bağırsak hattındaki dengesizlikleri engellemek ve nörolojik bozuklukların önüne geçebilmek için polifenol içeriğince zengin bir diyeteye ihtiyaç vardır.

Klinik insan ve hayvan çalışmalarında; meyve, sebze, baharat, bal, şarap, çay, kakao ve soya fasulyesi gibi polifenol içeriği zengin gıdaların bağırsak mikrobiyota kompozisyonu üzerine etkileri incelenmiştir. Polifenolce zengin gıdaların bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde etkileyerek obezite kontrolü, antikanser özellik, enflamasyonun engellenmesi, insülin direncinin azalması, nörodejeneratif ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi gibi insan sağlığına faydalı etkiler gösterdiği ortaya konmaktadır. Ayrıca polifenol tüketiminin nörolojik hastalıklar üzerine etkisinin araştırıldığı birçok çalışma da mevcuttur. Son yıllarda sıkça görülen Alzheimer, Parkinson ve otizm gibi nörolojik/nörodejeneratif hastalıklarda, mikrobiyota kompozisyonunun ve aktivitesinin önemi büyüktür. Polifenoller, disbiyozisi önlemesi ve serbest radikalleri nötralize etmesi ile bahsedilen nörolojik hastalıklara karşı gösterdiği koruyucu etkiler sayesinde bu

hastalıkların semptomlarının azaltılmasında etkili olabilmektedir.

Sonuç olarak, mikrobiyotayı değiştirip düzenleyebilen ve bağırsak iltihabını engelleyen polifenollerin nöroenflamasyonun azaltılmasının yanı sıra bilişsel işlevlerin gelişimini destekleyici nöroprotektif etkileri sayesinde nörolojik bozuklukların önlenmesinde umut verici nutrasötikler olduğu düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Pandey, K.B., Rizvi, S.I. (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(5), 270-278.
- [2] Oksana, S., Marian, B., Mahendra, R., Hong B.S. (2012). Plant phenolic compounds for food, pharmaceutical and cosmetics production. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(13), 2526-2539.
- [3] Talay, R., Erdoğan, Ü. (2018). Fenolik bileşenler ve bağırsak bakterileri arasında karşılıklı etkileşim. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (11), 1562-1568.
- [4] Selamoğlu, Z. (2017). Polyphenolic compounds in human health with pharmacological properties. *Journal of Traditional Medicine & Clinical Naturopathy*, 6(4).
- [5] Filosa, S., Di Meo, F., Crispi, S. (2018). Polyphenols-gut microbiota interplay and brain neuromodulation. *Neural Regeneration Research*, 13(12), 2055-2059.
- [6] Di Meo, F., Donato, S., Di Pardo, A., Maglione, V., Filosa, S., Crispi, S. (2018). New therapeutic drugs from bioactive natural molecules: The role of gut microbiota metabolism in neurodegenerative diseases. *Current Drug Metabolism*, 19(6), 478-489.
- [7] Özer, M., Özyurt, G., Telloğlu Harsa, Ş. (2019). Probiyotik ve prebiyotiklerin bağırsak-beyin aksına etkisi. *Akademik Gıda*, 17 (2), 269–280.
- [8] Şahin, A. (2011). Hastalıkta ve sağlıkta gastrointestinal flora: Mikrobiyota. *Güncel Gastroenteroloji*, 22(3),156-166.
- [9] Cueva, C., Sánchez, G.-I., Moreno-Arribas, M.V., Sualdea, B.B. (2016). Interactions between wine polyphenols and gut microbiota. In: Wine Safety, Consumer Preference, and Human Health, Edited by M.V. Moreno-Arribas, B. Bartolomé Sualdea, Springer International Publishing Switzerland, 259-278p.
- [10] Dueñas, M., Muñoz-González, I., Cueva, C., Jiménez-Girón, A., Sánchez-Patán, F., Santos-Buelga, C., M. Moreno-Arribas, V., Bartolomé, Begofia. (2015). A survey of modulation of gut microbiota by dietary polyphenols. *BioMed Research International*, 2015, 1-15.
- [11] Bonaccio, M., Pounis, G., Cerletti, C., Donati, M.B., Iacoviello, L., de Gaetano, G. (2017). Mediterranean diet, dietary polyphenols and low grade inflammation: Results from the MOLI-SANI study. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 83(1), 107-113.
- [12] Liu, X.M., Liu, Y.J., Huang, Y., Yu, H.J., Yuan, S., Tang, B.W., Wang, P.G., He, Q.Q. (2017). Dietary total flavonoids intake and risk of mortality from all causes and cardiovascular disease in the general population: A systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Molecular Nutrition and Food Research*, 61(6), 12-30.
- [13] Mitjavila, M.T., Moreno, J.J. (2012). The effects of polyphenols on oxidative stress and the arachidonic acid cascade. Implications for the prevention/treatment of high prevalence diseases. *Biochemical Pharmacology*, 84(9), 1113-1122.
- [14] Özenoğlu, A. (2018). Duygu durumu, besin ve beslenme ilişkisi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(4), 357-365.
- [15] Alagöz, A.N. (2017). Mikrobiyota ve nörodejenerasyon. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1, 115-122.
- [16] Collins, S.M., Surette, M., Bercik, P. (2012). The interplay between the intestinal microbiota and the brain. *Nature Reviews Microbiology*, 10(11), 735-742.
- [17] Adak, A., Khan, M.R. (2019). An insight into gut microbiota and its functionalities. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 76(3), 473-493.
- [18] Shahidi, F., Ho, C.T. (2005). Phenolics in food and natural health products: An overview. *ACS Symposium Series*, 2, 1-8.
- [19] Vermerris, W., Nicholson, R. (2006). Phenolic compound biochemistry. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- [20] Rahman, I., Biswas, S.K., Kirkham, P.A. (2006). Regulation of inflammation and redox signaling by dietary polyphenols. *Biochemical Pharmacology*, 72(11), 1439-1452.
- [21] Romier, B., Schneider, Y.J., Larondelle, Y., During, A. (2009). Dietary polyphenols can modulate the intestinal inflammatory response. *Nutrition Reviews*, 67(7), 363-378.
- [22] Del Rio, D., Rodriguez-Mateos, A., Spencer, J.P.E., Tognolini, M., Borges, G., Crozier, A. (2013). Dietary (poly)phenolics in human health: Structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. *Antioxidants and Redox Signaling*, 18(14), 1818-1892.
- [23] Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L. (2004). Polyphenols: Food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.
- [24] Acar, J., Gökmen, V. (2014). Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddeleri. İçinde Gıda Kimyası, Editör Saldamlı, İ. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 557-587p.
- [25] Cemeröğlu, B. (2016). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Bizim Grup Basımevi, Ankara.
- [26] Campos, P.B., Paulsen, B.S., Rehen, S.K. (2014). Accelerating neuronal aging in *in vitro* model brain disorders: A focus on reactive oxygen species. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6(292), 1-10.
- [27] Gu, F., Chauhan, V., Chauhan, A. (2015). Glutathione redox imbalance in brain disorders.

- Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 18(1), 89-95.
- [28] Moldovan, L., Moldovan, N.I. (2004). Oxygen free radicals and redox biology of organelles. *Histochemistry and Cell Biology*, 122(4), 395-412.
- [29] Duthie, G., Crozier, A. (2000). Plant-derived phenolic antioxidants. *Current Opinion in Lipidology*, 11(1), 43-47.
- [30] Akagawa, M., Shigemitsu, T., Suyama, K. (2003). Production of hydrogen peroxide by polyphenols and polyphenol-rich beverages under quasi-physiological conditions. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 67(12), 2632-2640.
- [31] Ikigai, H., Nakae, T., Hara, Y., Shimamura, T. (1993). Bactericidal catechins damage the lipid bilayer. *BBA - Biomembranes*, 1147(1), 132-136.
- [32] Fraga, C.G., Galleano, M., Verstraeten, S. V., Oteiza, P.I. (2010). Basic biochemical mechanisms behind the health benefits of polyphenols. *Molecular Aspects of Medicine*, 31(6), 435-445.
- [33] Colin, D., Limagne, E., Jeanningros, S., Jacquelin, A., Lizard, G., Athias, A., Gambert, P., Hichami, A., Latruffe, N., Solary, E., Delmas, D. (2011). Endocytosis of resveratrol via lipid rafts and activation of downstream signaling pathways in cancer cells. *Cancer Prevention Research*, 4(7), 1095-1106.
- [34] Tomás-Barberán, F.A., Selma, M. V., Espín, J.C. (2016). Interactions of gut microbiota with dietary polyphenols and consequences to human health. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 19(6), 471-476.
- [35] Costabile, A., Klinder, A., Fava, F., Napolitano, A., Fogliano, V., Leonard, C., Gibson, G.R., Tuohy, K.M. (2008). Whole-grain wheat breakfast cereal has a prebiotic effect on the human gut microbiota: A double-blind, placebo-controlled, crossover study. *British Journal of Nutrition*, 99(1), 110-120.
- [36] Martínez, I., Lattimer, J.M., Hubach, K.L., Case, J.A., Yang, J., Weber, C.G., Louk, J.A., Rose, D.J., Kyureghian G., Peterson D.A., Haub M.D., Walter J. (2013). Gut microbiome composition is linked to whole grain-induced immunological improvements. *ISME Journal*, 7(2), 269-280.
- [37] Tanaka, S., Yamamoto, K., Yamada, K., Furuya, K., Uyeno, Y. (2016). Relationship of enhanced butyrate production by colonic butyrate-producing bacteria to immunomodulatory effects in normal mice fed an insoluble fraction of *Brassica rapa L.* *Applied and Environmental Microbiology*, 82(9), 2693-2699.
- [38] Uyeno, Y., Katayama, S., Nakamura, S. (2014). Changes in mouse gastrointestinal microbial ecology with ingestion of kale. *Beneficial Microbes*, 5(3), 345-349.
- [39] Vaiserman, A.M., Koliada, A.K., Marotta, F. (2017). Gut microbiota: A player in aging and a target for anti-aging intervention. *Ageing Research Reviews*, 35(2007), 36-45.
- [40] Buddington, R.K., Sangild, P.T. (2011). Companion animals symposium: Development of the mammalian gastrointestinal tract, the resident microbiota, and the role of diet in early life. *Journal of Animal Science*, 89(5), 1506-1519.
- [41] Tremaroli, V., Bäckhed, F. (2012). Functional interactions between the gut microbiota and host metabolism. *Nature*, 489(7415), 242-249.
- [42] Mariat, D., Firmesse, O., Levenez, F., Guimaraes, V.D., Sokol, H., Doré, J., Corthier, G., Furet, J.P. (2009). The *Firmicutes/Bacteroidetes* ratio of the human microbiota changes with age. *BMC Microbiology*, 9(123), 1-6.
- [43] Tiitonen, K., Ouwehand, A.C., Rautonen, N. (2010). Human intestinal microbiota and healthy ageing. *Ageing Research Reviews*, 9(2), 107-116.
- [44] Lepage, P., Leclerc, M.C., Joossens, M., Mondot, S., Blottière, H.M., Raes, J., Ehrlich, D., Dore, J. (2013). A metagenomic insight into our gut's microbiome. *Gut*, 62(1), 146-158.
- [45] Zimmer, J., Lange, B., Frick, J.S., Sauer, H., Zimmermann, K., Schwartz, A., Rusch, K., Klosterhalfen, S., Enck, P. (2012). A vegan or vegetarian diet substantially alters the human colonic faecal microbiota. *European Journal of Clinical Nutrition*, 66(1), 53-60.
- [46] Sekirov, I., Russell, S.L., Caetano M Antunes, L., Finlay, B.B. (2010). Gut microbiota in health and disease. *Physiological Reviews*, 90(3), 859-904.
- [47] Chung, H., Pamp, S.J., Hill, J.A., Surana, N.K., Edelman, S.M., Troy, E.B., Reading, N.C., Villablanca, E.J., Wang, S., Mora, J.R., Umesaki, Y., Mathis, D., Benoist, C., Relman, D.A., Kasper, D.L. (2012). Gut immune maturation depends on colonization with a host-specific microbiota. *Cell*, 149(7), 1578-1593.
- [48] Rowland, I., Gibson, G., Heinken, A., Scott, K., Swann, J., Thiele, I., Tuohy, K. (2018). Gut microbiota functions: metabolism of nutrients and other food components. *European Journal of Nutrition*, 57(1), 1-24.
- [49] Collino, S., Montoliu, I., Martin, F.P.J., Scherer, M., Mari, D., Salvioli, S., Bucci, L., Ostan, R., Monti, D., Biagi, E., Brigidi, P., Franceschi, C., Rezzi, S. (2013). Metabolic signatures of extreme longevity in northern Italian centenarians reveal a complex remodeling of lipids, amino acids, and gut microbiota metabolism. *PLoS ONE*, 8(3), 1-12.
- [50] Cario, E., Gerken, G., Podolsky, D.K. (2007). Toll-like receptor 2 controls mucosal inflammation by regulating epithelial barrier function. *Gastroenterology*, 132(4), 1359-1374.
- [51] Espín, J.C., González-Sarrías, A., Tomás-Barberán, F.A. (2017). The gut microbiota: A key factor in the therapeutic effects of (poly)phenols. *Biochemical Pharmacology*, 139, 82-93.
- [52] Conlon, M.A., Bird, A.R. (2015). The impact of diet and lifestyle on gut microbiota and human health. *Nutrients*, 7(1), 17-44.
- [53] Krishnan, S., Alden, N., Lee, K. (2015). Pathways and functions of gut microbiota metabolism impacting host physiology. *Current Opinion in Biotechnology*, 36, 137-145.
- [54] Dominguez-Bello, M.G., Costello, E.K.,

- Contreras, M., Magris, M., Hidalgo, G., Fierer, N., Knight, R. (2010). Delivery mode shapes the acquisition and structure of the initial microbiota across multiple body habitats in newborns. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(26), 11971-11975.
- [55] Azad, M.B., Konya, T., Maughan, H., Guttman, D.S., Field, C.J., Chari, R.S., Sears, M.R., Becker, A.B., Scott, J.A., Kozyrskyj, A.L. (2013). Gut microbiota of healthy Canadian infants: Profiles by mode of delivery and infant diet at 4 months. *Canadian Medical Association Journal*, 185 (5), 373-374.
- [56] Roger, L.C., Costabile, A., Holland, D.T., Hoyles, L., McCartney, A.L. (2010). Examination of faecal *Bifidobacterium* populations in breast- and formula-fed infants during the first 18 months of life. *Microbiology*, 156(11), 3329-3341.
- [57] De Filippo, C., Cavalieri, D., Di Paola, M., Ramazzotti, M., Poullet, J.B., Massart, S., Collini, S., Pieraccini, G., Lionetti, P. (2010). Impact of diet in shaping gut microbiota revealed by a comparative study in children from Europe and rural Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(33), 14691-14696.
- [58] Young, V.B., Schmidt, T.M. (2004). AAD accompanied by large-scale alterations in the composition of the fecal microbiota. *Journal of Clinical Microbiology*, 42(3), 1203-1206.
- [59] Jernberg, C., Löfmark, S., Edlund, C., Jansson, J.K. (2007). Long-term ecological impacts of antibiotic administration on the human intestinal microbiota. *ISME Journal*, 1(1), 56-66.
- [60] Claesson, M.J., Jeffery, I.B., Conde, S., Power, S.E., O'Connor, E.M., Cusack, S., Harris, H.M., Coakley, M., Lakshminarayanan, B., O'Sullivan, O., Fitzgerald, G.F., Deane, J., O'Connor, M., Harnedy, N., O'Connor, K., O'Mahony, D., van Sinderen, D., Wallace, M., Brennan, L., Stanton, C., Marchesi, J.R., Fitzgerald, A.P., Shanahan, F., Hill, C., Ross, R.P., O'Toole, P.W. (2012). Gut microbiota composition correlates with diet and health in the elderly. *Nature*, 488(7410), 178-184.
- [61] Moon, C., Baldrige, M.T., Wallace, M.A., Burnham, C.A.D., Virgin, H.W., Stappenbeck, T.S. (2015). Vertically transmitted faecal IgA levels determine extra-chromosomal phenotypic variation. *Nature*, 521(7550), 90-93.
- [62] Bengmark, S. (2013). Gut microbiota, immune development and function. *Pharmacological Research*, 69(1), 87-113.
- [63] Zhu, X., Han, Y., Du, J., Liu, R., Jin, K., Yi, W. (2017). Microbiota-gut-brain axis and the central nervous system. *Oncotarget*, 8(32), 53829-53838.
- [64] Iyer, L.M., Aravind, L., Coon, S.L., Klein, D.C., Koonin, E.V. (2004). Evolution of cell-cell signaling in animals: Did late horizontal gene transfer from bacteria have a role? *Trends in Genetics*, 20(7), 292-299.
- [65] Yunes, R.A., Poluektova, E.U., Dyachkova, M.S., Klimina, K.M., Kovtun, A.S., Averina, O.V., Orlova, V.S., Danilenko, V.N. (2016). GABA production and structure of gadB/gadC genes in *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains from human microbiota. *Anaerobe*, 42, 197-204.
- [66] Lyte, M. (2011). Probiotics function mechanistically as delivery vehicles for neuroactive compounds: Microbial endocrinology in the design and use of probiotics. *BioEssays*, 33(8), 574-581.
- [67] Nzakizwanayo, J., Dedi, C., Standen, G., Macfarlane, W.M., Patel, B.A., Jones, B.V. (2015). *Escherichia coli* Nissle 1917 enhances bioavailability of serotonin in gut tissues through modulation of synthesis and clearance. *Scientific Reports*, 5(17324), 1-13.
- [68] Higuchi, T., Hayashi, H., Abe, K. (1997). Exchange of glutamate and  $\gamma$ -aminobutyrate in a *Lactobacillus* strain. *Journal of Bacteriology*, 179(10), 3362-3364.
- [69] Ting Wong, C.G., Bottiglieri, T., Snead, O.C. (2003). GABA,  $\gamma$ -hydroxybutyric acid, and neurological disease. *Annals of Neurology*, 54(6), 3-12.
- [70] Möhler, H. (2012). The GABA system in anxiety and depression and its therapeutic potential. *Neuropharmacology*, 62(1), 42-53.
- [71] Auteri, M., Zizzo, M.G., Serio, R. (2015). GABA and GABA receptors in the gastrointestinal tract: From motility to inflammation. *Pharmacological Research*, 93, 11-21.
- [72] Kalueff, A.V., Nutt, D.J. (2007). Role of GABA in anxiety and depression. *Depression and Anxiety*, 24, 495-517.
- [73] Boonstra, E., de Kleijn, R., Colzato, L.S., Alkemade, A., Forstmann, B.U., Nieuwenhuis, S. (2015). Neurotransmitters as food supplements: The effects of GABA on brain and behavior. *Frontiers in Psychology*, 6, 6-11.
- [74] Shiah, I.S., Yatham, L.N. (1998). GABA function in mood disorders: An update and critical review. *Life Sciences*, 63(15), 1289-1303.
- [75] Yalçınkaya, S., Başığit, G., Gül, Ç. (2019). The importance of gamma aminobutyric acid produced by lactic acid bacteria. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(8), 1094-1099.
- [76] Zhang, R., Miller, R.G., Gascon, R., Champion, S., Katz, J., Lancero, M., Narvaez, A., Honrada, R., Ruvalcaba, D., McGrath, M.S. (2009). Circulating endotoxin and systemic immune activation in sporadic amyotrophic lateral sclerosis (sALS). *Journal of Neuroimmunology*, 206(1-2), 121-124.
- [77] Tack, J., Broekaert, D., Fischler, B., Van Oudenhove, L., Gevers, A.M., Janssens, J. (2006). A controlled crossover study of the selective serotonin reuptake inhibitor citalopram in irritable bowel syndrome. *Gut*, 55(8), 1095-1103.
- [78] White, B.A., Horwath, C.C., Conner, T.S. (2013). Many apples a day keep the blues away - daily experiences of negative and positive affect and food consumption in young adults. *British Journal of Health Psychology*, 18(4), 782-798.



