

ISSN Online 2148-015X

ACADEMIC FOOD JOURNAL

AKADEMİK

GIDA



Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademik-gida> Cilt/Volume:17 Sayı/Number:4 Ekim - Aralık 2019

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

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

Akademik Gıda 17 (4) (2019)
İÇİNDEKİLER / CONTENTS

■ Editörden / Editorial

IV-V

■ MAKALELER / PAPERS

■ Araştırma Makaleleri / Research Papers

Pseudomonas fluorescens Isolation from Green Salads and Antibiotic Susceptibilities of Isolates / Yeşil Salatalardan *Pseudomonas fluorescens* İzolasyonu ve İzolatların Antibiyotik Duyarlılıkları / Dilek Düyüncü, Seyhan Ulusoy

444-449

Yerfıstığından İzole Edilen Aspergillus section Flavi Türlerinin Tanımlanması ve Mikotoksijenik Özelliklerinin Belirlenmesi / Identification of *Aspergillus section Flavi* Species from Peanuts and their Mycotoxigenic Properties / Işılav Lavkor

450-457

İnfüzyon Yöntemi Kullanılarak Kurutulmuş Enginar Çanak Yaprağı Katkılı Soğuk Yeşil Çay Üretimi / Using of Infusion Method for Producing of Ice Green Tea Enriched With Dried Artichoke Bracts / Orhan Özünlü, Haluk Ergezer

458-467

Farklı Oran ve Kombinasyonlarda Kullanılan Yalancı Tahıl Unlarının Erişte Özelliklerine Etkisi / Effect of Pseudocereal Flour Substitution in Formulation on Properties of Erişte, Turkish Pasta Product / Elif Öncel, Mustafa Kürşat Demir

468-475

Geleneksel Yöntemlerle Üretilen ve Manda Kaymağı Olarak Pazarlanan Ürünlerin Bazı Özellikleri ile Konjuge Linoleik Asit İçerikleri / Some Properties and Conjugated Linoleic Acid Contents of Products Produced by Traditional Methods and Marketed as Buffalo Cream / Kübra Kocatürk, Özge Gökçe, Firuze Ergin, Ahmet Küçükçetin, Oğuz Gürsoy

476-484

Geleneksel Anjelika (Melek Otu) Reçelinin Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri / Physicochemical and Sensorial Properties of Traditional Anjelika (Angelica) Jam / Elif Koç, Perihan Yolcu Ömeroğlu

485-496

Tüketicilerin Fonksiyonel Gıda Tüketimini Etkileyen Faktörler / Factors Influencing Consumers' Consumption for Functional Foods / Suna Önçebe, Vecdi Demircan

497-507

■ Derleme Makaleler / Review Papers

Milk and Dairy Products Production in Benin / Benin'de Süt ve Süt Ürünleri Üretimi / Eudes Landry Anihouvi, Hanaa Salih, Victor B. Anihouvi, Harun Kesenkas

508-516

UHT İçme Sütlerinde Jelleşme Sorunu: Çiğ Süt Özelliklerinin ve İşlem Değişkenlerinin Etkisi / The Age Gelation Problem in UHT Milk: Effect of Process Parameters / Firuze Ergin, Özge Gökçe, Ahmet Küçükçetin

517-525

Fenolik Bileşiklerin Bağlı Formları ve Biyoyararlılığı / Bound Forms of Phenolic Compounds and their Bioavailability / Gülşah Karabulut, Oktay Yemiş

526-537

Farklı Çözücülerle Propolis Ekstraksiyonunun Toplam Fenolik İçeriği, Antioksidan Kapasite ve Antimikrobiyal Aktivite Üzerine Etkileri / Effects of Propolis Extraction with Different Solvents on Total Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Antimicrobial Activity / Zeynep Bakkaloğlu, Muhammet Arıcı

538-545

Maş Fasulyesi (Vigna radiata L.) ve Glutensiz Gıdalarda Kullanım Potansiyeli / Mung Bean (*Vigna radiata L.*) and Its Potential Use in Gluten-free Foods / Bilge Taşkın

546-552

■ 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: 17

Sayı: 86

Ekim - Kasım - Aralık 2019

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 17. yayın yılının son sayısı ile sizlerle birlikteyiz. Bu sayımızda 7 araştırma ve 5 derleme çalışması olmak üzere toplam 12 makale yer almaktadır.

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 yılında 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.

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 Kinik
Ramazan Gökçe
Yusuf Yılmaz
Editörler

BİLİMSEL ETKİNLİKLER

1.Uluslararası/ 11. Ulusal Gıda Mühendisliği Kongresi

Gıda Mühendisleri Odası tarafından iki yılda bir düzenlenen Gıda Mühendisliği Kongresi, bu yıl Gıda Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu tarafından uluslararası kongreye dönüştürülmüştür. 1.Uluslararası/11.Ulusal Gıda Mühendisliği Kongresi bu yıl 7-9 Kasım 2019 tarihlerinde Antalya'da (Aska Lara Resort & SPA) gerçekleştirilecektir. Kongre ile ilgili bilgilere <https://www.foodengcongress.org/tr> adresinden ulaşılabilir.

IV. Et Ürünleri Çalıştayı

Ülkemizde Et Bilimi ve Teknolojisi alanında öncü bir organizasyon olma özelliği taşıyan Et Ürünleri Çalıştayı'nın dördüncüsü 25-27 Mart 2020 tarihleri arasında Kuşadası'nda gerçekleştirilecektir. IV. Et Ürünleri Çalıştayı'nın teması "Et Ürünleri Üretiminde Yenilikçi Yaklaşımlar" olarak belirlenmiştir. Çalıştay ile ilgili ayrıntılı bilgilere <https://etcalistayi2020.ege.edu.tr/> adresinden ulaşılabilir.

3. Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi

Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi'nin üçüncüsünü 09-11 Nisan 2020 tarihleri arasında Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Lavanta Tepesi Otel'de gerçekleştirilecektir. Kongre ile ilgili bilgilere <https://ihslc.mehmetakif.edu.tr/> adresinden ulaşılabilir.

7. Uluslararası Gıda Güvenliği Kongresi

Gıda Güvenliği Derneği tarafından düzenlenen Uluslararası Gıda Güvenliği Kongrelerinin yedincisi 4-5 Haziran 2020 tarihlerinde İstanbul'da (Grand Cevahir Hotel Convention Center) gerçekleştirilecektir. Kongre ile ilgili bilgilere <https://www.gidaguenligikongresi.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 bilgilere <https://gidakongresi2020.org/> adresinden ulaşılabilir.

***Pseudomonas fluorescens* Isolation from Green Salads and Antibiotic Susceptibilities of Isolates**

Dilek Düyüncü , Seyhan Ulusoy  ✉

Süleyman Demirel University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Isparta, Turkey

Received (Geliş Tarihi): 19.11.2019, Accepted (Kabul Tarihi): 16.12.2019

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): seyhanulusoy@sdu.edu.tr (S. Ulusoy)

☎ +90 246 211 40 68 📠 +90 246 211 38 01

ABSTRACT

Currently, leafy green salads are often consumed because they are considered as practical and healthy. However, during their preparation, both inadequate washing and contact with non-hygienic surfaces may increase their microbial load. This may cause several health problems for individuals consuming salads. The overuse of antibiotics has led to the emergence of multidrug resistant bacteria, including foodborne pathogens. Biofilm production ability of these pathogenic bacteria makes it difficult to treat infections caused by these pathogens. The aim of this study is to isolate and identify *P. fluorescens* from leafy green salads collected from different restaurants. A total of 72 isolates were isolated from leafy green salads, and 29 of these isolates were identified by PCR as *Pseudomonas* and 9 of them identified as *P. fluorescens*. All *P. fluorescens* isolates were resistant to ampicillin, amoxicillin, cefuroxime, ceftazidime and ceftriaxone antibiotics. The results of this study showed that additional attention for the hygiene conditions is needed during the preparation and storage stages of leafy green salads.

Keywords: Leafy green salad, *Pseudomonas fluorescens*, Antibiotic resistance

Yeşil Salatalardan *Pseudomonas fluorescens* İzolasyonu ve İzolatların Antibiyotik Duyarlılıkları

ÖZ

Günümüzde yeşil salatalar genellikle pratik ve sağlıklı olduklarını düşünerek tüketilmektedir. Ancak salataların hazırlanması sırasında, salata malzemelerinin yetersiz yıkanması ve hijyenik olmayan yüzeylerle teması, salataların mikrobiyal yükünü arttırmaktadır. Bu durum salataları tüketen bireyler için sağlık sorunlarına neden olabilir. Antibiyotiklerin aşırı kullanımı, gıda kaynaklı patojenler dahil olmak üzere çoklu ilaç direncine sahip bakterilerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu patojen bakterilerin biyofilm üretme özelliklerinin olması, bu patojenlerin sebep oldukları enfeksiyonların tedavisini zorlaştırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, farklı restoranlardan temin edilen yeşil salatalardan *P. fluorescens* izolasyonu ve tanımlanmasıdır. Yeşil salatalardan toplam 72 izolat izole edilmiş ve bu izolatların 29'u PZR ile *Pseudomonas* olarak ve 9'u *P. fluorescens* olarak tanımlanmıştır. Tüm *P. fluorescens* izolatlarının ampisilin, amoksisilin, sefuroksim, seftazidime ve seftriakson antibiyotiklerine dirençli olduğu bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları, yeşil salataların hazırlanması ve depolanması sırasında hijyen koşullarına daha fazla dikkat edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil salata, *Pseudomonas fluorescens*, Antibiyotik direnci

INTRODUCTION

Over the last few years, there is an increased demand for consumption of salads [1, 2]. As leafy green salads do not need cooking and further preparation before consumption, they could potentially contain pathogens that form part of their microflora [3]. Fresh vegetables can become contaminated by pathogens at any point, from farm to fork. Nowadays due to the changes in the human lifestyle leafy green salads are mainly preferred, however they contain pathogenic microorganisms that can cause foodborne diseases [1, 4, 5].

P. fluorescens are widespread in the environment more than *P. aeruginosa* and found in refrigerated food products where its psychrotrophic character gives it the possibility to grow in the relative absence of competitors [6, 7]. It has been considered that food-derived *P. aeruginosa* and *P. fluorescens* species can cause various health problems in terms of public health [8]. However, while far less virulent than *P. aeruginosa*, *P. fluorescens* can cause opportunistic infections in humans. The most common site of *P. fluorescens* infection is the bloodstream [9, 10].

Excessive use of antibiotics has led to the emerging evolution of antibiotic-resistant bacteria [11-13]. And bacterial biofilms are inherently resistant to antibiotics.

Pseudomonas spp. members are naturally resistant to beta-lactam group antibiotics and can easily develop resistance to antibiotics thanks to their various properties. Furthermore, the treatment of infections caused by bacteria with multiple antibiotic resistance takes longer, patients need to stay in hospital longer and the mortality rates increase due to these infections [14]. Although *P. aeruginosa* is the most studied of the genus *Pseudomonas*, there are a limited number of studies about the opportunistic pathogen, *P. fluorescens*. It is also important to investigate the antibiotic resistance of *P. fluorescens* isolates, as they are one of the species frequently isolated from environmental samples and are closely related to public health.

In this study, *P. fluorescens* isolated and identified from leafy green salad samples by using 16S rRNA PCR method. The susceptibility of *P. fluorescens* isolates to amikacin, tetracycline, ceftazidime, cefuroxime, cefepime, ciprofloxacin, ampicillin, amoxicillin, chloramphenicol, sulfamethoxazole, ceftriaxone, and kanamycin and biofilm formation capacities were investigated.

MATERIALS AND METHODS

Culture Media and Strains

Cetrimide agar (Oxoid), plate count agar (PCA, Lab M), Müller-Hinton Agar (Merck) and Luria-Bertani (LB, Lab M) agar were used in the study. The bacterial strains used in the studies were obtained from the bacterial collection of the Department of Biology of Suleyman Demirel University.

Isolation of *Pseudomonas fluorescens* from Salads

For the study, 72 raw salad samples collected from 24 different restaurants in various districts and centers of Isparta, Turkey. Samples were stored at +4°C until analysis. 10% (w/v) peptone water was used for the sample dilution. Each different dilution was propagated to the PCA medium and to the cetrimide agar medium. The PCA medium was incubated at 35°C and for 24-48 hours. The cetrimide agar medium was incubated at 35°C for 48 hours. As a result of incubation, colony count was recorded. The isolates were stored at -20°C until use.

Phenotypic Determination of Isolates

Gram staining, catalase test, oxidase test, and motility test were applied for all isolates and the results were evaluated.

Polymerase Chain Reaction of Isolates (PCR)

Lysis buffer containing 0.25% SDS and 0.05 N NaOH was used for DNA isolation [15]. 1-2 colony bacteria were added to 50 µL of lysis buffer and boiled for 15 minutes. After cooling the tubes at room temperature, they were centrifuged at 13,000 rpm for 2 minutes. The supernatant was used for PCR. Primers were purchased from Iontek (Istanbul, Turkey).

The nucleotide sequences of primers for 16S rRNA for *Pseudomonas* genus are below with a product size 614 bp [15].

PA-GS-F GACGGGTGAGTAATGCCTA
PA-GS-R CACTGGTGTTCCTTCCTATA

PCR products were analysed using 1.4% agarose gel and Sybr green. 100-1000 bp DNA marker was used. After electrophoresis, the agarose gel was examined in the UV imaging system and PCR products of 614 bp were recorded as belonging to the genus *Pseudomonas*.

PCR was performed for the *rpoS* gene (product size 142 bp) to determine the *P. fluorescens* of isolates identified as *Pseudomonas*. Nucleotide sequence of primers used is:

F- CAAAGGACTATAACAATGGCTCTCAG
R- ATTTGGTGCGAACGGAAGGTGGAGTT

Investigation of Antibiotic Susceptibilities of Isolates

The antibiotic susceptibilities of isolates identified as *P. fluorescens* were investigated by Kirby-Bauer disk diffusion method according to CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) [16]. *P. fluorescens* suspension was adjusted to match the tube of 0.5 McFarland turbidity standard which equals to 1.5×10^8 colony-forming units (CFU)/mL and,

suspension was applied to the Mueller-Hinton (MH) agar. Then, antibiotic discs were placed and incubated at 30°C for 24 hours. The antibiotics used in the study were obtained from Bioanalyse (Table 1.).

At the end of the incubation, the inhibition zone diameters around the antibiotic discs were measured and recorded. The results were determined as sensitive (S), moderate (I) and resistant (R) according to standards of European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing [17, 18].

Table 1. Antibiotics used in the study for the antibiogram

Antibiotic Group	Antibiotic Name	Antibiotic Abbreviation	µg/antibiotic disc content
Penicilline	Amoxicilline	AMC30	30
	Ampiciline	AMP10	10
Cephalosporin	Cepefime	FEP30	30
	Ceftazidime	CAZ30	30
	Ceftriaxone	CRO30	30
	Cefuroxime	CXM30	30
Fluoroquinolone	Ciprofloxacin	CIP5	5
Aminoglycoside	Amikacin	AK30	30

Biofilm Test

For the biofilm test, the method described by [19] was used. The identified *P. fluorescens* samples were grown in LB medium at 30°C for 18-20 hours. 1 mL of the bacterial culture (0.5 McFarland density), was incubated at 30°C for 48 hours. At the end of the incubation, the cultures were poured and the tubes were washed 3 times with sterile purified water. After drying the tubes at room temperature, they were stained with 1 mL 0.1% (w/v) crystal violet for 30 minutes and the excess of the dye was washed with sterile purified water. 1 mL 95% (v/v) ethanol added to the tubes and incubated 15 minutes. And the optical density of ethanol was measured at 570 nm and the amount of biofilm was analysed.

Statistical Analysis

Data represent the mean (\pm standard deviation, SD) of three independent experiments, each performed in triplicates.

RESULTS AND DISCUSSION

Microbiological Properties of Raw Salad Samples

Total aerobic and mesophilic bacteria were determined from 72 salads that was collected from 24 different restaurants. The total bacterial count was obtained in the values ranging from log CFU/g 4.2-8.2, while in the cetrimide agar it was found between log CFU/g 2.5-6.5.

Genotypic Analysis of Isolates

In terms of phenotypic properties, 16S rRNA PCR was applied for 72 isolates with Gram (-), catalase (+), oxidase (+), and motility test (+). After this PCR process, gel electrophoresis was performed and 25 isolates with a product size of 614 bp were recorded as *Pseudomonas* species.

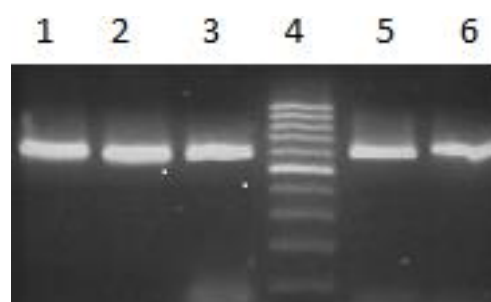


Figure 1. Agarose gel electrophoresis image of 614 bp PCR products showing that 1, 2, 3 and 6 isolates belong to *Pseudomonas* genus. 4, M (marker 1kb), *P. aeruginosa* ATCC 27853 (positive control) indicated by 5.

16S rRNA PCR was made from the isolates of the *Pseudomonas* genus using the *P. fluorescens* species specific primers. And, 9 isolates, identified as 142 bp in product size, were recorded as *P. fluorescens*.

Investigation of Antibiotic Susceptibility of Isolates

As a result of PCR, nine isolates determined as *P. fluorescens* were examined by using disc diffusion method. The 9 *P. fluorescens* isolates were tested for susceptibility to eight antimicrobial agents by disc diffusion method. The comparison results on antibiotic susceptibilities are shown in Table 2.

All nine isolates identified as *P. fluorescens* were found to be amikacin-sensitive only while ampicillin, amoxicillin, cefuroxime, ceftazidime, and ceftriaxone were resistant (Table 2.). Cefuroxime (2nd generation), ceftriaxone (3rd generation), ceftazidime (3rd generation), all nine isolates and cefepime (4th generation), which are used as anti-pseudomonal drugs, is a remarkable result.

Table 2. Resistance of *P. fluorescens* isolates to different antibiotics

Isolate No	AMC30	AM10	CXM 30	CAZ30	CRO	FEP30	CIP5	AK 30
2G	R	R	R	R	R	R	S	S
3H	R	R	R	R	R	R	S	S
3K	R	R	R	R	R	R	S	S
16A	R	R	R	R	R	R	S	S
17A	R	R	R	R	R	R	R	S
20A	R	R	R	R	R	R	R	S
20C	R	R	R	R	R	S	S	S
23A	R	R	R	R	R	S	S	S
24B	R	R	R	R	R	S	R	S

In vitro biofilm formation properties of *P. fluorescens* isolates were evaluated. Isolates with 3H and 3K were found to have the highest biofilm formation capacity. In

addition, it was determined that the biofilm production capacity of the 2G, 16A and 23A isolates were lower than the other isolates (Figure 2.).

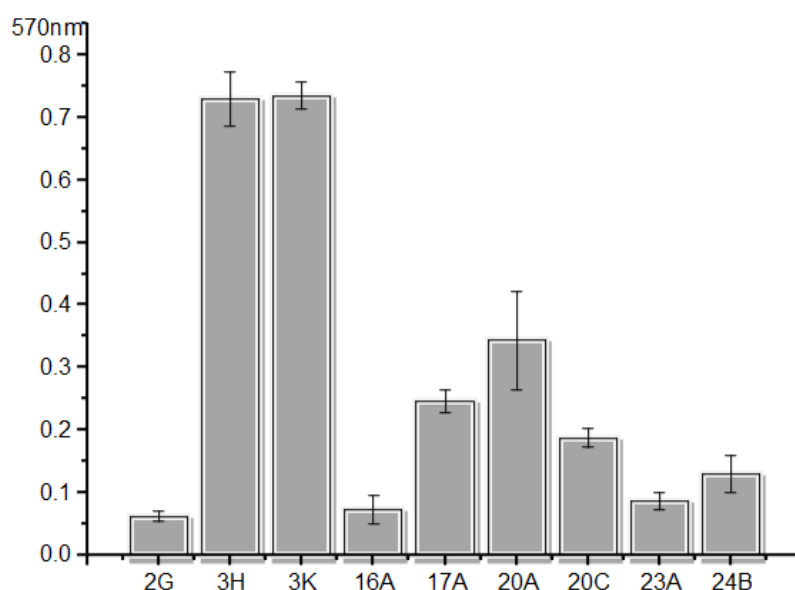


Figure 2. Biofilm forming capacities of *P. fluorescens* samples isolated from salad samples

The emergence of microorganisms with multiple drug resistance is a serious global health problem [20]. The extensive use of antibiotics in agriculture and medicine increases the number of resistance genes and the bacteria harboring them by encouraging the environmental propagation of resistance [21, 22]. These genes and microorganisms are discharged into environmental segments through human and animal waste such as manure, sewage sludge and waste water [23]. In this way, simultaneous release of antibiotics and other selective agents promotes the selection of organisms containing resistance genes [24-26].

Resistant bacteria, especially pathogens, may cause contamination during the processing of food products. Due to the minimum treatment of raw salad vegetables, it preserves its natural microflora to a great extent [27]. Raw vegetable products are often contaminated during storage, and the longer storage time increases the microbial load. It is known that *Pseudomonas* genus dominates in the field of lettuce and other plants that grow in the field based on culture-dependent and independent analyzes [28-30]. *P. fluorescens* is one of the most isolated microorganism from raw vegetable salads, and food-borne infections, as well as food-

detrimental properties of these organisms, pose a risk to public health. It is known to be associated with some infections such as septicemia, catheter related bacteremia [31].

In this study, the susceptibility of *P. fluorescens* isolates to 8 antibiotics of different classes was investigated. All isolates were identified as resistant to at least two antibiotics of multiple chemical classes [32, 33](Table 2). All nine isolates identified as *P. fluorescens* were found to be only amikacin-sensitive while ampicillin, amoxicillin, ceftriaxone, chloramphenicol, ceftazidime and cefuroxime were resistant. All of nine isolates determining to cephalosporin, cefuroxime, ceftriaxone, ceftazidime that it is resistant is an important result.

Another important factor contributing to antibiotic resistance is the ability of microorganisms to form biofilms on both biotic and abiotic surfaces [34]. In this study, it was determined that *P. fluorescens* isolates had the capacity to produce biofilm at different rates.

CONCLUSION

The results showed that, bacteria was isolated and had multiple antibiotic resistant characteristics. Considering that plants do not come into direct contact with antibiotics, the resistance observed among the examined bacteria is alarming. Furthermore, the potential spread of antibiotic resistance through the food chain carries the risk of public health because of the potential for antibiotic resistant foodborne pathogens to be transferred to humans. While the spread of these resistance determinants increase with human activity, its quite dramatic that this situation is threaten human health in worldwide. Therefore the potential of the spread of resistant bacteria the preparation, preservation and packaging of vegetables and fruits should be applied more carefully.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to thank the Head of Scientific Research Projects Management Unit of Süleyman Demirel University for supporting this study with the project number 3955-YL1-14.

REFERENCES

- [1] Abadias, M., Usall, J., Anguera, M., Solsona, C., Viñas, I. (2008). Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*, 123(1-2), 121-129.
- [2] Oliveira, D.R., Leitao, G.G., Santos, S.S., Bizzo, H.R., Lopes, D., Alviano, C.S., Alviano, D.S., Leitao, S.G. (2006). Ethnopharmacological study of two *Lippia* species from Oriximiná, Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, 108(1), 103-108.
- [3] Cerna-Cortes, J.F., Leon-Montes, N., Cortes-Cueto, A.L., Salas-Rangel, L.P., Helguera-Repetto, A.C., Lopez-Hernandez, D., Rivera-Gutierrez, S., Fernandez-Rendon, E., Gonzalez-y-Merchand, J.A. (2015). Microbiological quality of ready-to-eat vegetables collected in Mexico City: occurrence of aerobic-mesophilic bacteria, fecal coliforms, and potentially pathogenic nontuberculous mycobacteria. *Biomed Research International*, 1-9.
- [4] Gómez-Govea, M., Solís-Soto, L., Heredia, N., García, S., Moreno, G., Tovar, O., Isunza, G. (2012). Analysis of microbial contamination levels of fruits and vegetables at retail in Monterrey, Mexico. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 10(1), 152-156.
- [5] Jung, Y., Jang, H., Matthews, K.R. (2014). Effect of the food production chain from farm practices to vegetable processing on outbreak incidence. *Microbial Biotechnology*, 7(6), 517-527.
- [6] Rajmohan, S., Dodd, C., Waites, W. (2002). Enzymes from isolates of *Pseudomonas fluorescens* involved in food spoilage. *Journal of Applied Microbiology*, 93(2), 205-213.
- [7] Madi, A., Svinareff, P., Orange, N., Feuilloley, M.G., Connil, N. (2010). *Pseudomonas fluorescens* alters epithelial permeability and translocates across Caco-2/TC7 intestinal cells. *Gut Pathogens*, 2(1), 16.
- [8] Picot, L., Abdelmoula, S.M., Merieau, A., Leroux, P., Cazin, L., Orange, N., Feuilloley, M.G. (2001). *Pseudomonas fluorescens* as a potential pathogen: adherence to nerve cells. *Microbes and Infection*, 3(12), 985-995.
- [9] Benito, N., Mirelis, B., Gálvez, M.L., Vila, M., Lopez-Contreras, J., Cotura, A., Pomar, V., March, F., Navarro, F., Coll, P. (2012). Outbreak of *Pseudomonas fluorescens* bloodstream infection in a coronary care unit. *Journal of Hospital Infection*, 82(4), 286-289.
- [10] Gershman, M.D., Kennedy, D.J., Noble-Wang, J., Kim, C., Gullion, J., Kacica, M., Jensen, B., Pascoe, N., Saiman, L., McHale, J. (2008). Multistate outbreak of *Pseudomonas fluorescens* bloodstream infection after exposure to contaminated heparinized saline flush prepared by a compounding pharmacy. *Clinical Infectious Diseases*, 47(11), 1372-1379.
- [11] Gabani, P., Prakash, D., Singh, O.V. (2012). Emergence of antibiotic-resistant extremophiles (AREs). *Extremophiles*, 16(5), 697-713.
- [12] Wellington, E.M.H., Boxall, A.B.A., Cross, P., Feil, E.J., Gaze, W.H., Hawkey, P.M., Johnson-Rollings, A.S., Jones, D.L., Lee, N.M., Otten, W., Thomas, C.M., Williams, A.P. (2013). The role of the natural environment in the emergence of antibiotic resistance in Gram-negative bacteria. *Lancet Infectious Diseases*, 13(2), 155-165.
- [13] Woappi, Y., Gabani, P., Singh, A., Singh, O.V. (2016). Antibiotrophs: The complexity of antibiotic-subsisting and antibiotic-resistant microorganisms. *Critical Reviews in Microbiology*, 42(1), 17-30.
- [14] Gorgani, N., Ahlbrand, S., Patterson, A., Pourmand, N. (2009). Detection of point mutations associated with antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa*. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 34(5), 414-418.
- [15] Spilker, T., Coenye, T., Vandamme, P., LiPuma, J.J. (2004). PCR-based assay for differentiation of *Pseudomonas aeruginosa* from other *Pseudomonas* species recovered from cystic fibrosis patients. *Journal of Clinical Microbiology*, 42(5), 2074-2079.
- [16] Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) (2009). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing of Anaerobic Bacteria: Informational Supplement.
- [17] EUCAST (2019). The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (Sweden).
- [18] Matuschek, E., Brown, D.F.J., Kahlmeter, G. (2014). Development of the EUCAST disk diffusion antimicrobial susceptibility testing method and its implementation in routine microbiology laboratories. *Clinical Microbiology and Infection*, 20(4), 255-266.
- [19] O'Toole, G.A., Kolter, R. (1998). Flagellar and twitching motility are necessary for *Pseudomonas aeruginosa* biofilm development. *Molecular Microbiology*, 30(2), 295-304.
- [20] da Costa, P., Loureiro, L., Matos, A. (2013). Transfer of multidrug-resistant bacteria between

- intermingled ecological niches: the interface between humans, animals and the environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(1), 278-294.
- [21] Sandberg, K.D., LaPara, T.M. (2016). The fate of antibiotic resistance genes and class 1 integrons following the application of swine and dairy manure to soils. *FEMS Microbiology Ecology*, 92(2), 1-7.
- [22] Heuer, H., Schmitt, H., Smalla, K. (2011). Antibiotic resistance gene spread due to manure application on agricultural fields. *Current Opinion in Microbiology*, 14(3), 236-243.
- [23] Gillings, M.R. (2013). Evolutionary consequences of antibiotic use for the resistome, mobilome and microbial pangenome. *Frontiers in Microbiology*, 4, 4.
- [24] He, L.-Y., Ying, G.-G., Liu, Y.-S., Su, H.-C., Chen, J., Liu, S.-S., Zhao, J.-L. (2016). Discharge of swine wastes risks water quality and food safety: Antibiotics and antibiotic resistance genes from swine sources to the receiving environments. *Environment International*, 92, 210-219.
- [25] Liu, P., Jia, S., He, X., Zhang, X., Ye, L. (2017). Different impacts of manure and chemical fertilizers on bacterial community structure and antibiotic resistance genes in arable soils. *Chemosphere*, 188, 455-464.
- [26] Wang, J., Ben, W.W., Yang, M., Zhang, Y., Qiang, Z.M. (2016). Dissemination of veterinary antibiotics and corresponding resistance genes from a concentrated swine feedlot along the waste treatment paths. *Environment International*, 92, 317-323.
- [27] Xanthopoulos, V., Tzanetakis, N., Litopoulou-Tzanetaki, E. (2010). Occurrence and characterization of *Aeromonas hydrophila* and *Yersinia enterocolitica* in minimally processed fresh vegetable salads. *Food Control*, 21(4), 393-398.
- [28] Handschur, M., Pinar, G., Gallist, B., Lubitz, W., Haslberger, A. (2005). Culture free DGGE and cloning based monitoring of changes in bacterial communities of salad due to processing. *Food and Chemical Toxicology*, 43(11), 1595-1605.
- [29] Lopez-Velasco, G., Welbaum, G., Boyer, R., Mane, S., Ponder, M. (2011). Changes in spinach phylloepiphytic bacteria communities following minimal processing and refrigerated storage described using pyrosequencing of 16S rRNA amplicons. *Journal of Applied Microbiology*, 110(5), 1203-1214.
- [30] Hunter, P.J., Hand, P., Pink, D., Whipps, J.M., Bending, G.D. (2010). Both leaf properties and microbe-microbe interactions influence within-species variation in bacterial population diversity and structure in the lettuce (*Lactuca species*) phyllosphere. *Applied Environmental Microbiology*, 76(24), 8117-8125.
- [31] Wong, V., Levi, K., Baddal, B., Turton, J., and Boswell, T.C. (2011). Spread of *Pseudomonas fluorescens* due to contaminated drinking water in a bone marrow transplant unit. *Journal of Clinical Microbiology*, 49(6), 2093-2096.
- [32] Godebo, G., Kibru, G., Tassew, H. (2013). Multidrug-resistant bacterial isolates in infected wounds at Jimma University Specialized Hospital, Ethiopia. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 12(1), 17.
- [33] Exner, M., Bhattacharya, S., Christiansen, B., Gebel, J., Goroncy-Bermes, P., Hartemann, P., Heeg, P., Ilschner, C., Kramer, A., Larson, E. (2017). Antibiotic resistance: What is so special about multidrug-resistant Gram-negative bacteria? *GMS Hygiene and Infection Control*, 1-24.
- [34] Høiby, N., Bjarnsholt, T., Givskov, M., Molin, S., Ciofu, O. (2010). Antibiotic resistance of bacterial biofilms. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 35(4), 322-332.

Yerfıstığından İzole Edilen *Aspergillus section Flavi* Türlerinin Tanımlanması ve Mikotoksijenik Özelliklerinin Belirlenmesi

Işılav Lavkor  

Tarım ve Orman Bakanlığı, Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana

Geliş Tarihi (Received): 11.10.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 01.12.2019

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): isilav.lavkor@tarimormann.gov.tr (I. Lavkor)

☎ 0 322 344 17 84 📠 0 322 344 17 02

ÖZ

Bu çalışmada, Adana ve Osmaniye illerinden toplanan yerfıstığı örneklerinden izole edilmiş 50 *Aspergillus section Flavi* üyesi izolatin morfolojik ve polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) yöntemiyle tanımlamaları yapılmıştır. Ayrıca, izolatların *in vitro* koşullarında aflatoksin ve siklopiazonik asit oluşturma özellikleri belirlenmiştir. *Aspergillus* spp. tanımlanmasında DNA ekstraksiyonları yapılmış, β -*tubulin* gen bölgesi ile PZR çoğaltılmıştır. Türlerin tanımlanmasında β -*tubulin* gen bölgesine ait sekans sonuçları Blast (Basic Local Alignment Search Tool)'da bilinen ribozomal sekanslar ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, fungal izolatların 33'ü *Aspergillus flavus*, 17'si *Aspergillus parasiticus* olarak tanımlanmıştır. Blast analizi sonucunda ise *A. flavus* ve *A. parasiticus* türüne ait β -*tubulin* gen sekansı karşılaştırmaları sırası ile %89-100 ve %96-100 oranları arasında benzerlik göstermiştir. Ayrıca, *A. flavus* ve *A. parasiticus* izolatlarının tümü *in vitro* koşullarında yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile sırasıyla 0.45 ile 4521.64 μ g/L ve 0.22 ile 2562.87 μ g/L aralığında aflatoksin üreticisi olduğu belirlenmiştir. İnce tabaka kromatografisiyle (TLC) 32 *A. flavus* izolatu 0.35-8.21 μ g/g aralığında siklopiazonik asit üretmiştir. Bu çalışma, Adana ve Osmaniye illerinden toplanan yerfıstığı örneklerinden izole edilen *A. section Flavi*'nin moleküler karakterizasyonu için yeni bir yöntem sunmaktadır. Ayrıca bu araştırma Adana ve Osmaniye illerinden toplanan yerfıstığı örneklerinden izole edilen *A. flavus* ve *A. parasiticus* izolatlarının mikotoksin oluşumundan sorumlu türler olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, PZR, Mikotoksin, Yerfıstığı

Identification of *Aspergillus section Flavi* Species from Peanuts and their Mycotoxigenic Properties

ABSTRACT

This study is aimed to identify 50 *A. section Flavi* isolates from peanut samples collected in the Adana and Osmaniye provinces of Turkey by using morphological and polymerase chain reaction (PCR), and to determine the *in vitro* aflatoxin and cyclopyazonic acid formation properties of the isolates. DNA was extracted for the identification of *Aspergillus* spp., and β -*tubulin* gene region on DNA was amplified by PCR. Identification of species was determined by comparing the result of sequences which belong to partial β -*tubulin* of the sequences with known ribosomal sequences using Basic Local Alignment Search Tool (BLAST). In the study, out of a total 50 fungal isolates, 17 were identified as *A. parasiticus*, and 33 were identified as *A. flavus*. As a result of Blast analysis of β -*tubulin* gene sequence comparisons *A. flavus* and *A. parasiticus* showed a major similarity in ranges 89-100% and 96-100%, respectively. Furthermore, all of the *A. flavus* and *A. parasiticus* isolates were determined as aflatoxin producers in the range from 0.45 to 4521.64 μ g/L and 0.22 to 2562.87 μ g/L with high-performance liquid chromatography (HPLC) under *in vitro* conditions, respectively. Total 32 *A. flavus* isolates produced cyclopiazonic acid in the range between 0.35-8.21 μ g/g with thin layer chromatography (TLC). The present study provides a new method on molecular characterization of *A. section Flavi* on peanut samples collected from the Adana and Osmaniye provinces of Turkey.

This research also demonstrated that *A. flavus* and *A. parasiticus* were responsible for mycotoxin contamination on peanut samples collected from Adana and Osmaniye provinces.

Keywords: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, PCR, Mycotoxin, Peanut

GİRİŞ

Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.), Fabaceae familyasına ait tek yıllık bir bitki olup, tohumunda yüksek oranda yağ içermektedir. *Aspergillus* türleri yerfıstığı tohumunun üzerinde bulunmakla birlikte, tarla koşullarından itibaren depolama süresi boyunca etkili olmaktadır [1]. Bazı *A. section Flavi* üyesi hastalık etmenleri tarımsal ürünlerde hastalık oluşturarak zarar vermelerinin yanı sıra, bazıları da ikincil metabolizma faaliyetleri sonucu mikotoksin üretirler [2]. Mikotoksinler arasında en önemli olanı aflatoksinlerdir. Aflatoksinler *A. flavus*, *A. parasiticus* ve çeşitli toksijenik *Aspergillus*'a bağlı funguslar tarafından sentezlenen mikotoksinlerdir [3]. Aflatoksin'e ek olarak *A. flavus* tarafından üretilen diğer bir mikotoksin siklopiazonik asittir [4]. Aflatoksinin tek başına toksisitesinin yanı sıra *A. flavus* türleri tarafından siklopiazonik asit ile birlikte üretilmesi, aflatoksin ve/veya siklopiazonik asidin toksisitesini arttırmaktadır. Pushvinder ve Desai [5] Hindistan'da yerfıstığı örneklerinden elde ettikleri 150 *A. flavus* izolatının 52'sinin aflatoksin ve siklopiazonik asit, 32 izolatın sadece siklopiazonik asit, 33 izolatın sadece aflatoksin ürettiği, 33 izolatın ise hiçbir toksini üretmediğini bildirmişlerdir. Arjantin'de yetiştirilen yerfıstığı, buğday ve soyada farklı ürün gruplarından izole edilen *Aspergillus* cinsi fungusların aflatoksin ve siklopiazonik asit üretiminin incelendiği çalışmada, siklopiazonik asit üreticisi *A. flavus* izolatı sayısının oldukça fazla olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada yerfıstığından elde edilen *A. flavus* izolatının %94'ünün, buğdaydan elde edilenlerin %93'ünün ve soya fasulyesinden izole edilenlerin de %73'ünün siklopiazonik asit ürettiği belirlenmiş, aflatoksin B üreten siklopiazonik asit üretmeyen izolat sayısının oldukça az olduğu rapor edilmiştir [6].

Fungal türlerinin tanımlanmasında morfolojik yöntem, farklı besiyerlerinin kullanıldığı morfolojik ve fenotipik çalışmaları içermektedir [7]. Fakat bu yöntemler zaman, işgücü ve özellikle de uzmanlık gerektirmektedir. Ayrıca, morfolojik tanımlama zaman zaman değişkenlik gösterebilmekle beraber işgücü kaybına sebep olmasının yanı sıra deneyimli, tecrübeli personel ihtiyaç duyulmaktadır [8]. Bu sebeplerden dolayı fungal tür tanımlanmasında moleküler düzeyde DNA analizleri kullanılmaya başlanmıştır [9].

Moleküler analizler arasında; Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA (RAPD-Random amplified polymorphic DNA), Çoğaltılmış Parça Uzunluk Polimorfizmi (AFLP-Amplified fragment length polymorphism), Restriksiyon Parçası Uzunluk Polimorfizmi (RFLP-Restricted fragment length polymorphism), Gerçek Zamanlı Kantitatif PCR (qRT PCR- Quantitative Real Time Polimeraze Chain Reaction), Çoklu PCR (Multiplex Polimeraze Chain Reaction), İç İçte PCR (Nested Polimeraze Chain Reaction) sayılabilmektedir [10].

Moleküler yöntemler; mikroorganizmadan DNA ekstraksiyonu, PCR ile amplifikasyonu, çoğaltılan ürünün saflaştırılması, DNA dizi analizlerinin yapılması ve elde edilen sonuçların bir yazılım programı yardımıyla gen bankasında kayıtlı izolatlar ile karşılaştırılarak dendogramlarının oluşturulmasından meydana gelmektedir [11]. *Aspergillus* spp. türlerinin PCR'a dayalı tanımlamaları, 18S rDNA, mitokondriyal DNA, Intergenic Spacer Bölgesi (IGS) ve Internal Transcribed Spacer (ITS) bölgelerine dayanmaktadır [7, 12]. PCR kullanımı ile *A. section Flavi* üyelerinin tanımlanmasında daha çok *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius*, *A. oryzae* ve *A. sojae* türlerini hedef alan çalışmalar yapılmıştır [13-16].

Bu çalışma ile Adana ve Osmaniye illerinde yerfıstığı alanlarından ve depolardan toplanan yerfıstıklarından izole edilen *Aspergillus section Flavi* üyelerinin morfolojik ve moleküler yöntemi ile tanımlamalarının yapılarak, *in vitro* koşullarda aflatoksin ve siklopiazonik asit oluşturma özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışma bölgemizde yerfıstığına mikotoksijenik özelliğine sahip hangi türlerin baskın olduğu yönünden belirlenen ilk çalışma olması nedeni ile de ayrıca önemlidir.

MATERYAL VE METOT

Yerfıstığı Tohumlarından Fungal İzolatların Elde Edilmesi

Çalışmada, 50 *Aspergillus section Flavi* üyesi fungal izolat kullanılmıştır. İzolatlar, Ülkemizde en fazla ekim alanına sahip Adana ve Osmaniye illerine ait 70 adet yerfıstığı alanından ve 32 adet depodan olmak üzere toplam 102 adet yerfıstığı örneğinden izole edilmiştir. Yerfıstığı örnekleri, Adana ve Osmaniye illerinde yerfıstığı alanları ve depolardan tesadüfi örnekleme metodu ile alınmıştır. İzolasyon çalışmaları için yerfıstığı ürün yığınının farklı yön ve derinliklerinden yaklaşık 5 kg tane örneği oluşturmak üzere, yığın büyüklüğüne göre 5-15 noktadan birincil örnekler alınıp karıştırılmıştır. Bu karışımdan 1 kg iç elde edilecek miktarda alt örnek temiz kese kağıtlara konularak ve etiketlenerek uygun koşullarda laboratuara getirilmiştir. Örnekler, izolasyon aşamasına kadar etiketli bez torbalar içerisinde, 4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir [17].

A. section *Flavi* İzolatlarının Mikroskopik Özellikleri ve Tanısı

Aspergillus türlerinin tanımlanmasında Raper ve Fennel [18], Samson ve Pitt [19] tarafından geliştirilmiş spesifik tür tanımlama anahtarları kullanılmıştır.

A. section *Flavi* İzolatlarının Moleküler Yöntemle Tanımlanması

A. section *Flavi* İzolatlarının Hazırlanması

Yerfıstığı örneklerinden izole edilmiş 50 *A. section Flavi* üyesi fungal izolat Patates Dekstroza Agar (PDA) besiyerine ekimi yapılmış ve 25°C'de 5 gün süreyle inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen sporlanmış fungal kolonilerinden bir halka öze dolusu örnek, tarafımızca oluşturulan 20 mL PDA (200 mL için: 8 g glikoz, 75 g patates ve 3 g agar) besiyeri yüzeyinde üste gelecek şekilde birbirine paralel zikzaklar çizilmiştir. Daha sonra petriyer alüminyum folyo ile sarılarak inkübatörde 25°C'de bir gece süre ile inkübasyona bırakılmıştır.

A. section *Flavi* İzolatlarından DNA İzolasyonu

Fungal izolatlarının genomik DNA ekstraksiyonu PCR fungal DNA izolasyonunda kullanılan Doyle ve Doyle [20] CTAB (Cetyl trimethylammonium bromide) protokolü tarafımızca modifiye edilmiştir. Yönteme göre petride gelişen fungal miseller lam ile havan içerisine sıyrılarak, sıvı azotta ezilmiştir. Un haline gelen fungal misellerin üzerine 1 mL CTAB ekstraksiyon tampon çözeltisi [%2 (w/v) CTAB, 1.4 M NaCl, %0.2 (v/v) β -merkaptoetanol, 0.1 M Tris/HCl, 20 mM EDTA] eklenerek karıştırılmıştır. Çözelti 2 mL'lik tüplere aktarılmış ve 65°C'de 60 dk Thermomixer'de inkübasyona bırakılmıştır. Çıkarılan tüpler buz içerisinde 1-2 dk soğutulmuş ve daha sonra 1000 μ L kloroform/izoamil alkol (24:1) eklenerek alt üst edilmiştir. Ardından 13.000 rpm 15 dk santrifüj edilmiştir. Üst fazdan 600 μ L alınarak 1.5 mL'lik yeni tüplere aktarılmış ve üzerine 600 μ L soğuk (-20°C) izopropanol eklenmiştir. Tüpler en az 2 saat süreyle -20°C'de bekletilmiştir. Daha sonra 10.000 rpm 10 dk santrifüj edilen tüplerdeki üst faz dökülmüştür. Kalan katı fazın üzerine 1 mL %70'lik etanol eklenerek 11000 rpm 10 dk santrifüj edilmiştir. Ardından üst faz atılmıştır. Geriye kalan pelletin çevresinde biriken etil alkol pipet yardımıyla alınarak tüpler ağızı açık olarak 1-2 saat kurutulmuştur. Daha sonra katı faza 100 mL saf su eklenerek eritilmiştir. İzolasyonu gerçekleştirilen DNA'ların kalitesi ve miktarları spektrofotometre ile (NanoDrop) ölçümler yapılarak belirlenmiştir.

PCR Reaksiyonlarının Hazırlanması

Ektrakte edilen tüm genomik DNA örnekleri 340 baz çifti (bc) büyüklüğünde Tub-F (5'-CTCGAGCGTATGAACGTCTAC-3') ve Tub-R (5'-AAACCCTGGAGGCAGTCGC-3') primer çifti [21, 22] kullanılarak PCR ile çoğaltılmıştır. PCR reaksiyon karışımı toplam 25 μ L olacak şekilde Genomik DNA: 1 μ L, buffer (Thermo Science, 10X Dream Taq Green Buffer): 12.5 μ L, primer Tub F (forward, 10 pmol): 1 μ L, primer Tub R (reverse, 10 pmol): 1 μ L, ddH₂O: 9.5 μ L olarak hazırlanmıştır. Karışımın bulunduğu tüpler thermocycler cihazına koyularak, tarafımızca modifiye edilen döngü programına göre [ilk döngü: 95°C'de 3 dk, sonraki 40 döngü: 95°C'de 30s, 60°C'de 30 sn, 72°C'de 60s ve 72°C'de 10 dk (Tub için)] DNA'lar çoğaltılmıştır.

PCR ürünleri %1'lik agaroz jelde 3 saat süreyle 70 voltta 1X TAE (40 mM Tris-Acetate, 1 mM EDTA, pH:8.0) buffer eklenerek yürütülmüştür. Jel %0.5 μ g/mL oranındaki Ethidium bromid solüsyonu ile boyanmış ve UV altında fotoğrafları çekilerek DNA bant profilleri görüntülenmiştir.

DNA Dizi Analizi

PCR analizinden sonra çift yönlü DNA dizi analizine (sekans analizi) tabi tutulmuştur. Çalışmada β -*tubulin* gen bölgesi TubF/R primer çifti ile amplifiye edilmiş, 50 örneğin DNA dizi analizleri Medsantek firmasına yaptırılmıştır. Sınıflandırma analizinde β -*tubulin* bölgesine ait gen dizilimleri temel alınarak çoklu nükleotid dizi analizi gerçekleştirilmiştir. DNA dizi analizinden elde edilen β -*tubulin* gen bölgesi dizileme çalışmaları CLUSTALW [23] programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tür tayini araştırmacıların kullanımına açık olan Gen Bankası'nın <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/Blast.cgi> web sayfasında, nükleotid dizilerinin kıyaslanarak benzerliklerin incelenmesi (BLAST) ile yapılmıştır. Elde edilen tüm veriler Mega 6.0 programı [24] kullanılarak değerlendirilmiştir.

Fungal İzolatların Mikotoksin Analizi

Çalışmada izole edilen 50 *A. section Flavi* izolatlarının aflatoksin miktarlarını belirlemek için HPLC, siklopiazonik asit oluşturma potansiyellerinin belirlenmesinde ise TLC kullanılmıştır.

A. section *Flavi* İzolatlarının Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile Aflatoksin Analizi

Çalışmada izole edilen 50 *A. section Flavi* izolatlarının aflatoksin üretim potansiyelini belirlemek için, kültürler, 7 gün boyunca 28°C'de patates dekstroza agarında geliştirilmiştir. Fungus sporları besiyeri yüzeyinden Tween 20 (%0.2) çözeltisiyle alınarak, Whatman No: 1 filitre kağıdı ile süzümüştür. 5x10⁶ spor/mL olacak şekilde hazırlanan spor süspansiyonu, 12 mL'lik hacimdeki amber renkli viallere alınmıştır [25]. HPLC cihazının özellikleri; dalga boyu Ex: 360 nm; Em: 440 nm; sıcaklık: 25°C; pompa akış hızı: 1 mL/dk; basınç: <300 bar; enjeksiyon hacmi: 100 μ L; çarpım faktörü: 2'dir. Toplam aflatoksin standardı (P22/P22A, R-Biopharm), 6 mL hacminde 1000 μ g/L konsantrasyondadır. HPLC için mobil faz asetonitril/su/metanol (200/600/300 v/v/v) hazırlanmış olup, içerisine 385 μ L HNO₃ (nitrik asit) ve 132 mg KBr (potasyum bromür) ilave edilmiştir [26].

A. section *Flavi* İzolatlarının İnce Tabaka Kromatografisi (TLC) ile Siklopiazonik Asit Analizi

Çalışmada *A. section Flavi* izolatlarının besiyerinde siklopiazonik asit oluşturma potansiyellerinin belirlenmesinde PDA besiyeri kullanılmıştır. Petrilere 2-3 mL metanol pipetle eklenerek lam ile *A. flavus* izolatları kazınarak 250 mL hacimli erlene koyulmuştur. *A. flavus* süspansiyonuna 50 mL metanol:su (2:1 v/v) hacminde

eklenerek 30 dk manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Karışım susuz sodyum sülfat yardımı ile kaba filtre kağıdından süzülmüştür. Süzüntü 40°C'de su banyosunda evapore edilerek kurutulmuştur [27].

Siklopiazonik Asit Standartlarının Hazırlanması

Toz haldeki siklopiazonik asit standardı (C-1530, Sigma Aldrich) 5 mg toz halde temin edilmiş olup, firma tarafından gönderilen protokole göre 5 mL hacmindeki metanol ile çözündürülerek 1000 ppm lik stok çözelti elde edilmiştir. Daha sonra bu çözeltiden 50 ppm lik siklopiazonik asit ara stok çözeltisi hazırlanmıştır (Anonim, 2016). Analiz için kullanılan ince tabaka (Merck Silica-Gel 60 EM-5721) plakalarına küf ekstraktlarıyla birlikte farklı miktarlarda (1-2-3-5-7 µL) siklopiazonik asit standardı spotlanmıştır [28].

İnce Tabaka Plakalarının Geliştirilmesi

Hazırlanan ince tabaka plakaları içinde etil asetat: 2 propanol: sodyum hidroksit (50:15:10 v/v/v) bulunan kromatografi tankında 35-40 dk boyunca karanlık bir ortamda geliştirilmiştir. Tanktan çıkarılan plakalar 35°C'de 3 dk boyunca etüvde kurutulmuştur. Bunu takiben Erlich's reaktifıyla (75 mL etanol ve 25 mL konsantre HCl içerisinde 1 g 4-dimetilaminobenzaldahit) spreylenebilir [27].