- [79] Brown, A.J., Goldsworthy, S.M., Barnes, A.A., Eilert, M.M., Tcheang, L., Daniels, D., Muir, A.I., Wigglesworth, M.J., Kinghorn, I., Fraser, N.J., Pike, N.B., Strum, J.C., Steplewski, K.M., Murdock, P.R., Holder, J.C., Marshall, F.H., Szekeres, P.G., Wilson, S., Ignar, D.M., Foord, S.M., Wise, A., Dowell, S.J. (2003). The orphan G protein-coupled receptors GPR41 and GPR43 are activated by propionate and other short chain carboxylic acids. *Journal of Biological Chemistry*, 278(13), 11312-11319.
- [80] Macfarlane, G.T., Macfarlane, S. (2012). Probiotic and prebiotic applications for vaginal health. *Journal of AOAC International*, 95(1), 5-24.
- [81] Adams, J.B., Johansen, L.J., Powell, L.D., Quig, D., Rubin, R.A. (2011). Gastrointestinal flora and gastrointestinal status in children with autism - comparisons to typical children and correlation with autism severity. *BMC Gastroenterology*, 11(22), 1-13.
- [82] Sherwin, E., Rea, K., Dinan, T.G., Cryan, J.F. (2016). A gut (microbiome) feeling about the brain. *Current Opinion in Gastroenterology*, 32(2), 96-102.
- [83] Williamson, G., Clifford, M.N. (2010). Colonic metabolites of berry polyphenols: The missing link to biological activity? *British Journal of Nutrition*, 104(3), 48-66.
- [84] Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., Rémésy, C. (2005). Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 230-242.
- [85] Bowey, E., Adlercreutz, H., Rowland, I. (2003). Metabolism of isoflavones and lignans by the gut microflora: A study in germ-free and human flora associated rats. *Food and Chemical Toxicology*, 41(5), 631-636.
- [86] Aura, A.M., Martin-Lopez, P., O'Leary, K.A., Williamson, G., Oksman-Caldentey, K.M., Poutanen, K., Santos-Buelga, C. (2005). *In vitro* metabolism of anthocyanins by human gut microflora. *European Journal of Nutrition*, 44(3), 133-142.
- [87] Guergoletto, K.B., Costabile, A., Flores, G., Garcia, S., Gibson, G.R. (2016). *In vitro* fermentation of juçara pulp (*Euterpe edulis*) by human colonic microbiota. *Food Chemistry*, 196, 251-258.
- [88] Sudo, N., Chida, Y., Aiba, Y., Sonoda, J., Oyama, N., Yu, X.N., Kubo, C., Koga, Y. (2004). Postnatal microbial colonization programs the hypothalamic-pituitary-adrenal system for stress response in mice. *Journal of Physiology*, 558(1), 263-275.
- [89] Savignac, H.M., Corona, G., Mills, H., Chen, L., Spencer, J.P., Tzortzis, G., Burnet, P.W. (2013). Prebiotic feeding elevates central brain derived neurotrophic factor, N-methyl-d-aspartate receptor subunits and d-serine. *Neurochemistry International*, 63(8), 756-764.
- [90] Alherz, F., Alherz, M., Almusawi, H. (2017). NMDAR hypofunction and somatostatin-expressing GABAergic interneurons and receptors: A newly identified correlation and its effects in schizophrenia. *Schizophrenia Research: Cognition*, 8(2017), 1-6.
- [91] Petschow, B., Doré, J., Hibberd, P., Dinan, T., Reid, G., Blaser, M., Cani, P.D., Degnan, F.H., Foster, J., Gibson, G., Hutton, J., Klaenhammer, T.R., Ley, R., Nieuwdorp, M., Pot, B., Relman, D., Serazin, A., Sanders, M.E. (2013). Probiotics, prebiotics, and the host microbiome: The science of translation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1306(1), 1-17.
- [92] Özkay, Ü.D., Öztürk, Y., Can, Ö.D. (2011). Yaşlanan dünyanın hastalığı: Alzheimer hastalığı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 18(8), 35-42.
- [93] Ertekin-Taner, N. (2007). Genetics of Alzheimer's disease: A centennial review. *NIH Public Access*, 28(3), 1-43.
- [94] Friedland, R.P. (2015). Mechanisms of molecular mimicry involving the microbiota in neurodegeneration. *Journal of Alzheimer's Disease*, 45(2), 349-362.
- [95] Clarke, J.R., Lyra E Silva, N.M., Figueiredo, C.P., Frozza, R.L., Ledo, J.H., Beckman, D., Katashima, C.K., Razolli, D., Carvalho, B.M., Frazão, R., Silveira, M.A., Ribeiro, F.C., Bomfim, T.R., Neves, F.S., Klein, W.L., Medeiros, R., LaFerla, F.M., Carnevali, J.B., Saad, M.J., Munoz, D.P., Velloso, L.A., Ferreira, S.T., De Felice, F.G. (2015). Alzheimer-associated A $\beta$  oligomers impact the central nervous system to induce peripheral metabolic deregulation. *EMBO Molecular Medicine*, 7(2), 190-210.
- [96] Cirrito, J.R., Disabato, B.M., Restivo, J.L., Verges, D.K., Goebel, W.D., Sathyan, A., Hayreh, D., D'Angelo, G., Benzinger, T., Yoon, H., Kim, J., Morris, J.C., Mintun, M.A., Shelton, Y.I. (2011). Serotonin signaling is associated with lower amyloid- $\beta$  levels and plaques in transgenic mice and humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(36), 14968-14973.
- [97] Gareau, M.G., Wine, E., Rodrigues, D.M., Cho, J.H., Whary, M.T., Philpott, D.J., Macqueen, G., Sherman, P.M. (2011). Bacterial infection causes stress-induced memory dysfunction in mice. *Gut*, 60(3), 307-317.
- [98] Mancuso, C., Santangelo, R. (2018). Alzheimer's disease and gut microbiota modifications: The long way between preclinical studies and clinical evidence. *Pharmacological Research*, 129, 329-336.
- [99] Clavel, T., Fallani, M., Lepage, P., Levenez, F., Mathey, J., Rochet, V., Sérézat, M., Sutren, M., Henderson, G., Bennetau-Pelissero, C., Tondut, F., Blaut, M., Doré, J., Coxam, V. (2005). Isoflavones and functional foods alter the dominant intestinal microbiota in postmenopausal women. *The Journal of Nutrition*, 135(12), 2786-2792.
- [100] Cuervo, A., Valdés, L., Salazar, N., De Los Reyes-Gavilán, C.G., Ruas-Madiedo, P., Gueimonde, M., González, S. (2014). Pilot study

- of diet and microbiota: Interactive associations of fibers and polyphenols with human intestinal bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(23), 5330-5336.
- [101] Shinohara, K., Ohashi, Y., Kawasumi, K., Terada, A., Fujisawa, T. (2010). Effect of apple intake on fecal microbiota and metabolites in humans. *Anaerobe*, 16(5), 510-515.
- [102] Tzounis, X., Rodriguez-Mateos, A., Vulevic, J., Gibson, G.R., Kwik-Urbe, C., Spencer, J.P. (2011). Prebiotic evaluation of cocoa-derived flavanols in healthy humans by using a randomized, controlled, double-blind, crossover intervention study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 91, 62-72.
- [103] Houser, M.C., Chang, J., Factor, S.A., Molho, E.S., Zabetian, C.P., Hill-Burns, E.M., Payami, H., Hertzberg, V.S., Tansey, M.G. (2018). Stool immune profiles evince gastrointestinal inflammation in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 33(5), 793-804.
- [104] Ojetti, V., Ianiro, G., Tortora, A., D'Angelo, G., Di Rienzo, T.A., Bibbò, S., Migneco, A., Gasbarrini, A. (2014). The effect of *Lactobacillus reuteri* supplementation in adults with chronic functional constipation: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of Gastrointestinal and Liver Diseases*, 23(4), 387-391.
- [105] Wu, X., Chen, P.S., Dallas, S., Wilson, B., Block, M.L., Wang, C.C., Kinyamu, H., Lu, N., Gao, X., Leng, Y., Chuang, D.M., Zhang, W., Lu, R.B., Hong, J.S. (2008). Histone deacetylase inhibitors up-regulate astrocyte GDNF and BDNF gene transcription and protect dopaminergic neurons. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 11(8), 1123-1134.
- [106] Achour, I., Arel-Dubeau, A.M., Renaud, J., Legrand, M., Attard, E., Germain, M., Martinoli, M.G. (2016). Oleuropein prevents neuronal death, mitigates mitochondrial superoxide production and modulates autophagy in a dopaminergic cellular model. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(8), 1-17.
- [107] Lord, C., Elsabbagh, M., Baird, G., Veenstra-Vanderweele, J. (2018). Autism spectrum disorder. *The Lancet*, 392(10146), 508-520.
- [108] Serra, D., Almeida, L.M., Dinis, T.C.P. (2019). Polyphenols in the management of brain disorders: Modulation of the microbiota-gut-brain axis. *Advances in Food and Nutrition Research*, 1043-4526.
- [109] Berding, K., Donovan, S.M. (2016). Microbiome and nutrition in autism spectrum disorder: Current knowledge and research needs. *Nutrition Reviews*, 74(12), 723-736.
- [110] Hsiao, E.Y. (2014). Gastrointestinal issues in autism spectrum disorder. *Harvard Review of Psychiatry*, 22(2), 104-111.
- [111] De Magistris, L., Familiari, V., Pascotto, A., Sapone, A., Frolli, A., Iardino, P., Carteni, M., De Rosa, M., Francavilla, R., Riegler, G., Militerni, R., Bravaccio, C. (2010). Alterations of the intestinal barrier in patients with autism spectrum disorders and in their first-degree relatives. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 51(4), 418-424.
- [112] Marler, S., Ferguson, B.J., Lee, E.B., Peters, B., Williams, K.C., McDonnell, E., Macklin, E.A., Levitt, P., Gillespie, C.H., Anderson, G.M., Margolis, K.G., Beversdorf, D.Q., Veenstra-VanderWeele, J. (2016). Brief report: Whole blood serotonin levels and gastrointestinal symptoms in autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(3), 1124-1130.
- [113] Serra, D., Almeida, L.M., Dinis, T.C.P. (2019). Polyphenols as food bioactive compounds in the context of Autism Spectrum Disorders: A critical mini-review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 102 (July), 290-298.
- [114] Jardim, F.R., De Rossi, F.T., Nascimento, M.X., Da Silva Barros, R.G., Borges, P.A., Prescilio, I.C., De Oliveira, M.R. (2018). Resveratrol and brain mitochondria: A review. *Molecular Neurobiology*, 55(3), 2085-2101.
- [115] Taliou, A., Zintzaras, E., Lykouras, L., Francis, K. (2013). An open-label pilot study of a formulation containing the anti-inflammatory flavonoid luteolin and its effects on behavior in children with autism spectrum disorders. *Clinical Therapeutics*, 35(5), 592-602.
- [116] Cryan, J.F., Dinan, T.G. (2012). Mind-altering microorganisms: The impact of the gut microbiota on brain and behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, 13(10), 701-712.
- [117] O'Mahony, S.M., Clarke, G., Borre, Y.E., Dinan, T.G., Cryan, J.F. (2015). Serotonin, tryptophan metabolism and the brain-gut-microbiome axis. *Behavioural Brain Research*, 277, 32-48.
- [118] Kennedy, D.O. (2014). Polyphenols and the human brain: Plant "secondary metabolite" ecologic roles and endogenous signaling functions drive benefits. *Advances in Nutrition*, 5(5), 515-533.
- [119] Spencer, J.P.E. (2008). Flavonoids: Modulators of brain function? *British Journal of Nutrition*, 99(1), 60-77.
- [120] Torres-Pérez, M., Tellez-Ballesteros, R.I., Ortiz-López, L., Ichwan, M., Vega-Rivera, N.M., Castro-García, M., Gómez-Sánchez, A., Kempermann, G., Ramirez-Rodriguez, G.B. (2015). Resveratrol enhances neuroplastic changes, including hippocampal neurogenesis, and memory in Balb/C mice at six months of age. *PLoS ONE*, 10(12), 1-21.
- [121] Witte, A.V., Kerti, L., Margulies, D.S., Flöel, A. (2014). Effects of resveratrol on memory performance, hippocampal functional connectivity, and glucose metabolism in healthy older adults. *Journal of Neuroscience*, 34(23), 7862-7870.
- [122] Rendeiro, C., Rhodes, J.S., Spencer, J.P. (2015). The mechanisms of action of flavonoids in the brain: Direct versus indirect effects. *Neurochemistry International*, 89, 126-139.
- [123] Zhang, Y.J., Gan, R.Y., Li, S., Zhou, Y., Li, A.N., Xu, D.P., Li, H.B. (2015). Antioxidant

- phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. *Molecules*, 20(12), 21138-21156.
- [124] Zhao, C.N., Meng, X., Li, Y., Li, S., Liu, Q., Tang, G.Y., Li, H.B. (2017). Fruits for prevention and treatment of cardiovascular diseases. *Nutrients*, 9(6), 1-29.
- [125] Klinder, A., Shen, Q., Heppel, S., Lovegrove, J.A., Rowland, I., Tuohy, K.M. (2016). Impact of increasing fruit and vegetables and flavonoid intake on the human gut microbiota. *Food and Function*, 7(4), 1788-1796.
- [126] Zhang, Y.J., Li, S., Gan, R.Y., Zhou, T., Xu, D.P., Li, H.B. (2015). Impacts of gut bacteria on human health and diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(4), 7493-7519.
- [127] Qiao, Y., Sun, J., Xia, S., Tang, X., Shi, Y., Le, G. (2014). Effects of resveratrol on gut microbiota and fat storage in a mouse model with high-fat-induced obesity. *Food and Function*, 5(6), 1241-1249.
- [128] Pozuelo, M.J., Agis-Torres, A., Hervert-Hernández, D., López-Oliva, M.E., Muñoz-Martínez, E., Rotger, R., Goñi, I. (2012). Grape antioxidant dietary fiber stimulates *Lactobacillus* growth in rat cecum. *Journal of Food Science*, 77(2), 59-62.
- [129] Kahouli, I., Malhotra, M., Tomaro-Duchesneau, C., Saha, S., Marinescu, D., Rodes, L.S., Alaoui-Jamali, M.A., Prakash, S. (2015). Screening and in-vitro analysis of *Lactobacillus reuteri* strains for short chain fatty acids production, stability and therapeutic potentials in colorectal cancer. *Journal of Bioequivalence & Bioavailability*, 7(1), 39-50.
- [130] Viveros, A., Chamorro, S., Pizarro, M., Arija, I., Centeno, C., Brenes, A. (2011). Effects of dietary polyphenol-rich grape products on intestinal microflora and gut morphology in broiler chicks. *Poultry Science*, 90(3), 566-578.
- [131] Ashok, P.K., Upadhyaya, K. (2012). Tannins are astringent. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(3), 45-50.
- [132] Condezo-Hoyos, L., Mohanty, I.P., Noratto, G.D. (2014). Assessing non-digestible compounds in apple cultivars and their potential as modulators of obese faecal microbiota *in vitro*. *Food Chemistry*, 161, 208-215.
- [133] Jiang, T., Gao, X., Wu, C., Tian, F., Lei, Q., Bi, J., Xie, B., Wang, H.Y., Chen, S., Wang, X. (2016). Apple-derived pectin modulates gut microbiota, improves gut barrier function, and attenuates metabolic endotoxemia in rats with diet-induced obesity. *Nutrients*, 8(3), 2-20.
- [134] Masumoto, S., Terao, A., Yamamoto, Y., Mukai, T., Miura, T., Shoji, T. (2016). Non-absorbable apple procyanidins prevent obesity associated with gut microbial and metabolomic changes. *Scientific Reports*, 6, 1-10.
- [135] Heyman-Lindén, L., Kotowska, D., Sand, E., Bjursell, M., Plaza, M., Turner, C., Holm, C., Fåk, F., Berger, K. (2016). Lingonberries alter the gut microbiota and prevent low-grade inflammation in high-fat diet fed mice. *Food and Nutrition Research*, 60, 1-14.
- [136] Lee, S., Keirse, K.I., Kirkland, R., Grunewald, Z.I., Fischer, J.G., de La Serre, C.B. (2018). Blueberry supplementation influences the gut microbiota, inflammation, and insulin resistance in high-fat-diet-fed rats. *Journal of Nutrition*, 148(2), 209-219.
- [137] Pan, P., Lam, V., Salzman, N., Huang, Y.W., Yu, J., Zhang, J., Wang, L.S. (2017). Black raspberries and their anthocyanin and fiber fractions alter the composition and diversity of gut microbiota in F-344 rats. *Nutrition and Cancer*, 69(6), 943-951.
- [138] Ojo, B., El-Rassi, G.D., Payton, M.E., Perkins-Veazie, P., Clarke, S., Smith, B.J., Lucas, E.A. (2016). Mango supplementation modulates gut microbial dysbiosis and short-chain fatty acid production independent of body weight reduction in C57BL/6 mice fed a high-fat diet. *The Journal of Nutrition*, 146(8), 1483-1491.
- [139] Tung, Y.C., Chang, W.T., Li, S., Wu, J.C., Badmeav, V., Ho, C.T., Pan, M.H. (2018). Citrus peel extracts attenuated obesity and modulated gut microbiota in mice with high-fat diet-induced obesity. *Food and Function*, 9(6), 3363-3373.
- [140] Stenblom, E.L., Westrom, B., Linninge, C., Bonn, P., Farrell, M., Rehfeld, J.F., Montelius, C. (2016). Dietary green-plant thylakoids decrease gastric emptying and gut transit, promote changes in the gut microbial flora, but does not cause steatorrhea. *Nutrition and Metabolism*, 13(1), 1-9.
- [141] Carrera-Quintanar, L., Roa, R.I.L., Quintero-Fabián, S., Sánchez-Sánchez, M.A., Vizmanos, B., Ortuño-Sahagún, D. (2018). Phytochemicals that influence gut microbiota as prophylactics and for the treatment of obesity and inflammatory diseases. *Mediators of Inflammation*, 2018, 1-18.
- [142] Di Meo, F., Filosa, S., Madonna, M., Giello, G., Di Pardo, A., Maglione, V., Baldi, A., Crispi, S. (2019). Curcumin C3 complex®/Bioperine® has antineoplastic activity in mesothelioma: An *in vitro* and in vivo analysis. *Journal of Experimental and Clinical Cancer Research*, 38(1), 1-11.
- [143] Zhang, Z., Chen, Y., Xiang, L., Wang, Z., Xiao, G.G., Hu, J. (2017). Effect of curcumin on the diversity of gut microbiota in ovariectomized rats. *Nutrients*, 9(10), 1-11.
- [144] Ohno, M., Nishida, A., Sugitani, Y., Nishino, K., Inatomi, O., Sugimoto, M., Kawahara, M., Andoh, A. (2017). Nanoparticle curcumin ameliorates experimental colitis via modulation of gut microbiota and induction of regulatory T cells. *PLoS ONE*, 12(10), 1-16.
- [145] Amic, D., Davidovic-Amic, D., Beslo, D., Rastija, V., Lucic, B., Trinajstić, N. (2007). SAR and QSAR of the antioxidant activity of flavonoids. *Current Medicinal Chemistry*, 14(7), 827-845.
- [146] Bors, W., Heller, W., Michel, C., Saran, M. (1990). Flavonoids as antioxidants: Determination of radical-scavenging efficiencies. *Methods in Enzymology*, 186, 343-355.
- [147] Smolensky, D., Rhodes, D., McVey, D.S., Fawver, Z., Perumal, R., Herald, T., Noronha, L. (2018). High-polyphenol sorghum bran extract