Plakaların Değerlendirilmesi

Toksinin bu reaktifle reaksiyon vermesine bağlı olarak gözle görülebilir şekilde mavi-mor noktaların görülmesi durumunda değerlendirme pozitif olarak yapılmıştır. Renk şiddetine göre standartlarla görsel olarak karşılaştırılarak miktar tayini yapılmıştır. Miktarın belirlenmesi için $\mu\text{g}/\text{kg} = (S \times Y \times V) / (X \times W)$ formülü kullanılmıştır [28]. S: Örnek ekstraktıyla aynı şiddetteki siklopiazonik asit standardının miktarı (µL); Y: Siklopiazonik asit standardının konsantrasyonu (µg/mL); V: Örnek ekstraktının seyreltme miktarı (µL); X: S miktardaki mikotoksin standardıyla aynı şiddeti veren örnek miktarı (µL); W: Ayırma hunisine transfer edilen sıvıdaki örnek miktarıdır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

A. section *Flavi* İzolatlarının Mikroskopik Özellikleri ve Tanısı

Çalışmada yapılan *Aspergillus* tür tanımlamalarında A. *flavus* ve A. *parasiticus* belirlenmiştir. A. *flavus*'un dahil edildiği grubun belli başlı özellikleri, konidial başlığın parlak küre ya da sütun şeklinde ve sarımsı yeşil, sterigma tipik olarak iki sıralıdır. Fialidler ya direk olarak ya da metuale üzerinde yer alabilmektedir. Sklerotları koyu kırmızımsı kahverengiden, morumsu kahverengiye

değişmektedir. Konidiler yuvarlak ya da yuvarlağa yakın, soluk yeşil renkli, ortalama çapı 3-5 µm'dir. Vesikül yuvarlak ya da yuvarlağa yakındır, çapı ise ortalama 50–65 µm ölçülmüştür. 24°C'de koloni çapı 4. günde 22 mm, 12. günde ise 65 mm'ye ulaşmıştır. Koloniler kadifemsi, sarıdan yeşile değişen veya kahverengindedir. Koloninin ters tarafı kremden sarı-kahverengimsi renkte görülmektedir. Konidioforlar değişken uzunlukta, pütürlü, çukurlu, dikensidir.

A. *parasiticus*'un konidial başlığı sütun şeklindedir. Konidiler küresel, sarı yeşil renkte ve pürüzlü duvara sahip, ortalama çapı 2-4 µm'dir. Fialidler, vesikülün direk olarak üzerinde yer almaktadır. Vesikül yuvarlağa yakın görünümde, çapı ortalama 55–70 µm'dir. 24°C'de koloni çapı 4. günde 25 mm, 12. günde ise 45 mm'ye ulaşmıştır. Koloniler açık sarıdan sarımsı yeşile değişen veya koyu sarı gibi farklı renkleri içermektedir. Koloninin ters tarafı kremden sarı-kahverengimsi renkte görülmektedir. Konidioforlar değişken uzunlukta, pürüzlü yeşil renkte keçemsi görünümündedir.

A. section *Flavi* İzolatlarının Moleküler Yöntemle Tanımlanması

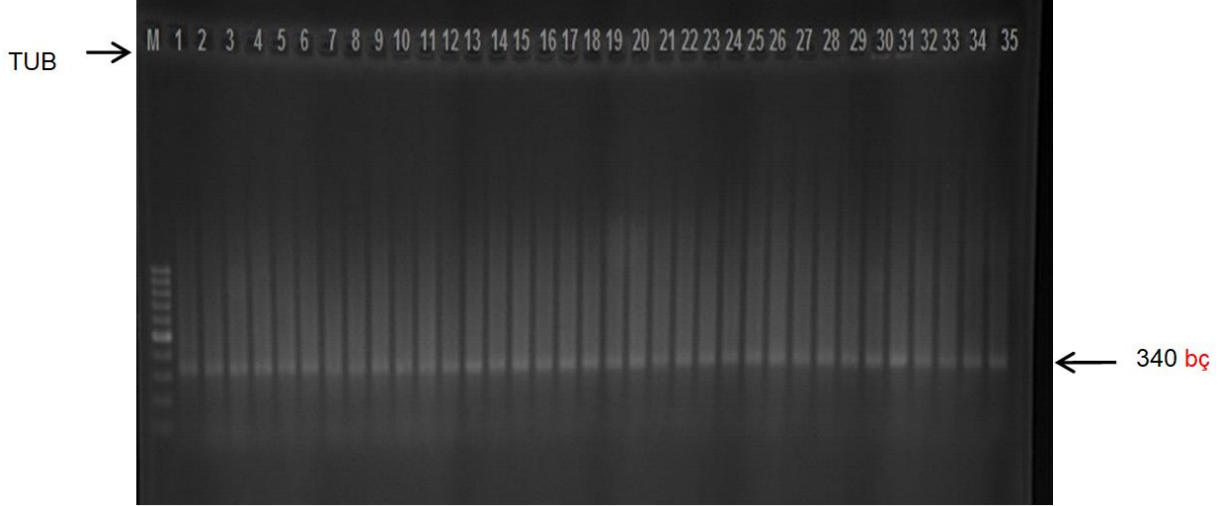
A. section *Flavi* İzolatlarının PCR Analizi

Yerfıstığı örneklerinden izole edilmiş 50 A. section *Flavi* üyesi izolatın genomik DNA ekstraksiyonu sonrasında β -*tubulin* Tub-F/R; IGS IGS-F/R primer çifti kullanılarak yapılan PCR amplifikasyonu sonucunda β -*tubulin* gen bölgesinde 340 bp büyüklüğünde bantlar oluşturduğu gözlenmiştir (Şekil 1). *Aspergillus* türlerinin toksijenik özelliklerinin belirlenmesinde morfolojik yöntem yeterli olmamaktadır [29]. Bu nedenle fungus türlerinin belirlenmesine yönelik çeşitli moleküler çalışmalar yapılmaktadır [12].

DNA Dizi Analizi

Çalışmamızda β -*tubulin* gen bölgesi Tub F/R primer çifti ile çoğaltılan 50 adet PCR ürünüde bant oluşumu gözlenen tüm izolatların karşılaştırılabilmesi amacı ile β -*tubulin* gen bölgesinden elde edilen PCR ürünleri çift yönlü DNA dizi analizine tabi tutulmuştur. Örnekler için DNA dizi analiz sonuçlarının tür tanımlaması, β -*tubulin* gen bölgesine ait baz dizilimlerinin BLAST analizi yapılarak izolatların gen bankasında kayıtlı izolatlar ile karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Tub F/R primer çifti kullanılarak belirlenen DNA dizi analizlerinde kullanılan izolatların gen bankasında kayıtlı izolatlar ile karşılaştırılmasından elde edilen benzerlik oranları A. *flavus* ve A. *parasiticus* izolatları sırasıyla %89 ile %100 ve 96 ile %100 arasında değişmektedir (Tablo 1).



Şekil 1. PCR ürünlerinin β -tubulin F/R primer (Tub F/R) çifti kullanılarak yapılan PCR işleminde 340 bç büyüklükte oluşan bantların %1'lik agaroz jel elektroforez görüntüsü. Sıra M: DNA Marker(100 bç); Sıra 1-35: *A. section Flavi* üyesi izolatlar (340 bç)

Tablo 1. *A. flavus* ve *A. parasiticus* izolatlarının gen bankasında kayıtlı bazı izolatları ile karşılaştırılması

İzolat No	Gen Bankasında En Çok Genetik Benzerlik Gösteren İzolat İsimleri	Benzerlik Oranı (%)	Erişim Numarası
1-6/8/10/12/15/17/20-23/36	<i>A. parasiticus</i> beta-tubulin gene. exons 1-8. complete cds	98-100	L49386.1
9/11/13-14/16/19/24-26/29-32/38-39/41-44	<i>A. flavus</i> beta-tubulin gene complete cds	94/97-99	M38265.1
18	<i>A. parasiticus</i> strain NRRL 502 beta-tubulin gene partial cds	96	Q17537.1
27	<i>A. flavus</i> strain CI204 beta-tubulin gene. partial cds	89	H180051.1
28/33-35/37/40/45-51	<i>A. flavus</i> NRRL 3357 tubulin beta, putative partial mRNA	98/100	M002380380.1

Tablo 1'de görüldüğü gibi 9/11/13-14/16/19/24-26/29-32/38-39/41-44 nolu 19 izolat *A. flavus* beta-tubulin gene complete cds ile %94-100 arasında, 28/33-35/37/40/45-51 nolu 13 izolat *A. flavus* NRRL 3357 tubulin beta, putative partial mRNA ile %98 ve %100, 27 nolu izolat *A. flavus* strain CI204 beta-tubulin gene. partial cds ile %89 oranında benzerlik göstermektedir. Diğer 1-6/8/10/12/15/17/20-23/36 nolu 16 izolat *A. parasiticus* beta-tubulin gene. exons 1-8. complete cds ile %98-100 arasında; 18 nolu izolat *A. parasiticus* strain NRRL 502 beta-tubulin gene partial cds ile %96 oranında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Görüldüğü üzere tüm izolatların β -tubulin gen bölgelerine ait DNA dizileri ile gen bankasına kayıtlı izolatların gen dizimleri arasındaki benzerlik oranının yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Yaptığımız çalışmaya benzer olarak Kuzey İtalya'da 2003 yılında yapılan bir araştırmada, aflatoxin bulaşıklığının başladığı dönemde mısırdan izole edilen *A. section Flavi* grubuna ait izolat (67) PCR analizi sonucunda gen dizilimine göre karakterize edilmiştir. Gen bankasında bulunan izolatlar ile yapılan karşılaştırma sonucunda β -tubulin ve kalmodulin gen bölgesinde *A. section Flavi* grubuna ait izolatların, *A. flavus* izolatlarına sırasıyla %99.7 ile %100 ve %98.9 ile %100 benzerlik gösterdiği belirlenmiştir [30]. Yine

Brezilya'nın Amazonas bölgesinde yapılan çalışmada fındıklardan (n=180) izole ettikleri *A. section Flavi* grubu üyeri ITS, β -tubulin ve kalmodulin gen bölgesine ait DNA dizi analizi sonucunda *A. flavus* (136 izolat, %75.5), *A. nomius* (40 izolat, %22.3) ve *A. parasiticus* (4 izolat, %2.2) olarak belirlenmiştir. ITS, β -tubulin ve kalmodulin gen bölgesine ait tür içi benzerliği *A. flavus* için sırasıyla %98.5, %97.0, %99.0; *A. nomius* için %99.0, %98.5, %99.5; *A. parasiticus* için %98.5, %97.0, %98.5 olarak belirlenmiştir [31]. Başka bir çalışmada Arjantin'deki yerfıstıklarından *A. section Flavi* grubuna ait *Aspergillus arachidicola* sp. nov ve *Aspergillus minisclerotigenes* sp. nov adında iki yeni tür izole edilmiştir. *A. minisclerotigenes* ve *A. arachidicola* β -tubulin gen bölgesine ait DNA dizi analiz sonuçlarının, *A. flavus* referans kültürlerine olan benzerlik sırası ile %87 ve %86 oranlarında olduğu rapor edilmiştir [8].

Fungal İzolatlarının Mikotoksin Analizi

Adana ve Osmaniye illerinde yerfıstığı alanlarından ve depolardan toplanan yerfıstığı örneklerinden 50 *A. section Flavi* üyesi izolatının aflatoxin ve siklopiazonik asit oluşturma potansiyelleri belirlenmiş ve Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. *A. flavus* ve *A. parasiticus* izolatlarında aflatoksin ($\mu\text{g/L}$) ve siklopiazonik asit ($\mu\text{g/g}$) oluşumu

Tür	İzolat sayısı	Aflatoksinler (üretim aralığı $\mu\text{g/L}$)				İzolat sayısı	Siklopiazonik asit ($\mu\text{g/kg}$)
		B ₁	B ₂	G ₁	G ₂		
<i>A. flavus</i>	33	0.45-4521.64	0.85-62.93	-	-	32	0.35-8.21
<i>A. parasiticus</i>	17	23.32-2562.87	0.22-5.52	86.12-651.93	0.34-6.32	-	-

Tablo 2'de görüldüğü üzere 33 *A. flavus* izolatı AFB₁ ve AFB₂ üretmiştir. *A. parasiticus* izolatlarının tamamı aflatoksijenik özelliktedir, B ve G grubu aflatoksinleri birlikte üretmiştir. Toplam 32 *A. flavus* izolat 0.35-8.21 $\mu\text{g/g}$ aralığında siklopiazonik asit üretmiştir.

Çeşitli ürünlerden izole edilen fungusların aflatoksin ve/veya siklopiazonik asit üretebilme potansiyelini araştırmaya yönelik çalışmalar da bulunmaktadır. Eshetu [32], tarafından yapılan araştırmada, depolanan yerfıstığı örneklerinden yapılan izolasyon sonucunda *A. flavus* izolatlarının %85 oranında aflatoksin ürettiği bildirilmiştir. Arjantin'de yerfıstığından izole edilen 34 *A. flavus* izolatının aflatoksin B (%74) ve siklopiazonik asit (%82) üretiminin fazla olduğu belirlenmiştir [33]. Yine yerfıstığından izole edilen *A. flavus* izolatlarının %63'ü aflatoksin B ve siklopiazonik asidi birlikte ürettiği rapor edilmiştir [6]. Botswana'da yerfıstığından izole edilen 32 *A. flavus* izolatının sadece 6 tanesi (%19) 1 ile 55 $\mu\text{g/kg}$ aralığında siklopiazonik asit ürettiği bildirilmiştir [34]. Slovakya'da yapılmış bir çalışmada marketlerden toplanan yerfıstıklarından izole edilen 26 *A. flavus* %34.62 oranında siklopiazonik asit ürettiği rapor edilmiştir [35]. Diğer çalışmalara da dayanarak, *A. flavus*'un %41 ile %95'inin aflatoksin üretme yeteneğine sahip olduğu [36] ve *A. flavus* izolatları arasında aflatoksin üretiminde değişkenlik olabileceği sıklıkla rapor edilmiştir [37].

Aflatoksijenik *A. parasiticus* izolatlarına özellikle yerfıstığı [6] ve yerfıstığı yetiştirilen bölgeler ile şeker kamışı [38] üretilen bölgelerde yaygın bir şekilde rastlanmaktadır. Örneğin yerfıstığı, buğday ve soya fasulyesi örneklerinden izole edilen 37 *A. parasiticus* izolatın %94.6'sı B ve G grubu aflatoksinleri birlikte üretmek suretiyle aflatoksijenik özellikte olduğu ancak siklopiazonik asit üreticisi olmadığı bildirilmiştir [6]. Portekiz'de bademden izole edilen 18 *A. parasiticus* izolatının ve İran'da mısır tarlalarının topraklarından izole edilen *A. parasiticus* izolatlarının tamamının B ve G grubu aflatoksinlerini birlikte üreterek yüksek aflatoksijenik özellikte olduğu belirlenmiştir [39, 40]. *A. parasiticus* olduğu belirlenen izolatların literatür ile uyumlu olarak aflatoksin B ve G ürettiği fakat siklopiazonik asit üreticisi olmadığı belirlenmiştir [11].

Çalışmadaki izolatların uygun koşullar altında aflatoksin ve siklopiazonik asidi birlikte üretebileceği anlaşılmaktadır. Toksin üretiminin fungusun türü, genetiği, izolasyon kaynağı ve coğrafi koşulları gibi çeşitli parametreler tarafından belirlendiği bildirilmiştir [41, 42, 43].

SONUÇ

Sonuç olarak, Adana ve Osmaniye illerinde yerfıstığı alanlarından ve depolardan toplanan yerfıstığı

örneklerinden elde edilen 50 *A. section Flavi* üyesi fungal türün morfolojik ve tarafımızca modifiye edilerek yapılan moleküler yöntemle tanımlama sonucunda *A. flavus* ve *A. parasiticus* tespit edilmiştir. Bu çalışma, bölgemizdeki *A. section Flavi*'nin moleküler karakterizasyonu için yeni bir yöntem sunmaktadır. Ayrıca, çalışmada *A. flavus* ve *A. parasiticus* izolatlarının tümü *in vitro* koşullarında aflatoksin üreticisi olduğu belirlenmiştir. *A. flavus* izolatlarının 32'si siklopiazonik asit üretmiştir. Aflatoksinlerin tek başına toksisitesinin yanı sıra *A. flavus* türleri tarafından siklopiazonik asit ile birlikte üretilmesi, aflatoksin ve/veya siklopiazonik asidin toksisitesini arttırabileceğine işaret etmektedir. Bu durumun yerfıstığının aflatoksin ve siklopiazonik asit ile bulaşma riskini arttıracağı muhtemeldir. Ayrıca izole edilen *A. flavus* ve *A. parasiticus*'un toksijenik potansiyellerinin tarımsal ürünlerdeki doğal mikotoksin bulaşıklığını etkileyen önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir. Bölgemizde olduğu gibi, Türkiye'de yerfıstığından hangi türün baskın olduğu ve türlerin toksijenite bilgisi özellikle mikotoksinlere yönelik hasat öncesi önleyici tedbirlerin alınması yönünden önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Duran, R.M., Cary, J.W., Calvo, A.M. (2009). The role of *veA* in *Aspergillus flavus* infection of peanut, corn and cotton. *The Open Mycology Journal*, 3(1), 27-36.
- [2] Kuiper-Goodman, T. (2004). Risk Assessment and Risk Management of Mycotoxins in Food. In: *Mycotoxins in Food: Detection and Control*, Edited by N. Magan, M. Olsen, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK, 3-31p.
- [3] Rao, S.B.N., Chopra, R.C. (2001). Influence of sodium bentonite and activated charcoal on aflatoxin M₁ excretion in milk of goats. *Small Ruminant Research*, 41(3), 203-213.
- [4] Frisvad, J., Thrane, U., Samson, R., Pitt, J. (2006). Important mycotoxins and the fungi which produce them. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 571, 3-31.
- [5] Pushvinder, R., Desai, S. (2006). Variability among isolates of *Aspergillus flavus* from groundnut for aflatoxin and cyclopiazonic acid production. *Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 5(4), 1458-1463.
- [6] Vaamonde, G., Patriarca, A., Fernandez Pinto, V., Comerio, R., Degrossi, C. (2003). Variability of aflatoxin and cyclopiazonic acid production by *Aspergillus section Flavi* from different substrates in Argentina. *International Journal of Food Microbiology*, 88(1), 79-84.
- [7] Rodrigues, P., Soares, C., Kozakiewicz, Z., Paterson, R.R.M., Lima, N., Venancio, A. (2007). Identification and Characterization of *Aspergillus*

- flavus* and Aflatoxins. In: Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology, Edited by A. Mendez-Vilas, Formatek Research Center, Badajoz, Spain, 527-534p.
- [8] Pildain, M.B., Frisvad, J.C., Vaamonde, G., Cabral, D., Varga, J., Samson, R.A. (2008). Two novel aflatoxin-producing *Aspergillus* species from Argentinean peanuts. *International Journal of Systematic and Evolutionary*, 58(Pt 3), 725-735.
- [9] Godet, M., Munaut, F. (2010). Molecular strategy for identification in *Aspergillus* section *Flavi*. *FEMS Microbiology Letters*, 304(2), 157-168.
- [10] Nelson, A.J., Elias, K.S., Arévalo, E.G., Darlington, L.C., Bailey, B.A. (1997). Genetic characterization by RAPD analysis of isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. associated with an emerging epidemic in Peru. *Phytopathology*, 87(12), 1220-1225.
- [11] Oktay, H.I. (2010). *Aspergillus* İzolatlarının Tanısı, Bazı Mikotoksijenik Özelliklerinin Belirlenmesi, Sıcaklık ve sürenin İncirde Aflatoksin ve Siklopiazonik Asit Oluşumuna Etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 154s.
- [12] Gonzalez-Salgado, A., Gonzales-Jaen, T., Vazquez, C., Patino, B. (2008). Highly sensitive PCR-based detection method specific for *Aspergillus flavus* in wheat flour. *Food Additives & Contaminants: Part A: Chemistry, Analysis Control Exposure Risk Assessment*, 25(6), 758-764.
- [13] Niessen, L. (2007). PCR-based diagnosis and quantification of mycotoxin producing fungi. *International Journal of Food Microbiology*, 119(1-2), 38-46.
- [14] Shapira, R., Paster, N., Eyal, O., Menasherov, M., Mett, A., Salomon, R. (1996). Detection of aflatoxigenic molds in grains by PCR. *Applied Environmental Microbiology*, 62(9), 3270-3273.
- [15] Somashekar, D., Rati, E.R., Anand, S., Chandrashekar, A. (2004). Isolation, enumeration and PCR characterization of aflatoxigenic fungi from food and feed samples in India. *Food Microbiology*, 21(6), 809-813.
- [16] Manonmani, H.K., Anand, S., Chandrashekar, A., Rati, E.R. (2005). Detection of aflatoxigenic fungi in selected food commodities by PCR. *Process Biochemistry*, 40(8), 2859-2864.
- [17] Lavkor, I. (2013). Yerfistiği tarımında Uygun Kültürel İşlemler ve Hastalık Yönetim Pratikleri ile Hastalık ve Aflatoksin Oluşumunun Önlenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana, 300s.
- [18] Raper, B.K., Fennel, D.I. (1977). *The Genus Aspergillus*. New York: Robert, E. Krieger Publishing Company.
- [19] Samson, R.A., Pitt, I.J. (1990). *Modern Concepts in Penicillium and Aspergillus Classification*. NATO ASI Series, Plenum Press, New York and London.
- [20] Doyle, J.J., Dickson, E.E. (1987). Preservation of plant samples for DNA restriction endonuclease analysis. *Taxon*, 36(4), 715-722.
- [21] Ehrlich, K.C., Montalbano, B.G., Cotty, P.J. (2003). Sequence comparison of *afIR* from different *Aspergillus* species provides evidence for variability in regulation of aflatoxin production. *Fungal Genetics and Biology*, 38(1), 63-74.
- [22] Ehrlich, K.C., Kobbeman, K., Montalbano, B.G., Cotty, P.J. (2007). Aflatoxin-producing *Aspergillus* species from Thailand. *International Journal of Food Microbiology*, 114(2), 153-159.
- [23] Thompson, J.D., Higgins, D.G., Gibson, T.J. (1994). Clustal W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22(22), 4673-4680.
- [24] Kumar, S., Stecher, G., Tamura, K. (2012). Mega cc: computing core of molecular evolutionary genetics analysis program for automated and iterative data analysis. *Bioinformatics*, 28(20), 2685-2686.
- [25] Abbas, H.K., Zablutowicz, R.M., Horn, B.W., Phillips, N.A., Johnson, B.J., Jin, X., Abel, C.A. (2011). Comparison of major biocontrol strains of non-aflatoxigenic *Aspergillus flavus* for the reduction of aflatoxins and cyclopiazonic acid in maize. *Food Additives & Contaminants: Part A: Chemistry, Analysis Control Exposure Risk Assessment*, 28(2), 198-208.
- [26] AOAC (2002). Official Method 991.31. Aflatoxins in corn, raw peanuts, and peanut butter immunoaffinity column (AflaTest) method, *AOAC International*, 2000, 42, 2-18.
- [27] Sosa, A., Kobashigawa, E., Galindo, J., Bocourt, R., Corassin, H., Oliverira, C.A.F. (2013). Mycotoxicological studies of an *Aspergillus oryzae* strain. *Journal of Yeast and Fungal Research*, 4(3), 26-32.
- [28] Somuncuoğlu, Ş. (2007). Kuru İncirlerde Siklopiazonik Asit Varlığının ve Miktarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, İstanbul, 60s.
- [29] Abdollahzadeh, S.S., Sangtarash, M.H., Dehkordi, M. (2015). Rapid identification of aflatoxigenic fungals isolated from environments of Chaharmahal and Bakhtiari, Iran. *Current Medical Mycology*, 16(1), 38.
- [30] Gallo, A., Stea, G., Battilani, P., Logrieco, A.F., Perrone, G. (2012). Molecular characterization of an *Aspergillus flavus* population isolated from maize during the first outbreak of aflatoxin contamination in Italy. *Phytopathologia Mediterranea*, 51(1), 198-206.
- [31] Baquião, A.C., Oliveira, M.M.M., Reis, T.A., Zorzete, P., Atayde, D.D., Correa, B. (2013). polyphasic approach to the identification of *Aspergillus* section *Flavi* isolated from Brazil nuts. *Food Chemistry*, 139(1-4), 1127-1132.
- [32] Eshetu, L. (2010). Aflatoxin Content of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Relation to Shelling and Storage Practice of Ethiopian Farmers. M.Sc. Thesis. Addis Ababa University, Ethiopia, 68p.
- [33] Pildain, M.B., Vaamonde, G., Cabral, D. (2004). Analysis of population structure of *Aspergillus*

- flavus* from peanut based on vegetative compatibility, geographic origin, mycotoxin and sclerotia production. *International Journal of Food Microbiology*, 93(1), 31-40.
- [34] Mphande, F.A., Siame, B.A., Taylor, J.E. (2004). Fungi, aflatoxins and cyclopiazonic acid associated with peanut retailing in Botswana. *Journal of Food Protection*, 67(1), 96-102.
- [35] Cisarová, M., Tančinová, D., Rapčanová, J. (2015). Incidence of aflatoxigenic fungi in peanuts (*Arachis hypogea* L.) from markets in Slovakia. *Scientific Papers. Animal Science and Biotechnologies*, 48(1), 118-122.
- [36] Klich, M.A., Pitt, J.I. (1988). A Laboratory guide to common *Aspergillus* species and their teleomorphs. North Ryde: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization.
- [37] Clevstrom, G., Ljunggren, H. (1985). Anatoxin formation and the dual phenomenon in *Aspergillus flavus* Link. *Mycopathologia*, 92(3), 129–139.
- [38] Kumeda, Y., Asao, T., Takahashi, H., Ichinoe, M. (2003). High prevalence of B and G aflatoxin-producing fungi in sugarcane field soil in Japan: heteroduplex panel analysis identifies a new genotype within *Aspergillus* section *Flavi* and *Aspergillus nomius*. *FEMS Microbiology Ecology*, 45(3), 229-238.
- [39] Rodrigues, P., Venâncio, A., Kozakiewicz, Z., Lima, N. (2009). A polyphasic approach to the identification of aflatoxigenic and non-aflatoxigenic strains of *Aspergillus* Section *Flavi* isolated from Portuguese almonds. *International Journal of Food Microbiology*, 129(2), 187-193.
- [40] Razzaghi-Abyaneh, M., Shams-Ghahfarokhi, M., Allameh, A., Kazeroon-Shiri, A., Ranjbar-Bahadori, S., Mirzahoseini, H., Rezaee, M. (2006). A survey on distribution of *Aspergillus* section *Flavi* in corn field soils in Iran: populations patterns based on aflatoxins, cyclopiazonic acid and sclerotia production. *Mycopathologia*, 161(3), 183-192.
- [41] Chang, P.K., Horn, B.W., Dorner, J.W. (2009). Clustered genes involved in cyclopiazonic acid production are next to the aflatoxin biosynthesis gene cluster in *Aspergillus flavus*. *Fungal Genetics and Biology*, 46(2), 176-182.
- [42] Astoreca, A.L., Dalcero, A.M., Pinto, V.F., Vaamonde, G.A. (2011). A survey on distribution and toxigenicity of *Aspergillus* section *Flavi* in poultry feeds. *International Journal of Food Microbiology*, 146(1), 38-43.
- [43] Türköz Bakırcı, G. (2014). Tahıl ve tahıl ürünlerinin aflatoksin, okratoksin a, zearalenon, fumonisin ve deoksinivalenol mikotoksinleri yönünden incelenmesi. *Akademik Gıda*, 12(2), 46-56.
-
-

İnfüzyon Yöntemi Kullanılarak Kurutulmuş Enginar Çanak Yaprığı Katkılı Soğuk Yeşil Çay Üretimi

Orhan Özünlü¹  , Haluk Ergezer¹ ¹Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli

Geliş Tarihi (Received): 08.05.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 10.12.2019

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): orhan1907gfb@hotmail.com.tr (O. Özünlü)

☎ 0 258 296 33 39 📠 0 258 296 32 62

ÖZ

Bu çalışmada, kurutulmuş enginar çanak yapraklarından üretilen farklı konsantrasyonlarda (%3, 4 ve 5) enginar yaprağı katkılı limonlu soğuk yeşil çayların bazı fizikokimyasal (renk, pH değeri, briks, bulanıklık, titre edilebilir asitlik, toplam fenolik madde miktarı, DPPH ile antiradikal aktivite) ve duyu kalite karakteristikleri üzerine infüzyon süresinin (5, 7 ve 10 dakika) etkisi incelenmiştir. İnfüzyon süresinin artışıyla birlikte örneklerin parlaklık (L*) ve kırmızılık (a*) değerlerinin azaldığı, sarılık (b*) değerinin ise arttığı görülmüştür. Soğuk çay bileşimindeki enginar konsantrasyonun ve infüzyon süresinin artışına paralel olarak fenolik madde miktarı da artış göstermiştir. Bu artışla birlikte ortamın pH değerinde düşüş, bulanıklık ve titre edilebilir asit miktarında ise artış gözlemlenmiştir. Farklı konsantrasyonlarda enginar infüzyonu içeren soğuk çayların duyu açıdan herhangi bir olumsuz bir durum oluşturmadığı ve A4 numaralı enginarlı-limonlu soğuk yeşil çayın daha çok tercih edildiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnfüzyon, Yeşil çay, Enginar

Using of Infusion Method for Producing of Ice Green Tea Enriched With Dried Artichoke Bracts

ABSTRACT

In this study, was to investigate effect of three different brewing times (5, 7 and 10 minutes) on some physicochemical (color, pH value, °Brix, turbidity, titratable acidity, total phenolic content, antiradical activity with DPPH) and sensory properties on ice green tea enriched with dried artichoke sepal at three different concentrations (3, 4 and 5%). As increasing of brewing times, ice tea samples were became mildly darker whereby resulted in lower brightness (L*) and redness (a*) values and in higher yellowness (b*) values. Higher artichoke bracts concentrations and longer brewing time increased total phenolic content of all samples. But this increment was associated with reduction pH value of medium and accordingly, turbidity and titratable acidity value of all samples were showed increment. Ice green tea enriched with dried artichoke sepal tea infusion did not show any negative effect on panelists in terms of sensory scores and A4 samples were appreciated more other samples by most of the panelists.

Keywords: Infusion, Green tea, Artichoke

GİRİŞ

Sağlıklı bir yaşam için en önemli faktörlerden birisi dengeli beslenmedir. Bu ise gerek hayvansal kökenli gerekse de bitkisel kökenli gıda maddelerinin bilinçli bir

şekilde tüketimiyle sağlanmaktadır [1]. İnsanların büyümesi, gelişmesi ve yaşamsal fonksiyonlarını sağlıklı olarak yerine getirmesi için özellikle vitamin ve mineral içeriği bakımından zengin meyve ve sebzelerin tüketimine büyük önem vermesi gerekir. Bu yüzden,

hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler, bireylerin meyve sebze tüketimini arttırmaya yönelik çeşitli yöntemler (kurutma, dondurma, konserveleme, meyve suyu üretimi, gıda takviyesi olarak kullanma vb.) kullanmaktadır [2]. Büyük işletmelerde çok çeşitli son ürünlere dönüştürülen meyve-sebzelerin üretiminden geriye çevresel kirliliğe sebep olabilecek büyük miktarda atık (kabuk, posa, sap, yaprak gibi) çıkmaktadır. Ancak, bu atık maddeler bileşiminde sağlığa faydalı birçok doğal bileşeni barındırmaktadır. Bunlar içerisinde vitaminler, mineral maddeler, renk maddeleri, diyet lifi ve antioksidan özellikli pek çok bileşen yer almaktadır. Meyve-sebze endüstrisinin önemli bir kolu olan konservecilikte de atık miktarı azımsanmayacak ölçtedir. Bu bağlamda enginar konservesi üretimi sırasında çok değerli atıklar ortaya çıkmakta, hatta bu atıklar hammaddenin %60'ından bile fazla olabilmektedir [3, 4].

Enginar, Asteraceae familyasına ait olan ve yabanisi devedikeni olarak bilinen, 50-150 cm boyunda çok yıllık otsu bir bitkidir. Bilimsel çalışmalar incelendiğinde enginarın önemli miktarda diyet lifi, mineral ve inulin içerdiği bildirilmektedir. Ayrıca enginar biyoaktif fenolik bileşenlerce (kafeik asit, klorojenik asit, kafeoilkuinik asit, apigenin, luteolin, kafeoilglukozit türevleri) zengin olmasından dolayı antioksidan özelliği en fazla olan sebzelerden biridir [3, 5-10]. Yine, enginarın kolesterol düşürücü, koloretik, dispeptik, antikarsinojenik, prebiyotik/probiyotik ve kan glikoz seviyesi üzerine olumlu etki gösterdiği [3] ve bileşiminde karaciğeri toksinlerden arındıran sinarin isimli bir kimyasal maddenin de bulunduğu belirtilmektedir [11]. Uzun yıllardır enginarın gıda olarak sınırlı oranda üretilmesi ve tüketilmesine karşılık, son yıllarda bu sebzelerin sağlık açısından faydalarından dolayı tüm dünyada üretim ve tüketiminde artışlar görülmektedir. Ancak, enginarın tüketilen kısmı sadece olgunlaşmamış çiçeğin tablası olup bu kısım toplam bitkinin %30-40'lık kısmını oluşturmakta geriye kalan ve dikenli andıran çiçeğin dış yaprakları ve sapları atık olarak ortaya çıkmaktadır [12]. Enginar konservesi üretiminden arta kalan atıkların değerlendirilmesi için çeşitli alternatiflerin geliştirilmesi gerekmektedir. Terapötik etkileriyle uzun yıllar boyu kaynatılarak suyu içilen enginar yapraklarının Türk halkının çay damak zevki ile harmanlanarak değerlendirilebilmesi bu alternatiflerden birisi olabilir. Hatta özellikle genç nüfus arasında popüleritesi gün geçtikçe artan soğuk çay şeklinde piyasaya sürülebilmesinin pazarlanabilme potansiyelini arttıracığı düşünülmektedir.

Çay, Türkiye de dahil olmak üzere tüm dünyada oldukça fazla tüketilen bir içecek olarak yaklaşık 5000 yıllık geçmişe sahiptir. Dünya'da çok farklı çeşitte çay üretimi (kırmızı, siyah, beyaz, yeşil vb.) olmakla birlikte Türkiye'de özellikle siyah ve yeşil çay üretimi ön plana çıkmaktadır [13]. Yeşil çay genellikle antioksidan özelliğinin fazla olması nedeniyle siyah çaya göre daha faydalıdır [14]. Yeşil çay, çay bitkisinin (*Camellia sinensis*) hasat edilen yaprakların, kavrılma işlemi ile birlikte hızlıca bir ısı işlem uygulamasına (genellikle buhar uygulaması) maruz bırakılarak, kurutulmasıyla elde edilir. Yeşil çay özellikle kateşinler ve kateşin

türevlerini kapsayan flavonoidlerce zengindir. Epigallokateşin gallat (EGCG), epigallokateşin (EGC), epikateşin (EC) ve epikateşin gallat (ECG) yeşil çayda bulunan başlıca kateşinlerdir [14].

Soğuk çay sektöründe farklı firmalar olmasına rağmen ürün çeşitliliği kısıtlıdır. Mevcut ürün yelpazesini genişletebilmek amacıyla meyve-sebze sektörünün atıklarının kullanımı söz konusudur. Bu bağlamda meyve-sebze sektörünün atıkları olarak görülen enginar çanağı dış yapraklarını kullanarak enginarlı-limonlu soğuk çay üretimi gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada farklı sürelerde infüzyon yöntemi (5, 7 ve 10 dakika) kullanılarak farklı konsantrasyonlarda enginar yaprağı (%3, 4 ve 5) ve sabit konsantrasyonda yeşil çay (%2) kullanılarak enginarlı-limonlu soğuk yeşil çay üretimi gerçekleştirilmiştir. Soğuk çaylarda; pH değeri, briks, renk, bulanıklık, titre edilebilir asitlik, toplam fenolik madde miktarı, DPPH ile antiradikal aktivite, duyuusal ve istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Hammadde Temini

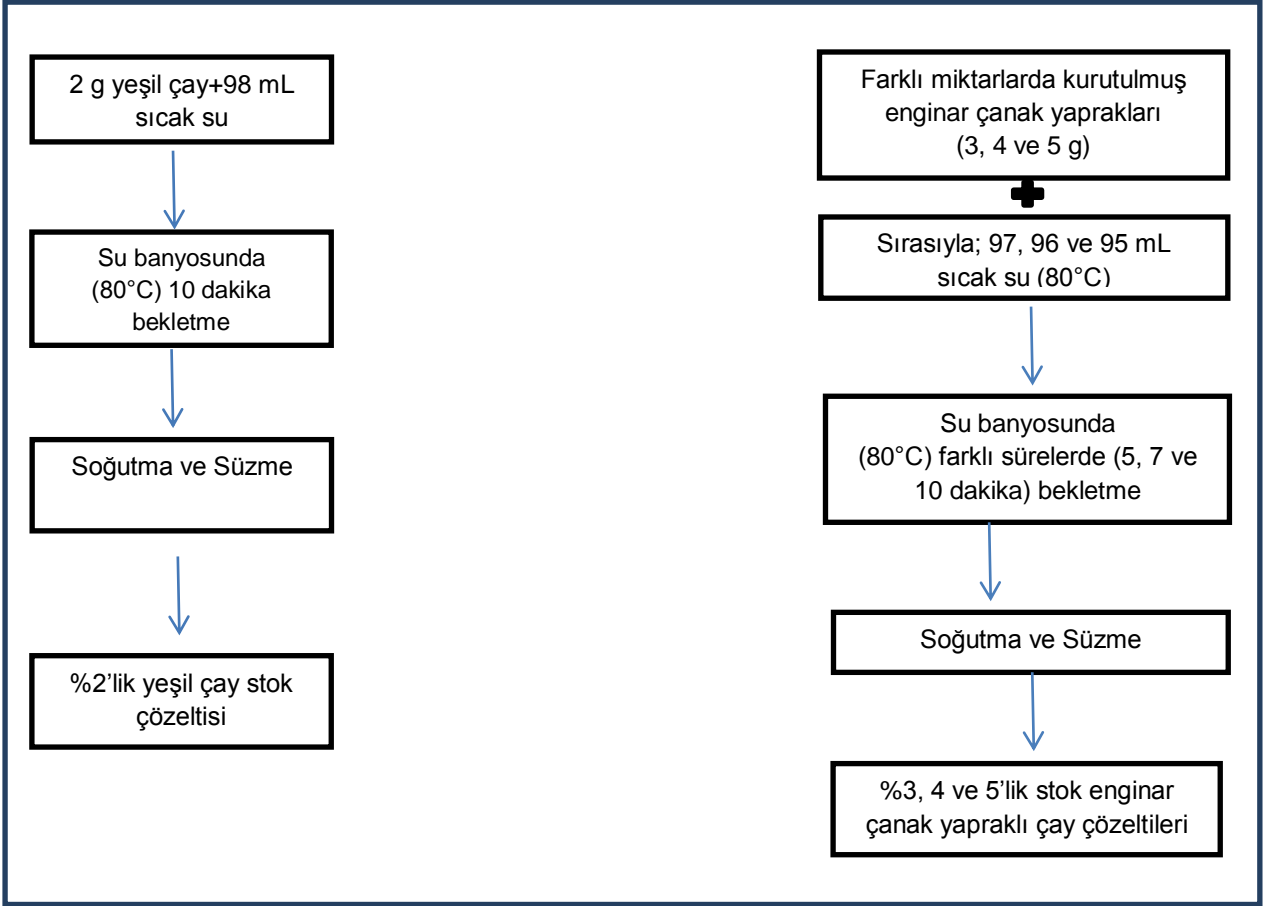
Enginarlı-limonlu soğuk yeşil çay üretiminde kullanılacak yeşil çay ve limon Denizli piyasasından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılacak enginarın çanağının dış yaprakları bir konserve fabrikasından enginar konservesi üretim sezonunda temin edilmiştir. Laboratuvara getirilen taze enginar yaprakları yıkandıktan sonra oda sıcaklığında temiz bir zemin üzerinde doğal kurumaya bırakılmıştır (Kurutmaya nem seviyesi %10'a ulaşıncaya dek devam edilmiştir).

Soğuk Çayın Hazırlanması

Enginarlı-limonlu soğuk yeşil çay üretiminde infüzyon yöntemi kullanılmıştır. Bunun için öncelikle; 2 g yeşil çay demliğin içine alınmış ve üzerine 98 mL sıcak saf su (80°C) ilave edilerek sabit sıcaklıktaki (80°C) bir su banyosu içerisinde 10 dakika bekletilmiş ve böylelikle %2'lik yeşil çay infüzyonu elde edilmiştir. Benzer şekilde farklı demliklerin içerisine alınmış 3, 4 ve 5 g kurutulmuş enginar çanak yapraklarının üzerine sırasıyla 97, 96 ve 95 mL sıcak su (80°C) eklenmiş ve örnekler sabit sıcaklıktaki bir su banyosu içerisinde (80°C) farklı sürelerde (5, 7, 10 dakika) bekletilerek infüze edilmiş ve böylece %3, 4 ve 5'lik enginar çayı stok infüzyonları hazırlanmıştır. Ardından oda sıcaklığına kadar soğuma işlemine bırakılan infüze çayların tümü kaba filtre kağıdı yardımıyla farklı beherler içerisine süzölmüştür. Daha sonra bu karışımlardan infüzyon süreleri de dikkate alınarak farklı örnek grupları oluşturulmuştur. Buna göre bileşiminde 20 mL %2'lik yeşil çay+30 mL %3'lük enginar çayı + 20 mL %2'lik limon suyu+ 5 g şeker içeren grup A3; 20 mL %2'lik yeşil çay+ 40 mL %4'lük enginar çayı 20 mL %2'lik limon suyu+ 5 g şeker içeren grup A4 ve 20 mL %2'lik yeşil çay+50 mL %5'lik enginar çayı 20 mL %2'lik limon suyu+ 5 g şeker içeren grup ta A5 olarak isimlendirilmiştir. Ardından infüzyon süreleri de dikkate alınarak elde edilen tüm gruplar üzerine sabit miktarlarda şeker (5 g) ve 20 mL %2 limon suyu ilave edilerek örnekler bir balon joje içerisinde 100 mL ye

tamamlanmıştır. Son olarak enginarlı-limonlu yeşil çay örnekleri buzdolabı koşullarında (4°C) soğutulmuş ve 24

saat içerisinde analizlere hazır hale getirilmiştir.



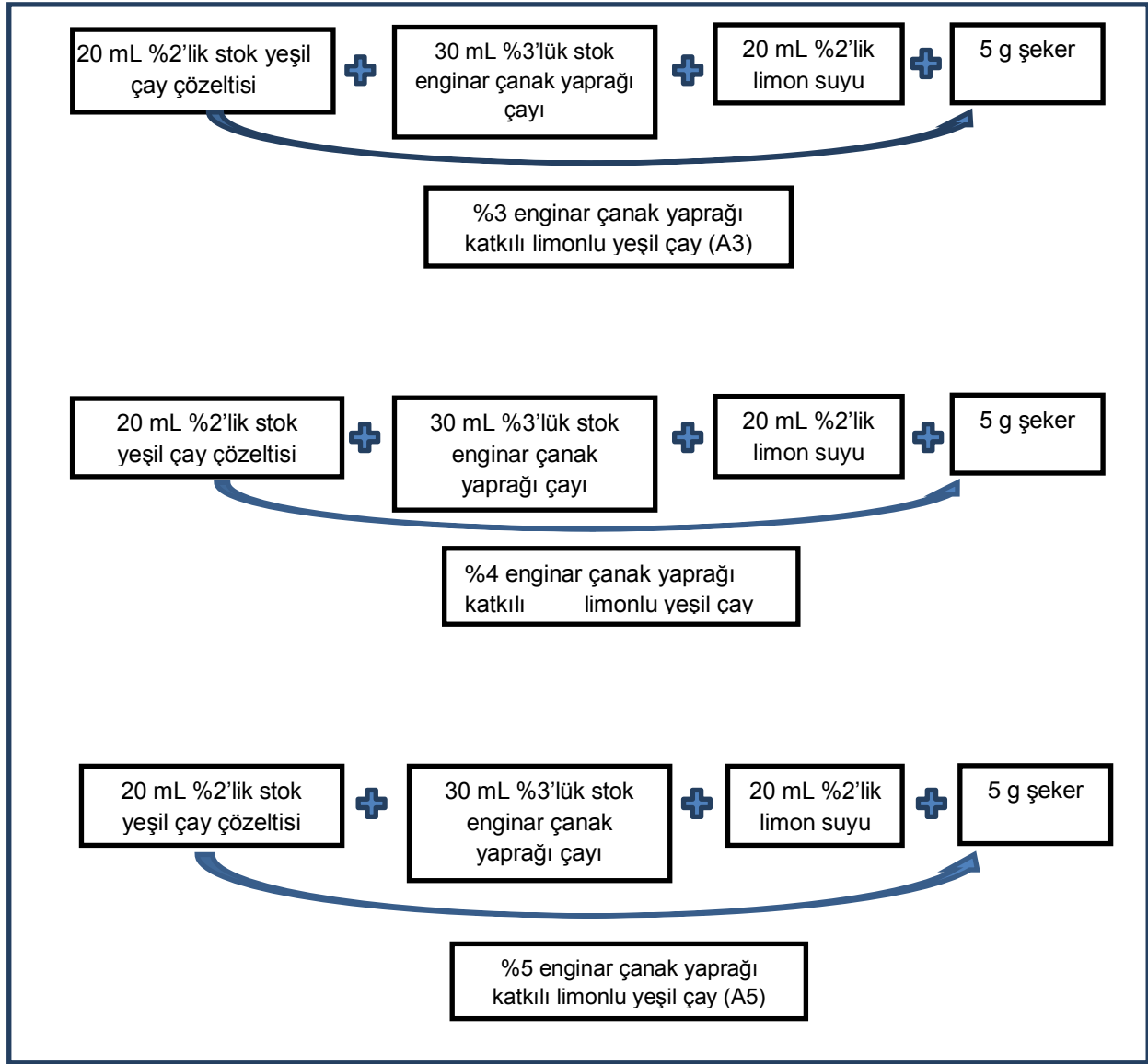
Şekil 1. Yeşil ve enginar yapraklı stok çayların akım şeması

Fizikokimyasal Analizler

Soğuk çay örneklerinin renk analizi Hunter Lab Color Miniscan XE (45/0-L, ABD) cihazı kullanılarak CIE Lab ölçüm sistemine göre belirlenmiştir. Doğru ölçüm için örnekler 45 mm çapında, 80 mm yüksekliğindeki kuartz ölçüm kabına tam olarak doldurulmuş ve kabın üzeri hava kabarcığı kalmayacak şekilde şeffaf cam tabakayla kapatılmıştır. Beyaz bir zemin üzerinde L* (0=siyah, 100=beyaza kadar örneklerin açıklık koyuluğu), a* (a+:kırmızı, a-: yeşil) ve b* (b+:sarı, b-:mavi) modunda renk yoğunluk değerleri ölçülmüştür. Ölçüm öncesinde cihaz siyah ve beyaz tabakalarla kalibre edilmiştir [15]. Soğuk çay örneklerinin suda çözünür kuru madde miktarı refraktometre (RFM 340, İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir. Soğuk çay örneklerindeki bulanıklık oda sıcaklığında turbidimetre (HACH 2100Q, ABD) ile Nephelometric Turbidity Unit (NTU) birimi olarak belirlenmiştir. Soğuk çay örneklerinin pH ölçümü direkt olarak pH metre ile (Crison Basic 20, İspanya) gerçekleştirilmiştir. Titre edilebilir asitlik tayini AOAC 2004. [16]'e göre yapılmıştır. Bu yöntemde, asitlik sitrik asit cinsinden (g/100 mL) hesaplanmıştır.

Toplam Fenolik Madde Miktarının (TFMM) Belirlenmesi

Toplam fenolik madde miktarı soğuk çaylarda Li ve ark. [17] tarafından modifiye edilen metot esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre soğuk çaylar absorbans değerleri 0.8 değerini geçmeyecek şekilde saf su ile 100 kat seyreltilmiştir. 0.5 mL seyreltilen ekstrakt üzerine 0.2 N 2.5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi eklenmiştir. Bu karışım üzerine 2 mL %7.5 Na₂CO₃ çözeltisi eklenerek fenolik hidroksil gruplarının hidrojenlerini suya vermeleri sağlanmıştır. 30 dakika oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilen karışımların maviye dönen renginin şiddeti 760 nm'de spektrofotometrede ölçülmüştür. Kör çözelti için 0.5 mL ekstrakt yerine aynı miktarda saf su, kalibrasyon eğrilerinin oluşturulması içinde 0.5 mL ilgili standart çözeltiden ilave edilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarı standart gallik asit çözeltisinin 6 farklı konsantrasyon ile doğrusal bir kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Sonuçlar elde edilen eğrinin regresyon eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmış ve mg gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak belirtilmiştir.



Şekil 2. Enginar yaprağı katkılı limonlu soğuk yeşil çayların üretimi

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ile Antiradikal Aktivite Analizi

Soğuk çayların antioksidan kapasitelerinin bir ifadesi olan DPPH radikalini giderme aktivitesi (antiradikal aktivite, %ARA) Wang ve ark. [10] metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Buna göre çaylardan 0.1mL alınarak viallere aktarılmıştır. Her bir vialde 5 mL 0.1mM konsantrasyonlu DPPH çözeltisi eklenerek vorteks ile karıştırılmış ve 27°C'de inkübe edilmiştir. 20 dakika sonunda absorbanslar 517 nm dalga boyunda okunmuştur. Kör çözelti olarak saf metanol, kontrol çözeltisi olarak 0.1mL ekstrakt yerine 0.1mL su eklenmiştir. Ekstraktların antioksidan kapasitesinin bir ölçüsü olan %ARA değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\%ARA = (Ak - A\ddot{o} \div Ak) \times 100$$

Ak: Kontrolün absorbansı

Aö: Örneğin absorbansı

Duyusal Analiz

Hazırlanan soğuk çay örneklerinin duyusal değerlendirilmesinde 5'li hedonik skala kullanılmıştır. Panelist olarak Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü akademik personel ve lisans öğrencileri arasından 30 kişilik grup yer almıştır. Duyusal değerlendirmede; örneklerin renk, koku, lezzet, burukluk ve genel beğeni (1: hiç beğenmedim, 5: çok beğendim) parametrelerine bakılmıştır. Çay örnekleri soğutulmuş olarak (4-6°C) ve rastgele seçilen 3'er basamaklı sayılarla kodlanarak sunulmuştur. Her örnek grubu test edildikten sonra bir sonraki test için ağız içinin nötrlenmesi amacıyla ılık su kullanılmıştır [18].