- inhibits cancer cell growth through ROS induction, cell cycle arrest, and apoptosis. *Journal of Medicinal Food*, 21(10), 990-998.
- [148] Di Meo, F., Margarucci, S., Galderisi, U., Crispi, S., Peluso, G. (2019). Curcumin, gut microbiota, and neuroprotection. *Nutrients*, 11(10), 1-14.
- [149] Samarghandian, S., Azimi-Nezhad, M., Farkhondeh, T., Samini, F. (2017). Anti-oxidative effects of curcumin on immobilization-induced oxidative stress in rat brain, liver and kidney. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 87, 223-229.
- [150] Rajeswari, A., Sabesan, M. (2008). Inhibition of monoamine oxidase-B by the polyphenolic compound, curcumin and its metabolite tetrahydrocurcumin, in a model of Parkinson's disease induced by MPTP neurodegeneration in mice. *Inflammopharmacology*, 16(2), 96-99.
- [151] Singh, C., Bortolato, M., Bali, N., Godar, S.C., Scott, A.L., Chen, K., Thompson, R.F., Shih, J.C. (2013). Cognitive abnormalities and hippocampal alterations in monoamine oxidase A and B knockout mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(31), 12816-12821.
- [152] Begum, A.N., Jones, M.R., Lim, G.P., Morihara, T., Kim, P., Heath, D.D., Rock, C.L., Pruitt, M.A., Yang, F., Hudspeth, B., Hu, S., Faull, K.F., Teter, B., Cole, G.M., Frautschy, S.A. (2008). Curcumin structure-function, bioavailability, and efficacy in models of neuroinflammation and Alzheimer's disease. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 326(1), 196-208.
- [153] Mishra, S., Mishra, M., Seth, P., Sharma, S.K. (2011). Tetrahydrocurcumin confers protection against amyloid  $\beta$ -induced toxicity. *NeuroReport*, 22(1), 23-27.
- [154] Shen, W., Shen, M., Zhao, X., Zhu, H., Yang, Y., Lu, S., Tan, Y., Li, G., Li, M., Wang, J., Hu, F., Le, S. (2017). Anti-obesity effect of capsaicin in mice fed with high-fat diet is associated with an increase in population of the gut bacterium *Akkermansia muciniphila*. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1-10.
- [155] Kang, C., Zhang, Y., Zhu, X., Liu, K., Wang, X., Chen, M., Wang, J., Chen, H., Hui, S., Huang, L., Zhang, Q., Zhu, J., Wang, B., Mi, M. (2016). Healthy subjects differentially respond to dietary capsaicin correlating with specific gut enterotypes. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 101(12), 4681-4689.
- [156] Song, J.X., Ren, H., Gao, Y.F., Lee, C.Y., Li, S.F., Zhang, F., Li, L., Chen, H. (2017). Dietary capsaicin improves glucose homeostasis and alters the gut microbiota in obese diabetic ob/ob mice. *Frontiers in Physiology*, 8, 1-12.
- [157] Cao, S.Y., Zhao, C.N., Xu, X.Y., Tang, G.Y., Corke, H., Gan, R.Y., Li, H.B. (2019). Dietary plants, gut microbiota, and obesity: Effects and mechanisms. *Trends in Food Science and Technology*, 92, 194-204.
- [158] Wang, W., Wu, N., Zu, Y.G., Fu, Y.J. (2008). Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main components. *Food Chemistry*, 108(3), 1019-1022.
- [159] Aslan-Öz, M.N. (2017). Balıkesir yöresinde doğal olarak yetişen biberiye ve fesleğen bitkilerine ait uçucu yağların antioksidan ve antimikotik özelliklerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Tekirdağ.
- [160] Romo-Vaquero, M., Selma, M.V., Larrosa, M., Obiol, M., García-Villalba, R., González-Barrio, R., Issaly, N., Flanagan, J., Roller, M., Tomás-Barberán, F.A., García-Conesa, M.T. (2014). A rosemary extract rich in carnosic acid selectively modulates caecum microbiota and inhibits  $\beta$ -glucosidase activity, altering fiber and short chain fatty acids fecal excretion in lean and obese female rats. *PLoS ONE*, 9(4), 1-11.
- [161] Kim, Y.A., Keogh, J.B., Clifton, P.M. (2016). Polyphenols and glycémie control. *Nutrients*, 8(1), 1-27.
- [162] Taher, M., Abdul Majid, F.A., Sarmidi, M.R. (2004). Cinnamtannin B1 activity on adipocyte formation. *The Medical Journal of Malaysia*, 59, 97-98.
- [163] Van Hul, M., Geurts, L., Plovier, H., Druart, C., Everard, A., Ståhlman, M., Rhimi, M., Chira, K., Teissedre, P.L., Delzenne, N.M., Maguin, E., Guillot, A., Brochot, A., Gérard, P., Bäckhed, F., Cani, P.D. (2018). Reduced obesity, diabetes, and steatosis upon cinnamon and grape pomace are associated with changes in gut microbiota and markers of gut barrier. *American Journal of Physiology- Endocrinology and Metabolism*, 314(4), 334-352.
- [164] Tomaand's-Barberaand'n, F.A., Martos, I., Ferreres, F., Radovic, B.S., Anklam, E. (2001). HPLC flavonoid profiles as markers for the botanical origin of European unifloral honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(5), 485-496.
- [165] Al-Mamary, M., Al-Meer, A., Al-Habori, M. (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*, 22(9), 1041-1047.
- [166] Kenjeric, D., Mandić, M.L., Primorac, L., Bubalo, D., Perl, A. (2007). Flavonoid profile of Robinia honeys produced in Croatia. *Food Chemistry*, 102(3), 683-690.
- [167] Inanami, O., Watanabe, Y., Syuto, B., Nakano, M., Tsuji, M., Kuwabara, M. (1998). Oral administration of (-) catechin protects against ischemia-reperfusion-induced neuronal death in the gerbil. *Free Radical Research*, 29(4), 359-365.
- [168] Luo, Y., Smith, J. V., Paramasivam, V., Burdick, A., Curry, K.J., Buford, J.P., Khan, I., Netzer, W.J., Xu, H., Butko, P. (2002). Inhibition of amyloid- $\beta$  aggregation and caspase-3 activation by the Ginkgo biloba extract EGb761. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(19), 12197-12202.
- [169] Bastianetto, S., Zheng, W.H., Quirion, R. (2000). The Ginkgo biloba extract (EGb 761) protects and rescues hippocampal cells against nitric oxide-induced toxicity: Involvement of its flavonoid constituents and protein kinase C. *Journal of*

- Neurochemistry*, 74(6), 2268-2277.
- [170] Vauzour, D., Vafeiadou, K., Rice-Evans, C., Williams, R.J., Spencer, J.P.E. (2007). Activation of pro-survival Akt and ERK1/2 signalling pathways underlie the anti-apoptotic effects of flavanones in cortical neurons. *Journal of Neurochemistry*, 103(4), 1355-1367.
- [171] Jang, S., Dilger, R.N., Johnson, R.W. (2010). Luteolin inhibits microglia and alters hippocampal-dependent spatial working memory in aged mice. *The Journal of Nutrition*, 140(10), 1892-1898.
- [172] Xu, B., Li, X.X., He, G.R., Hu, J.J., Mu, X., Tian, S., Du, G.H. (2010). Luteolin promotes long-term potentiation and improves cognitive functions in chronic cerebral hypoperfused rats. *European Journal of Pharmacology*, 627(1-3), 99-105.
- [173] Darvesh, A.S., McClure, M., Sadana, P., Paxos, C., Geldenhuys, W.J., Lambert, J.D., Haqqi, T.M., Richardson, J.R. (2017). Neuroprotective properties of dietary polyphenols in Parkinson's disease. *Neuroprotective Effects of Phytochemicals in Neurological Disorders*, 243-263.
- [174] Lee, J.S., Kim, H.W., Chung, D., Lee, H.G. (2009). Catechin-loaded calcium pectinate microparticles reinforced with liposome and hydroxypropylmethylcellulose: Optimization and in vivo antioxidant activity. *Food Hydrocolloids*, 23(8), 2226-2233.
- [175] Pan, M.H., Tung, Y.C., Yang, G., Li, S., Ho, C.T. (2016). Molecular mechanisms of the anti-obesity effect of bioactive compounds in tea and coffee. *Food and Function*, 7(11), 4481-4491.
- [176] Sun, H., Chen, Y., Cheng, M., Zhang, X., Zheng, X., Zhang, Z. (2018). The modulatory effect of polyphenols from green tea, oolong tea and black tea on human intestinal microbiota *in vitro*. *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 399-407.
- [177] Sun, L., Ma, L., Ma, Y., Zhang, F., Zhao, C., Nie, Y. (2018). Insights into the role of gut microbiota in obesity: Pathogenesis, mechanisms, and therapeutic perspectives. *Protein and Cell*, 9(5), 397-403.
- [178] Kanaya, S., Goto, K., Hara, H. (1995). The physiological effects of tea catechins on human volunteers. *Proc Inter Symp Tea Sci*, 314-317.
- [179] Tengilimoğlu, M.M., Büyüktuncer, Z. (2011). Çay ve sağlıkla ilişkisi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 39(1-2), 100-105.
- [180] Weinreb, O., Mandel, S., Amit, T., Youdim, M.B.H. (2004). Neurological mechanisms of green tea polyphenols in Alzheimer's and Parkinson's diseases. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 15(9), 506-516.
- [181] Forester, S.C., Waterhouse, A.L. (2009). Metabolites are key to understanding health. *The Journal of Nutrition*, 138, 1824-1831.
- [182] Huang, W.Y., Davidge, S.T., Wu, J. (2013). Bioactive natural constituents from food sources-potential use in hypertension prevention and treatment. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(6), 615-630.
- [183] Barroso, E., Sánchez-Patán, F., Martín-Alvarez, P.J., Bartolomé, B., Moreno-Arribas, M.V., Peláez, C., Requena, T., van de Wiele, T., Martínez-Cuesta, M.C. (2013). *Lactobacillus plantarum* IFPL935 favors the initial metabolism of red wine polyphenols when added to a colonic microbiota. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(42), 10163-10172.
- [184] Cueva, C., Sánchez-Patán, F., Monagas, M., Walton, G.E., Gibson, G.R., Martín-Álvarez, P.J., Bartolomé, B., Moreno-Arribas, M.V. (2013). *In vitro* fermentation of grape seed flavan-3-ol fractions by human faecal microbiota: Changes in microbial groups and phenolic metabolites. *FEMS Microbiology Ecology*, 83(3), 792-805.
- [185] Sánchez-Patán, F., Cueva, C., Monagas, M., Walton, G.E., Gibson, G.R., Quintanilla-López, J.E., Lebrón-Aguilar, R., Martín-Álvarez, P.J., Moreno-Arribas, M.V., Bartolomé, B. (2012). *In vitro* fermentation of a red wine extract by human gut microbiota: Changes in microbial groups and formation of phenolic metabolites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(9), 2136-2147.
- [186] Moreno-Indias, I., Sánchez-Alcoholado, L., Pérez-Martínez, P., Andrés-Lacueva, C., Cardona, F., Tinahones, F., Queipo-Ortuño, M.I. (2016). Red wine polyphenols modulate fecal microbiota and reduce markers of the metabolic syndrome in obese patients. *Food and Function*, 7(4), 1775-1787.
- [187] Queipo-Ortuno, M.I., Boto-Ordóñez, M., Murri, M., Gomez-Zumaquero, J.M., Clemente-Postigo, M., Estruch, R., Cardona Diaz, F., Andrés-Lacueva, C., Tinahones, F.J. (2012). Influence of red wine polyphenols and ethanol on the gut microbiota. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 95(2), 1323-1334.
- [188] Hooper, L., Kroon, P.A., Rimm, E.B., Cohn, J.S., Harvey, I., Le Cornu, K.A., Ryder, J.J., Hall, W.L., Cassidy, A. (2018). Flavonoids, flavonoid-rich foods, and cardiovascular risk: A meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 88(1), 38-50.
- [189] Wollgast, J., Anklam, E. (2000). Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: Changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International*, 33(6), 423-447.
- [190] Wang, J.F., Schramm, D.D., Holt, R.R., Ensunsa, J.L., Fraga, C.G., Schmitz, H.H., Keen, C.L. (2000). A dose-response effect from chocolate consumption on plasma epicatechin and oxidative damage. *The Journal of Nutrition*, 130(8), 2115-2119.
- [191] Baba, S., Osakabe, N., Natsume, M., Yasuda, A., Takizawa, T., Nakamura, T., Terao, J. (2000). Cocoa powder enhances the level of antioxidative activity in rat plasma. *British Journal of Nutrition*, 84(5), 673-680.
- [192] Nanetti, L., Raffaelli, F., Tranquilli, A.L., Fiorini, R., Mazzanti, L., Vignini, A. (2012). Effect of



consumption of dark chocolate on oxidative stress in lipoproteins and platelets in women and in men. *Appetite*, 58(1), 400-405.

- [193] Ahmad, A., Biersack, B., Li, Y., Kong, D., Bao, Bin., Schobert, Rainer., Padhye, S.B., Sarkar, F.H. (2013). Deregulation of PI3K/Akt/mTOR signaling pathways by isoflavones and its implication in cancer treatment, *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 13(7), 1014-1024.
- [194] Walsh, K.R., Zhang, Y.C., Vodovotz, Y.,

Schwartz, S.J., Failla, M.L. (2003). Stability and bioaccessibility of isoflavones from soy bread during *in vitro* digestion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(16), 4603-4609.

- [195] Dündar, Y. (2001). Fitokimyasallar ve sağlıklı yaşam. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 2, 131-138.
- [196] Özcan, T., Delikanlı, B., Akın, Z. (2015). Soya biyoaktif bileşenleri ve sağlık üzerine etkisi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(6), 350-355.
-

## Geleceğin Alternatif Protein Kaynağı: Yapay Et

Ece Sürek , Pınar Uzun  ✉

Pınar Entegre Et ve Un Sanayi A.Ş. Araştırma ve Geliştirme Merkezi, 35170 Kemalpaşa, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 07.03.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 09.05.2020

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [pinar.uzunn@gmail.com](mailto:pinar.uzunn@gmail.com) (P. Uzun)

☎ 0 232 877 09 00 📠 0 232 877 09 50

### ÖZ

Hızla artan dünya nüfusu ve değişmekte olan tüketici alışkanlıkları bilim insanlarını yenilebilir gıda alternatiflerini ve alternatif protein kaynaklarını araştırmaya yönlendirmiştir. Genetiği değiştirilmiş organizmalar, böcekler, deniz yosunları, *in vitro* et veya diğer ismiyle yapay et önemli alternatif protein kaynakları olarak görülmektedir. Son yıllarda özellikle yapay et ile ilgili yapılan araştırmalar önem kazanmıştır. Yapay et üretimi ile geleneksel et üretiminin neden olduğu sera gazlarının artışı, orman ve arazi tahribatı ve tarım arazilerinin aşırı kullanımı gibi olumsuz etkilerin azalacağı tahmin edilmektedir. Kontrollü ortamda üretilen yapay etin, et kaynaklı hastalık riskini azaltacağı ve daha güvenli ve sağlıklı et üretimini sağlayacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan, yüksek üretim maliyeti, tüketiciler tarafından tercih edilmeme, doğal bir ürün olarak kabul edilmeme ve etik kaygılar gibi yapay et üretim sisteminin gelişmesini ve ticarileşmesini engelleyebilecek bazı faktörler de bulunmaktadır. Bu makalede, yapay et üretiminin ortaya çıkışı, gelişim süreci, üretim yöntemleri ve gelecekte ortaya çıkabilecek olası problemleri hakkında yapılan araştırmalar derlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay et, Et alternatifi, Gelecek, Alternatif protein

### Alternative Protein Source of the Future: Artificial Meat

#### ABSTRACT

Rapid growth in world population and changes in consumer habits have led scientists to research food alternatives or alternative protein sources. Genetically modified organisms, insects, seaweed, *in vitro* meat or, with the other name, artificial meat are considered as significant protein sources. In recent years, especially studies on artificial meat have gained importance. Undesired environmental effects caused by traditional meat production such as increase in greenhouse gases, destruction of forests and lands and increased utilization of farmlands are predicted to be reduced by artificial meat production. The artificial meat produced in a controlled medium is considered to decrease risk of foodborne diseases and provide safer and healthier meat production. On the other hand, there are some factors such as high production cost, reduction in consumer preference, non-acceptance as a natural product by consumers and ethical concerns, which prevent development and commercialization of artificial meat production system. In this study, the emergence, development process, production methods and possible problems in the future of artificial meat production are reviewed.

**Keywords:** *In vitro* meat, meat substitute, future, alternative protein

#### GİRİŞ

Son yıllarda artan insan nüfusu ve değişen tüketici yönelimleri ile birlikte alternatif protein kaynaklarına

yönelik çeşitli araştırmalar ve biyoteknolojik çalışmalarda artış gözlenmektedir [1]. 2050 yılında artan insan popülasyonu ile et tüketim ihtiyacının ikiye katlanacağı ve bununla birlikte hayvansal üretimin maksimum üretim

kapasitesine ulaşacağı tahmin edilmektedir [2]. Dolayısıyla geleneksel yöntemin artan ihtiyaca cevap veremeyeceği ve üretim maliyetinin de daha da yükseleceği öngörülmektedir. Bu durumda et tüketimi lüks bir tüketim grubu olarak düşünülmektedir [3]. Bu nedenle et gibi doğal hayvansal proteinlerin yerine geçebilecek yeni protein kaynaklarının araştırılmasının ekonomik, besinsel ve çevresel bakımdan önemli etkiye sebep olacağı ve et endüstrisine büyük farklılıklar yaratacağı beklenebilir. [1].

Et yerine yaygın olarak kullanılan ilk alternatif protein kaynakları bitkiler ve mantarlardır (mikoproteinler) [4]. Ayrıca böcekler ve deniz yosunlarının yanı sıra kültürlenmiş et veya *in vitro* et de önemli protein kaynağını oluşturmaktadır [5].

Kök hücre kültürlerinden üretilen *in vitro* et, et alternatifleri arasında aşağıda detaylıca bahsedileceği üzere farklı bir üretim prosesine sahiptir. *In vitro* et yalnızca görünüş ve şekil olarak değil aynı zamanda bileşimi ile de normal ete benzemektedir [6]. Diğer taraftan klonlama ile elde edilen etin de yapay et kategorisine girdiği düşünülmektedir [7].

Özellikle son yıllarda dünyada yapay et üretimi ile ilgili yapılan çalışmalar hızla artarken, ülkemiz için bu konu henüz çok yenidir. Laboratuvar ortamında yetiştirilen doku ve hücrelerden elde edilen *in vitro* et için kültürlenmiş et, yapay et veya temiz et gibi terimler kullanılmaktadır. Bu çalışmada genel olarak "yapay et" terimi tercih edilmiştir. Bu derlemenin amacı önemli bir alternatif protein kaynağı olan, hücre kültürlerinden elde edilen ve gelecekte insan beslenmesinde önemli derecede rol oynayacağı düşünülen yapay et kavramı hakkında bilgi vermek; avantajları ve dezavantajlarını tartışmaktır.

## YAPAY ETİN TARİHSEL GELİŞİMİ

İnsan tüketimi için laboratuvar ortamında kültürlenmiş et fikri son zamanlarda daha çok gündeme gelse de aslında bu fikrin ortaya çıkışı yeni değildir. Bu fikir, ilk kez yazar ve politikacı Frederick Edwin Smith tarafından öngörülmüş ve, laboratuvar ortamında üretimi sayesinde yapay etin endüstriyel üretimi için uzun bir üretim süresine gerek kalmayacağı belirtilmiştir [8]. Daha sonra Winston Churchill 'Thoughts and adventures' isimli kitabında kültürlenmiş et hakkında düşüncelerini belirtmiştir [8]. Ayrıca 1936 yılında Churchill 'Yalnızca tavuk göğüsü ve butu yiyeceksek, bütün tavuk yetiştirmeyelim' sözünü söylemiştir [9].

Tablo 1'de 1912'den günümüze kadar yapay et üretiminin gelişme süreci gösterilmiştir. 1912'de Alexis Carrel canlı embriyonik civciv kalp kası parçasının vücudun dışında, bir petri kabında, uygun besinlerle beslenmek şartıyla canlı tutulmasının mümkün olabileceğini göstermiştir. Fransız bilim kurgu yazarı Rene Barjavel 1943 tarihli "Ravage" isimli romanında restoranlardaki etin *in vitro* üretiminden bahsetmiştir.