İstatistiksel Analiz

3 farklı grupta değerlendirmeye alınan enginar yaprağı katkılı yeşil çay örneklerinde analizler 2 tekrar, 2 paralel ve 3 farklı infüzyon süresinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ANOVA (Varyans Analizi) kullanılarak

analiz edilmiş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanarak gruplar arasında farklılığın olup olmadığı SPSS 15.0 istatistik paket programı kullanılarak test edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Enginarlı-Limonlu Soğuk Yeşil Çay Örneklerinin Renk ve pH Değeri Sonuçları

Enginarlı-limonlu soğuk yeşil çay örneklerinin renk (L^* , a^* ve b^*) ve pH değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Renk, tüketici kabulünde en önemli kriterlerden bir tanesidir. Günümüzde rengin belirlenmesinde objektif kriterler olan L^* , a^* ve b^* değerlerinden yaygın olarak yararlanılmaktadır. Örneklerin L^* değerleri 59.67 ile 62.13 arasında değişkenlik göstermektedir. İnfüzyon süresi arttıkça örneklerin L^* değerlerinin azaldığı gözlenmiştir ve bu düşüş istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca, tüm infüzyon sürelerinde enginar konsantrasyonunun artışına bağlı olarak parlaklığın azaldığı gözlenmiştir ($p<0.05$). Liu ve ark. [18] yapmış olduğu bir çalışmada; infüzyon yöntemiyle üretilen yeşil çay örneklerinin L^* değerlerini 65.9 ile 73.6 arasında değişkenlik gösterdiğini ve infüzyon süresi uzadıkça örneklerin parlaklığının azaldığını tespit etmişlerdir.

Enginar-limonlu soğuk yeşil çayların a^* değerleri negatif değerler almakla birlikte bu negatiflik, çayın yeşilimsi renge sahip olmasından kaynaklanmaktadır. İnfüzyon süresi uzadıkça örneklerin yeşilimsi renk ($-a^*$)

yoğunluğunun arttığı gözlenmiş ve bu durum istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Ayrıca, her bir infüzyon süresinde gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bu farklılık, enginarlı-limonlu soğuk yeşil çay örneklerinde mevcut olan fenolik bileşiklerin (tannin gibi) ısı ile parçalanarak daha yeşilimsi bir renge dönüşmesiyle açıklanabilmektedir [19]. Çalışmamızın aksine; De Souza ve ark. [20] infüzyon yöntemiyle üretilen yeşil çaya farklı oranlarda kateşin ve α -siklodekstrin ilave ederek depolama boyunca üründe meydana gelen renk değişimlerini incelemişler ve depolama sırasında gerçekleşen oksidatif reaksiyonlardan dolayı örneklerin a^* değerlerinde önemli bir artış görülmüştür [21, 22].

Enginarlı-limonlu soğuk yeşil çay örneklerinde rengin yeşilimsi sarı bir renk olması tercih edilmektedir. İnfüzyon yöntemiyle üretilen soğuk çay örneklerinin infüzyon süreleri uzadıkça b^* değerlerinin arttığı ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Ayrıca, her bir infüzyon süresinde A5 kodlu soğuk çay örneğinin en yüksek b^* değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak örneklerinin rengi değerlendirildiğinde yeşil çay ve enginar yaprağının içermiş olduğu klorofilin de renk üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Özellikle koyu yeşil renkten sorumlu klorofil A ve yeşilimsi sarı renkten sorumlu klorofil B'nin ortam sıcaklığı ve infüzyon süresi artışına bağlı olarak suyu geçiş hızının arttığı ve çay renginin koyulaşarak, yeşilimsiliğin arttığı çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir [19-21].

Tablo 1. Enginarlı-limonlu soğuk yeşil çayın renk ve pH değerleri

Gruplar	Analizler	İnfüzyon Süreleri (dakika)		
		5	7	10
A3	L^*	62.13±0.10 ^{aA}	61.75±0.20 ^{aB}	61.25±0.10 ^{aC}
A4		61.76±0.10 ^{bA}	61.02±0.20 ^{bB}	60.65±0.10 ^{bC}
A5		60.54±0.10 ^{cA}	60.23±0.20 ^{cB}	59.67±0.10 ^{cC}
A3	a^*	-3.80±0.03 ^{bC}	-4.11±0.02 ^{cB}	-4.40±0.01 ^{cA}
A4		-3.84±0.02 ^{abC}	-4.23±0.02 ^{bb}	-4.43±0.01 ^{bA}
A5		-3.87±0.01 ^{aC}	-4.27±0.02 ^{aB}	-4.50±0.01 ^{aA}
A3	b^*	14.86±0.01 ^{cC}	15.22±0.01 ^{cB}	15.65±0.01 ^{cA}
A4		15.09±0.01 ^{bC}	15.34±0.01 ^{bB}	15.71±0.01 ^{bA}
A5		15.45±0.01 ^{aC}	15.67±0.01 ^{aB}	16.03±0.01 ^{aA}
A3	pH	6.01±0.01 ^{aA}	5.82±0.01 ^{aB}	5.77±0.01 ^{aC}
A4		6.00±0.01 ^{abA}	5.80±0.01 ^{abB}	5.75±0.01 ^{abC}
A5		5.98±0.01 ^{ba}	5.79±0.01 ^{bb}	5.73±0.01 ^{bc}

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$). ^{A,B,C} Aynı satırdaki harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$). A3: %3'lük 30 mL kurutulmuş enginar yaprağı çayı + %2'lik 20 mL yeşil çay + 20 mL %2'lik limon suyu + 5 g şeker; A4: %3'lük 40 mL kurutulmuş enginar yaprağı çayı + %2'lik 20 mL yeşil çay + 20 mL %2'lik limon suyu + 5 g şeker; A5: %3'lük 50 mL kurutulmuş enginar yaprağı çayı + %2'lik 20 mL yeşil çay + 20 mL %2'lik limon suyu + 5 g şeker

Enginarlı-limonlu soğuk yeşil çay örneklerinin pH değeri hem her bir infüzyon süresinde hem de gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık göstermiştir ($p<0.05$) ve infüzyon süresi arttıkça örneklerin pH değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Enginarın bileşiminde yer alan kafeik, klorojenik ve kafeoilkuinik asit gibi asidik karakterli bazı fenolik asitlerin bu çalışmada konsantrasyon ve infüzyon süresi artışına bağlı olarak

örneklerin pH değerini düşürmüş olabileceği düşünülmektedir. Cao ve ark. [23] infüzyon yöntemiyle üretilen yeşil çaya farklı konsantrasyonda (0.05, 0.10, 0.25, 0.50) tannaz enzimi ilave etmiştir. Tannaz konsantrasyonu arttıkça yeşil çayın pH değerinin düştüğü görülmüş ve bu durumun tannazın hidrolitik aktivitesine bağlı olduğu düşünülmüştür. Başka bir çalışmada ise; Kristanti ve Punbusoyakul [24] infüzyon yöntemi

kullanılarak üretilen Assam yeşil çay örneklerine farklı miktarlarda (6, 12, 14 ve 20 mL) karpuz suyu ilave etmişler ve ilave edilen karpuz suyu miktarı azaldıkça yeşil çayın pH değerinin ortamda mevcut fenolik asitler nedeniyle düştüğü belirtilmiştir.

Enginarlı-Limonlu Soğuk Yeşil Çay Örneklerinin Briks, Bulanıklık ve Titre Edilebilir Asitlik Miktarı Sonuçları

Enginarlı-limonlu soğuk yeşil çay örneklerinin briks, bulanıklık ve titre edilebilir asitlik miktarının sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Briks, sıvı veya yarı sıvı ürünlerin suda çözünür kuru maddelerin hesaplanmasında ve özellikle meyve suyu, salça gibi üretim tesislerinde kullanılan çok yaygın bir parametredir. Soğuk yeşil çay örneklerinin briks değerleri 5.60 ile 7.55 arasında

değişkenlik göstermiştir. İnfüzyon süresi ve enginar konsantrasyonu arttıkça örneklerin briks değeri de suda çözünen madde miktarının artışına bağlı olarak önemli ölçüde ($p<0.05$) artış göstermiştir. Dolayısıyla en yüksek briks değeri 10 dk infüze edilmiş A5 numaralı soğuk çay örneğinde tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada, infüzyon tekniğinden farklı olarak ultrasonik ve çalkalamalı ekstraksiyon tekniklerinin kullanımıyla çaylarda briks değerinin iki katına çıkabileceği belirtilmiştir [19]. Diğer bir çalışmada ise kavun suyu ile karıştırılan çaylarda kavun suyu konsantrasyonun artışına paralel olarak briks değerinin de arttığı ifade edilmiştir [24]. Dolayısıyla çay hazırlama tekniği, sıcaklık, süre ve katkılanan diğer bileşenlerin konsantrasyonu gibi faktörlerin briks değeri üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 2. Enginarlı-limonlu soğuk çayın briks, bulanıklık ve asitlik değerleri

Gruplar	Analizler	İnfüzyon Süreleri (dakika)		
		5	7	10
A3	Briks	5.60±1.00 ^{bC}	6.20±1.00 ^{bB}	7.10±1.00 ^{cA}
A4		5.80±1.00 ^{abC}	6.30±1.00 ^{abB}	7.25±1.00 ^{ba}
A5		6.00±1.00 ^{aC}	6.50±1.00 ^{aB}	7.55±1.00 ^{aA}
A3	Bulanıklık (NTU)	63.45±0.15 ^{cC}	65.02±0.10 ^{cB}	66.99±0.20 ^{cA}
A4		64.78±0.15 ^{bC}	66.11±0.10 ^{bB}	68.23±0.20 ^{ba}
A5		65.98±0.15 ^{aC}	67.33±0.10 ^{aB}	69.05±0.20 ^{aA}
A3	Titre Edilebilir Asitlik (Sitrik asit, g/100mL)	1.16±0.10 ^{aA}	1.19±0.06 ^{aA}	1.22±0.08 ^{aA}
A4		1.17±0.15 ^{aA}	1.20±0.09 ^{aA}	1.23±0.13 ^{aA}
A5		1.18±0.13 ^{aA}	1.21±0.11 ^{aA}	1.24±0.16 ^{aA}

a,b,c Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).

A,B,C Aynı satırdaki farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).

A3: %3'lük 30 mL kurutulmuş enginar yaprağı çayı + %2'lik 20 mL yeşil çay + 20 mL %2'lik limon suyu + 5 g şeker; A4: % 3'lük 40 mL kurutulmuş enginar yaprağı çayı + %2'lik 20 mL yeşil çay + 20 mL %2'lik limon suyu + 5 g şeker; A5: %3'lük 50 mL kurutulmuş enginar yaprağı çayı + %2'lik 20 mL yeşil çay + 20 mL % 2'lik limon suyu + 5 g şeker

Enginarlı-limonlu soğuk yeşil çay örneklerinin üretimi sırasında herhangi bir berraklaştırma işlemi uygulanmamıştır. Bulanıklık değerleri incelendiğinde (Tablo 2) infüzyon sürelerinin artışına paralel olarak örneklerin bulanıklık değerinde belirgin bir artış görülmüştür. Bilindiği üzere enginar yapraklarında bulanıklığa neden olan bol miktarda fenolik bileşen bulunmaktadır. Çay üretimi sırasında sıcaklık ve sürenin etkisiyle fenolik bileşenlerin çözünürlüğü artmakta ve buna paralel olarak da bulanıklığın arttığı düşünülmektedir. Ayrıca bulanıklığın artışına fenolik maddelerin yanı sıra meyve ve sebzelerin yapısında doğal olarak bulunan pektinin de neden olabileceği belirtilmektedir [25]. Çalışmamızda en yüksek bulanıklık, briks değerine benzer şekilde 10 dakika infüze edilmiş A5 numaralı soğuk yeşil çay örnek grubunda tespit edilmiştir. Konuyla ilgili olarak Lu ve ark. [26] tarafından yapılan bir çalışmada; infüzyon yöntemiyle üretilen yeşil çaya farklı konsantrasyonlarda (0.5, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 ve 3.00 g/L) tannaz enzimi ilave edilmiş ve depolama boyunca (4 hafta) üründe meydana gelen fizikokimyasal değişiklikler incelenmiştir. Depolama boyunca yeşil çay örneklerinde bulanıklığın arttığı ve bu artışın kontrol grubunda daha fazla olduğu görülmüştür. Araştırmacılar bulanıklıktaki artışı, yeşil çayda mevcut polifenolik bileşiklerin oksidasyonu ile ilişkilendirmişlerdir [26].

Her bir infüzyon süresinde, enginarlı-limonlu soğuk yeşil çay örnekleri arasında titre edilebilir asitlik açısından istatistiksel olarak herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$), İnfüzyon süresinin artmasıyla birlikte çaydaki mevcut fenolik bileşiklerin parçalanarak ortamı asitlendirdiği ve buna bağlı olarak da örneklerin pH değerlerinde düşüş yaşandığı düşünülmektedir. pH değerlerindeki bu düşüş ile birlikte titre edilebilir asitlik miktarı artmıştır. Bu durum, çalışmamızda gerçekleştirilen fenolik madde miktarı, pH değeri ve DPPH (anti radikal aktivite) analiz sonuçlarıyla desteklenmektedir (Tablo 3). De Souza ve ark. [20] infüzyon yöntemiyle üretilen yeşil çaya farklı oranlarda kateşin, α -siklodekstrin ve bunların karışımını ilave etmişler ve sonuçta bu katkıların çayların titre edilebilir asitlik değerini arttırdığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da enginar katkısının artışına paralel olarak çayların asitliği artış göstermiştir.

Enginarlı-Limonlu Soğuk Çay Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antiradikal Aktivite Sonuçları

Enginarlı-limonlu soğuk yeşil çay örneklerinin fenolik madde ve antiradikal aktivite değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Örneklerdeki fenolik madde miktarı (gallik asit cinsinden) 280.75 ile 296.23 mg/100 mL arasında

değişkenlik göstermiştir. 5 dk infüze edilmiş A4 ve A5 numaralı çay örneklerinin fenolik madde miktarı istatistiksel açıdan benzer ($p>0.05$) olmasına rağmen; A3 numaralı soğuk yeşil çay örneğinin fenolik madde miktarı A5 numaralı soğuk yeşil çay örneğine göre daha düşük bulunmuştur. Dolayısıyla 5 dk'lık infüzyon süresinin suya geçen toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkili olmadığı söylenebilir. Infüzyon süresi uzadıkça örneklerdeki fenolik madde miktarı artmıştır ve

en büyük artış A5 numaralı soğuk yeşil çay örneğinde gözlenmiştir. Hem 7 ve 10 dk infüzyon sürelerinde hem de gruplar arasında TFMMM açısından istatistiksel anlamda önemli bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bu konuda yapılmış farklı çalışmalar incelendiğinde infüzyon yöntemiyle üretilmiş yeşil çayların fenolik madde miktarı infüzyon süresinin artışına bağlı olarak artış göstermiştir [19, 27-33].

Tablo 3. Enginarlı-limonlu soğuk çayın toplam fenolik madde miktarı ve DPPH değerlerinin ölçümü

Gruplar	Analizler	İnfüzyon Süreleri (dakika)		
		5	7	10
A3	Fenolik Madde (Gallik Asit Cinsinden mg/100 mL)	280.75±1.02 ^{bC}	284.45±0.78 ^{cB}	292.13±0.50 ^{cA}
A4		281.23±1.01 ^{abC}	286.22±0.75 ^{bB}	294.52±0.50 ^{bA}
A5		282.01±1.03 ^{aC}	287.55±0.75 ^{aB}	296.23±0.50 ^{aA}
A3	Antiradikal Aktivite Değeri (%ARA)	75.07±0.42 ^{cC}	78.84±0.92 ^{cB}	82.88±0.75 ^{cA}
A4		76.33±0.40 ^{bC}	80.23±0.90 ^{bB}	85.73±0.75 ^{bA}
A5		77.24±0.36 ^{aC}	83.44±0.90 ^{aB}	88.35±0.75 ^{aA}

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$). ^{A,B,C} Aynı satırdaki harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$). A3: %3'lük 30 mL kurutulmuş enginar yaprağı çayı + %2'lik 20 mL yeşil çay + 20 mL %2'lik limon suyu + 5 g şeker; A4: %3'lük 40 mL kurutulmuş enginar yaprağı çayı + %2'lik 20 mL yeşil çay + 20 mL %2'lik limon suyu + 5 g şeker; A5: %3'lük 50 mL kurutulmuş enginar yaprağı çayı + %2'lik 20 mL yeşil çay + 20 mL %2'lik limon suyu + 5 g şeker

Tüm sonuçlar dikkate alındığında en yüksek %ARA değeri 10 dk infüze edilmiş A5 numaralı soğuk yeşil çay örneğinde tespit edilmiştir. Bu durumun çayın bileşiminde süre ve konsantrasyona bağlı olarak artış gösteren fenolik bileşiklerden ileri geldiği düşünülmektedir. Yine her bir infüzyon süresinde örnekler arasında en yüksek antiradikal aktiviteyi bileşiminde en fazla enginar çanak yaprağı içeren grup göstermiş ve sonuçlar istatistiksel olarak da farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Ayrıca, infüzyon süresinin uzamasıyla tüm grupların %ARA değerinde belirgin bir şekilde artış görülmüş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Pıllac-Zegarac ve ark. [34] infüzyon yöntemini kullanarak 10 çeşit meyveli çay üretimini gerçekleştirmişlerdir. Üretilen bu çayların %ARA değerlerinin ise %28.6 ile 100 arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Ren ve ark. [35] gül çiçeğinin sapını kullanarak çay üretimini gerçekleştirmişlerdir ve bu çayın antiradikal aktivite değerini ise 1120 µg/mL olarak tespit etmişlerdir.

Enginarlı-Limonlu Soğuk Yeşil Çay Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Sonuçları

Enginarlı-limonlu soğuk yeşil çay örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları (renk, koku, lezzet, burukluk ve genel beğeni) Tablo 4'te verilmiştir. Soğuk yeşil çay örnekleri renk açısından değerlendirildiğinde; 5 dk infüzyon süresine tabi bırakılan örneklerde, gruplar arasında panelistler açısından önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Her ne kadar aletsel renk ve bulanıklık ölçümlerinde istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiş olsa da panelistler bu farkı duyusal olarak ortaya koyamamış ve örneklere yakın puanlar vermiştir. Ancak 7 ve 10 dk infüzyon sürelerinde A4 ve A5 numaralı soğuk yeşil çay örnekleri istatistiksel olarak birbirine benzer puanlar ($p>0.05$), A3 numaralı soğuk yeşil çay örneği ise bunlardan daha düşük puan almıştır

($p<0.05$). Ayrıca, infüzyon süresi uzadıkça örneklerin renk değerlerinde bir düşüş görülmekte ve bu düşüşün istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Soğuk yeşil çay örnekleri koku açısından değerlendirildiğinde; en yüksek koku puanları 10 dk infüzyon sürelerinde görülmüştür. Infüzyon süresinin artışıyla birlikte örneklerin koku puanlarında artış görülmekte ve bu artışın da istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Her bir infüzyon süresinde ise; A4 ve A5 numaralı soğuk yeşil çay örnekleri benzer ($p>0.05$) iken, A3 numaralı soğuk çay örneği ise diğerlerinden farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

Soğuk yeşil çay örneklerinin lezzet puanları 4.10 ile 4.60 arasında değişkenlik göstermiştir. Infüzyon süresi arttıkça örneklerin lezzet puanlarının azaldığı ve bu azalışın istatistiksel anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 5 ve 10 dk infüzyon sürelerinde, A3 ve A4 numaralı soğuk yeşil çay örnekleri benzer bulunmuştur ($p>0.05$). 7 dk infüzyon süresinde; A4 ve A5 numaralı soğuk yeşil çay örnekleri arasında farklılık görülmezken ($p>0.05$) A3 numaralı soğuk yeşil çay grubunun ise bunlardan istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

İlk başta örneklerdeki burukluk panelistler tarafından pek hissedilmemiştir. Infüzyon süresinin artışıyla birlikte örneklerin burukluk değerinde artış gözlenmesine rağmen en fazla artış A4 numaralı soğuk yeşil çay örneğinde görülmüştür (Tablo 4). Her bir infüzyon süresinde; A5 numaralı soğuk yeşil çay örneği en yüksek burukluk değerine sahip iken A3 numaralı soğuk çay örneğinin ise en düşük burukluk değerine sahip olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, her bir infüzyon sürelerinde gruplar arasında önemli bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Tablo 4. Enginarlı-limonlu soğuk çayın duyuşal değerlendirme sonuçları

Gruplar	Parametre	İnfüzyon Süreleri (dakika)		
		5	7	10
A3	Renk	4.75±0.10 ^{aA}	4.50±0.10 ^{bB}	4.35±0.15 ^{bC}
A4		4.80±0.10 ^{aA}	4.58±0.12 ^{abB}	4.45±0.15 ^{abC}
A5		4.85±0.10 ^{aA}	4.64±0.16 ^{aB}	4.55±0.10 ^{aC}
A3	Koku	3.10±0.10 ^{bC}	3.25±0.20 ^{bB}	3.50±0.15 ^{bA}
A4		3.25±0.10 ^{abC}	3.50±0.20 ^{abB}	3.75±0.15 ^{abA}
A5		3.35±0.10 ^{aC}	3.65±0.20 ^{aB}	4.00±0.15 ^{aA}
A3	Lezzet	4.40±0.10 ^{bA}	4.30±0.15 ^{bB}	4.15±0.10 ^{bC}
A4		4.60±0.10 ^{aA}	4.50±0.15 ^{aB}	4.35±0.10 ^{aC}
A5		4.45±0.10 ^{bA}	4.40±0.15 ^{abB}	4.10±0.10 ^{bC}
A3	Burukluk	2.00±0.10 ^{cC}	2.50±0.10 ^{cB}	2.75±0.10 ^{cA}
A4		2.25±0.10 ^{bC}	2.75±0.10 ^{bB}	3.10±0.10 ^{bA}
A5		2.50±0.10 ^{aC}	3.00±0.10 ^{aB}	3.30±0.10 ^{aA}
A3	Genel Beğeni	4.00±0.10 ^{bA}	3.80±0.15 ^{abB}	3.64±0.10 ^{bC}
A4		4.25±0.10 ^{aA}	4.00±0.15 ^{aB}	3.75±0.10 ^{aC}
A5		3.80±0.10 ^{cA}	3.65±0.15 ^{bB}	3.60±0.10 ^{bC}

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).

^{A,B,C} Aynı satırdaki harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05). A3: %3'lük 30 mL kurutulmuş enginar yaprağı çayı + %2'lik 20 mL yeşil çay + 20 mL %2'lik limon suyu + 5 g şeker; A4: %3'lük 40 mL kurutulmuş enginar yaprağı çayı + %2'lik 20 mL yeşil çay + 20 mL %2'lik limon suyu + 5 g şeker; A5: %3'lük 50 mL kurutulmuş enginar yaprağı çayı + %2'lik 20 mL yeşil çay + 20 mL %2'lik limon suyu + 5 g şeker

5 dk infüzyon süresine tabi bırakılan soğuk yeşil çay örnekleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmaktadır (p<0.05). 7 dk infüzyon süresinde; A3 ve A4 numaralı soğuk yeşil çay örneklerinin benzer olduğu tespit edilmiştir (p>0.05). Örneklerin genel beğeni puanları infüzyon süresi arttıkça azaldığı ve bu azalışın örneklerde hissedilen buruklukla ilgili olduğu düşünölmüştür.

İnfüzyon yöntemi kullanılarak üretilen yeşil çaylara farklı konsantrasyonlarda tannaz enziminin ilave edildiği bir çalışmada, tannaz konsantrasyonu arttıkça örneklerin burukluk değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu durumun infüzyon işleminin sırasında tannazın yeşil çayda burukluğa sebep olan tanenleri ve diğer fenolik bileşikleri hidroliz etmesine bağlı olduğu belirtilmiştir [23].

Saklar ve ark. [36] infüzyon yöntemini kullanarak farklı koşullarda [3 farklı infüzyon sıcaklığı; 75, 85 ve 95°C, 8 farklı infüzyon süresi;(1, 2, 3, 5, 10, 20, 30 ve 45 dk)] yeşil çay üretimini gerçekleştirerek duyuşal özelliklerinde meydana gelebilecek değişiklikleri incelemiştir. Her bir infüzyon sıcaklıklarında; 3 ve 5 dk infüzyon süresine tabi bırakılan örneklerin en yüksek genel beğeni puanına sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak, infüzyon süresi uzadıkça yeşil çaydaki renk pigmentlerinin denatürasyonuna bağlı olarak örneklerin renklerinde koyulaşma görölmüştür. Dolayısıyla, bu durum örneklerin duyuşal değerlendirme puanlarına düşüşe neden olmuştur. Murungesh ve ark. [37] yeşil çay infüzyonunda (95-100°C, 2 dk) kullanılan 5 farklı su çeşidinin (çeşme suyu, yumuşak su, hazır su, ultra saf su ve ters ozmos yöntemiyle üretilen su) üründe meydana gelebilecek duyuşal özelliklerindeki değişiklikleri incelemiştir. Hazır su kullanılarak üretilen yeşil çayın duyuşal karakteristik açısından en iyi örnek olduğu panelistler tarafından belirlenmiştir. Katesinler, kafein, tanin, aminoasitler gibi bileşenler yeşil çayların lezzetinden sorumlu ajanlar olarak

tanımlanmaktadır [38]. Çeşme suyu kullanılarak üretilen yeşil çayın panelistlerin yapmış olduğu duyuşal değerlendirme sonucunda burukluk ve acılık özelliklerinin diğer örneklere göre daha fazla hissedildiği ve bu durumun ise çeşme sularında bol miktarda bulunan kalsiyum, magnezyum gibi bileşiklerin fazla olmasından dolayı kaynaklandığı düşünölmüştür [39].

SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre enginar çanak yaprakları kullanılarak üretilen infüze edilmiş çayın, yeşil çay ile kombine edilerek kullanılabilmesi söz konusudur. Fenolik madde varlığı ve duyuşal özellikler de dikkate alındığında 7 dakika infüze edilen 4 g enginar katkılı çayın ön plana çıktığı görölmektedir. Türk halkının çay sevgisinin yanında Avrupa'nın da çaya olan ilgisinde gün geçtikçe artış görölmektedir. Çaya olan bu talebi karşılayabilmek için farklı ürünler üretilmektedir. Kısa zaman önce hayatımıza giren ve popülaritesi gün geçtikçe artan soğuk çay sektörü düşünöldüğünde, bu alanda inovasyonlara ihtiyaç duyulduğu görölmektedir. Soğuk çay sektöründe piyasada farklı firmalar olmasına rağmen ürün çeşitliliği kısıtlıdır. Mevcut ürün yelpazesini genişletebilmek amacıyla enginar kabukları kullanılarak üretililecek çayın sektöre ayrı bir dinamizm katacağı düşünölmektedir. Böylece hem atıklar değerlendirilecek, hem de bu türden içeceklerin tüketimi arttırılabilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamızın laboratuvar çalışmalarında bize yardımlarını esirgemeyen Meltem Şahin Yavuz, Merve Kabakçı ve Ebru Candan arkadaşlarımıza teşekkür eder, saygılar sunarız.

KAYNAKLAR

- [1] Biesalski, H.K. (2005). Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet. *Meat Science*, 70, 509-524.
- [2] Okçu, Z., Keleş, F. (2009). Kalp-damar hastalıkları ve antioksidanlar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 153-160.
- [3] Lattanzio, V., Kroon, P.A., Linsalata, V., Cardinali, A. (2009). Globe artichoke: A functional food and source of nutraceutical ingredients. *Journal of Functional Foods*, 1, 131-144.
- [4] Llorach, R., Espiñán, J.C., Tomás-Barberán, F.A., Ferreres, F. (2002). Artichoke (*Cynara scolymus* L.) byproducts as a potential source of health-promoting antioxidant phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(12), 3858-3864.
- [5] Lombardo, S., Pandino, G., Mauromicale, G., Knödler, M., Carle, R., Schieber, A. (2010). Influence of genotype, harvest time and plant part on polyphenolic composition of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori). *Food Chemistry*, 119, 1175–1181.
- [6] Fratianni, F., Tucci, M., De Palma, M., Pepe, R., Nazzaro, F. (2007). Polyphenolic composition in different parts of some cultivars of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori). *Food Chemistry*, 104, 1282-1286.
- [7] Lutz, M., Henriquez, C., Escobar, M. (2011). Chemical composition and antioxidant properties of mature and baby artichokes (*Cynara scolymus* L.), raw and cooked. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2, 49-54.
- [8] Perez-Garcia, F., Adzet, T., Canigüeral, S. (2000). Activity of artichoke leaf extract on reactive oxygen species in human leukocytes. *Free Radical Research*, 33, 661-665.
- [9] Valentão, P., Fernandez, E., Carvalho, F., Andrade, P.B., Seabra, R.M., Bastos, M.L. (2002). Antioxidative properties of cardoon (*Cynara cardunculus* L.) infusion against superoxide radical, hydroxyl radical, and hypochlorous acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4989-4993.
- [10] Wang, M., Simon, J.E., Aviles, I.F., He, K., Zheng, Q.Y., Tadmor, Y. (2003). Analysis of antioxidative phenolic compounds in artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3), 601–608.
- [11] Lattanzio, V., Cicco, N., Linsalata, V. (2005). Antioxidant activities of artichoke phenolics. *Acta Horticulturae*, 681, 421-428.
- [12] Bianco, V.V. (2005). Present situation and future potential of artichoke in the Mediterranean basin, *Acta Horticulturae*, 681, 39-55.
- [13] Salman, S., Özdemir, F. (2018). Beyaz çay: üretimi, bileşimi ve sağlık üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 16(2), 218-223.
- [14] Cabrera, C., Artacho, R., Gimenez, R. (2006). Beneficial effects of green tea—a review. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(2), 79-99.
- [15] Cemeröğlu, B. (2007). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Bizim Büro Basımevi, Kızılay, Ankara.
- [16] AOAC (2004). Official method of Analysis. Association of official Analytical chemists. 15th Ed., Washington. USA.
- [17] Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96(2), 254-260.
- [18] Liu, Y., Luo, L., Liao, C., Chen, L., Wang, J., Zeng, L. (2018). Effects of brewing conditions on the phytochemical composition, sensory qualities and antioxidant activity of green tea infusion: A study using response surface methodology. *Food Chemistry*, 269, 24-34.
- [19] Das, P.R., Eun, J.B. (2018). A comparative study of ultra-sonication and agitation extraction techniques on bioactive metabolites of green tea extract. *Food Chemistry*, 253, 22-29.
- [20] De Souza, R.C., Júnior, O.V., Pinheiro, K.H., Klososki, S.J., Pimentel, T.C., Filho, L.C., Barao, C.E. (2017). Prebiotic green tea beverage added inclusion complexes of catechin and α -cyclodextrin: Physicochemical characteristics during storage. *LWT - Food Science and Technology*, 85, 212-217.
- [21] Chaturvedula, V.S.P., Prakash, I. (2011). The aroma, taste, color and bioactive constituents of Tea. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(11), 2110-2124.
- [22] Pripdeevech, P., Machan, T. (2011). Fingerprint of volatile flavour constituents and antioxidant activities of teas from Thailand. *Food Chemistry*, 125, 797–802.
- [23] Cao, Q.Q., Zou, C., Zhang, Y.H., Du, Q.Z., Yin, J.F., Shi, J., Xue, S., Xu, Y.Q. (2019). Improving the taste of autumn green tea with tannase. *Food Chemistry*, 277, 432–437.
- [24] Kristanti, R.A., Punbusayakul, N. (2009). Inhibitory effect of commercial Assam green tea infusion in watermelon juice. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, Special Issue, S249-S255.
- [25] Cerreti, M., Liburdi, K., Benucci, I., Esti, M. (2016). The effect of pectinase and protease treatment on turbidity and on haze active molecules in pomegranate juice. *LWT-Food Science and Technology*, 73, 326-333.
- [26] Lu, M.J., Chu, S.C., Yan, L., Chen, C. (2009). Effect of tannase treatment on protein–tannin aggregation and sensory attributes of green tea infusion. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 338-342.
- [27] Almajano, M.P., Carbo, R., Jimenez, J.A.L., Gordon, M.H. (2017). Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chemistry*, 108, 55-63.
- [28] Atoui, A.K., Mansouri, A., Boskou, G., Kefalas, P. (2005). Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chemistry*, 89, 27-36.
- [29] Castiglioni, S., Damiani, E., Astolfi, P., Carloni, P. (2015). Influence of steeping conditions (time, temperature, and particle size) on antioxidant properties and sensory attributes of some White and green teas. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66(5), 491-497.

- [30] Fu, L., Xu, B.T., Gan, R.Y., Zhang, Y., Xu, X.R., Xia, E.Q., Li, H.B. (2011). Total phenolic contents and antioxidant capacities of herbal and tea infusions. *International Journal of Molecular Sciences*, 12, 2112-2124.
- [31] García-Ruiz, A., Baenas, N., Benítez-González, A.M., Stinco, C.M., Meléndez-Martínez, A.J., Moreno, D.A., Ruales, J. (2017). Guayusa (*Ilex guayusa* L.) new tea: phenolic and carotenoid composition and antioxidant capacity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, 3929-3936.
- [32] Muruges, C.S., Rastogi, N.K., Subramanian, R. (2018). Athermal extraction of green tea: Optimisation and kinetics of extraction of polyphenolic compounds. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 50, 207-216.
- [33] Pérez-Burillo, S., Giménez, R., Rufián-Henares, J.A., Pastoriza, P. (2018). Effect of brewing time and temperature on antioxidant capacity and phenols of white tea: Relationship with sensory properties. *Food Chemistry*, 248, 111-118.
- [34] Piljac-Zegarac, J., Valek, L., Stipcevic, T., Martinez, S. (2010). Electrochemical determination of antioxidant capacity of fruit tea infusions. *Food Chemistry*, 121, 820-835.
- [35] Ren, G., Xue, P., Sun, X., Zhao, G. (2018). Determination of the volatile and polyphenol constituents and the antimicrobial, antioxidant, and tyrosinase inhibitory activities of the bioactive compounds from the by-product of *Rosa rugosa* Thunb. var. plena Regal tea. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18, 1-9.
- [36] Saklar, S., Ertas, E., Ozdemir, I.S., Karadeniz, B. (2015). Effects of different brewing conditions on catechin content and sensory acceptance in Turkish green tea infusions. *Journal of the Food Science and Technology*, 52(10), 6639-6646.
- [37] Muruges, C.S., Manoj, J.B., Haware, D.J., Ravi, R., Subramanian, R. (2017). Influence of water quality on nutritional and sensory characteristics of green tea infusion. *Journal of Food Process Engineering*, 40(5), 1-10.
- [38] Lee, J., Chambers, D.H., Chambers, E., Adhikari, K., Yoon, Y. (2013). Volatile aroma compounds in various brewed green teas. *Molecules*, 18, 10024-10041.
- [39] Yin, J.F., Zhang, Y.N., Du, Q.Z., Chen, J.X., Yuan, H.B., Xu, Y.Q. (2014). Effect of Ca²⁺ concentration on the tastes from the main chemicals in green tea infusions. *Food Research International*, 62, 941-946.
-

Farklı Oran ve Kombinasyonlarda Kullanılan Yalancı Tahıl Unlarının Erişte Özelliklerine Etkisi

Elif Öncel¹ , Mustafa Kürşat Demir¹ ¹Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Meram, Konya

Geliş Tarihi (Received): 07.04.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 27.11.2019

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): eliffoncel@gmail.com (E. Öncel)

☎ 0 332 325 20 24 📠 0 332 223 79 11

ÖZ

Bu çalışmada farklı oran ve kombinasyonlarda yalancı tahıl (amarant, karabuğday ve kinoa) unlarının erişte formülasyonuna %30 ikame oranı esas alınarak ikame edilmesiyle erişte üretimi ve üretim sonunda en uygun kombinasyonun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda amarant, kinoa ve karabuğday taneleri laboratuvar tipi bir öğütücüde öğütülerek un haline getirilmiştir. Elde edilen yalancı tahıl unları farklı oranlarda (%10, 20 ve 30), buğday ununa ikame edilerek 10 farklı kombinasyonda erişte elde edilmiştir. Üretimi tamamlanan eriştelerde de bazı kimyasal (su, ham protein, kül, ham yağ, fitik asit, toplam fenolik madde, mineral madde) ve duyuşsal özellikler incelenmiştir. Yalancı tahıl ikamesi ile tüm erişte kombinasyonlarında su, kül, ham yağ, ham protein, toplam fenolik madde, fitik asit ve mineral madde miktarlarının kontrol erişte örneğine (%100 buğday unu) göre artış gösterdiği görülmüştür. Sonuçta tüm kriterler göz önünde bulundurulduğunda %30 amarant ve %20 amarant + %10 kinoa ikameli erişte kombinasyonunun en uygun kombinasyon olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Amarant, Karabuğday, Kinoa, Yalancı tahıl, Erişte

Effect of Pseudocereal Flour Substitution in Formulation on Properties of Erişte, Turkish Pasta Product

ABSTRACT

In this study, it is aimed to determine the optimal combination for pseudocereal (amaranth, buckwheat and quinoa) flour substitution in the production of erişte on the basis of 30% substitution ratio in the formulation. For this purpose, amaranth, quinoa and buckwheat grains were ground into flour by a laboratory grinder. The pseudocereal flours were replaced by the different proportions (10, 20 and 30%) of wheat flour, and erişte was produced by different combinations. Some chemical (moisture, crude protein, ash, crude fat, phytic acid, total phenolic and mineral content) and sensory analyses were performed in the erişte samples produced. In all erişte combinations, pseudocereal substitution increased the moisture, ash, crude fat, crude protein, total phenolic, phytic acid and mineral contents of samples, in comparison to the control erişte sample (100% wheat flour). As a result, it was found that the combination of 20% amaranth + 10% quinoa and 30% amaranth substituted erişte samples was the most appropriate combination considering all criteria.

Keywords: Amaranth, Buckwheat, Quinoa, Pseudocereal, Erişte

GİRİŞ

İnsanlar yaşamlarını idame ettirebilmek için hayvansal ve bitkisel kaynaklardan faydalanırken, bazı

avantajlarından (yetiştirilme, taşınma, temin etme, işleme ve saklama kolaylığı ve ucuzluğu) dolayı bitkisel kaynaklı gıdalar özellikle de geri kalmış toplum ve ülkelerde daha yaygın tüketilmektedir [1]. Son yıllarda

tüketiciler sağlık etkileri yüksek, besinsel yönden zenginleştirilmiş fonksiyonel gıdalara rağbet etmeye başlamıştır. Geleneksel ürünlere olan ilgi, fonksiyonel gıda geliştirilmesi kapsamında, üretim metotlarındaki çeşitlilik ve nihai üründe farklılığa sahip olmaları gibi özelliklerinden dolayı artmaktadır [2].

Ülkemizde tahıl ve tahıl kaynaklı ürünlerin, özellikle de makarna ve eriştenin tüketimi oldukça yaygındır. Erişte ülkemizde genel olarak un (yumuşak ya da sert buğday unu), su, tuz ve yumurtanın karıştırılmasıyla oluşturulan hamurun inceltip, kesilip ve kurutulmasıyla elde edilen ve irmik yerine unun kullanılmasıyla makarnadan ayrılan, makarna benzeri geleneksel bir tahıl ürünüdür [3-5]. Erişte önceleri ülkemizde daha çok köylerde, kırsal kesimlerde tüketilen bir tahıl ürünü iken besleyiciliği, kolay erişilebilir ve kolay üretilebilir olması, düşük maliyeti, raf ömrünün uzunluğu ve ülkemiz insanının damak tadına hitap etmesi gibi birçok etkenden dolayı yaygınlaşmış ve fabrikalarda da üretilmeye başlanmıştır [1, 5, 6]. Tüm bu avantajlarından dolayı erişte aynı zamanda çeşitlendirmeye elverişli bir uygun bir gıda olarak düşünölmeye başlanmıştır [6]. Bu amaçla erişte üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Özellikle, yaygın tahıl unlarının eksik kaldığı noktalarda una belli oranlarda baklagil ya da yalancı tahılların (amarant, karabuğday ve kinoa) ikame edilmesi ya da tamamen bu unları kullanılması önemli alternatifler olmuştur.

Yalancı tahıl grubunun tümü (kinoa, karabuğday ve amarant) insan sağlığı üzerine etkileri bilinen vitaminler, flavonoidler, iz elementler ve fenolik asitler gibi geniş bir skalada önemli bileşenleri barındırmaktadır [7]. Aynı zamanda yalancı tahıllar dengeli aminoasit kompozisyonu, protein bakımından zenginliği, iyi bir E vitamini kaynağı olmaları ile ön plana çıkmaktadır. Bunun yanı sıra çölyak hastalığının sebebi olduğu bilinen gluteni de bileşimlerinde bulundurmaz [8, 9]. Mükemmel besinsel üstünlükleriyle beraber sıkıntılı iklim ve yetiştirme koşullarını tolere edebilmeleri de, yalancı tahılları ayrıcalıklı kılmaktadır [10, 11].

60'a yakın türü bulunan ve tek yıllık bir bitki olan amarant, tarih boyunca Aztek, Maya ve İnkaların temel gıda maddesi olmuştur. Amarant üzerine yürütölen birçok çalışma neticesinde, besinsel ayrıcalıkları ve tarımsal potansiyelinin ortaya konulmasıyla son yıllarda tekrar dikkatleri üzerine çekmiştir [12, 13]. *Amaranthaceae*, familyasının üyesi olan amarant, yaygın tahıllarla karşılaştırıldığında çok daha yüksek miktarda protein, esansiyel bir aminoasit olan lizin (yaklaşık 2 kat), mineral madde özellikle kalsiyum ve demir (5-20 kat) ve besinsel lif içerir [13, 14]. Gerek botanik gerekse besinsel benzerliklerinden dolayı amarant, pirinç ve baklagillerin bir karışımı olarak düşünölmektedir [12]. Besinsel ayrıcalıklarının yanı sıra kuraklığa dayanıklı olması, fakir topraklarda ve yüksek irtifalarda kolaylıkla yetişebilmesi, böcek ve hastalıklara dirençli bir bitki olması nedeniyle yemlik olarak kullanımını sağlamaktadır [15, 16].

Karabuğday, *Polygonaceae* familyasına mensup, orijini Çin olan tek yıllık bir yalancı tahıldır [17-19]. Karabuğday, kullanım alanları ve kimyasal özellikleri

bakımından yaygın tahıllarla benzerlik göstermesine rağmen, içerdiği protein miktarı, dengeli aminoasit kompozisyonu ve diğer birçok kıymetli bileşeni (polifenoller, lipidler, vitaminler, mineraller ve diyet lifi) ile yaygın tahıllara göre daha zengin bir gıda maddesidir [17, 20, 21]. Ayrıca önemli miktarda rutin, kuersetin ve kateşin içermekte olup, bu özelliğiyle kronik toplardamar hastalarının tedavisi için alternatif niteliğinde olduğu bildirilmektedir [21, 22].

Kinoa ise, Peru ve Bolivya'nın (Güney Amerika) And bölgesinde çok uzun yıllardan beri (5000-7000 yıl) tarımı yapılan ve tüketilen tek yıllık önemli bir yalancı tahıldır [23, 24]. Öyle ki tarihi çok uzun yıllar öncesine dayanan bu yalancı tahıl, İnkalar tarafından "tahıl ana" olarak adlandırılmış ve çok kıymet olarak nitelendirilmiştir [10, 25]. Kazayağigiller (*Chenopodiaceae*) familyasının bir üyesi olan kinoa, elverişsiz çevresel koşullarına (tuzlu topraklar, sıcak ve soğuk havalar vs.) kolaylıkla adapte olabilir, yüksek irtifalarda, susuz ve kurak iklimlerde dahi kolaylıkla yetişebilir bir bitkidir [10, 26]. Bu özelliğiyle kırsal bölgelerde ve zor şartlarda yaşayan insanların beslenmesi için avantajlı bir gıda maddesi olarak görölmektedir [25]. Kinoa; içerdiği kaliteli proteinler, esansiyel aminoasitler, lipidler, mineral maddeler ve vitaminlerle eşsiz bir besin maddesidir [10, 26]. Yağ miktarı bakımından yaygın tahıllarla kıyaslandığında daha zengin olan kinoa, aynı zamanda yüksek miktarda E vitamini içerdiği için lipid oksidasyonuna karşı doğal bir savunma mekanizmasına sahiptir [10, 27, 28].

Tüm bu besinsel ve çevresel avantajlarının yanı sıra yalancı tahıllar çölyak hastalarının tüketmemesi gereken gluteni de içermezler ve bu sayede glutensiz diyetler için önemli bir alternatif konumdadırlar [28]. Bu çalışmada da; besinsel olarak önemli bileşenlere sahip olan ve yalancı tahıllar olarak bilenen amarant, karabuğday ve kinoa unları, farklı kombinasyonlarda %30 ikame oranına göre erişte formülasyonunda kullanılmış olup, yapılan analizler neticesinde erişte kalitesine olumlu yönde etkileyen en iyi kombinasyonların tespiti amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada buğday unu (Selva Un A.Ş., Konya, Türkiye), kinoa, karabuğday ve amarant tahılları (Yayla Agro Gıda Sanayi ve Nakliyat A.Ş., Mersin, Türkiye), tuz ve yumurta piyasadan temin edilmiştir. Taze ve günlük olarak temin edilen yumurtalar kullanılıncaya kadar 4°C' de muhafaza edilmiştir.

Metot

Denemelerde; 3 farklı yalancı tahıl (karabuğday, amarant ve kinoa) unu, %30 ikame esasına göre, kontrol grubu örneğe (%100 buğday unu) karşı; üç farklı oranda (%10, 20 ve 30) ve farklı kombinasyonlarda erişte üretiminde kullanılmıştır. Tüm denemeler, iki (2) tekerrürlü olacak şekilde faktöriyel deneme desenine göre yürütölmüştür [29]. Deneme deseni Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 1. Erişte deneme deseni¹

Kombinasyonlar	Kinoa(%)	Amarant(%)	Karabuğday(%)	Toplam oran(%)
1	30	0	0	30
2	20	10	0	30
3	20	0	10	30
4	10	10	10	30
5	10	20	0	30
6	10	0	20	30
7	0	30	0	30
8	0	20	10	30
9	0	10	20	30
10	0	0	30	30
Kontrol			%100 Buğday unu	

¹ %30 ikame oranı esas alınmıştır.

Yalancı Tahıl Unlarının Elde Edilmesi

Erişte kombinasyonlarında kullanılan yalancı tahıl taneleri, un haline getirilerek üretime dahil edilmiştir. Laboratuvar tipi bir öğütücüde (Sinbo, SCM 2934) öğütülen karabuğday, amarant ve kinoa taneleri, 500 µ' luk bir elek yardımıyla elenmiş ve standart boyutta kullanılmıştır.

Erişte Örneklerinin Hazırlanması

Eriştelerin üretimlerinde; ön denemelerde belirlenen maksimum %30 ikame oranı esas alınmış olup, modifiye edilen Demir [30] 'in erişte üretim metodu kullanılmıştır. Kontrol eriştesi, 100 g un (buğday), 0.5 g tuz, 40 mL su ve 20 g yumurta kullanılarak yapılmıştır. Yalancı tahıl ikameli diğer erişte üretimlerinde ise, buğday ununun kendi ağırlığının %30 ikame oranlarındaki 10 farklı yalancı tahıl unlarının kombinasyonları kullanılmıştır. Kullanılan suyun miktarı ise 25-40 mL arasında değişmiştir. Erişte bileşenleri 8 dk süre ile bir yoğurucuda (Kenwood Kmix, İngiltere) yoğurulmuş ve hazırlanan hamurlar 3 parçaya ayrılmış, daha sonra hamurdaki yüzeysel kurumaları engellemek amacıyla üzerlerine nemli bez örtülerek 15 dk süreyle dinlenmeye bırakılmıştır. Dinlendirilen hamur parçaları da, oklava yardımıyla ön inceltme işlemi tabi tutulmuştur. Daha sonra, son inceltme için hamurlar erişte kesme makinesinin (Shule Pasta Machine, Çin) inceltme bölümünden (6 nolu ve 7 nolu bölümden 1'er kez) geçirilmiştir. İnceltme işlemi tamamlanan hamurlar, yapışmaların önüne geçmek için kesme işlemine tabi tutulmadan evvel oda koşullarında 5 dk süreyle dinlendirilmiştir. Ardından hamurlar erişte kesme makinesi ile, 5 mm genişliğinde, 2 mm kalınlığında uzun şeritler halinde kesilmiştir. Şeritler halinde bu hamurlar son şekli vermek için bıçak yardımıyla 4 cm uzunluğunda kesilmiş ve böylelikle eriştelere nihai şekil verilmiştir. Birbirine yapışmayacak bir biçimde tepsilere yerleştirilen eriştelere, hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 50°C'de 18 saat süreyle kurutulmuş ve kuru eriştelere, polietilen torbalarda ağzı kapalı olarak muhafaza altına alınmıştır.

Hammadde ve Erişte Analizleri

Buğday ununda, Zeleny sedimentasyon tayini ICC- Standart No: 116/1 metoduna göre [31], uzatmalı sedimentasyon tayini Zeleny sedimentasyon testinden

farklı olarak, brom fenol mavisi eklenip 2 saat bekletilmesinin ardından ölçüm yapılarak [32], yaş gluten miktarı ile gluten indeks değerinin tespiti ise AACC 38-12 metoduna göre [33] belirlenmiştir.

Su tayini AACC 44-19'a göre, ham protein miktarları Kjeldahl yöntemiyle, kuru madde esasına göre AACC 46-12'ye göre gerçekleştirilmiştir. Kül miktarı tayini AACC 08-01'ye göre 550°C'de kül fırınında yakmak suretiyle, ham yağ miktarları ise AACC 30-25'e göre tespit edilmiştir [33]. Fitik asit analizi; Haug ve Lantzsch [34]'e göre kolorimetrik metod kullanılarak yapılmış olup, serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik (519 nm) yolla belirlenmiş ve sonuçlar mg/100g olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak spektrofotometrik (760 nm de) yöntemlerle toplam fenolik madde içeriği tayin edilmiş olup, sonuçlar mg GAE/g eşdeğer olacak biçimde hesaplanmıştır [35]. Mineral madde miktarları ise, yaş yakma metoduyla yakılarak elde edilen süzeklerin ICP-AES (Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry) cihazında (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) ölçülmesiyle tespit edilmiştir [36].

Duyusal Analizler

Demir [30]'e göre Pişirilmiş erişte örnekleri; Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümündeki 20-55 yaşları arasındaki 12 kişi tarafından duyu analize tabi tutulmuştur. Duyusal değerlendirmede ise; renk, tat, koku, görünüş, sıklık, yapışkanlık ve genel beğeni açısından; 1-5 arasındaki skala (1-kötü, 3-kabul edilebilir ve 5-oldukça iyi) kullanılarak duyu değerlendirme yapılmıştır istenmiş ve sonuçta elde edilen verilerin tümü ortak değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

İstatistiksel Analizler

Denemeler 2 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve araştırma sonunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur, farklılıkları istatistik olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise, Tukey-Q testi ile karşılaştırılmıştır [29]. İstatistik analiz verileri ise tablolar halinde gösterilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Analitik Sonuçlar

Erişte üretiminde kullanılan buğday unu ve yalancı tahıl (Amarant, karabuğday, kinoa) unlarına ait bazı analiz sonuçları, Tablo 2'de verilmiştir. Erişte üretiminde kullanılan yalancı tahıl unlarının, buğday ununa göre; su, ham protein, ham yağ, kül, toplam fenolik madde ve mineral madde miktarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, yalancı tahıl unlarının kimyasal kompozisyonunun buğday unundan daha zengin olduğunu ve böylelikle formülasyonda kullanımı ile son ürünün besinsel kalitesine olumlu yönde katkı sağlayacağını göstermiştir.

Erişterin Bazı Kimyasal ve Besinsel Özellikleri

Tablo 3'te yalancı tahıl ikamesiyle üretilen erişte kombinasyonlarının su, kül, ham yağ, ham protein, fitik asit ve toplam fenolik madde miktarlarına ait Tukey-Q karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Yalancı tahıl

ikamesi istatistiksel olarak erişte kombinasyonları üzerinde önemli ($P<0.01$) etkide bulunmuştur. Erişterin su içerikleri, en çok karabuğday miktarının artışıyla artmıştır. Nitekim buna bağlı olarak en yüksek su miktarı %30 karabuğday ikameli erişte kombinasyonunda görülmüştür. Erişte kombinasyonlarının su miktarları 10.66 ± 0.03 ile 8.65 ± 0.08 arasında değişmiştir.

Yalancı tahıl ikamesinin erişterin ham protein miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$ düzeyinde) bulunmuş ve tüm erişte kombinasyonlarının ham protein miktarı yalancı tahıl ikamesiyle kontrol (%100 buğday unu) eriştesine göre artış göstermiştir. Karabuğday ikamesi ham protein miktarında kontrol eriştesine kıyasla çok önemli bir farklılık göstermezken, amarant ikamesi erişterin ham protein miktarının önemli seviyede artış göstermesini sağlamıştır. %30 amarant ikameli erişte kombinasyonunda (16.89 ± 0.16) en yüksek protein miktarı elde edilmiş ve bunu %20 amarant + %10 kinoa ikameli (16.57 ± 0.09) kombinasyon takip etmiştir.

Tablo 2. Erişte hammaddelerine ait analiz sonuçları¹

Hammadde	Buğday unu	Kinoa	Amarant	Karabuğday
Su (%)	9.65 ± 0.02	10.04 ± 0.01	9.92 ± 0.11	10.67 ± 0.01
Kül (%) ²	0.57 ± 0.02	1.83 ± 0.01	2.42 ± 0.04	2.28 ± 0.03
Ham Protein (%) ^{2,3}	11.77 ± 0.28	13.77 ± 0.49	17.46 ± 0.06	13.21 ± 0.69
Ham Yağ (%) ²	0.91 ± 0.01	4.88 ± 0.13	5.85 ± 1.16	2.95 ± 0.08
Fitik Asit (mg/100g) ²	306.81 ± 9.43	918.43 ± 29.78	644.8 ± 17.47	1326.23 ± 30.04
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g) ²	0.71 ± 0.04	7.17 ± 0.27	1.36 ± 0.05	8.56 ± 0.45
Fizikokimyasal Özellikler				
Yaş gluten (%) ²	31.77 ± 0.47	-	-	-
Gluten indeks (%) ²	89.08 ± 0.99	-	-	-
Kuru Gluten (%) ²	11.07 ± 0.36	-	-	-
Zeleny Sedimentasyon (mL) ⁴	33.25 ± 1.77	-	-	-
Uzattı Sedimentasyon (mL) ⁴	36.75 ± 1.06	-	-	-
Mineral Maddeler (mg/100g) ²				
Ca (Kalsiyum)	33.17 ± 0.80	48.99 ± 1.75	164.405 ± 4.69	34.76 ± 0.79
K (Potasyum)	160.59 ± 8.68	672.79 ± 1.06	458.91 ± 1.79	406.08 ± 7.47
Mg (Magnezyum)	36.72 ± 0.04	195.26 ± 0.19	246.82 ± 1.12	195.81 ± 5.06
Mn (Mangan)	0.75 ± 0.01	2.27 ± 0.02	2.12 ± 0.01	1.16 ± 0.05
Fe (Demir)	1.78 ± 0.13	4.27 ± 0.02	7.02 ± 0.12	2.44 ± 0.18
Zn (Çinko)	1.44 ± 0.06	4.67 ± 0.18	5.19 ± 0.06	2.66 ± 0.06

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması şeklinde verilmiştir; ²Kuru madde üzerinden hesaplama yapılmıştır; ³Buğday ununda N x 5.7, yalancı tahıl unlarında N x 6.25 faktörü kullanılmıştır; ⁴%14 su esasına göre verilmiştir.

En düşük protein miktarı ise kontrol (%100 buğday unu) eriştesinde (15.18 ± 0.18) tespit edilmiştir. Elde edilen veriler hammaddelerde tespit edilen ham protein miktarlarıyla paralel bir artış sağlamıştır. %10 amarant unu ilavesiyle çölyak hastalarına özel mısır ekmeği üretiminin yapıldığı bir çalışmada amarant ikamesinin mısır ekmeğinin protein içeriğini %30 arttırdığı tespit edilmiştir [37]. Man ve ark. [38] karabuğday ununun buğday ununa farklı oranlarda (%5, 15, 25) katılmasının erişte üzerine etkisini tespit etmek üzere yaptıkları bir çalışmada, protein oranının karabuğday ilavesiyle arttığını (%9.6 olan kontrol eriştesinin %17.15'e çıkararak) bildirmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada da, buğday ununa farklı oranlarda karabuğday unu katkısı (%40 karabuğday + %60 buğday ve %60 karabuğday + %40 buğday) yapılarak üretilen makarnaların ham protein miktarında önemli bir

değişikliğinin olmadığı, bunun muhtemel sebebinin de hammaddelerin protein miktarından kaynaklı olduğu tespit edilmiştir [39].

Karşılaştırma testi sonuçlarına göre yalancı tahıl ikamesi erişte kombinasyonlarının kül miktarı üzerine istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) etkide bulunmuştur. Erişte kombinasyonlarında kül miktarları tüm oranlarda yalancı tahıl ikamesiyle kontrol eriştesine (%100 buğday unu) göre artış göstermiştir. Kül miktarları, 1.54 ± 0.03 ve 0.9 ± 0.04 arasında değişmiştir. Erişte kombinasyonlarının kül miktarlarında meydana gelen artışlar yalancı tahıl hammaddelerinde tespit edilen kül miktarlarına paralel şekilde gerçekleşmiş ve buna bağlı olarak sırasıyla amarant, karabuğday ve kinoa olmak üzere ikame edildikleri oranlarda artış sağlamışlardır.

Tukey-Q karşılaştırma sonuçlarına göre istatistiki açıdan, ham yağ miktarlarına yalancı tahıl ikamesinin etkisi önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Ham yağ miktarları 4.73 ± 0.08 ile 3.16 ± 0.06 arasında değişmiş ve tüm oran ve kombinasyonlarda yalancı tahıl ikamesiyle kontrol eriştesine (%100 buğday unu) kıyasla artış göstermiştir. En yüksek ham yağ miktarı %30 amarant ikameli erişte kombinasyonunda tespit edilmiş olup, amarant ununun kullanıldığı kombinasyonlarda da ham yağ miktarı diğer kombinasyonlara kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Hammadde bazında ele alındığında da; buğday ununa göre daha yüksek miktarlarda ham yağ oranına sahip yalancı tahıllar eriştelere eklendikleri, ham yağ miktarını da buna bağlı olarak yükseltmiştir. Yapılan bir çalışmada erişte örneklerinde karabuğday miktarının artışıyla ham yağ miktarının da arttığı tespit edilmiştir [40]. Başka bir çalışmada da; farklı oranlarda (%5,15, 25, 30) amarant unu ikamesi ile üretilen makarna örnekleri ham yağ miktarının 1.33 ± 0.11 'e kadar arttığı bildirilmiştir [41]. Yapılan bu araştırmalarda elde edilen veriler, çalışmamızı destekler niteliktedir.

Erişte kombinasyonlarında fitik asit miktarı tüm oran ve kombinasyonlarda yalancı tahıl ikamesiyle istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) miktarda artış göstermiştir. Çalışma sonunda fitik asit miktarının 287.09 ± 9.36 ile 575.33 ± 10.39 mg/100g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre, en yüksek fitik asit miktarını, karabuğdaylı kombinasyonların verdiği tespit edilmiştir. En düşük fitik asit miktarı ise %30 oranında amarant unu içeren kombinasyonlarda tespit edilmiş olup, bunu da %20 amarant + 10 kinoa unu içeren kombinasyonların takip ettiği belirlenmiştir. Fitik asit hem protein emilimini olumsuz yönde etkilemekte hem de minerallerle kompleks oluşturup minerallerin emilimine mani olmaktadır [42]. Yapılan bir çalışmada; ekmeğin üretiminde, %10-20 oranında amarant kullanımının ile mineral madde, protein ve diyet lifi içeriğinin arttırabileceğini ancak kullanılan amarant miktarının artmasına bağlı olarak artan fitik asit içeriği nedeniyle de mineral madde emiliminin azaltılabileceği belirtilmiştir [37]. Bu, besinsel ve kimyasal üstünlükleriyle dikkat çeken yalancı tahıl grubunun önemli bir dezavantajıdır. Ancak bu durum da, kullanım miktarının uygun sınırlarda olmasıyla aşılabılır.

Tablo 3. Yalancı tahıl unları ile üretilen eriştelere bazı kimyasal ve besinsel özellikleri¹

Erişte Kombinasyonu	Su (%)	Kül ² (%)	Ham Protein ^{2,3} (%)	Ham yağ ² (%)	Fitik Asit ² (mg/100g)	TFM ^{2,4} (mgGAE/g)
1	8.65 ^e	1.29 ^d	16.11 ^{bcd}	4.18 ^d	454.65 ^e	2.72 ^d
2	8.89 ^{de}	1.33 ^{cd}	15.91 ^{cd}	4.14 ^{de}	435.79 ^e	2.14 ^g
3	8.98 ^{de}	1.31 ^{cd}	15.86 ^{cde}	4.03 ^{ef}	514.54 ^e	2.84 ^c
4	9.15 ^{cd}	1.53 ^a	16.29 ^{bc}	4.00 ^f	487.00 ^d	2.28 ^f
5	8.87 ^{de}	1.41 ^b	16.57 ^{ab}	4.53 ^b	411.56 ^f	1.53 ^j
6	8.89 ^{de}	1.38 ^{bc}	15.79 ^{de}	3.71 ^h	545.23 ^b	2.94 ^b
7	9.92 ^b	1.54 ^a	16.89 ^a	4.73 ^a	387.53 ^g	0.99 ^j
8	9.56 ^{bc}	1.44 ^b	15.92 ^{cd}	4.39 ^c	444.79 ^e	1.67 ^h
9	8.93 ^{de}	1.41 ^b	16.04 ^{cd}	3.86 ^g	520.28 ^c	2.38 ^e
10	10.66 ^a	1.41 ^b	15.42 ^{ef}	3.30 ⁱ	575.33 ^a	3.13 ^a
Kontrol ⁵	9.04 ^{de}	0.90 ^e	15.18 ^f	3.16 ⁱ	287.09 ^h	0.77 ^k

¹Aynı sütunda aynı harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir; ²Kuru madde üzerinden hesaplanmıştır; ³N x 6.25 faktörü kullanılmıştır; ⁴TFM: Toplam fenolik madde miktarı; ⁵Kontrol: %100 Buğday unu

Toplam fenolik madde miktarlarında yalancı tahıl ikamesi tüm oran ve kombinasyonlarda istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) etkide bulunmuştur. Yalancı tahıl ikamesi tüm erişte kombinasyonlarının fenolik madde miktarlarını arttırmıştır. Eriştelere toplam fenolik madde miktarları 3.13 ± 0.04 ve 0.77 ± 0.03 arasında değişim göstermiştir. Toplam fenolik madde miktarındaki en büyük artış %30 karabuğday ikamesi olan erişte kombinasyonunda sağlanmıştır. Polifenoller, oksidatif hasarı önleyen ve dolayısıyla buna bağlı olarak oksidatif stresle bağlantılı olarak meydana gelen kanser, kardiyovasküler hastalıklar gibi sıkıntılara mani olan ana diyet antioksidanlarıdır [43]. Amarant, karabuğday ve kinoa da birer zengin polifenol kaynaklarıdır [43, 44]. Yalancı tahıl unlarının ikame edildiği ekmeğin üzerine yapılan bir çalışmada, ekmeğin polifenol miktarlarının özellikle karabuğday ilavesiyle arttığı tespit edilmiştir [28]. Choplicka ve ark. [7] buğday ununa farklı miktarlarda yalancı tahıl unlarını katkılacakları ekmeğin üzerine bir çalışmada; en yüksek fenolik madde miktarının karabuğday ununda tespit edildiğini, bunu da amarant ve kinoa unu katkılı örneklerin takip ettiğini bildirmişlerdir. Daha önce yapılmış bu ve benzeri

çalışmalara bakıldığında da, yalancı tahıl ikamesi ile son örneklerde toplam fenolik madde miktarının arttığı görülmektedir. Bu verilerde, bizim çalışmamızda elde ettiğimiz neticeleri desteklemiştir.

Eriştelere Mineral Madde Miktarları

Tablo 4'te yalancı tahıl ikameli erişte kombinasyonlarına ait mineral maddelerin Tukey-Q karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Buna göre yalancı tahıl ikamesi erişte kombinasyonları üzerine istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) etkide bulunmuştur. Yalancı tahıl ikamesi ile tüm oran ve kombinasyonlarda, incelenen mineral madde miktarlarında artışlar tespit edilmiştir. Özellikle de; amarant miktarının yüksek olduğu kombinasyonlarda, Ca, Fe ve Zn miktarlarının daha fazla artış gösterdiği, kinoa ikamesinin yüksek olduğu erişte kombinasyonlarında ise Mn miktarının daha fazla artış gösterdiği belirlenmiştir. Buğday ile kıyaslandığında, amarant ve kinoa'nın mineral madde miktarı bakımından yaklaşık 2 kat daha zengin olduğu bildirilmiştir [45]. Mısır nişastası ve pirinç unu ile birlikte

%40 ve 60 oranlarında karabuğday ununun tarhana formülasyonunda kullanıldığı glutensiz tarhana üretimi üzerine bir çalışmada, karabuğday ikamesi ile tarhana örneklerinin K, Mg ve P bakımından zenginleştiği belirtilmiştir [46]. Bizim çalışmamızda da, mineral

maddelerce zengin olduğu bildirilen yalancı tahıl unlarının, ikame edildikleri erişte kombinasyonlarında mineral madde miktarlarına, hammadde bazında önemli etkide buldukları tespit edilmiştir.

Tablo 4. Yalancı tahıl unları ile üretilen eriştelerin mineral madde miktarları¹

Erişte Kombinasyonu	Ca ² (mg/100g)	K ² (mg/100g)	Mg ² (mg/100g)	Mn ² (mg/100g)	Fe ² (mg/100g)	Zn ² (mg/100g)
1	53.07 ^d	373.58 ^a	91.67 ^d	1.13 ^a	3.01 ^f	2.74 ^{abc}
2	64.48 ^c	341.32 ^b	104.83 ^a	1.13 ^a	3.42 ^d	2.80 ^{ab}
3	50.94 ^{de}	334.56 ^b	94.71 ^d	1.03 ^{bc}	2.94 ^g	2.56 ^{cd}
4	62.15 ^c	329.03 ^{bc}	97.99 ^{bcd}	1.01 ^c	3.24 ^e	2.66 ^{bc}
5	75.46 ^b	330.74 ^b	102.79 ^{abc}	1.10 ^a	3.68 ^b	2.85 ^{ab}
6	50.04 ^{de}	317.09 ^{cd}	92.97 ^d	0.92 ^d	2.82 ^h	2.36 ^d
7	88.94 ^a	301.81 ^e	106.55 ^a	1.08 ^{ab}	3.93 ^a	2.93 ^a
8	74.02 ^b	304.39 ^{de}	104.64 ^{ab}	0.99 ^c	3.53 ^c	2.68 ^{bc}
9	63.42 ^c	296.26 ^{ef}	96.40 ^{cd}	0.87 ^d	3.03 ^g	2.41 ^d
10	48.88 ^e	288.72 ^f	91.92 ^d	0.78 ^e	2.61 ⁱ	2.14 ^e
Kontrol ³	47.54 ^f	217.55 ^g	47.05 ^e	0.70 ^f	2.39 ^j	1.75 ^f

¹Aynı sütunda aynı harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir; ²Kuru madde üzerinde hesaplama yapılmıştır; ³Kontrol: %100 Buğday unu

Eriştelerin Duyusal Değerlendirmeleri

Besinsel özellikleri geliştirmek amacıyla gıdalara ilave edilen maddeler o ürünün duyusal özelliklerini olumsuz yönde değiştirmemelidir [5, 6]. Eriştenin görünümü, rengi, dokusu son ürün kalitesi için en önemli parametrelerdir [47]. Erişte kombinasyonlarının duyusal değerlendirmesine ait Tukey-Q karşılaştırma testi sonuçları ise Tablo 5'te özetlenmiştir. Farklı kombinasyonlarda üretilen erişte örneklerinin, sıklık, yapışkanlık ve tat puanlamaları açısından her ne kadar deskriptif bir farklılık söz konusu olsa da; Tukey-Q

karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Tablo 5.) istatistiki olarak önemli bir farklılığın olmadığı (P>0.05) tespit edilmiştir. Tüm analize edilen duyusal parametrelere açısından bir değerlendirme yapıldığına ise; en çok beğeni puanlaması alan erişte kombinasyonlarının %30 amarant unu ikameli örnekler ile %20 amarant + %10 kinoa unu ikameli örneklerin verdiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla amarant ilavesinin, eriştenin duyusal özelliklerini en çok geliştiren ikame unu olduğu görülmüştür.

Tablo 5. Yalancı tahıl unları ile üretilen eriştelerin duyusal değerlendirme sonuçları¹

Erişte Kombinasyonu	Renk (1-5 puan)	Tat (1-5 puan)	Koku (1-5 puan)	Görünüş (1-5 puan)	Sıklık (1-5 puan)	Yapışkanlık (1-5 puan)	Genel Beğeni (1-5 puan)
1	3.57 ^{abcd}	3.00 ^a	2.93 ^c	2.43 ^{de}	3.29 ^a	3.43 ^a	2.93 ^c
2	4.07 ^{abc}	3.14 ^a	3.00 ^c	3.21 ^{bcd}	3.21 ^a	2.93 ^a	3.14 ^{bc}
3	3.43 ^{bcd}	3.29 ^a	3.00 ^c	2.64 ^{cde}	2.92 ^a	2.93 ^a	2.86 ^c
4	3.71 ^{abc}	3.29 ^a	3.00 ^c	3.50 ^{abc}	3.86 ^a	4.14 ^a	3.43 ^{abc}
5	4.57 ^a	3.86 ^a	4.43 ^a	4.14 ^{ab}	4.07 ^a	4.00 ^a	4.00 ^a
6	3.14 ^{cd}	3.57 ^a	3.29 ^{bc}	3.86 ^{ab}	3.64 ^a	3.79 ^a	3.57 ^{abc}
7	4.21 ^{ab}	3.21 ^a	4.14 ^{ab}	4.29 ^a	4.14 ^a	4.36 ^a	4.07 ^a
8	3.57 ^{abcd}	4.29 ^a	4.14 ^{ab}	4.29 ^a	3.71 ^a	3.50 ^a	3.85 ^{ab}
9	2.64 ^d	2.71 ^a	3.71 ^{abc}	3.79 ^{ab}	3.57 ^a	3.57 ^a	3.14 ^{bc}
10	2.57 ^d	3.43 ^a	2.86 ^c	3.43 ^{abcd}	3.07 ^a	3.36 ^a	3.00 ^c
Kontrol ²	4.14 ^{abc}	3.43 ^a	3.86 ^{abc}	2.29 ^e	3.21 ^a	3.71 ^a	3.57 ^{abc}

¹Aynı sütunda aynı harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir; ²Kontrol: %100 Buğday unu

SONUÇLAR

Bu çalışmada; buğday ununa farklı oran (%10, 20, 30) ve kombinasyonda yalancı tahıl unu ikamesi yapılarak üretilen erişteler ele alınmış olup, bu erişte örneklerinde de bazı kimyasal ve besinsel özellikler incelenmiş ve en uygun erişte kombinasyonu belirlenmiştir. Sonuçta; erişte formülasyonuna ikame edilen yalancı tahıl unları, son ürün olan erişte örneklerinin su, ham protein, ham yağ, kül, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarlarını arttırmıştır. Aynı zamanda; mineral maddelerce zengin

olan yalancı tahıl unlarının erişte formülasyonuna ikamesi ile eriştelerin mineral madde miktarı bakımından da zenginleşmesini sağlamıştır. Hem yapımının kolaylığı, hem uygun fiyatlı hem de doyurucu ve Türk damak tadına oldukça hitap eden bir gıda maddesi olması sebebiyle erişte, ülkemizde sıklıkla tüketilmektedir. Her yaşta insanımızın kolaylıkla tüketebileceği bu gıda maddesini daha da ayrıcalıklı kılmak amacıyla, besinsel değerini arttıracak alternatiflerle üretmesi gerekmektedir. Elde edilen sonuçlara göre; yalancı tahıl ikamesiyle üretilen

erişterler, besinsel ve kimyasal açıdan daha avantajlı hale gelmiştir. Buğday ununa göre besinsel üstünlüğü tartışılmaz olan yalancı tahıllar ve onların, aynı zamanda zor iklim şartlarında da yetiştirilebilmeleri ve besinsel üstünlükleriyle beraber çölyak hastalarının tüketemedikleri gluteni bileşimlerinde bulundurmamaları gibi önemli avantajları ile erişte üretiminde iyi bir seçim niteliği kazanmıştır. Ancak, tüm yalancı tahıl onların buğday ununa nazaran eriştenin besinsel ve kimyasal özellikleri üzerine üstünlük sağladığı gözlemlenmiş olsa da, duyu özellikleri ile birlikte bir değerlendirme yapıldığında en uygun kombinasyonların %30 amarant ile %20 amarant + %10 kinoa ikameli erişterlerin verdiği tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma Elif ÖNCEL'in yüksek lisans tez çalışması olup, Necmettin Erbakan Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından 171319002 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Aktaş, K. (2012). Sütçülük yan ürünleri ve β -glukan ilavesi ile eriştenin besinsel özelliklerinin araştırılması üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- [2] Güvendi, Ö. (2011). Besinsel lif ve antioksidan zengin tahıllardan geleneksel yöntem ile erişte üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bolu.
- [3] İçoş, A. (2000). Trakya bölgesinde üretilen erişterinin mikrobiyolojik özellikleri ve bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Edirne.
- [4] Tülbek, M.Ç., Boyacıoğlu M.H., Boyacıoğlu D. (2001). Türkiye'de üretilen unlardaki temel kalite değişkenlerinin Uzakdoğu erişte kalitesi üzerine etkisi. *Gıda*, 26(6), 393-401.
- [5] Aydın, E. (2009). Yulaf katkısının eriştenin kalite kriterlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- [6] Eyidmir, E. (2006). Kayısı çekirdeği ilavesinin eriştenin bazı kalite kriterlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Malatya.
- [7] Chłopicka, J., Pasko, P., Gorinstein, S., Jedryas, A., Zagrodzki, P. (2012). Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudo-cereal breads. *Food Science and Technology*, 246(2), 548-555.
- [8] Gorinstein, S., Lojek, A., Číž, M., Pawelzik, E., Delgado-Licon, E., Medina, O.J., Moreno, M., Salas I.A., Goshev, I. (2008). Comparison of composition and antioxidant capacity of some cereals and pseudo-cereals. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(4), 629-637.
- [9] Alvarez-Jubete, L., Holse, M., Hansen, A., Arendt, E.K., Gallagher, E. (2009). Impact of baking on vitamin e content of pseudo-cereals amaranth, quinoa, and buckwheat. *Cereal Chemistry*, 86(5), 511-515.
- [10] Abugoch, L.E. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, 58, 1-31.
- [11] Nascimento, A.C., Mota, C., Coelho, I., Gueifão, S., Santos, M., Matos, A.S., Gimenez, A., Lobo, M., Samman, N., Castanheira, I. (2014). Characterisation of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays* L.) consumed in the north of Argentina: proximates, minerals and trace elements. *Food Chemistry*, 148, 420-426.
- [12] Caselato-Sousa, V.M., Amaya-Farfan, J. (2012). State of knowledge on amaranth grain: a comprehensive review, *Journal of Food Science*, 77, 93-104.
- [13] Venskutonis, P.R., Kraujalis, P. (2013). Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: a review on composition, properties, and uses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(4), 381-412.
- [14] Srivastava, R., Roy, K.B. (2011). Effect of varying pH on protein composition and yield of amaranth seed (*Amaranthus blitum*). *Journal of Environmental Biology*, 32(5), 629-634.
- [15] Amicarelli, V., Camaggio, G. (2012). Amaranthus: A crop to rediscover, *Forum Ware International*, 2, 4-11.
- [16] Durak, D. (2015). Amaranth sp. türlerinin yem olarak kalite kriterleri ve toksisitesinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Hatay.
- [17] Chililo, 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. Ikeda, K., Arai, R., Fujiwara, J., Asami, Y., Kreft, I. (2001). Food-scientific characteristics of buckwheat products, Proceedings of 8th International Symposium, Buckwheat, Korea, 489-493p.
- [18] Przybylski, R., Gruczyńska, E. (2009). A review of nutritional and nutraceutical components of buckwheat. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 3(1), 10-22.
- [19] Ikeda, K., Kishida, M., Kreft, I., Yasumoto, K. (1997). Endogenous factors responsible for the textural characteristics of buckwheat products. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 43(1), 101-111.
- [20] Wronkowska, M., Soral-Śmietana, M., Krupa-Kozak, U. (2010). Buckwheat, as a food component of a high nutritional value, used in the prophylaxis of gastrointestinal diseases. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 4(Special Issue 1), 64-70.