Willem van Eelen tarafından 1950'li yılların başında et ürünleri üretimi için doku kültürünün üretimi fikri ortaya atılmış ve 1999 yılında bu fikrin patenti alınmıştır [9,10]. SymbioticA [11] kurbağadan kas biyopsilerini elde edip bu dokuları canlı tutmuş ve kültür kabında geliştirmiştir. Uzun süreli uzay uçuşları için hayvan kası proteinlerinin kültürlenme olasılığını araştırmak amacıyla akvaryum balığından (*Carassius auratus*) kas doku elde edilmiş ve petri kabında geliştirilmiştir [12]. NASA bilim insanlarıncı yapılan bu araştırma, kültürlenmiş et araştırması için yapılmış en önemli yatırımdır [8]. Yapay et üretimi alanında en büyük adım 2013 yılında atılmıştır. Dünyanın ilk *in vitro* et bazlı burgeri, Hollanda Maastricht Üniversitesi'nden Dr. Mark Post'un laboratuvarında 325 bin dolara üretilmiş [13] ve Londra'da Riverside Stüdyoları'ndal panelistler tarafından duyuşal değerlendirme yapılmıştır. Dana etinin laboratuvar ortamında kök hücre kullanılarak geliştirilmesi üç ay sürmüştür. Üretilen kültürlenmiş etin renksiz olduğu ve daha çok tavuk etine benzediği rapor edilmiştir. Bu nedenle eti renklendirmek için kırmızı pancar suyu ve safran eklenmiştir. Bu gelişme ile birlikte 10-20 yıl içinde kültürlenmiş et ve ürünlerinin süpermarket raflarında görülebileceği düşünülmektedir [9,10]. Mark Post ABC News'e verdiği röportajda gelişmeler doğrultusunda maliyetin burger için 11 dolar/burger, et içinse 80 dolar/kg olabileceğini açıklamıştır [14].

Dünyada çok sayıda (Mosa Meat, Super Meat, Memphis Meat, Modern Meadow, Finless Foods, Just ve Integriculture) kültürlenmiş et şirketleri bulunmaktadır. ABD'de Memphis Meat firması hayvan hücrelerinden dana, tavuk ve ördek eti üretmeyi başarmıştır. Rus Deneysel Veterinerlik Enstitüsü (Rusya) 2017'de ilk kültür etini üretmeyi başarmıştır. Bir ay içinde bir tüpte küçük parçalar halinde 10 g et üretilmiştir. Enstitü, kültürlenmiş etin hızlı ve ucuz üretimi için 2025-2030 yılları arasında büyük biyolojik reaktörlerin dizayn edileceğini tahmin etmektedir [15].

## YAPAY ET ÜRETİMİNİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Yapay et üretimiyle birlikte, geleneksel üretim kaynaklı çevreye ve gıda güvenliğine olumsuz etkiye yola açan birtakım faktörlerin elimine edilebileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda modern dünya insanının isteklerine yanıt verilerek hayvan refahı ile ilgili endişelerin de önüne geçilmesi planlanmaktadır [3, 17].

Yapay etin üretimi ile sağlanabilecek potansiyel faydalar; hayvansal üretim kaynaklı sera gazlarının azaltılması (özellikle metan gazı) ve böylece küresel ısınmanın önlenmesine katkı sağlanması, orman ve arazi tahribatlarının önüne geçilmesi, tarım arazilerinin ve tahıl ürünlerinin insanların besin gereksinimlerinin karşılanması için kullanılması, birçok hayvanın kesilme gerekliliğinin ortadan kaldırılması ve artan insan popülasyonun protein ihtiyacının sağlanması olarak özetlenebilir [5, 18].



Tablo 1. Yapay etin tarihsel gelişimi

Yıl	Yapay et üretiminin önemli gelişmeleri
1912	Alexis Carrel'in canlı civciv kalp kası parçasını petri kabında büyütmesi [9]
1943	Rene Barjavel'in "Ravage" isimli romanında restoranlarda yapay et üretimine yer vermesi [9]
1950'li yıllar	Willem van Eelen' in et ürünleri üretimi için doku kültürü kullanımı fikrini ortaya atması [9]
1999	Willem van Eelen tarafından kültür ve kök hücre konseptinin patentinin alınması [9]
2002	SymbioticA tarafından kurbağadan kas biyopsilerinin elde edilmesi ve geliştirilmesi [9]
2002	Benjaminson vd. tarafından akvaryum balığından elde edilen kas dokusunun geliştirilmesi [9]
2008	Norveç'te yapay et sempozyumunun yapılması [16]
2011	İsveç'te yapay et çalıştayının düzenlenmesi [16]
2013	Dr. Mark Post tarafından dünyanın ilk <i>in vitro</i> et bazlı burgerinin üretimi [9]
2015	İlk <i>in vitro</i> bazlı burgerin fiyatınının 80 \$/ kg'a düşürülmesi [14]

Ancak diğer taraftan, yapay etin ticarileşmesinden önce, üretimi ile ilgili aşılması gereken bazı zorluklar vardır [19]. Bazı bilim insanları bu ürünün hiçbir zaman ticarileşmeyeceğini düşünürken, bazıları da et endüstrisinde devrim yaratacağını savunmaktadır [16]. Büyük ölçüde üretime başlamadan önce, yapay et ile ilgili olarak maliyet, etik ve sosyal konuların araştırılması gerekmektedir [9]. Yapay et üretiminde ortaya çıkabilecek problemler, üretiminin aşırı yüksek maliyeti, büyük ölçüde uygulanamaması, tüketiciler tarafından kabul görmemesi ve doğal kabul edilmemesi olarak özetlenebilir [8, 19, 20].

## SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM, ÇEVRESEL YÜK VE YAPAY ET

Yapay et üretimi ile hayvansal üretim kaynaklı sera gazları azaltılarak küresel ısınmanın önlenmesine katkı sağlanacaktır [18]. Geleneksel et üretim sistemleri önemli oranda sera gazı emisyonu (karbondioksit (%9), metan (%39), ve nitrit oksit (%65)), geniş arazi kullanımı, su ve enerji tüketimine sebep olmaktadır [17]. Her ne kadar ortak bir görüşe varılamamış olsa da [21] bazı araştırmacılar üretilen sera gazının yaklaşık %18'inin hayvansal üretimden kaynaklandığını tahmin etmektedir. Ayrıca tüm metan gazı emisyonlarının %37'si geviş getiren hayvanlar oluşturmaktadır [6,22]. Geleneksel et üretimindeki modifikasyonların çevresel kontaminasyonun önlenmesine önemli derecede katkı sağlaması beklenmektedir [3].

Yüksek bir üretim maliyetine sahip olan geleneksel et üretim sistemlerinde aynı zamanda yüksek oranda tarım arazisi kullanımı da tepki çekmektedir. Buna bağlı olarak, et üretiminde kullanılan tahıl miktarı göz önüne alındığında, üretilen tarım ürünlerinin açlık ile mücadelede değil de et üretimi için kullanılması anlamsız olarak görülmektedir [23]. Tarım arazilerinin neredeyse üçte ikisi hayvansal üretim amaçlı kullanılmaktadır ve yalnızca üçte birlik kısmından bitkisel kaynaklı protein için faydalanılmaktadır [24]. 1 kg kanatlı eti üretimi için 2 kg, 1 kg domuz eti için 4 kg ve 1 kg kırmızı et için 7 kg tahıl gerekirken, et üretimi için 15500 m<sup>3</sup>/ton, tavuk eti üretimi içinse 3918 m<sup>3</sup>/ton su gerekmektedir [20]. Et üretiminin artırılmasına yönelik ekonomik baskı, yüksek oranda tahribata ve çevre kirliliğine yol açmaktadır ve gelecekte artan nüfusa paralel olarak et üretimindeki artış ile bu tahribatın ve kirliliğin boyutlarının ürpertici olacağı düşünülmektedir. Toplam %15 ile %24 arasında

olan gaz emisyonunun büyük bir kısmı otlatma alanı yaratmak için ormansızlaştırmadan kaynaklanmaktadır [25].

Bugün et alternatifi ürünlerin çoğunu soya, buğday proteini ya da mikoprotein gibi bitkisel kaynaklı ürünler oluşturmaktadır [26]. Et yerine bitkisel kaynaklı protein tüketimi ile karbon emisyon miktarının azalması beklenmektedir. Diğer taraftan yapay et ile hayvan yemleri üretiminde kullanılan pestisit ve kimyasalların kullanımı da azaltılarak çevreye duyarlı et ürünleri üretiminin sağlanabilmesi hedeflenmektedir [27].

Yapay et üretimi ile geleneksel yöntemle kıyasla daha kısa sürede doku gelişimi gerçekleştirilir. Aynı et kütlesi için, yan ürünler ve iskelet olmayan diğer dokuların üretiminden kaçınılmasıyla yalnızca kas doku üretilir. Yapay et üretimi ile dikey olarak hacmin artması sağlanır ve böylece mera alanı oluşturmak için ormanların yok edilmesine gerek duyulmaz. Çöp ürün ve yan ürün üretiminin ve ayrıca kontrollü koşullar altında hayvanların hastalık riskleri ve ürün kayıplarının önüne geçilmiş olur [20].

Yapay et üretiminin avantajlarının ele alınması için bütün bir yaşam döngüsünün takip ve analiz edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda Tuomisto ve ark. [28] yaptıkları hesaplamalara göre geleneksel üretim sistemleri ile karşılaştırıldığında normal bir yaşam döngüsünde özel üretim koşulları altında yapay et üretimi ile enerji tüketiminin ve arazi kullanımını %99, su kullanımını %90 ve enerji tüketimini %40 oranında azaldığını belirtmiştir [3, 28-30].

Sonuç olarak, yapay et, potansiyel çevresel ve iklimsel faydalarından dolayı birçok insan tarafından savunulmasına rağmen aynı zamanda şüphe ve eleştiriye sebep olmuştur [9]. Yapay eti savunanlar yapay et ile sera gazı emisyonunun, arazi ve su kullanımının geleneksel üretime göre iki kat azalacağını söylemektedir. Bazı araştırmacılar ise emisyon gazları ve kirlilikle azalmayı sağlayacağını; fakat fosil yakıt ve su kullanımında sınırlı bir azalma ve arazi alanında artışa sebep olacağını ve bunun gerçek bir avantaj olmayacağını düşünmektedir [18].

Yapay et üretiminin sürdürülebilir üretime önemli katkılarının olması beklenmektedir. Ancak unutulmamalıdır ki bu tahminler yalnızca laboratuvar

ortamındaki üretime dayalıdır ve endüstriyel üretim tahminleri henüz teoride kalmakta olup bu aşamada birçok faktörün farklılaşabileceği her zaman göz önünde tutulmalıdır [6].

## GIDA GÜVENLİĞİ VE İNSAN SAĞLIĞI

Yüzyıllardır birçok hastalığa neden olan gıda patojenlerinin yaklaşık %22'si et kaynaklıdır [31]. Epidemiyolojik açıdan incelendiğinde, birçok hastalık endüstriyel hayvancılık sistemleri ve tarım sektöründeki gelişmelerle ilişkilendirilmektedir.

Yapay et üretiminin halk sağlığı ve gıda güvenliği bakımından hem olumlu hem de olumsuz olarak sonuçları doğurabileceği düşünülmektedir. Yüksek düzeyde kontrollü ortamda üretilen hücre kültürü/yapay et gıda kaynaklı patojen riskini azaltarak daha sağlıklı ve güvenli et üretimine olanak sağlayabilir. Yapay et üretim süreci ile etin mikrobiyolojik yükü ve bu mikroorganizmalardan kaynaklı bulaşma ve hastalık riskleri de azaltılabilecektir [3, 32]. Yapay et aynı zamanda insan hayvan interaksyonları sonucu oluşan hastalık risklerini azaltabilir [6]. Her ne kadar yapay et destekçileri yapay etin hayvan olmadan üretileceği için herhangi bir mikroorganizma içermeyeceğini savunsalar da, yüksek oranda hücre çoğalması potansiyel kanser hücrelerinin çoğalmasını uyarabilir. Dahası, hücre kültürü için gerekli olan bütün kimyasal ürünlerin (hormonlar, besin maddeleri, vb.) gıda tüketim içeriğinde güvenli olduğu garanti edilmemiştir [18]. Yeni veya daha önce test edilmemiş malzemelerin tüketiminin tehlikeli olabileceği endişesi vardır [33].

Yapay et üreticileri yapay etin önemli bir bileşime sahip olduğunu ve insanların muhtemel psikolojik ve fizyolojik ihtiyaçlarına yanıt verebilecek bir ürün olduğunu belirtmişlerdir [5]. Yapay et üretimi ile kompozisyonu belirlenebilen ürünün et tüketimi ile ilişkilendirilen birtakım hastalıkların (kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, kolon kanseri gibi) önüne geçilebileceği düşünülmektedir [34]. Ayrıca omega-3 gibi bileşenlerin yapay ete ilave edilerek etin sağlık yönünün de geliştirilebileceği belirtilmektedir [35].

## HAYVAN REFAHI

Gelişmiş ülkelerde, hayvanların çiftliklerde maruz kaldığı muamelelere karşı insanların tepkisi giderek artmaktadır. Son yıllarda bitkisel kaynaklı beslenmeye eğilimin artması ile birlikte aynı zamanda etin insan gıdası olarak tüketilmesi de etik olarak sorgulanmaktadır [36]. Örneğin veganlar hayvansal gıda tüketimini reddetmekte ve insanların kendi zevkleri için hayvanları öldürmelerinin yanlış olduğunu savunmaktadır. Yapay et üretimi bu bakımdan tüketicilerce farklı bir alternatif olarak kabul görebilir. Yapay et ve bitkisel bazı protein kaynakları dünyada ihtiyaç duyulan proteinin sağlanması için kesilen hayvan miktarını önemli derecede azaltabilir. Geleneksel et üretimi ile karşılaştırıldığında, yapay et üretimi ile neredeyse hiç hayvan kesmeden et üretimi gerçekleştirilebilecektir. Artan, insan popülasyonu için gerekli üretim sağlanarak birçok hayvanın beslenmesi ve kesilmesi ihtiyacı ortadan kaldırılmış olacaktır [18].

Böylelikle yoğun üretim sistemlerinde azalma ve hayvan refahında artış sağlanabilecektir [37]. Bununla birlikte kültür üretim sistemi için hayvansal kaynaklı malzemelere ihtiyaç duyulmaktadır (cenin hücreleri/serumu) [5, 20]. Yapay et üretimi ile hayvan refahındaki artış ile birlikte endüstriyel hayvancılık sistemlerinde sıkça uygulanan boynuz kesme, küpe, tasma takma gibi uygulamalar da ortadan kalkacaktır [38].

Yapay et toplumdaki hayvansal kaynaklı et tüketimine karşı gelişen tepkilere yanıt verebilecek yönde bir uygulamadır [18].

## TEKNOLOJİK ENGELLER VE MALİYET

Yapay et üretim sürecinde kullanılan en iyi kök hücreler, biyoreaktör tasarımı ve proses için en iyi yöntem konusunda belirsizlikler bulunmaktadır [19]. Geleneksel üretimde besin maddeleri ve oksijen kan damarları ile her bir hücreye ulaştırılırken, yapay et üretiminde ise bu fonksiyonu biyoreaktörler gerçekleştirmektedir [3]. Ana doku homeostatik düzenleme olmadan kültürlenmekte ve homeostatiğin eksikliği ürünün besinsel değerini etkilemektedir [20]. Geniş ölçüde üretim için geniş kapasitede biyoreaktöre ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak kök hücrelerin kültürlendiği ortamlar bazı besin maddelerini içerirken bazılarını (karbonhidratlar, amino asitler, lipitler, vitaminler, vb. gibi) ihtiyaç duyulan seviyede içermemektedir [18]. Gerçek kas dokusu, büyük ölçüde miyoblasttan oluşan kas hücrelerini ve yapay ette iz miktarda bulunan sinir, kan veya yağ hücrelerini içermelidir [18]. Yapay et üretimindeki en önemli sorun B12 vitamini ve demir gibi önemli bileşenlerin eksikliğidir [20]. Lipit fraksiyonunun aromaları, karbonhidratlar ve proteinler arasındaki kompleks etkileşimin sonucu olarak etin tadını yeniden üretmek zordur. Bu nedenle tadın geleneksel ete en yakın halini elde etmek için yağ hücreleri de hücre kültürüne ilave edilmelidir [18].

Kas doku ve et biyokimyasal olarak birbirinden farklıdır [20]. Et, kas dokudan gelişmesine rağmen, hayvan kesildikten sonra oksijen alımı durduğunda birçok biyokimyasal değişim meydana gelir ve metabolik reaksiyon oluşur. Anaerobik glikoliz, glikojenin laktik aside dönüşmesi, kas pH'sının düşüp enzimlerin aktif hale gelmesi, protein denatürasyonu ve enzimatik proteoliz; etin görünüş, tat ve tekstürel kalitesinin oluşmasından sorumlu olan yumuşamaya neden olur ve bu nedenle et kesilip birkaç gün bekledikten sonra tüketilmelidir [18, 20]. Bu temel proses yapay et üretiminde dikkate alınmamıştır ve bu prosesin kültürlenmiş kas dokusunu geleneksel olarak üretilmiş ete çevirecek şekilde yapay ette oluşup oluşmayacağı belirsizdir [20].

Yapay et geleneksel et ile karşılaştırıldığında renksiz veya sarıdır; çünkü hücrelerin kültürlendiği ortamın oksijen koşulları ete kırmızı renk veren miyoglobini baskılamaktadır [18]. Bu durum tüketiciler tarafından yapay etin tüketimine mesafeli durmalarına neden olmuştur. Yapay etin duyuşsal özellikleri ile ilgili farklı fikirler vardır. Yapay et, normal etin problemlerine

alternatif olarak üretildiğinden geleneksel ete gerçek bir alternatif olması gerektiği düşünülmektedir. Diğer taraftan, yeni bir ürün olarak yapay etin kendi profiline ihtiyaç duyulmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, yapay etin geleneksel ete benzemesinin şart olmadığı ve aslında geleneksel etten açıkça ayırt edici olması gerektiği de savunulmaktadır [8].

Kültürlenmiş et, kuşkusuz hamburger gibi işlenmiş gıdalarda temel bileşen olabilir veya üründe belirli bir oranda kullanım potansiyeline de sahiptir. Bu formda, *in vitro* geliştirilen ürünün tekstürel eksiklikleri son işlenmiş ürünü etkilemeyecektir [20]. İlk üretilmiş biftek gerçek bir ete değil hamburger benzemiştir. Yapay hamburger üretmek, biftek üretmekten çok daha kolaydır [18]. Kültürlenmiş etin amacı uygun tekstürel özelliklerle geleneksel üretime benzeyen üç boyutlu ürünler yaratmaktır [20]. Son zamanlarda, benzer yapıda gerçek bir biftek yapmak için üç boyutlu yazıcıların kullanımı ile ilgili çalışmalar mevcuttur; fakat hala yeterince düşük bir fiyatta üretimi gerçekleştirilememektedir. Standart hücre kültürü ve mühendislik teknikleri geliştikçe, yapay etin maliyetinde düşüşler olacaktır [19].

Endüstriyel ölçüde yapay et üretimi ancak maliyeti etkin bir proses yaratıldığında uygulanabilir olacaktır [9].

## TÜKETİCİ GÖRÜŞLERİ VE ETİK KAYGILAR

Yapay et üretimiyle ilgili çeşitli tüketici görüşleri ve etik kaygılar vardır. Yapay et üretimine karşı olan bireyler bu teknolojinin insan kas dokusunda kültürlenebileceğinden ve ilerleyen dönemlerde kanibalizmaya (yamyamlığa) neden olabileceğinden dolayı, birçok bireyin bu etlerin tüketimine mesafelidir [9, 39]. Diğer bir görüş ise, hayvan hücrelerinin yapay et üretiminde kullanılmasına bağlı olarak bu eti tüketen bireylerin dokusunda önemli değişikliklere neden olabileceğidir [8].

Yapay et üretimi, geleneksel et üretimi ve bunun ihracatını yapan ülkelerin ekonomilerini kesinlikle etkileyecektir. Kültürlenmiş etin büyük ölçüde üretilmesiyle diğer ülkelerdeki tarım sektörünün iş durumu da etkilenecektir [9]. Fakir ülkeler dünya gıda üretim zincirinde önemli rol oynamalarına rağmen ürettikleri gıdanın çok düşük bir oranından faydalanabilmektedir ve bu durum birçok görüşe göre etik ve adil değildir. Bu nedenle büyük şirketler ve çok uluslu firmalara bu yeni üretim sisteminde büyük sorumluluklar düşeceği belirtilmektedir [18].

Hocquette ve ark. [6]. eğitimli insanlar ile yaptıkları anket sonucunda, katılımcıların yarısından fazlasının yapay etin sağlıklı, lezzetli, uygulanabilir ve gerçekçi olduğuna inandıklarını; fakat et endüstrisinin problemlerine çözüm olacağını düşünmedikleri sonucuna varmışlardır. Mancini ve Antonioli'nin 2018 yılında İtalyan tüketicilerle yaptıkları anket çalışmasında, katılımcıların %54'ü yapay eti denemek istediklerini bildirmiştir. Yapay etin potansiyel tüketici profili, genç, eğitim seviyesi yüksek, et tüketen ve et tüketimini azaltmada istekli tüketici grupları olarak tanımlanmıştır [40]. Amerikan katılımcılarla yapılan bir araştırmada da çoğu katılımcı yapay eti

denemede istekli olmuş, fakat sadece üçte birinin diyetlerinde kullanabileceğini belirtmiştir [41]. Yapay et ile ilgili bazı etik sorular da bulunmaktadır. Pek çok insan için yapay etin en çekici özelliği hayvanların zarar görmesini engelleyerek vejeteryan bireylerin et ihtiyacını karşılamasıdır [33].

Yapay et için son ürünün güvenliği ve etiketlenmesini içeren pek çok kanun ve düzenleme Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından uygulanacaktır. Amerika ve diğer bilim temelli düzenleyici ülkeler yapay etin tanıtılması için ideal bir başlangıç noktası olabilir. Yapay et için üretim boyunca kullanılan enerji, su, besin ve sera gazı miktarını belirten "çevresel etki etiketi" kullanılabilir. Böyle bir etiket geleneksel ve yapay et için kullanılan doğal kaynakların karşılaştırılmasını içerebilir ve tüketicilerin et ürünü seçerken bilinçli karar vermelerini sağlayabilir. [13].

Et yiyenler psikolojik bağlamda yapay eti gerçek bir et olarak hissetmeyebilecek, yapay çiçek veya elmaslara baktıkları gibi bakabileceklerdir [9, 33]. Yapay et, başarılı şekilde yapıldığında gerçek et ve protein olabilir ve geleneksel yöntem ile üretilmiş bir etten çok daha sağlıklı olabilir. Siegrist ve Sütterlin [42] yaptıkları çalışmada yapay etin çevre dostu ve hayvanlar için daha az zararlı olduğunu belirtmelerine rağmen, yapay etin doğal bir ürün olarak kabul edilemeyeceğini bildirmişlerdir. Dolayısıyla yapay etin doğal bir ürün olarak tanıtılması için pazarlama stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, tüketiciler et ve ürünlerinin içerisinde yapay et olup olmadığını bilmek istemektir. Bunun için ürünlerin etiket bilgileri doğru bir şekilde verilerek uluslararası veya ulusal kurumlar tarafından uygunluğu belirtilmelidir. Son ürünün hücresel yapısına bağlı olarak, eğer yapay et geleneksel etten ayırt edilemez ise ürünün yapay et içerdiğini belirten etiket gereksiz olabilir [13].

Hayvanlar ve çevre için geleneksel et üretimi, yapay ete alternatif olarak iyileştirilebilir. Organik tarım bu konuda savunulan güçlü bir seçenektir. Diğer seçenekler, böcek gibi farklı kaynakların etini yemek veya proteinini almak, bitki kökenli proteinlerin daha çok tüketilmesi ve daha az et tüketilmesi olabilir [18].

Gelecekte, et alternatifleri, farklı tip etler (GDO, klonlanmış et) veya hayvansal proteinler yapay etle birlikte markette bulunabilecek ve aralarında da güçlü bir rekabet olabileceği beklenmektedir [18].

## ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Yapay et üretim yöntemleri genel olarak üç başlık altında (hücre kültürü, doku kültürü ve diğer metotlar) incelenmektedir.

### Hücre Kültürü Temelli Metot

Hücre kültürü temelli metot aynı zamanda yapı iskelesi metodu olarak da bilinmektedir. Sığır, koyun gibi bir çiftlik hayvanının embriyosundan embriyonik miyoblastın veya hayvanın kas biyopsisinden yetişkin iskelet kas hücrelerinin izole edilmesini ve biyoreaktör içinde bir iskeleye veya kolajen örgüsü gibi bir taşıyıcıya

tutturularak bitki kökenli büyüme ortamında haftalar veya aylar boyunca bölünerek çoğalması sağlanır [8, 9]. Öncelikle çoğalabilecek ve ayrıca fonksiyonel iskelet kası dokusuna farklılaşabilecek bir hücre kaynağı gerekmektedir. İkincisi, bu hücrelerin kasın gelişimine izin veren üç boyutlu matrikse yerleştirilmesidir. Bu ortamda besin maddelerinin taşınımı sağlanır ve atık ürünler açığa çıkar. Son olarak kas hücreleri, çeşitli et ürünlerine işlenebilecek fonksiyonel kas lifleri elde etmek için biyoreaktöre yerleştirilir [9, 10]. Kök hücreleri birleşerek miyotüpleri, miyotüpler de farklılaşarak miyofibrilleri oluşturur. Elde edilen miyofibriller işlenebilir, pişirilebilir ve emülsiyon veya et ürünü olarak tüketilebilir; fakat bu metot ile yüksek yapıda biftek gibi et ürünü üretmek mümkün değildir [9]. Et üretimi için hücre kültürünü anlatan halihazırda iki metot bulunmaktadır. Bunlardan biri Vladimir Mironov tarafından NASA için yazılmış iken diğeri, dünya çapında patente sahip Willem van Eelen tarafından yazılmıştır [9]. Mironov, biyoreaktör içinde miyoblastların üzerinde tutanabilmesini sağlamak için hücrelerin biraraya geleceği ve farklılaşacağı kolajen küre içeren biyoreaktörü kullanırken, van Eelen'in kullandığı sistemde kolajen örgü kullanır ve kültür ortamı zamanla tazelenir [9]. Catts ve Zurr [11] tarafından yapılan çalışmada et üretiminde bu metot gerçek anlamda ilk kez uygulanmıştır.

### Doku Kültürü Temelli Metot

Yapay et küçük ölçüde üretilebilmektedir; fakat küçük biyopsiler pratikte önemli olmayacağından büyük ölçüde ticari üretim için doku mühendisliğinin kullanımı ileri sürülmektedir [8]. Diğer bir potansiyel metot, Benjaminson'un 2002 yılında astronotlar için hayvan kas proteini yapmak amacıyla akvaryum balığından elde ettiği gibi kas dokunun kullanılmasıdır [33]. Balığın doku dilimleri kıyılmış, santrifüj edilmiş ve petri kutusuna yerleştirilip 7 gün boyunca büyütülmüştür [9]. Elde edilen et duyuşsal panele sunulmuş, yenilmediği halde görünüş ve koku bakımından geleneksel yöntem ile üretilen ete oldukça fazla benzediği için panelistleri etkilemeyi başarmış, yemek için ise yeterince iştah açıcı koktuğu ve görüldüğü bildirilmiştir [33].

### Diğer Metotlar

Hücre kültürü ve doku kültürü teknikleri ile öğütülmüş yumuşak etin farklı versiyonları üretilebilir; fakat bu teknikler kıvam, damarlanma, mozaiklenme (kas içi yağlanma) gibi özellikleri sağlamada başarısız olabilmektedir [8]. Organ yazımı organların üretimi ve nakli için yeni bir tekniktir. Belge yazmak için mürekkep yazıcıların kullanıldığı yazım teknolojisinin prensiplerini kullanılmaktadır. Bu teknik temel olarak herhangi bir şeklin üç boyutlu yapısını yaratmak için birleşen canlı hücrelerin tabaka üzerine püskürtülmesine dayanmaktadır. Bu nedenle organın sadece basit hücresel yapısı değil, kan akışını sağlayan damarlanma, ve tat ve yapıyı sağlayan mozaikleşmesi de sağlanabilir [8].

Diğer yeni bir teknik de lazerin yani ışığın maddenin partiküllerini sadece belli yerlere taşımakla kalmayıp ayrıca belli organizasyonel yapılar oluşturmaya da

dayanan biyofotoniktir [8]. Biyofotonun başarılı olmasıyla hücre kültürü veya bahsedilen diğer metotlara gerek kalmadan sadece ışık yeterli olacaktır [33]. Atom ve molekül düzeyinde malzemelerin değişimi ve üretimi olan nanoteknoloji de yapay et üretim sistemine kullanılabilecek yeni bir teknolojidir [8]. Bütün bunların yanında daha lezzetli, daha yüksek protein, daha az yağ ve daha yüksek omega 3 yağ asidi içeren sağlıklı et yapan hücreler üretebilecek diğer bir uygulama da klonlanan hayvanlara omega 3 yağ asidi üretebilecek gen transferinin yapıldığı genetik mühendisliği çalışmalarıdır [33].

Yapay et üretim sistemini tasarlamadaki en zor görev en iyi kültür ortamı formülasyonunun belirlenmesidir [20].

### SONUÇ

Geleneksel et endüstrisi, değişen tüketici istekleri, farklılaşan market eğilimleri, insan nüfusu, sera gazı emisyonları, orman alanları tahribatı, tarım arazileri ve tahıl ürünlerinin kullanımının artışı ve hayvan refahı kaygıları gibi farklı etkenlerle karşı karşıyadır. Önümüzdeki yıllarda standart et üretim sistemlerinin insanların et ve protein ihtiyacını karşılayamayacağı ve çevreye duyarlı sürdürülebilir üretim sistemleri ihtiyacının artacağı düşünülmektedir. Yapay et üretimi tüm bu kaygılar ve karmaşıklığın içerisinde alternatif bir protein kaynağı ve çözüm olarak öngörülmektedir. 1912 yılından günümüze yapay et teknolojisinde önemli gelişmeler olmuş ve üretim maliyeti daha düşük seviyelere indirilebilmiştir. Bugün dünyada birçok şirket ve araştırma enstitüsü bu konu ile ilgili çalışmalarını sürdürmektedir. Önümüzdeki on yıl içerisinde yapay etin restoran menülerinde ve marketlerde yer alacağı tahmin edilmektedir. Ancak her ne kadar olumlu yönleri olsa da yapay etin üretim maliyeti, endüstriyel üretime uygunluğu, tüketiciler tarafından kabul görmemesi, doğal kabul edilmemesi ve bazı etik kaygılardan dolayı ticarileşemeyeceğine dair görüşler de mevcuttur. Bu nedenle yapay et ile ilgili yapılan araştırma sonuçları bu konu ile çalışanlara yol göstericisi olması açısından büyük bir öneme sahip olacaktır. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda ise yapay etin gelecekte alternatif bir protein kaynağı olarak diyetle önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

### KAYNAKLAR

- [1] Smil, V. (2002). Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins. *Enzyme Microbial Technology*, 30(3), 305-311.
- [2] FAO. (2011). World livestock 2011 livestock in food security. FAO Publications, 1-130.
- [3] Pandurangan, M., Kim, D.H. (2015). A novel approach for in vitro meat production. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99(13), 5391-5395.
- [4] Van der Spiegel, M., Noordam, M.Y., Van der Fels-Klerx, H.J. (2013). Safety of novel protein sources (insects, microalgae, seaweed, duckweed, and rapeseed) and legislative aspects for their application in food and feed production.

- Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(6), 662-678.
- [5] Post, M.J. (2012). Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. *Meat Science* 92(3), 297301.
- [6] Hocquette, A., Lambert, C., Sinquin, C., Peteroff, L., Wagner, Z., Bonny, S.P.F., Lebert, A., Hocquette, J.F. (2015). Educated consumers don't believe artificial meat is the solution to the problems with the meat industry. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 273-284.
- [7] Bonny, S.P.F., Gardner, G.E., Pethick, D.W., Hocquette, J.F. (2015). What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry? *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 255-263.
- [8] Bhat, Z.F., Kumar, S. and Bhat, H.F. (2017). *In vitro* meat: A future animal-free harvest. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(4), 782-789.
- [9] Bhat, Z.F., Kumar, S., Fayaz, H. (2015). *In vitro* meat production: Challenges and benefits over conventional meat production. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 241-248.
- [10] Bhat, Z.F., Bhat, H. (2011). Tissue engineered meat-future meat. *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 2(1), 1-10.
- [11] Catts, O., Zurr, I. (2002). The tissue culture sculptures: Art project. *Leonardo*, 35(4), 365-370.
- [12] Benjaminson, M.A., Gilchrist, J.A., Lorenz, M. (2002). *In vitro* edible muscle protein production system (MPPS): Stage 1, fish. *Acta Astronautica*, 51(12), 879-889.
- [13] Norton, T. (2015). From the lab to the supermarket: *In vitro* meat as a viable alternative to traditional meat production. *Journal of Food Law and Policy*, 1, 157-180.
- [14] Interview with Dr Mark Post: The man who grew the world's first synthetic beef burger - ABC News. <https://www.abc.net.au/news/rural/2015-03-27/interview-with-dr-mark-post-lab-burger/6351600> [Erişim Tarihi: 4 Mart 2019].
- [15] Hoogenkamp, B.H. (2018). Clean cultured meat for today's future. *Fleischwirtschaft International*, 2, 42-46.
- [16] Chiles, R.M. (2013). If they come, we will build it: *In vitro* meat and the discursive struggle over future agrofood expectations. *Agriculture and Human Values*, 30(4), 511-523.
- [17] FAO (2006). Livestock's long shadow environmental issues and options. FAO Publications.
- [18] Hocquette, J.F. (2016). Is *in vitro* meat the solution for the future? *Meat science*, 12, 167-176.
- [19] Alçay, A.Ü., Sağlam, A., Yalçın, S., Bostan, K. (2018). Geleceğin olası protein kaynakları. *Akademik Gıda*, 16(2), 197-204.
- [20] Datar, I., Betti, M. (2010). Possibilities for an *in vitro* meat production system. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(1), 13-22.
- [21] Pitesky, M.E., Stackhouse, K.R., Mitloehner, F.M. (2009). Clearing the air: Livestock's contribution to climate change. In *Advances in agronomy*, Edited by L.S Donald, Academic Press, Elsevier, Burlington USA, 103, 1-40.
- [22] FAO. (2009). How to feed the world in 2050. FAO Publications.
- [23] Driessen, C., Korthals, M. (2012). Pig towers and *in vitro* meat: Disclosing moral worlds by design. *Social Studies of Science*, 42(6), 797-820.
- [24] Welin, S., Van der Weele C. (2012). Cultured meat: will it separate us from nature? In *Climate change and sustainable development*, Edited by T. Potthast, S. Meisch, Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- [25] Orzechowski, A. (2015). Artificial meat? Feasible approach based on the experience from cell culture studies. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 217-221.
- [26] Grigg, D. (1995). The geography of food consumption: A review. *Progress in Human Geography*, 19(3), 338-354.
- [27] Uzun, P., Masucci, F., Serrapica, F., Varricchio, M.L., Pacelli, C., Claps, S., Di Francia, A. (2018). Use of mycorrhizal inoculum under low fertilizer application: Effects on forage yield, milk production, and energetic and economic efficiency. *The Journal of Agricultural Science*, 156(1), 127-135.
- [28] Tuomisto, H.L., Teixeira de Mattos, M.J. (2011). Environmental impacts of cultured meat production. *Environmental Science & Technology*, 45(14), 6117-6123.
- [29] Lynch, J., Pierrehumbert, R. (2019). Climate impacts of cultured meat and beef cattle. *Journal Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3:5.
- [30] Ong, S., Choudhury, D., Naing, M.W. (2020). Cell-based meat: Current ambiguities with nomenclature. *Trends in Food Science & Technology*, in press.
- [31] Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/> [Erişim Tarihi: 4 Mart 2019].
- [32] Siegelbaum, D. (2008). In search of a test-tube hamburger. *Time*.
- [33] Hopkins, P.D., Dacey, A. (2008). Vegetarian meat: Could technology save animals and satisfy meat eaters? *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 21(6), 579-596.
- [34] Capper, J.L. (2011). The environmental impact of beef production in the United States: 1977 compared with 2007. *Journal of Animal Science*, 89(12), 4249-4261.
- [35] Macintyre, B. (2007). Test-tube meat science's next leap. *Weekend Australian*, 20(29), 16.
- [36] Croney, C.C., Apley, M., Capper, J.L., Mench, J.A., Priest, S. (2012). Bioethics symposium: The ethical food movement: What does it mean for the role of science and scientists in current debates about animal agriculture? *Journal of Animal Science*, 90(5), 1570-1582.
- [37] Hou, F.J., Nan, Z.B., Xie, Y.Z., Li, X.L., Lin, H.L., Ren, J.Z. (2008). Integrated crop-livestock production systems in China. *The Rangeland Journal*, 30(2), 221-231.
- [38] Mariasegaram, M., Harrison, B.E., Bolton, J.A., Tier, B., Henshall, J.M., Barendse, W., Prayaga, K.C. (2012). Fine-mapping the POLL locus in Brahman cattle yields the diagnostic marker CSAFG29. *Animal Genetics*, 43(6), 683-688.
- [39] Schaefer, G.O., Savulescu, J. (2014). The ethics of

producing *in vitro* meat. *Journal of Applied Philosophy*, 31(2), 188-202.


[40] Mancini, M.C., Antonioli, F. (2019). Exploring consumers' attitude towards cultured meat in Italy. *Meat Science*, 150, 101-110.

[41] Wilks, M., Phillips, C.J. (2017). Attitudes to *in vitro*

meat: A survey of potential consumers in the United States. *PloS One*, 12(2), 1-14.

[42] Siegrist, M., Sütterlin, B. (2017). Importance of perceived naturalness for acceptance of food additives and cultured meat. *Appetite*, 11, 320-326.

## Unlu Mamullerin Kompozit Unlar ile Zenginleştirilmesi

Emine Aydın  

Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Düzce

Geliş Tarihi (Received): 22.08.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 09.06.2020

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [emineaydin@duzce.edu.tr](mailto:emineaydin@duzce.edu.tr) (E. Aydın)

☎ 0 380 541 22 94 📠 0 380 541 22 95

### ÖZ

Son yıllarda toplumun beslenme konusunda bilinçlenmesi ile birlikte sağlıklı gıda üretimi ve tüketimi önem kazanmış, bu tür gıdalara olan talepler artmıştır. Birçok gıda endüstrisi de tüketicilerin taleplerini karşılamak için üretimini yaptıkları ürünlere fonksiyonel bileşenler ilave etme yoluna gitmiştir. Yapılan araştırmalar meyve ve sebzelerin fenolik bileşenler, antioksidan aktivite ve diyet lif bakımından zengin kaynak olduğunu göstermektedir. Daha sağlıklı ürün tüketme talebini karşılamak için meyve-sebze ve/veya meyve-sebze atıklarının besin maddesi olarak kullanımının önemli bir kaynak olabileceğini gösteren çalışmalarda; bu tür bileşenler gıdalara eklendiğinde, üretilen ürünlerin tadını, dokusunu, aromasını, rengini ve besin değerini değiştirebildiği/geliştirebildiği için tüketiciler tarafından sağlıklı ürünler olarak ilişkilendirilmektedir. Bu derlemede meyve ve sebzelerin un (toz) haline getirilmesinin bu gıdaların israfını azalttığı ayrıca fonksiyonel bir bileşen olarak unlu mamullerde zenginleştirme ajanı olarak kullanılmak üzere mükemmel bir fırsat sunduğu literatürde yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kompozit un, Meyve unu (tozu), Sebze unu (tozu), Unlu mamuller, Zenginleştirme

### Enrichment of Bakery Products with Composite Flours

#### ABSTRACT

In recent years, the production and consumption of healthy foods have gained importance and the demand for such foods has increased as a result of an increased awareness of the society in nutrition. Many food companies have also attempted to add functional components to their products in order to meet the demands of consumers. Studies show that fruits and vegetables are rich sources of phenolic compounds, antioxidant activity and dietary fiber. Studies showing that the use of fruit-vegetable and/or fruit-vegetable wastes as nutrients can be an important source in order to meet the demand for healthier product consumption have reported that such ingredients added to foods can change/improve the taste, texture, aroma, color and nutritional value of the products produced, which can be associated with healthy products by consumers. In this review, it has been demonstrated by studies in the literature that the flour (powder) of fruits and vegetables reduces waste and also provides an excellent opportunity to be used as a functional enrichment agent in bakery products.

**Keywords:** Composite flour, Fruit flour (powder), Vegetable flour (powder), Bakery products, Enrichment

#### GİRİŞ

Hayat kalitesi ve sağlıklı yaşam üzerine sağlıklı beslenmenin faydalı etkileri konusunda tüketicilerin bilinçlenmesi, gıda sanayiini bu konuda harekete

geçirmiş ve sektörün yeni sağlıklı ürün geliştirmeye yönelmesini sağlamıştır. Böylece, diğer besleyici ve doğal materyallere ek olarak, istenilen fonksiyonel özelliklere sahip, yeni kaynakların bulunmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır [1]. Diğer taraftan günümüzde

piyasadaki geniş gıda ürünü çeşitliliği, üreticileri pazara sundukları ürünlerin duyuşal çekiciliğine özellikle dikkat etmeye zorlamaktadır. Gıda üreticilerinin ayrıca beslenme değeri kriterleri açısından cazip ürünler sunmak da dahil olmak üzere beslenmedeki yeni trendleri de takip etmeleri gerekmektedir [2].

Düşük miktarda sebze ve meyve tüketimi dünya çapındaki ölüm oranlarının artmasına neden olan ilk on risk faktörü arasında yer almaktadır [3]. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) diyetle ilişkili bulaşıcı olmayan hastalıklardan korunmak için kişi başına günlük 400 g'dan fazla meyve ve sebze alımını önermektedir [4, 5]. FAO ve WHO ortak yayınladıkları bir başka raporda ise günlük en düşük diyet lif tüketiminin 25 g olmasını sağlamak amacı ile meyve, sebze ve tam tahıl ürünlerinin tüketilmesini tavsiye etmiştir [5]. Söz konusu günlük tüketim miktarını sağlayabilmek için meyve-sebze tüketimi teşvik edilmelidir [6]. Yapılan araştırmalarda meyve ve sebze tüketim alışkanlığının çocukluktan ergenliğe [7] ergenlikten de yetişkinliğe geçtiği görülmüştür [8]. Bu nedenle, meyve ve sebze tüketim alışkanlığının erken çocukluk çağında kazanılması çok önemlidir.

Gıdada bulunmayan ya da önemsiz miktarlarda bulunan besinsel öğelerin gıdaya ilave edilmesi olarak tanımlanan zenginleştirme işlemi ile toplumda görülen ya da görülebilecek potansiyel besin eksikliklerini gidermek amaçlanmaktadır. Bu amaçla vitaminler, antioksidanlar ve yüksek oranda diyet lif içeren meyve ve sebze yan ürünleri, ekonomik bir fonksiyonel bileşen kaynağı olarak unlu mamullerin üretiminde kullanılmaktadır [9].

Kompozit unlar kullanılarak üretilen ekmek, pasta, makarna, kek, bisküvi gibi unlu mamuller sayesinde dengesiz beslenmeden kaynaklanan problemler çözülebileceği gibi bu unlar sayesinde diğer esansiyel makro ve mikro besin maddelerinin de alınması sağlanabilmektedir. Diğer taraftan glutensiz unlu mamullerin kompozit unlar ile hazırlanması ve zenginleştirilmesi hem çölyak hastalarının sağlığı için hem de son zamanlarda glutensiz beslenmeyi tercih eden bireyler için önemli bir kaynak sunmaktadır.

## KOMPOZİT UN

Kompozit unlar değirmencilerin ve fırıncıların alışkın olduğu hazır karışım unlardan oldukça farklıdır. Bu unlar, protein ve nişasta açısından zengin olan farklı meyve ve sebzelerin unları ile buğday unlu ya da buğday unsuz olarak bazı unlu mamul gruplarının üretiminde kullanılmaktadır. Bir başka deyişle; buğday unu içeren ya da içermeyen birden fazla buğday olmayan unun çeşitli oranlarda karıştırılması ya da harmanlanması ile elde edilen bir un çeşididir ve geleneksel olarak buğday unu ile yapılan mayalanmış ya da mayalanmamış fırın ürünleri ya da atıştırmalık ürünlerin yapımında kullanılmaktadır. İnsanların diyetinde esansiyel besin maddelerinin artmasını sağlayan bu una "kompozit un" adı verilmektedir [10]. Kompozit unlar meyve ve sebzelerden (meyve unu, sebze unu) doğrudan elde edilebileceği gibi, gıda sanayi

yan ürünlerinden (meyve çekirdeği unu) ya da çeşitli hububatlardan da elde edilebilmektedir.

Fırınlanan ürünler gibi temel gıda maddeleri için kompozit un kullanımının iki nedeni vardır: bunlardan ilki ekonomiklik değeri ise besleyiciliktir. Bu nedenle kompozit un olarak kullanılacak hammadde seçilirken ürün ile uyumu ve kullanım noktasındaki maliyeti de göz önünde bulundurulmalıdır [10]. Dengeli beslenmenin önemli bir parçası olan unlu mamullerde zenginleştirme ajanı olarak kullanılacak kompozit unların genellikle kullanıldığı ülkede fazla miktarda üretilen ve kolayca temin edilebilen ya da bir gıda prosesi sırasında yan ürün olarak elde edilen yerel ürünlerden seçilmesine de dikkat edilmelidir.

Kompozit un kullanılarak iyi kalitede unlu mamuller yapılabilir. Bununla birlikte kompozit un kullanılarak yapılan unlu mamullerin yapısı ve özellikleri, buğday unu ile yapılanlardan farklıdır. Kompozit un ile üretilen bu ürünlerin besin içeriğinde ve görünüşünde iyileşmeler [11] olmakla beraber bazı kompozit unlar üretilen ürünlerde istenmeyen aroma, renk ve tekstürel değişimlere neden olabilmektedir.

Kompozit un kullanımı üzerine yapılan araştırmalar göstermiştir ki hem ürün teknolojisi hem de tüketici kabulü nedeni ile buğday unu birçok kompozit un için önemli bir bileşendir [12]. Kompozit unlarda belirli bir etkiye ulaşmak için gerekli olan buğday unu yüzdesi büyük ölçüde buğday gluteninin kalitesine, miktarına ve dâhil edildiği ürünün yapısına bağlıdır. Bunun dışında kompozit unlar ile unlu mamuller üretilirken bu ürünlerin kalitesinin mümkün olduğunca buğday unu ile üretilenlere benzemesi gerektiği de göz ardı edilmemelidir [11].

## Kompozit Unların Tekno-Fonksiyonel Özellikleri

Kompozit unların farklı gıdalara işlenmelerinde katkı maddesi olarak kullanılabilmesi bu unların fonksiyonel özelliklerine bağlıdır [13]. Fonksiyonel özellikler; gıdaların hazırlanması, işlenmesi ve tüketilmeleri sırasında protein davranışlarını etkileyen fizikokimyasal özelliklerdir [14].

Gıdalarda doğal olarak bulunan ya da hazırlanması sırasında içine ilave edilen proteinlerin çözünürlük, su tutma kapasitesi, yağ bağlama özellikleri, köpük oluşturma kapasitesi ve stabilitesi, emülsiyon oluşturma kapasitesi ve stabilitesi, viskozite ve jel oluşturma gibi özellikler, ürünün kalitesi üzerinde önemli etkileri olan fonksiyonel özellikler olarak tanımlanmaktadır [14]. Fonksiyonel özellikler; doğrudan ya da dolaylı olarak proses uygulamalarını, gıda kalitesini ve sonuç olarak da görünüşü ile gıda ve gıda formülasyonlarında kullanılmasını etkilemektedir [15].

Chandra ve ark. [10] buğday ununun diğer kompozit unlar ile karıştırılma oranının arttıkça hacim artışı kapasitesi, su absorpsiyon kapasitesi, yağ tutma kapasitesi, emülsiyon aktivitesi, emülsiyon stabilitesi, köpük oluşturma stabilitesi, jelatinizasyon sıcaklığı, en



düşük jelatinizasyon konsantrasyonu ve kütle yoğunluğu gibi fonksiyonel özelliklerin arttığını tespit etmişlerdir.

## MEYVE VE SEBZE TÜKETİMİNİN SAĞLIK İLE İLİŞKİSİ

Meyveler yüksek miktarda esansiyel vitamin, mineral ve çeşitli fitokimyasallara sahipken [16], sebzeler ise yüksek lif içeriğine sahip, fenolik asitler ve flavonoidler gibi zengin polifenol kaynağıdır. Sebzeler basit karbonhidratların ve yağların alımını azaltabilirler [17]. Meyveler ve sebzeler; antioksidanlar ve antikanserojenler gibi biyolojik açıdan aktif olan maddelerin iyi bir kaynağıdır [18, 19]. Son yıllarda meyve ve sebzelerin farklı teknikler uygulanarak kurutulup, elde edilen konsantre unların da çeşitli gıda ürünlerinin zenginleştirilmesi amacıyla kullanılması da yaygınlaşmıştır.

## UNLU MAMULLERİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Unlu mamuller, dengeli beslenmenin önemli bir parçasıdır. Günümüzde market raflarında şekersiz ürünler (ekmek, sandviç ekmeği, çörek, hamburger ekmeği ve simit), tatlı ürünler (kek (muffin), krep, tatlı çörek, waffle ve kurabiye) ve dolgulu ürünler (meyve payları, pastalar, sandviçler, kremalı kekler, pizza ve kişiler) gibi çok çeşitli fırıncılık ürünleri bulunmaktadır [20].

Tüketicilerin daha sağlıklı ürün tüketme talebini karşılamak için meyve atıklarının gıda formülasyonlarında kullanılması, besin maddesi kaynağı olarak önemli bir kaynak niteliğindedir. Birçok gıda endüstrisi tüketici taleplerini karşılamak için üretimini yaptıkları ürünlere fonksiyonel özelliklere sahip bileşenler eklemektedirler [21].

Meyve ve sebzelerden elde edilen diyet liflerinin gıdalarda zenginleştirme amacı ile kullanılması, günümüzde oldukça dikkat çekmektedir. Zirai atık olarak adlandırılan meyve suyu sanayi ve konserve sanayii gibi sektörlerin yan ürünleri genellikle hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu gıda sanayi atıkları yüksek lif içeriği ve zengin biyoaktif bileşen içermesi nedeni ile gıdalarda zenginleştirme ajanı olarak kullanılmaya başlanmıştır [22]. Bu amaçla; elma, portakal, limon, bezelye, şeftali, hurma, şeker pancarı, mango, armut, karpuz ve kavun kabukları lif kaynağı olarak kullanılmaktadır [23].

Özellikle fırıncılık ürünlerinde kullanılan diyet lifler kullanıldıkları gıdalara çeşitli fonksiyonel özellikler kazandırmaktadır. Söz konusu fonksiyonel özellikler arasında su ve yağ tutuma kapasitesini artırma, dokusal özelliklerde değişim, sinerisis oluşumunda azalma, lipit oksidasyonunun azalması, emülsifikasyon/jel oluşturma, yüksek yağ içeriğine sahip gıdalarda veya emülsiyonda stabilizeyi artırma, nişasta jelatinizasyonunu azaltma ve raf ömrünü uzatma yer almaktadır [24].

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki iyi bir enerji kaynağı ve diğer bazı besin maddelerini içermesine rağmen tahıllar lisin ve treonin gibi esansiyel aminoasitlerce fakir

olduğu için, buğday besin değeri açısından fakir kabul edilmektedir [25]. Tahılların protein içeriği düşük olduğu için ve esansiyel amino asit bileşimleri dengeli bir dağılıma sahip olmadığı için protein bakımından zenginleştirilmeleri istenmektedir [26]. Bu amaçla unlu mamullere zengin protein kaynakları ilave edilmektedir. Yüksek ve kaliteli protein içeriğine sahip olması bakımından mantar bu amaçla kullanılabilir. Mantar ve tatlı patates karışımı içerdiği yüksek lisin, treonin, fenilalanin, lisin, isolosin, valin, triptofan, glisin, arjinin ve alin sayesinde protein içeriğinin zenginleştirilmesi için güzel bir örnek teşkil etmektedir. Söz konusu karışım ile yüksek besin kalitesine sahip bisküvi üretilmektedir [27].

Meyve unları buğday unu yerine kısmi bileşen olarak gıda formülasyonlarında kullanılabilir gibi ayrıca fonksiyonel bileşen olarak da diğer gıda formülasyonlarında kullanılabilir [20]. Bu tür bileşenler gıdalara eklendiğinde, üretilen ürünlerin tadını, tekstürünü, aromasını, rengini ve besin değerini değiştirebildiği/geliştirebildiği için tüketiciler tarafından genellikle sağlıklı ürünler olarak değerlendirilmektedir [28].

Santucci ve ark. [29] buğday unu ve alışılmış dışındaki ürünler ile üretilen un karışımlarının bisküvilerin besinsel kalitesini geliştirdiğini ve hatta bu ürünlerin lezzetini arttırarak tüketiciler tarafından daha çok tercih edilmelerini sağladığını bildirmişlerdir.

Meyvelerde bulunan diyet lif önemli miktarda biyoaktif bileşenleri içerdiği için genellikle tahıllarda bulunan diyet liften daha kaliteli olarak kabul edilmektedir. Özellikle toplam diyet lif ve çözünebilir diyet lif arasında iyi bir denge bulunmaktadır [30]. Çeşitli bitki materyallerinde bulunan diyet lifin farklı gıdaların üretiminde kullanılması, diyet lifin gıdaların çeşitli fonksiyonel özelliklerine sağladığı katkıyı arttırmaktadır. Bu fonksiyonel özellikler; yağ tutma kapasitesi, su bağlama kapasitesi, şişme (kabarma) yeteneği, serbest radikal süpürme (temizleme) özelliği ve lipit oksidasyonu önleme gibi özellikleri içermektedir [31, 32].

## UNLU MAMULLERDE KOMPOZİT UN KULLANIM ÖRNEKLERİ

### Balkabağı Unu

Aydın ve Göçmen [33], yaptıkları çalışmada bisküvi formülasyonunda buğday unu yerine %10, 20 ve 30 oranında balkabağı unu örneklerini kullanmışlardır. Balkabağı unu örneklerinin diyet lif miktarları, buğday ununa göre oldukça yüksek bulunmuştur. Balkabağı unu oranının artışına paralel olarak, bisküvilerin diyet lif oranları artarken, karbonhidrat ve enerji değerleri düşmüş, fenolik madde, antioksidan aktivite ve biyoalınabilirliklerinin ise kontrole göre yükseldiğini bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada balkabağı ununun diyet lif kaynağı olarak fonksiyonel bir katkı görevi üstlendiği, diyet lif miktarındaki artışla birlikte ise bisküvilerin karbonhidrat içeriklerinin ve enerji değerinin düştüğü düşünülmektedir.

Pongjanta ve ark. [34] ürettikleri balkabağı ununu 5 farklı oranda (%10, 20, 30, 40 ve 50) buğday unu yerine ekmekek, kek ve bisküvi üretiminde kullanılmışlardır. Kek için %20, ekmekek ve bisküvi için %10 balkabağı unu ilavesinin kabul edilebilir olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışma ayrıca balkabağı tozunun unlu mamullerde  $\beta$ -karoten içeriğini önemli ölçüde zenginleştirdiğini ortaya koymuştur.

### **Balkabağı Çekirdeğı**

Giami ve Barber [35] çimlendirilmiş ve çimlendirilmemiş balkabağı çekirdeklerinden hazırladıkları protein konsantrelerini belirli oranda (%0-25) buğday unu ile karıştırarak bisküvi üretip, bunların besinsel ve duyuşal açıdan özelliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda çimlendirilmiş çekirdeklerden elde edilen protein konsantresi içerikli bisküvilerin ham protein oranını, çimlendirilmemiş tohumlardan elde edilen konsantre ilaveli bisküvilerden daha yüksek, polifenol ve fitik asit miktarını ise daha düşük bulmuşlardır. Çimlendirilmemiş tohum konsantrisinin %15 oranına kadar kullanımı ile elde edilen bisküvilerin yayılma oranı, sertlik, renk ve kokusunun, kontrole benzer olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda çimlendirilmiş ve çimlendirilmemiş balkabağı çekirdeğinden hazırlanan protein konsantrisinin bisküviye ilavesi ile yetersiz beslenme ile mücadelede katma değeri yüksek bir ürün elde edilmiştir.

### **Kinoa, Karabuğday ve Kabak Çekirdeğı Unu**

Kinoa, karabuğday ve kabak çekirdeğinin %40 oranlarına kadar buğday unu ile karıştırılmasıyla elde edilen kompozit unların tost ekmeğinin besin ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada; kinoa %15, karabuğday %15, kabak çekirdeğı ise %10 oranlarında kullanılabilir bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre tost ekmeğinin protein, diyet lif ve yağ içerikleri artmış ve besinsel açıdan ise zenginleştiğı tespit edilmiştir [36]. Ayrıca yapılan duyuşal analizler sonucunda da elde edilen ekmekeklerin aroma ve lezzet gibi duyuşal özellikler açısından mükemmel olduğu sonucuna varılmıştır.

### **Şevketi Bostan Unu**

Dülger Altınır ve Şahan [37] yaptıkları çalışmada *Scolymus hispanicus* L.'den (Şevketi Bostan) elde ettikleri unu, kraker formülasyonunda %5, 10, 20, 30 ve 40 oranında buğday unu yerine kullanmış ve kraker kalitesi ile bileşimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Şevketi Bostan Unu (ŞBU) yüksek protein, diyet lif, su absorpsiyon kapasitesi ve mineral madde içeriğı ile düşük yağ içeriğine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. ŞBU oranının artışına paralel olarak, krakerlerin diyet lif oranları artarken, karbonhidrat ve enerji değerlerinin düştüğü bildirilmiştir. ŞBU ilavesi krakerlerin toplam fenolik madde, antioksidan kapasite ve bunların biyoalınabilirlikleri ile mineral madde içeriklerini kontrole göre yükseltmiştir. Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde ise %20 oranında ŞBU katkısı ile üretilen krakerlerin en iyi kabul edilebilir niteliklerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen tüm sonuçlar

değerlendirildiğinde ŞBU ilavesi ile fonksiyonel özelliklere sahip, enerji değeri düşük, yeni ve alternatif bir kraker çeşidi elde edilmiştir. Böylece besleyici değeri yüksek ve sağlık açısından daha faydalı bir ürün elde edilerek ürün çeşitliliğine de katkı sağlanmıştır.

### **Yabani Meyveler**

Uçar ve Hayta [38] yabani meyve olarak tüketilen alıç, muşmula, içde ve mersin meyvelerinin tozunun pandispanya keklerine %5 ve %10 oranında ilave edilebileceğini ve bu ilavenin pandispanyanın fizikokimyasal, fonksiyonel ve mikrobiyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilediklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen veriler sayesinde keklerde raf ömrünü etkileyen en önemli problemlerden biri olan küf gelişiminin engellenmesinde meyvelerin antimikrobiyal etkilerinden faydalanılabileceğı tespit edilmiştir.

### **Mantar Unu**

Pleurotus türü yenilebilir mantarların un ve tozlarının; ekmekek, bisküvi, muffin, kurabiye, tortilla, makarna, erişte ve yulaf lapasında bileşen olarak kullanılması bu ürünlerin protein ve lif içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir [39]. İbrahim ve Hegazy [40] yaptıkları çalışmada buğday unu, mantar unu ve tatlı patates unu bileşimi ile yaptıkları bisküvilerin besinsel kalitesinin büyük ölçüde geliştiğini bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda bisküvi formülasyonuna %20'ye kadar mantar unu/tatlı patates unu karışımı ikame edilmesinin, bisküvilerin kimyasal ve besinsel kalitesinin geliştiğı, panalistler tarafından da beğeni topladığı bildirilmiştir.

### **Mango Kabuğı Tozu**

Mango kabuğı unu sağlığı iyileştirici ve işlevsel özelliklere sahip zengin bir diyet lif kaynağıdır. Bu nedenle erişte, ekmekek, pandispanya, bisküvi gibi unlu mamullerden sağlıklı ürünler geliştirmek için fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılma potansiyeli yüksektir [30]. Ajila ve ark. [41], mango kabuğı tozu kullanarak bisküvinin besleyici özelliklerini arttırmaya çalışmışlardır. Sonuçta mango kabuğı tozu ilavesinin, bisküvilerin diyet lif ve antioksidan kapasite özelliklerini geliştirdiğini saptamışlardır. Böylece mango işleme endüstrisinin bir yan ürünü olan mango kabuğundan fonksiyonel ve nutrasötik özellikleri geliştirilmiş bisküvi ve diğer gıda ürünlerinin hazırlanmasında faydalanılabileceğı bildirilmiştir.

### **Nane Tozu**

Bajaj ve Urooj [42] bisküvilere farklı formlarda ilave ettikleri nanenin, tekstür, renk ve duyuşal özellikler gibi farklı özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Kontrol bisküvisi ve BHA (Bütüllemiş hidroksi anisol) ilaveli bisküvilerin, nane tozu ilaveli bisküvilerle tekstürel olarak benzer gevrek yapı gösterdiğini bildirmişlerdir. Ancak depolanan bisküvilerde 5. ayın sonunda renk değerlerinde düşme olduğunu gözlemişlerdir. Söz konusu olumsuzluğun ambalaj içinde kalan tepe boşluğu oksijeninden kaynaklanabileceğini düşünmüşlerdir.

### **Çarkıfelek Meyvesi ve Çarkıfelek Meyvesi Kabuğu**

Souza ve ark. [43] çarkıfelek meyvesi kabuğunun ekmek ve bisküvi gibi ürünleri zenginleştirmek için kullanılabilir olduğunu bildirmişlerdir. Böylece söz konusu ürünlerin besinsel ve teknolojik kalitesi artarken, aynı zamanda gıda endüstrisindeki atık yan ürünlerin miktarının azaltılmasında da alternatif olacağını bildirmişlerdir.

Bertagnolli ve ark. [44] yaptıkları çalışmada çarkıfelek meyvesinin kabuğunun bisküvi üretiminde belirli oranlarda buğday unu ile yer değiştirmesinin sayısız besinsel avantaj sağladığını tespit etmişlerdir. Çarkıfelek meyve kabuğunun bisküvi üretiminde kullanılmasının bisküvinin yağ ve karbonhidrat oranını düşürürken, diyet lif ve protein oranını arttırdığını bildirmişlerdir. Bisküviye ilave edilen miktar artıkça renk, flavor ve görünüşte önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir. Hatta ilave edilen çarkıfelek meyvesinin artışı flavoru olumlu etkilemiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde çarkıfelek meyvesi ununun buğday ununun ikamesi olarak ilave edileceği ürünün duyu kalitesini etkilemeden besinsel kaliteyi arttırdığı tespit edilmiştir.

### **Kestane Unu**

İnkaya ve ark. [45] kestane unu kullanımının hem standart hem de yağı azaltılmış bisküvilerin kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda kestane ununun özellikle yağı azaltılmış bisküvi üretimi için uygun olduğu, bisküvilerin duyu özelliklerini ve kalitesini geliştirdiğini ve yağı azaltılmış bisküvilerin formülünde fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanılabilirliğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca kestane ununun buğday unu ile ikame oranının artışı ile bisküvilerin renginde koyulaşma olduğu gözlenmiştir.

### **Portakal Posası**

Larrea ve ark. [46] yaptıkları çalışmada, portakal posasının bisküvi üretiminde kullanımını araştırmışlardır. Ekstrüde (suyu çıkarılmış) portakal posası (%5 ve 15) ile üretilen bisküvilerin flavor, tekstür ve genel beğeni açısından yüksek puanlar aldığını bildirmişlerdir. Özellikle %15 seviyesine kadar buğday ununun portakal posası ile ikame edilmesi iyi teknolojik kalitede ve iyi kabul edilebilir bisküvilerin elde edilmesini sağlamıştır.

### **Hint Darısı**

Rathia ve ark. [47] hint darısı (işlenmemiş hint darısı ve işlenerek ağartılmış hint darısı) ilavesi ile bisküvinin besleyici özelliklerini arttırmak için yaptıkları bir çalışmada, bunların kontrol bisküvisine göre daha yüksek protein, yağ, kül ve diyet lif içeriğine sahip olduğunu saptamışlardır. İşlenerek ağartılmış hint darısı ilave edilen bisküvilerin protein, nişasta, çözünmez diyet lif miktarlarının işlenmemiş hint darısı ilave edilen bisküvilerden önemli miktarda düşük olduğu bildirilse de, ağartılmış hint darısının bisküviye ilavesinin protein, nişasta ve çözünmeyen diyet lifi çok düşük miktarda etkileyip, aynı zamanda bisküvilerin duyu özelliklerini, invitro protein sindirilebilirliğini, invitro nişasta

sindirilebilirliğini ve çözünür diyet lifinin geliştirilmesinde etkili olduğunu gözlemlemiştir.

### **Buğday, Pirinç, Yulaf ve Arpa Kepeği**

Sudha ve ark. [48] çalışmalarında buğday, pirinç, yulaf ve arpa kepeğini diyet lif kaynağı olarak kullanmışlar. Bunların bisküvinin reolojik özelliklerine ve kalitesine etkisini incelemişlerdir. En yüksek kabul edilebilirliğin arpa ve yulaf kepekli bisküvilerde olduğunu saptamışlardır. Bisküvilerin diyet lif içeriğini arttırmak amacıyla kullanılan buğday, pirinç, yulaf ve arpa kepeğinin bisküvilerin lif içeriğinin zenginleştirilmesinde kullanılabileceği tespit edilmiştir. Bu çalışmalar; diyet lif alımını arttırmak için diyet lif bakımından zengin bisküvilerin geliştirilme potansiyelini göstermiştir.

### **Hardal Unu**

Tyagi ve ark. [49], hardal unu katkısı ile üretilen bisküvilerin, besinsel, tekstürel ve duyu özelliklerini araştırmışlardır. %15 hardal unu katkısı ile zenginleştirilen bisküvilerin istenilen özelliklere sahip olduklarını ifade etmişlerdir. %20 hardal unu ilave edilen bisküviler besinsel açıdan zengin olsa da duyu özellikler açısından %15 hardal unu içeren bisküvilere göre daha az beğeni almıştır.

### **Hint Armutu ve Kaju Elması**

Güney Amerika'ya özgü olan meyvelerden hint armudu ve kaju elmasının unların da bisküvi tipi kurabiyelerin zenginleştirilmesi çalışmasında formülasyondaki zenginleştirme ajanı oranı yükseldikçe bisküvilerin toplam diyet lifi ve nem içeriklerinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca hint armudu unun kullanıldığı bisküvilerin protein içeriklerinin de kaju elması ununun kullanıldığı gruptan ve kontrol grubundan çok daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir [20]. Bununla birlikte, bisküviye ilave edilen kaju elması unu ilavesi artışı ile orantılı olarak bisküvilerin duyu özelliklerinde azalma olduğu gözlenmiştir.

### **Soya Unu, Amarant, Keçiboynuzu Unu, Elma ve Yulaf Lifleri**

Vitali ve ark. [50] yaptıkları çalışmada inulin ilave edilmiş standart buğday ununa soya unu, amarant, keçiboynuzu unu, elma ve yulaf lifleri ilave etmişlerdir. Keçiboynuzu, elma lifi, soya unu ve amarant ilavesi ile bisküvilerin diyet lif içeriğinin kontrol grubuna göre arttığını belirtmişlerdir. Soya unu ilavesinin ise bisküvilerin protein içeriği ve sindirilebilirliğini arttırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca en yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteyi keçiboynuzu ve elma lifi katkılı bisküvilerde saptamışlardır.

İlhan ve Özdemir [51] poğaçaya, kek, dondurma külahı ve gofret kreması örneklerinde keçiboynuzu posası unun %5, 10 ve 15 oranlarında una ikame edilerek kullanılmasının bu örneklerin kalite kriterleri üzerinde herhangi bir olumsuz etkiye yol açmadığını ve keçiboynuzu ununun bu örneklerde belirli oranlarda kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

### Elma ve Limon Lifi

Bilgiçli ve ark. [52] elma, limon, buğday lifi ve buğday kepeği ilavesinin bisküvinin besleyici özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Buğday kepeği dışında kalan kaynakların besleyici değeri değiştirmedini, buğday kepeğinin ise bisküvinin besleyici özelliklerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Bu çalışmada ayrıca farklı kaynaklardan el edilen liflerin bisküviye ilave edilmesi ile bunların enerji değerinin düşürülebileceği de bildirmiştir. Uysal ve ark. [53] elma ve limon lifini bisküvi hamuruna ilave ettikleri çalışmada bisküvi içindeki lif miktarının artışı ile birlikte bisküvilerin selüloz ve kül miktarında da artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte elma ve limon lifi ilavesinin bisküvilerin protein içeriğinde azalmaya neden olduğunu, buğday lifi ve buğday kepeği ilavesi ile ise protein içeriğinde önemli bir değişme olmadığını da tespit etmişlerdir.

### Elma Kabuğu Tozu

Rupasinghe ve ark. [54] diyet lif içeriği oldukça yüksek olan elma kabuğu tozunun muffinlerin fenolik madde ve antioksidan aktivitesini arttırdığını bildirmişlerdir. %24 oranına kadar elma kabuğu tozu ilavesinin renk özellikleri dışındaki fiziksel özelliklerin çoğunu koruduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışma sayesinde elma kabuğu ununun buğday unu yerine ikame edilmesi sadece kek ve unlu mamullere değil aynı zamanda bazı fonksiyonel gıda ve nutrasötiklerin üretilmesinde değerli bir gıda maddesi olarak kullanılabilceği de tespit edilmiştir.

### Elma ve Kayısı Çekirdek Unu

Özbas ve ark. [55], meyve tozlarının düşük yağlı bisküvi kalitesine etkilerini araştırmak için elma ve kayısı çekirdek unlarını, bisküvi formülasyonunda buğday unu ile %10-40 oranında yer değiştirilerek kullanılmıştır. Her iki katkı çeşidinde de toplam diyet lif miktarı, konsantrasyon artışına bağlı olarak artarken, elma unu eklenmiş bisküvilerin toplam diyet lif oranı daha yüksek olmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda elma ve kayısı çekirdeği unu tahıl bazlı gıdalarda diyet lif destekleyici olarak kullanılabilir. Söz konusu çalışmada ayrıca %30 kayısı tozu ilavesinin, elma tozuna göre daha iyi yağ ikamesi olduğu da tespit edilmiştir. Kayısı ununun bu özelliği sayesinde düşük yağlı unlu mamullerin üretilmesi amacıyla kullanılabilceği de bildirilmiştir.

### Hurma Çekirdeği Unu

Ambigaipalan ve Shahidi [56], hurma çekirdeği diyet lifini kek formülasyonlarında kullanarak kimyasal ve duyuşal özelliklerini araştırmışlardır. Keklere lif katkısı sonrasında, kontrol örneğine göre toplam diyet lif ile birlikte kül içeriğinin de arttığı tespit edilmiştir. Bu çalışma, hurma çekirdeği diyet lifinin fırıncılık ürünlerinde kullanılabilceğini göstermiştir. %5 katkı oranı sonucunda, kontrol örneğiyle arasında lezzet açısından önemli bir fark görülme de keklerin renginin koyulaşmasına neden olmaktadır. Hurma çekirdeği ununun keklerin antioksidan aktivitesini arttırdığı da

tespit edilmiştir. Söz konusu özellikleri nedeni ile hurma çekirdeği unu, diyet lifi ve doğal antioksidanların ucuz bir kaynağı olarak unlu mamullerin üretiminde fonksiyonel bir gıda maddesi olarak kullanılabilme özelliğine sahiptir.

### Karpuz ve Kavun Kabuğu Tozu

Karpuz ve Kavun kabuğu tozunun diyet lif kaynağı olarak kek üretiminde kullanıldığı çalışmada kek hacmi ve özgül hacim değerlerinin geliştiği ayrıca keklerin raf ömrünün uzadığı ve lif oksidasyonu ve serbest asit oluşumunun azaldığı tespit edilmiştir [57]. Elde edilen bu veriler sayesinde karpuz ve kavun gibi yerel ürünlere gıda endüstrisinde farklı kullanım alanları oluşturularak hem ekonomiye katkı hem de fonksiyonel bileşen ve antioksidan aktivitesi yüksek ürünlerin elde edilmesi sağlanacaktır.

### Ekmek Ağacı Meyve Unu

Omobuwajo [58], bisküvi ve kraker üretiminde vitamin ve mineral miktarı yüksek tropikal bir meyve olan ekmek ağacı meyvesini farklı oranlarda (%33, 50, 67, 100) kullandığı çalışmada bisküvilerin diyet lif içeriği artarken, yağ miktarlarında önemli bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında ekmek ağacı meyvesinin atıştırmalık gıdaların üretiminde uygun bir katkı olduğu bildirilmiştir.

### Muz Unu

Yadav ve ark. [59], muz unu ve nohut ununu buğday unu yerine %0, 10, 20, 30, 40 oranlarında kullanarak bisküvi üretmişlerdir. Nohut ununun protein oranının, muz ununun diyet lif oranının yüksek olması, üretilen bisküvilerin protein ve diyet lif miktarlarını kontrole göre arttırdığını tespit etmişlerdir. Nohut ununun yüksek protein ve yağ; muz ununun ise yüksek ham selüloz ve karbonhidrat içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Oyeyinka ve ark. [60], yaptıkları bir çalışmada bisküvi üretiminde buğday unu ve farklı olgunlaşma evrelerinde olan muz ununu belli ikame oranlarında 90/101, 80/201, 50/501, 100/0, 90/103, 80/203 ve 50/503 kullanmışlardır. Kullanılan un formülasyonlarının bisküvinin fonksiyonel özelliklerini ve mineral içeriklerini arttırdığı bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak, kompozit un karışımından üretilen bisküvilerin yüksek Ca ve Fe içeriği nedeni ile kontrol bisküvilerine göre daha iyi mineral kaliteye sahip olduğu bildirilmiştir.

### Nar Kabuğu

İsmail ve ark. [61] nar kabuğu ilavesinin kurabiyelerin diyet lifi, toplam fenolik madde içeriklerini ve inorganik kalıntı içeriklerini önemli derecede arttırdığı belirtilmiştir. Çalışmada nar kabuğu katkılı kurabiyelerin kalsiyum, potasyum, demir ve çinko gibi mineral içeriklerinin de yükseldiği saptanmıştır. Bisküvilere ilave edilen nar kabuğu, ürünün besinsel içeriğini zenginleştirmesini sağlamıştır. Bu da nar kabuğu ununun mineral ve diyet lif kaynağı olarak gıda endüstrisinde ticari bir ürün olarak kullanılabilceğini göstermektedir.

Srivastava ve ark. [62] yaptıkları çalışmada %7.5 nar kabuğu ilavesi ile ürettikleri bisküvilerin duysal olarak kabul edilebilir olduğunu ve bu oranda nar kabuğu tozu ilavesinin, bisküvilerin protein, diyet lif, mineral, antioksidan aktivite ve  $\beta$ -karoten içeriğini arttırdığını da tespit etmişlerdir. Bu çalışmada bulunan sonuçlar ile bisküvilerin besleyici ve sağlığa yararlı özelliklerini geliştirmek için kurutulmuş nar kabuğu tozunun kullanılabileceği kanıtlanmıştır.

### **Nar Çekirdeği Unu**

Gül ve Şen [63] yaptıkları çalışmada nar işleme tesislerinin fonksiyonel yan ürünü olan nar çekirdeği ununun, ekmeğin hamur ve ekmek kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Buğday ununa nar çekirdeği unu ilave edilmesi ile birlikte ekmeklerde hacim, genişlik, yükseklik ve parlaklık değerlerinde azalma gözlenirken, diyet lif, a ve b gibi renk değerleri ile sertlik ve çignenebilirlik gibi tekstürel özelliklerde artış olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu çalışmada elde edilen tüm veriler değerlendirildiğinde nar çekirdeği ununun ekmeğin teknolojik ve duysal kalitesini önemli ölçüde değiştirmeyecek şekilde %5 seviyesine kadar ekmeğe ilave edilebileceği bildirilmiştir. Toplumun önemli bir kesiminin ekmek yemeden sofradan kalkmadığı düşünülecek olursa, Gül ve Şen [63]'nin de önerdiği gibi endüstriyel ve ekonomik açıdan ekmeğin lif içeriğinin nar çekirdeği unu ilavesi ile artırılması ile ekmek hem daha fazla sağlık bilincine sahip tüketiciye ulaştırılacak hem de daha ekonomik bir ekmek üretimi sağlanabilmektedir.

### **Üzüm Posası Tozu**

Üzüm işleme sanayisinin önemli bir atığı veya yan ürünü olan üzüm posasının ekstrüde ürünlerde özellikle de cips üretiminde kullanılabilirliğini araştıran Güler ve Tokuşoğlu [64], sağlık üzerine olumlu etkileri olan antioksidan etkilere sahip fenolik bileşiklerce zengin olan üzüm posası tozunun gıda sanayiinde özellikle ekstrüde atıştırılabilir gıdaların üretiminde kullanılabilirliğini ortaya koymuşlardır. Ancak üzüm posası tozu oranı arttıkça ürünün lezzetinde bir burukluk oluşturduğu için ilave oranının çok artırılması gerektiği tavsiye edilmiştir.

### **Yaban mersini, Haşhaş, Yeşil Çay, Asma Yapağı, Üzüm Çekirdeği**

Aksoylu ve ark. [26] tatlı bisküviyi yaban mersini, haşhaş tohumu ve üzüm çekirdeği; tuzlu bisküviyi ise yeşil çay, asma yapağı ve zeytin yapağı ile zenginleştirerek fonksiyonel özelliğe sahip bisküviler üretmişlerdir. Bisküvilerin fonksiyonelliğinin artırılması, zenginleştirme bileşenlerin ilave edilmesiyle bisküvilerin fenolik madde içeriklerinin ve antioksidan aktivitelerin artmasıyla elde edildiği bildirilmiştir.

### **Kahve Çekirdeği Zarı**

Göçmen ve ark. [65] buğday unu yerine %2.5, 5.0 ve 7.5 oranlarında kahve çekirdeği zarı kullanarak zenginleştirdikleri bisküvilerde; fenolik bileşen, antioksidan aktivite ve in-vitro biyoalınabilirlik seviyelerindeki artışa paralel olarak fonksiyonel

özelliklerin de attığını bildirmişlerdir. Kahve çekirdeği zarı bisküvilerin nem miktarını da arttırmıştır. Araştırmacılar söz konusu nem artışının sebebinin diyet lif içeriğinin artmasına bağlamışlardır. Kahve çekirdeği zarı ayrıca bisküvi çapının azalmasına, kalınlığının ise artmasına neden olmuştur.

### **Beyaz Lahana Unu**

Yüksek antioksidan, fenolik bileşenler, diyet lif, mineral ve düşük kalori içeriği nedeni ile ön plana çıkan beyaz lahananın bu özelliklerinden faydalanmak üzere Gül ve ark. [66] beyaz lahanayı dehidre edip toz haline getirmiş ve elde ettikleri unu bisküvi üretiminde kullanmışlardır. Bu çalışmada lahana tozu ilave oranı artışı ile birlikte bisküvilerin diyet lif ve mineral madde miktarında artış olduğu, buna karşılık fenolik bileşen, antioksidan aktivite, genişlik, kalınlık, yayılma oranı ve yüzey çatlaklığında önemli bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir. Duysal analizlerde %2.5 seviyesinde lahana ilave edilen bisküvilerin tüketiciler tarafından beğeni topladığı da bildirilmiştir. Lahana işleme endüstrisinin bir yan ürünü olan beyaz lahananın dış yapraklarının bisküvi ve diğer gıda ürünlerinin fonksiyonel ve besinsel özelliklerin geliştirilmesi amacı ile kullanılabileceği araştırmacılar tarafından önerilmiştir.

### **Kuşburnu Çekirdeği Unu**

Gül ve Şen [67] Kuşburnu çekirdeği ununun ekmek hamurunun reolojik özellikleri üzerine etkilerinin araştırdıkları çalışmada kuşburnu çekirdeğinin yüksek lif, kül, protein, toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi ile değerli bir yan ürün olduğunu bildirmişlerdir. Kuşburnu çekirdeği unu ilave edilen ekmek hamurunun su emilimi, gelişme süresi, yumuşama derecesi, uzayabilirlik ve keiffer ölçüm alanında azalma olduğu, diğer taraftan hamur stabilitesi, uzama direnci, mukavemet ve deformasyon enerjisinde artış olduğu tespit edilmiştir.

Gül ve Şen [68] yaptıkları bir diğer çalışmada da yine kuşburnu çekirdeği unu ilavesinin ekmeğin kalitesi üzerine olan etkileri araştırmışlardır. Bu çalışmada, %5 oranında kuşburnu çekirdek unu ilavesinin diyet lif içeriğini arttırdığı, somun hacmi, yüksekliği, sertliği, rengi ve çignenebilirliğini etkilediği tespit edilmiştir. Bu çalışmada yeni ekmek formülasyonlarının geliştirilmesi açısından önemli veriler elde edilmiştir. Endüstriyel bir yan ürün olan kuşburnu çekirdeğinin; besleyici, sağlıklı, fonksiyonel, ekonomik ve yüksek diyet lif içeren, kabul edilebilir pişirme özelliklerine sahip bir yeni bir bileşen olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. %5 kuşburnu çekirdeği unu içeren ekmeğin kontrol ekmeği ile benzer duysal özelliklere, genel kabuledilebilirliğe ve satın alınabilirliğe sahip olduğu tespit edilmiştir.

### **Narince ve Öküzgözü Üzümü Çekirdek Unu**

Gül ve ark., [69] narince ve öküzgözü üzümü çekirdek ununun toplam lipit, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve toplam diyet lif içeriğinin oldukça yüksek olduğunu söz konusu çekirdek unlarının besinsel katkı maddesi olarak fonksiyonel olarak kullanılabileceğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada özellikle çekirdeksiz

öküzgözü üzüm posası unu ve tam unun doğal antosiyanin veya doğal renk maddesi olarak üretimde kullanılabilceği bildirilmiştir.

Acun ve Gül [70] yaptıkları çalışmada üzüm unu, üzüm posası unu, çekirdeksiz posa unu ve çekirdek ununun bisküvi kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlar, %10 çekirdek unu içeren bisküvilerin toplam fenol ve antioksidan aktivitesi üzüm posası ve çekirdeksiz posa unu içeren bisküvilerden daha yüksek bulunmuştur. Duyusal özellikler ve satın alınabilirlik açısından en çok %5 çekirdek unu içeren bisküviler kabul görmüş, bu karşılık üzüm posası unu kullanım oranının %10 üstüne çıkması genel kabul edilebilirlik ve satın alınabilirliği önemli ölçüde azaltmıştır.

## SONUÇ

Toplumun sağlıklı beslenme konusunda bilinçlenmesi ile birlikte artan talepleri doğal kaynaklarla karşılamak isteyen gıda üreticileri, gıda maddelerini zenginleştirmek amacı ile çeşitli meyve ve sebzeleri doğrudan ya da dolaylı olarak kullanmaya başlamıştır. Bu derleme meyve ve sebzelerin un (toz) haline getirilmesinin söz konusu gıdaların israfını azalttığını ayrıca fonksiyonel bir bileşen olarak unlu mamullerde zenginleştirme ajanı olarak kullanılmak üzere mükemmel bir fırsat sunduğunu literatürde yapılan çalışmalar ile göstermektedir.

İşlenmiş gıda üretimi yapan gıda sanayii, günümüzde yapay antioksidan kullanmak yerine çeşitli bitki, baharat ve yağlı tohumlardan elde edilen doğal antioksidanları kullanmaya başlamıştır. Söz konusu bu eğilim toplumun sağlıklı gıda tüketimi konusunda bilinçlenmesi ile meydana gelmiştir. Toplumda oluşan bu bilinçlenme gıda zenginleştirme çalışmalarının hız kazanmasını sağlamış, yeni ve fonksiyonel özelliklere sahip, besleyici değeri yüksek ürün geliştirmeye yönelik çalışmalar da büyük önem kazanmıştır.

Meyve ve sebze gibi bitkiler hem doğal bir katkı maddesi olması hem de katma değeri düşük bitkilerin ekonomiye kazandırılması açısından son derece önemlidir. Yapılan araştırmalar meyve ve sebzelerin fenolik bileşenler, antioksidan aktivite ve diyet lif bakımından zengin kaynak olduğunu göstermekte bu nedenle de meyve ve sebze açısından zengin bir diyet ile beslenme; kanser, kardiyovasküler hastalıklar, yüksek tansiyon, diyabet ve obezite gibi hastalıkların riskini azaltma ya da bu hastalıklardan korunmayı sağlamaktadır.

Meyve ve sebzeler toplum tarafından yaygın bir şekilde mevsimsel olarak kullanıldığından bunların yıl boyunca taze olarak bulunması imkânsızdır. Bu nedenle meyve ve sebzeler çeşitli tekniklerle kurutulur. Kurutulup toz haline getirilmiş meyve ve sebze unlarının taze olanlardan daha kararlı olması, dağıtımı ile depolamasının kolay olması ve yıl boyu ulaşılabilmesi, bu unlara gıda zenginleştirmelerinde kullanılabilme imkânı sağlamaktadır. Böylece temel besin maddelerini ve biyoaktif bileşenleri bol miktarda içeren meyve ve sebzeler başta unlu mamuller olmak üzere, atıştırmalık

gıdalar, bebek mamaları ve meşrubat gibi birçok gıdanın üretiminde kullanılabilme potansiyeli kazanmaktadır.

## KAYNAKLAR

- [1] Lambo, A.M., Öste, R., Nyman, M.E.G.L. (2005). Dietary fibre in fermented oat and barley  $\beta$ -glucan rich concentrates. *Food Chemistry*, 89, 283-293.
- [2] Jaworska, D., Mojska, H., Gieleciński, I., Najman, K., Gondek, E., Przybylski, W., Krzyckowska, P. (2019). The effect of vegetable and spice addition on the acrylamide content and antioxidant activity of innovative cereal products. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 36(3), 374-384.
- [3] Ezzati, M., Lopez, A.D., Rodgers, A., van der Hoorn, S., Murray, C.J.L. (2002). Selected major risk factors and global and regional burden of disease. *Lancet*, 360, 1347-1360.
- [4] Lock, K., Pomerleau, J., Cause, L., Altmann, D.R., Mc Kee, M. (2005). The global burden of disease attributable to low consumption of fruit and vegetables: implications for the global strategy on diet. *Bulletin of the World Health Organization*, 83, 100-108.
- [5] WHO (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. WHO Technical Report Series No. 916. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- [6] Faber, M., Laubscher, R., Laurie, S. (2013). Availability of, access to and consumption of fruits and vegetables in a peri-urban area in KwaZulu-Natal, South Africa. *Maternal and Child Nutrition*, 9, 409-424.
- [7] Ambrosini, G.L., Emmett, P.M., Northstone, K., Jebb, S.A. (2014). Tracking a dietary pattern associated with increased adiposity in childhood and adolescence. *Obesity (Silver Spring)*, 22(2), 458-465.
- [8] Lien, N., Lytle L.A., Klepp, K.I. (2001). Stability in consumption of fruit, vegetables, and sugary foods in a cohort from age 14 to age 21. *Preventive Medicine*, 33(3), 217-226.
- [9] Kırbaş, Z., Kumcuoglu, S., Tavman, S. (2019). Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 914-926.
- [10] Chandra, S., Singh, S., Kumari, D. (2015). Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6), 3681-3688.
- [11] Noorfarahzilah, M., Lee, J.S., Sharifudin, M.S., Mohd Fadzelly, A.B., Hasmadi, M. (2014). Applications of composite flour in development of food products. *International Food Research Journal*, 21(6): 2061-2074.
- [12] Mepba, H., Eboh, L., Nwaojigwa, S.U. (2007). Chemical composition, functional and baking properties of wheat-plantain composite flours. *African Journal Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 7, 1-22.

- [13] Hung, T.V., Papalois, M., Nithianandan, V., Jiang, H.H., Versteeg, K. (1990). Utilisation of lupin seeds for human consumption. Gold Coast: AIFST/NZIFST, "Food Pacific" Convention, Bond University.
- [14] Kurtcebe, A. (2001). Buğday unu komponentlerinin kompozisyonu ve fonksiyonları. Bitirme Ödevi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta.
- [15] Mahajan, A., Dua, S. (2002). Salts and pH induced changes in functional properties of Amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) seed meal. *Cereal Chemistry*, 79, 834-837.
- [16] Slavin, J.L., Lloyd, B. (2012). Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in Nutrition*, 3, 506-516.
- [17] Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L. (2004). Polyphenols: Food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 727-747.
- [18] Dillard, C.J., German, J.B. (2000). Review Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 1744-1756.
- [19] Vetrani, C., Vitale M., Bozzetto, L., Della Pepa G., Cocozza, S., Costabile, G., Mangione, A, Cipriano, P., Annuzzi, G., Rivellese, A.A. (2018). Association between different dietary polyphenol subclasses and the improvement in cardiometabolic risk factors: evidence from a randomized controlled clinical trial. *Acta Diabetologia*, 55, 149-153.
- [20] Uchoa, A.M.A., Correia da Costa, J.M., Maia, G.A., Meira, T.R., Sousa, P.H.M., Brasil, I.M. (2009). Formulation and physicochemical and sensorial evaluation of biscuit-type cookies supplemented with fruit powders. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64, 153-159.
- [21] Assis, L.M., Zavareze, E.R., Raünz, A.L., Dias, A.R.G., Gutkoski, L.C., Elias, M.C. (2009). Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. *Alimentos e Nutrição*, 20(1), 15-24.
- [22] Ktenioudaki, A., Gallagher, E. (2012). Recent advances in the development of high-fiber baked products, *Trends in Food Science and Technology*, 28, 4-14.
- [23] Memeli, Z. (2015). Bazı Gıda Liflerinin Glutensiz Kek Formülasyonlarında Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- [24] Rahaie, S., Gharibzahedi, S.M.T., Razavi, S.H., Jafari, S.M. (2012). Recent developments on new formulations based on nutrient-dense ingredients for the production of healthy-functional bread: a review, *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 2896-2906.
- [25] Dhingra, S., Jood, S. (2001). Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. *Journal of Food Chemistry*, 77, 479-488.
- [26] Aksoylu, Z. (2012). Bisküvinin Fonksiyonel Özellik Taşıyan Bazı Bitkisel Ürünlerce Zenginleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.
- [27] Varughese, G., W.H. Pfeiffer and R.J. Pena, (1996). A successful alternative crop. I. Cereal Foods World, 41: 474-482.
- [28] Aquino, A.C.M.S., Mões, R.S., Leão, K.M.M., Figueiredo, A.V.D., Castro, A.A. (2010). Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 69(3), 379-386.
- [29] Santucci, M.C.C., Alvim, I.D., Faria, E.V., Sgarbieri, V.C. (2003). Efeito do enriquecimento de biscoitos tipo água e sal com extrato de levedura (*Saccharomyces* sp.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23(3), 441-446.
- [30] Abdul Aziz, N.A., Wong, L.M., Bhat, R., Cheng, L.H. (2012). Evaluation of processed green and ripe mango peel and pulp flours (*Mangifera indica* var. Chokanan) in terms of chemical composition, antioxidant compounds and functional properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 557-563.
- [31] Quiros-Sauceda, A.E., Palafox-Carlos, H., Syago-Ayerdi, S.G., Ayala-Zavala, J.F., Bello-Perez, L.A., Lvarez-Parrilla, E., de la Rosa L.A., González-Córdova A.F., González-Aguilar G.A. (2014). Dietary fiber and phenolic compounds as functional ingredients: Interaction and possible effect after ingestion. *Food & Function*, 5(6), 1063-1072.
- [32] Xie, F., Wang, Y., Wu, J., Wang, Z. (2016). Functional properties and morphological characters of soluble dietary fibers in different edible parts of *Angelica keiskei*. *Journal of Food Science*, 81(9), C2189-C2198.
- [33] Aydın, E. (2014). Balkabağı (*Cucurbita moschata*) Unu Katkısının Bisküvinin Antioksidan Aktivite ve Besinsel Kalitesine Etkileri. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- [34] Pongjanta, J., Naulbunrang, A., Kawngdang, S., Manon, T., Thepjaikat, T. (2006). Utilization of pumpkin in bakery product. *Songklanakarin Journal of Science Technology*, 28, 71-79.
- [35] Giami, S.Y., Barber, L.I. (2004). Utilization of protein concentrates from ungerminated and germinated fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook) seeds in cookie formulations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1901-1907.
- [36] Milovanovic, M.M., Demin, M.A., Vucelic-Radovic, B.V., Zarkovic, B.M., Stikic, R.I. (2014). Evaluation of the nutritional quality of wheat bread prepared with quinoa, buckwheat and pumpkin seed blends. *Journal of Agricultural Sciences*, 59(3), 319-328.
- [37] Dülger Altuner, D. (2015). Sağlıklı Bir Atıştırmalık: Enerjisi Azaltılmış Kraker Üretimi. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- [38] Uçar, B. (2011). Pandispanya Kek Kalitesi Üzerine Yabani Meyvelerin Fonksiyonel Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.

- [39] Adebayo-Oyetero, A., Olatidoye, O., Ogundipe, O., Balogun, I., Aro, F. (2010). Quality characteristics of cookies produced from composite flours of wheat and mushrooms. *Journal of Sciences and Multidisciplinary Research*, 2, 25–31.
- [40] Ibrahim, M.I., Hegazy, A.I. (2014). Effect of replacement of wheat flour with mushroom powder and sweet potato flour on nutritional composition and sensory characteristics of biscuits. *Current Science International*, 3(1), 26–33.
- [41] Ajila, C.M., Leelavathi, K., Prasada Rao, U.J.S. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48, 319-326.
- [42] Bajaj, S., Urooj, A. (2006). Effect of incorporation of mint on texture, colour and sensory parameters of biscuits. *International Journal of Food Properties*, 9, 691-700.
- [43] Souza, M.W., Ferreira, T.B., Vieira, I.F. (2008). Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. *Alimentos e Nutrição*, 19(1), 33-36.
- [44] Bertagnolli, S.M.M., Silveira, M.L.R., Fogaça, A.O., Umann, L., Penna N.G. (2014). Bioactive compounds and acceptance of cookies made with Guava peel flour. *Food Science and Technology*, 34(2), 303-308.
- [45] Inkaya, A.N., Göçmen, D., Öztürk, S., Köksel, H. (2009). Investigation on the functional properties of chestnut flours and their potential utilization in low-fat cookies. *Food Science and Biotechnology*, 18(6), 1404-1410.
- [46] Larrea, M.A., Chang, Y.K., Martinez-Bustos, F. (2005). Some functional properties 447 of extruded orange pulp and its effect on the quality of cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 38, 213-220.
- [47] Rathia, A., Kawatraa, A., Sehgal, S., Housewrightb, B. (2004). Influence of depigmentation of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) on sensory attributes, nutrient composition and in vitro digestibility of biscuits. *LWT Food Science and Technology*, 37, 187-192.
- [48] Sudha, M.L., Vetrmani, R., Leevathi, K. (2007). Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry*, 100, 1365-1370.
- [49] Tyagi, S.K., Manikantan, M.R., Oberoi, H.S., Kaur, G. (2007). Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. *Journal of Food Engineering*, 80, 1043-1050.
- [50] Vitali, D., Dragojević, I.V., Šebečić, B. (2009). Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114, 1462-1469.
- [51] İlhan, S. (2013). Keçiboynuzu katkılı unlu mamüller üretimi. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin.
- [52] Bilgiçli, N., İbanoglu, S., Herken, E.N. (2005). Effect of dietary fibre addition on the selected nutritional properties of cookies. *Journal of Food Engineering*, 78, 86-89.
- [53] Uysal, H., Bilgiçli, N., Elgün, A., İbanoglu, S., Herken, N.E., Demir, M.K. (2007). Effect of dietary fibre and xylanase enzyme addition on the selected properties of wire-cut cookies. *Journal of Food Engineering*, 78, 1074-1078.
- [54] Rupasinghe, H.P.V., Wang, L., Huber, G.M., Pitts, N.L. (2008). Effects of baking on dietary fibre and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder. *Food Chemistry*, 107, 1217-1224.
- [55] Özbas O.O., Seker, I.T., Gokbulut, I. (2014). Effects of apricot kernel flour and fiber-rich fruit powders on low-fat cookie quality. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1, 1326-1332.
- [56] Ambigaipalan P., Shahidi F. (2015). Date seed flour and hydrolysates affect physicochemical properties of muffin. *Food Bioscience*, 12, 54-60.
- [57] Al-Sayed Hanan, M.A., Ahmed, A.R. (2013). Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. *Annals of Agricultural Science*, 58(1), 83-95.
- [58] Omobuwajo, T.O. (2003). Compositional characteristics and sensory quality of biscuits, prawn crackers and fried chips produced from beadfruit. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 4, 219-225.
- [59] Yadav, R. B., Yadav, B.S., Chaudhary, D. (2011). Extraction, characterization and utilization of rice bran protein concentrate for biscuit making. *British Food Journal*, 113, 1173-1182.
- [60] Oyeyinka, S.A., Oyeyinka, A.T., Karim, O.R., Toyeeb, K.A., Olatunde, S.J., Arise A.K. (2014). Biscuit making potentials of flours from wheat and plantain at different stages of ripeness. *Croat. Journal of Food Science and Technology*, 6(1), 36-42.
- [61] Ismail, T., Akthar, S., Riaz, M., Ismail, A. (2014). Effect of pomegranate peel supplementation on nutritional, organoleptic and stability properties of cookies. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(6), 661- 666.
- [62] Srivastava, P., Indrani, D., Singh, R.P. (2014). Effect of dried pomegranate (*Punica granatum*) peel powder (DPPP) on textural, organoleptic and nutritional characteristics of biscuits. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(7), 827-833.
- [63] Gül, H., Şen, H. (2017a). Effects of pomegranate seed flour on dough rheology and bread quality. *CYTA–Journal of Food*, 15(4): 622–628.
- [64] Güler, A. (2011). Siyah üzüm posası katkılı mısır cipsi eldesi: Yeni üründe kalite özelliklerinin, antioksidan kapasitenin ve bazı kateşin fenoliklerin izlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.
- [65] Gocmen, D., Sahan, Y., Yildiz, E., Coskun, M., Aroufai, I.A. (2019). Use of coffee silverskin to improve the functional properties of cookies. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 56(6), 2979-2988.



- [66] Gül, H., Yanik, A., Acun, S. (2013). Effects of white cabbage powder on cookie quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(1), 68-72.
- [67] Gül, H., Şen, H. (2017b). Effects of rosehip seed flour on the rheological properties of bread dough. *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, XXI, 330-335.
- [68] Gül, H., Şen, H. (2017c). The influence of rosehip seed flour on bread quality. *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, XXI, 336-342.
- [69] Gül, H., Acun, S., Şen, H., Nayır, N., Türk, S. (2013). Antioxidant activity, total phenolics and some chemical properties of Öküzgözü and Narince grape pomace and grape seed flours. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(2), 28 -34.
- [70] Acun, S., Gül, H. (2014). Effects of grape pomace and grape seed flours on cookie quality. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods, March*, 6(1), 81-88.
-

## Akademik Gıda Dergisi Yazım Kuralları

**Akademik Gıda** dergisi gıda bilimi ve teknolojisi alanında 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

Akademik Gıda dergisinde makale yayınlanması için 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 yayımlandığı dergi isimleri kısaltma kullanılmadan ve italik olarak yazılmalıdır. Web adreslerine atıf yapılacağına (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

Akademik Gıda® (Academic Food Journal) welcomes article submissions and does not charge a publication fee.

### 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 almış 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. Yayımlanmak üzere dergiye gönderilen makaleler hakemler için de gizlidir ve bilimsel değerlendirme için aldıkları makalelerin herhangi bir bölümünü üçüncü şahıslarla paylaşmalarına veya dağıtımalarına 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 kullanımını, 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 çalışmaları 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 kullanımın, 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 atfı 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**