- [21] Dizlek, H., Özer, S.M., İnanç, E., Gül, H. (2009). Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum Moench*) bileşimi ve gıda sanayiinde kullanım olanakları. *Gıda*, 34(5), 317-324.
- [22] Ekici, L., İnanır, C., Albayrak, S. (2019). Karabuğdayın fitokimyası, farmakolojisi ve biyofonksiyonel özellikleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 713-722.
- [23] Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., Martínez, E.A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*), an ancient Andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(15), 2541-2547.
- [24] Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen S.E. (2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19(1-2), 179-189.
- [25] Yazar, A., Kaya, İ.Ç. (2014). A new crop for salt affected and dry agricultural areas of Turkey: Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences 1* (Özel sayı-2), 1440-1446.
- [26] Tan, M., Yöndem, Z. (2013) İnsan ve hayvan beslenmesinde yeni bir bitki: Kinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 25(2), 62-66.
- [27] Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E.K., Gallagher, E. (2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chemistry*, 119(2), 770-778.
- [28] Alvarez-Jubete, L., Arendt, E.K., Gallagher, E. (2009). Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten free ingredients. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(sup4), 240-257.
- [29] Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve deneme metotları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:295, Ankara.
- [30] Demir, B. (2008). Nohut ununun geleneksel erişte ve kuskus üretiminde kullanım imkanları üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, 67 sayfa.
- [31] ICC. (2002). International association for cereal science and technology, ICC- Vienna.
- [32] Greenaway, W.T., Neustadt, M.H., Zeleny, L. (1965). Communication to the Editor: a test for stink bug damage in wheat, *Cereal Chemistry*, 42(6), 577-579.
- [33] AACC. (1990). American Association of Cereal Chemists, Approved methods of the AACC: 8th ed., The association:St. Poul, MN.
- [34] Haug, W., Lantsch, H.J. (1983). Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal product, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1423-1426.
- [35] Singleton, V.L., Rossi J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture* 16(3), 144-158
- [36] Skujins, S. (1998) Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista), A short guide to vista series ICP – AES operation, Variant Int. AG, Zug, version 1.0, Switzerland.
- [37] Gambus, H., Gambus, F., Sabat, R. (2002). The research on quality improvement of gluten-free bread by amaranthus flour addition. *Zywnosc*, 9(2), 99-112.
- [38] Man, S., Păucean, A., Muste, S., Mureşan, C. (2016). Influence of the different addition levels of buckwheat flour on pasta wheat flour. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 73(1), 51-52.
- [39] Alamprese, C., Casiraghi, E., Pgani, M.A. (2007). Development of gluten-free fresh egg pasta analogues containing buckwheat. *European Food Research and Technology*, 225(2), 205-213.
- [40] Bilgiçli, N. (2008). Utilization of buckwheat flour in gluten-free egg noodle production. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 6, 113-115.
- [41] Rayas-Duarte, P., Mock, C.M., Satterlee, L.D. (1996). Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth, and lupin flours, *Cereal Chemistry*, 73(3), 381-387.
- [42] Bilgiçli, N. (2002). Fitik asitin beslenme açısından önemi ve fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretim metotları. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(30), 79-83.
- [43] Ma, Y.J., Gou, X.D., Liu, H., Xu, B.N., Wang, M. (2013). Cooking, textural, sensorial, and antioxidant properties of common and tartary buckwheat noodles. *Food Science and Technology*, 22(1), 153-159.
- [44] Vollmannová A., Margitanová, E., Tòth, T., Timoracká, M., Urmínská, D., Bojňanská, T., Čiřová, I. (2013). Cultivar influence on total polyphenol and rutin contents and total antioxidant capacity in buckwheat, amaranth, and quinoa seeds. *Czech Journal of Food Sciences*, 31(6), 589-595.
- [45] Valcárcel-Yamani, B., Lannes, S.D.S. (2012). Applications of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) and amaranth (*Amaranthus Spp.*) and their influence in the nutritional value of cereal based foods. *Food and Public Health*, 2(6), 265-275.
- [46] Bilgiçli, N. (2009). Enrichment of gluten-free tarhana with buckwheat flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60, 1-8.
- [47] Emeksizoğlu, B. (2016). Kastamonu yöresinde yetiştirilen siyez (*Triticum monococcum L.*) buğdayının bazı kalite özellikleri ile bazlama ve erişte yapımında kullanımının araştırılması. Doktora Tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.

Geleneksel Yöntemlerle Üretilen ve Manda Kaymağı Olarak Pazarlanan Ürünlerin Bazı Özellikleri ile Konjuge Linoleik Asit İçerikleri

Kübra Kocatürk¹ , Özge Gökçe^{2,3} , Firuze Ergin⁴ , Ahmet Küçükçetin⁴ , Oğuz Gürsoy⁵  

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Burdur

²Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Burdur

³Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya

⁴Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

⁵Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Burdur

Geliş Tarihi (Received): 20.06.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 14.09.2019

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): ogursoy@yahoo.com (O. Gürsoy)

☎ 0 248 213 27 23 📠 0 248 213 27 04

ÖZ

En az %60 süt yağı içeren krema olan kaymak, geleneksel üretimde sütün tekniğine uygun olarak kaynatılıp soğutulması ile elde edilen bir süt ürünüdür. Geleneksel yöntemlerle evlerde üretilen manda kaymağı manda sütünden elde edilmektedir. Literatürde manda kaymaklarının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri ile ilgili çalışmalar olmasına rağmen, ülkemizde geleneksel yöntemlerle manda sütünden üretilen kaymakların konjuge linoleik asit (KLA) içeriklerinin belirlendiği çok sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada Kütahya'da manda yetiştiriciliği yapan 8 farklı üreticiden temin edilen ve manda kaymağı olarak pazarlanan ürünlerin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile yağ asitleri kompozisyonu ve KLA içerikleri belirlenmiştir. Kaymak örneklerinin kurumadde ve yağ içerikleri ile pH değerlerinin sırasıyla %57.48-64.41, %34.00-53.00 ve 6.66-7.06 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Kaymak adıyla satılan söz konusu ürünlerin %yağ içeriklerinin %60'ın altında olması nedeniyle Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği'ne göre kaymak olarak satılmasının uygun olmadığı açıktır. Kaymak örneklerinin L*, a* ve b* değerlerinin sırasıyla 84.27-89.31, 1.44-2.51 ve 4.45-6.89 aralıklarında değişim gösterdiği belirlenirken, sertlik değerlerinin ise 19.98 ile 232.78 g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Kaymak örneklerinde maya-küf sayısının 3.78 ile 6.48 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir. Tüm kaymak örneklerinde baskın yağ asitlerinin doymuş yağ asitleri (%51.32) olduğu görülürken, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinin sırasıyla %31.51 ve %5.43 oranlarında bulunduğu tespit edilmiştir. Örneklerde en fazla bulunan doymuş yağ asitleri palmitik asit ve miristik asit iken, oleik asidin başlıca doymamış yağ asidi olduğu belirlenmiştir. Örneklerin KLA içerikleri 11.26 ile 14.38 mg/g yağ asidi metil esteri arasında değişmiştir. Söz konusu KLA içeriği literatürde inek süt yağı için rapor edilen KLA içeriklerinden belirgin şekilde yüksektir. Sonuç olarak % yağ içeriği bakımından kaymak niteliği taşımayan ürünlerin yüksek miktarda KLA içeriğine sahip oldukları ve söz konusu ürünlerin tüketilmesinin sağlık açısından potansiyel yararlar sağlayabileceği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Manda kaymağı, Yağ asitleri kompozisyonu, Konjuge linoleik asit, Sağlık

Some Properties and Conjugated Linoleic Acid Contents of Products Produced by Traditional Methods and Marketed as Buffalo Cream

ABSTRACT

Kaymak is a dairy product that is obtained by boiling and then cooling of milk according to the technique in traditional production and is defined as cream containing minimum 60% of milk fat. The buffalo cream, produced in homes by traditional methods, is obtained from buffalo milk. Although there are studies on the chemical, microbiological and

sensorial properties of buffalo cream in the literature, there are only few studies that determined the conjugated linoleic acid (CLA) content of cream produced from buffalo milk by traditional methods in Turkey. In this study, some physicochemical and microbiological properties, fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) contents of products obtained from 8 different producers engaged in buffalo cultivation in Kütahya (Turkey) and marketed as buffalo cream were determined. The dry matter and fat contents and pH values of the kaymak samples were found to range from 57.48-to 64.41%, from 34.00 to 53.00% and from 6.66 to 7.06, respectively. It is clear that selling these products under the name of Kaymak is not suitable in accordance with the Turkish Food Codex of Milk Cream and Kaymak, since fat content of these products is less than 60%. The L*, a* and b* values of kaymak samples were determined to vary from 84.27 to 89.31, from 1.44 to 2.51 and from 4.45 to 6.89 respectively, and the hardness values of kaymak samples were determined vary from 19.98 to 232.78 g. The mould and yeast counts of kaymak samples were found to range from 3.78 to 6.48 log cfu/g. While the dominant fatty acids were saturated fatty acids (51.32%) in all kaymak samples, the monounsaturated fatty acids and polyunsaturated fatty acids were determined as 31.51% and 5.43%, respectively. While the highest proportion of fatty acids in the samples were palmitic acid and myristic acid, oleic acid was found to be mainly unsaturated fatty acid. The CLA content of kaymak samples varied from 11.26 to 14.38 mg/g fatty acid methyl ester. These CLA contents are higher than CLA values that reported for cow milk fat, in literature. As a result, products which cannot be named as kaymak, have high content of CLA and it has been evaluated that consumption of these products may have potential health benefits.

Keywords: Buffalo cream, Fatty acids composition, Conjugated linoleic acid, Health

GİRİŞ

Türkçedeki manda kelimesinin Hindistan'da bir coğrafi yer olan Mānda'da yetişen anlamına gelen "manda" sözcüğünden köken aldığı tahmin edilmektedir. Türkiye'de "su sığırı" olarak da bilinen mandalar yetiştirildiği bölgelere göre dombay, camız, camış ve kömüş gibi farklı isimlerle anılmaktadır. İngilizcede "water buffalo" olarak tanımlanan mandanın arkeolojik ve tarım tarihi bulgularına göre M.Ö. 2500'lü yıllarda Hindistan'da İndus vadisinde evcilleştirildiği düşünülmektedir. Mandalar dünyada yaygın olarak Hindistan ve Pakistan'da bulunmaktadır. M.S. 600'lü yıllarda Arap tacirleri mandayı Tarin adıyla Mezopotamya'ya yani günümüzün Yakındoğu, Suriye, Türkiye, Irak'ına getirmişlerdir. Ülkemizde yetiştirilen ve Anadolu Mandası olarak adlandırılan mandalar, yüzyıllar önce Hindistan ve Pakistan'dan getirilen nehir mandalarının alt grubu olan Akdeniz mandalarından köken almıştır. Türkiye'de manda yetiştiriciliği; Karadeniz Bölgesinde sahil şeridinde Samsun ve Sinop'ta, iç kesimlerde ise Tokat, Çorum ve Amasya'da, İç Anadolu Bölgesi'nde Sivas ve Yozgat'ta, Ege Bölgesi'nde Afyon ve Kütahya'da, Marmara Bölgesi'nde İstanbul'da, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Muş'ta, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Diyarbakır'da yoğunlaşmıştır. Türkiye'de manda yetiştiriciliği süt ürünleri (lüle kaymağı, yoğurt, peynir, dondurma) ve et ürünleri (sucuk, salam, pastırma) üretimi amacıyla yapılmaktadır [1]. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2018 yılı verilerine göre sağılan manda sayısı 75882 baş, elde edilen sütlerden üretilen kaymak miktarı ise 32877 ton olarak hesaplanmıştır [2]. Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği [3]'ne göre kaymak; ağırlıkça en az %60 oranında süt yağı içeren kremayı, yine aynı tebliğde Afyon Kaymağı ise; manda sütünün tekniğine uygun kaynatılarak 92°C'de en az 2 dakika tutulması ve tekniğine uygun soğutulması ile elde edilen ürünü, ifade etmektedir. Türkiye'ye özgü olan kaymak, bazı tatlılarda (kadayıf, baklava) süsleme ve tat verme amacıyla ve kahvaltılık olarak bal ve reçelle birlikte tüketilmek üzere değişik şekil ve ambalajlar içerisinde sunulan sütün yağlı kısmının değerlendirildiği geleneksel bir üründür.

Kaymak üretiminde farklı tür hayvan sütleri kullanılmakla birlikte daha çok, yağ ve kurumadde miktarının ve kaymak bağlama yeteneğinin yüksek (kalın, kıvamlı), tüketici beğenisi açısından da süt yağı renginin inek süt yağına göre daha beyaz olması nedeniyle daha çok manda sütü tercih edilmektedir. Türkiye'de kaymak Afyonkarahisar, Edirne, Kocaeli, İstanbul, Bursa, Ankara, İzmir, Kilis ve Kütahya civarında geleneksel yöntemlerle üretilmektedir [4, 5]. Balkanlar, Orta Doğu, Asya, İran, Afganistan ve Hindistan'da da kaymak ile benzer okunuşa sahip "kajmak, kaimak, gemagh veya geymar" isimleriyle anılmaktadır [6]. Türkiye'de kaymak üretimi, geleneksel olarak küçük aile işletmelerinde gerçekleştirilmekle birlikte son yıllarda büyük modern tesislerde de başlamıştır [4]. Günümüzde manda sayısının az olmasına bağlı olarak yeterli miktarda manda sütü temin edilemediği durumlarda inek sütünden veya farklı tür sütlerin karışımlarından üretilmiş süt kaymağı ürünleri satışa sunulabilmektedir [6]. Kaymak süt yağı oranının (%60) tereyağındaki süt yağı oranından (en az %80) daha düşük olması dolayısıyla daha az kalorilidir. Süt yağı zengin bir enerji kaynağı olmasının yanı sıra, önemli miktarda yağda çözünen vitaminler (A, D, E, K) ile temel yağ asitlerini içermektedir. Süt ve süt ürünlerinde arzulanan lezzet ve yapının oluşumunda önemli rol oynamakta olan süt yağı yapısında fazla bulunan kısa ve orta zincirli yağ asitlerinden dolayı da kolay sindirilebilmektedir. Süt yağının en çarpıcı özelliği, süt ve ürünlerine kazandırdığı duyuşsal özelliklerdir. Ayrıca süt ve süt ürünlerinin fiyatlandırılmasında da süt yağı büyük bir öneme sahiptir [4]. Süt yağı peynir gibi fermente süt ürünlerinin aroma ve kalitesini artırırken, bütirik asit, sfingolipit ve konjuge linoleik asit (KLA) gibi bileşenler içermesiyle insan sağlığı üzerine faydalar sağlayarak beslenmede ve süt teknolojisinde öneme sahiptir. KLA'lar, 18 karbon atomuna sahip iki çift bağ içeren linoleik asidin konjuge olmuş pozisyonel ve geometrik izomerlerinin karışımlarıdır. KLA'da karbon zincirindeki 7 ve 9, 8 ve 10, 9 ve 11, 10 ve 12 veya 11 ve 13. pozisyonlarda bulunan iki çift bağ, değişik cis-trans formlarında farklı izomerler halinde sıralanmıştır [7-11]. Süt ürünlerinde KLA'nın 15'den daha fazla sayıda izomeri bulunmuştur.

Bu izomerler arasında cis-9, trans-11 ve trans-10, cis-12 izomerleri fizyolojik olarak en önemli izomerlerdir ve sırasıyla toplam KLA'nın %80-90 ve %3-5'ini oluştururlar. KLA; cis-9, trans-11 KLA, rumenik asit veya cis-9, trans-11 oktadekadienoik asit olarak isimlendirilmektedir [12, 13]. KLA izomerleri gıdaların sağlık üzerine olumlu etkilerini arttırmak üzere ticari olarak da üretilmekte ve çeşitli gıda maddelerinin zenginleştirilmesi için kullanılmaktadır [14]. Son yıllarda yapılan çalışmalarda KLA'ların şeker, kanser ve ateroskleroz gibi rahatsızlıkların oluşumunu engellediği, kemik mineralizasyonunu arttırdığı, vücut yağ içeriğini azalttığı ve immün sistemi kuvvetlendirdiği bildirilmektedir [7, 8, 15, 16, 17]. KLA'nın bu etkileri izomer çeşidine, doza, türe ve kullanıldığı metabolik duruma göre değişkenlik göstermektedir. KLA'ların söz konusu sağlık etkilerinin görülmesi için 70 kg ağırlığında sağlıklı bir insanın günde 1.3-3.0 g arasında konjuge linoleik asit tüketmesi tavsiye edilmektedir [17].

Literatürde manda kaymaklarının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri ile ilgili çalışmalar olmasına rağmen, ülkemizde manda sütünden geleneksel yöntemlerle üretilen kaymakların konjuge linoleik asit (KLA) içeriklerinin belirlendiği çok sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada Kütahya'da manda yetiştiriciliği yapan 8 farklı üreticiden temin edilen ve manda kaymağı olarak pazarlanan ürünlerin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile yağ asitleri kompozisyonu ve KLA içeriklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışmada Kütahya'da manda yetiştiriciliği yapan 8 farklı üreticiden manda kaymağı olarak pazarlanan ürünler buz aküleri bulunan termos çanta ile Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarına getirilerek analize alınmıştır. Örnekler analizler süresince buzdolabı koşullarında (+4±1°C) muhafaza edilmiştir.

Fizikokimyasal Analizler

Örneklerin kurumadde tayini hızlı nem analizörü (Kern DBS 60-3, Kern & Sohn GmbH, Balingen, Almanya) ve yağ tayini Gerber yöntemiyle [18] gerçekleştirilmiştir. Örneklerin titrasyon asitliği Metin ve Öztürk [18]'ün belirttiği yöntem kullanılarak, toplam serbest asitliği Renner [19]'in belirttiği yöntem kullanılarak, pH tayini ise Dereli [20]'nin belirlediği yöntemle göre pH metre (Jenco 6173, Jenco, San Diego, CA, ABD) ile belirlenmiştir.

Örneklerin CIE (Commission International de L'Eclairage) L*, a* ve b* renk değerleri kolorimetre (Model CR-400, Konika Minolta, Japonya) kullanılarak Gürsoy ve ark. [21]'in bildirdiği yöntemle göre tespit edilmiştir. Renk analizleri D65 aydınlatıcı, 10° gözlemci açısı ve 8 mm çaplı diyafram kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde L* (aydınlık değeri) için, 0 siyahı ve 100 beyazı göstermektedir. a* ve b* pozitif değerleri sırasıyla kırmızı ve sarı, a* ve b* negatif

değerleri sırasıyla yeşil ve maviyi göstermektedir. Örneklerin sertlik değerleri Jeon ve ark. [22]'nin belirttiği yöntemle göre TA-XT2i tekstür cihazı (Stable Micro Systems, Surrey, UK) kullanılarak ölçülmüştür.

Yağ Ekstraksiyonu

Örneklerden yağ ekstraksiyonu Renner [19] tarafından önerilen metoda göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla iyice karıştırılmış yaklaşık 20 g örnek bir havan içerisinde yeterli miktarda (6-8 g) kieselgur (Fluka Chemie GmbH, Buchs, İsviçre) ile iyice ezilmiştir. Daha sonra karışım üzerine 200 mL dietileter (Fluka Chemie GmbH, Buchs, İsviçre) ilave edilerek karıştırılmıştır. Örnek parçacıkları ve kieselgur'un çözgünden ayrılması için karışım kaba filtre kâğıdından geçirilmiş ve işlem tüm yağın çözgene geçmesini sağlamak amacıyla birkaç kez tekrarlanmıştır. Ardından çözgen-yag karışımı şilfli bir balon içerisinde toplanmış, balon içerisinde toplanan dietileter-yag karışımından (misella), dietileter yaklaşık 45°C'de Rotary evaporatör (Scilogex RE100-Pro, Kore) yardımı ile vakum altında uzaklaştırılmıştır. Yağ içerisindeki kalıntı çözgen azot gazı ile tamamen uçurulduktan sonra balondaki yağ cam viallere alınarak yağ asitleri kompozisyonu analizine kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Yağ Asitleri Kompozisyonu ve Konjuge Linoleik Asit (KLA) İçeriklerinin Belirlenmesi

Örneklerin yağ asitleri kompozisyonu ve KLA içerikleri ekstrakte edilen yağlarda Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde kuadropol kütle spektrometresi (MS) dedektörü (Agilent 5975 C, Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD) ile entegre gaz kromatografisi (GC) cihazı (Agilent 7890A, Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD) kullanılarak belirlenmiştir. Yağ asitleri metil esterleri Yılmaz ve Seçilmiş [23] tarafından önerilen yöntemle göre hazırlanmıştır. Bunun için 200 µL ekstrakte yağ 1 mL 1.5 M metanolik HCl ile karıştırıldıktan sonra 80°C'de 2 saat bekletilmiştir. Yağ asitlerinin metil esterleri oda sıcaklığına soğuyan karışım üzerine 0.5 mL su ilave edildikten sonra 1 mL hekzan ile ekstrakte edilmiştir. GC-MS analizinde 70 eV iyonizasyon enerjisine sahip elektron iyonizasyon sistemi kullanılmıştır. Fragment iyonları 30-500 m/z kütle aralığında tarama modunda analiz edilmiştir. Analizde DB WAX kapiler kolon (fused silika, 50 m x 0.20 mm, 0.20 µm film kalınlığı; Chrompack, Midelburg, Hollanda) kullanılmıştır. Enjeksiyon 1 µL olarak yapılmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları 240°C'ye ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmış olup akış oranı 1 mL/dakika olarak ayarlanmıştır. Kolon fırın sıcaklığı 4 dakika için 60°C'ye, 60°C'den 175°C'ye 13°C/dakika sıcaklık artışı, 27 dakika 175°C'de bekleme, 175°C'den 215°C'ye 4°C/dakika sıcaklık artışı ve 5 dakika için 215°C'de bekleme, 215°C'den 240°C'ye dakikada 4°C sıcaklık artışı ve 15 dakika süresince 240°C'de bekleme olacak şekilde ayarlanmıştır. Analizde 1/20 split oranı kullanılmıştır. Yağ asitleri, yağ asidi metil esterleri standart karışımı (Supelco® 37 Component FAME Mix, Katalog No: 47885 U, Sigma-Aldrich, ABD) ve KLA standardı (Sigma Chemical Company, P Kodu:

1002398739, Sigma-Aldrich St. Louis, MO, ABD) kullanılarak tanımlanmıştır.

Mikrobiyolojik Analizler

Örneklerin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ve maya-küf sayımları Bakırcı ve Kayaardı [24] tarafından önerilen yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler tamponlanmış peptonlu su (Peptone water buffered; acc. to ISO 6579, Merck, Almanya) ile seyreltilerek (seyreltme oranı=1:9) 7. dilüsyona kadar dilüsyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan paralelli olarak steril petrilere 1'er mL aktarılmıştır. Daha sonra 45°C'lik su banyosunda bekletilen Plate Count Agar'da (PCA, Merck, Almanya) TAMB ve Potato Dextrose Agar'da (PDA, Merck, Almanya) maya-küf sayımlarını gerçekleştirmek amacı ile besiyerlerinden petrilere yaklaşık 15-16 mL dökülmüş ve 8 şekilde dairesel hareketlerle besiyeri-dilüsyon karışımının homojen dağılımı sağlanmıştır. PCA ve PDA besiyerleri dökülen petrilere 15-20 dakika (besiyerinin donması için) sonra ters çevrilerek sırasıyla 37°C ve 25°C'deki inkübatörlere kaldırılmıştır. Örneklerin TAMB yükü 24-48 saat, maya-küf yükleri ise 5 gün sonra 30-300 arasında koloni oluşturan petrilere sayılarak hesaplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kaymak Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri

Tablo 1'de örneklerin kurumadde ve yağ içerikleri ile % titrasyon asitlik, pH ve toplam serbest asitlik değerleri verilmiştir. Örneklerin kurumadde içeriklerinin %57.48 ile %64.41, yağ içeriklerinin ise %34.00 ile %53.00 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yağ içerikleri bakımında

değerlendirildiğinde, toplam 8 örnekten 2'sinin %40'ın altında, 3'ünün %40 ile %50 arasında ve 2'sinin %50 ile %60 arasında yağ içerdiği tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği [3]'ne göre kaymakta ağırlıkça en az %60 oranında süt yağı bulunması gerekmektedir. Bu açıdan örneklerin adı geçen ilgili tebliğe uygunluk göstermediği görülmüştür.

Çon ve ark. [25] yaptıkları bir çalışmada depolama süresinin normal, vakumla ve azot atmosferinde ambalajlanan Afyon Kaymaklarının bazı özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda kaymakların kurumadde içeriklerinin %62.73 ile 66.97 arasında olduğu belirtilmiştir. Kocaoğlu [26] Ankara'da endüstriyel olarak üretim yapan 10 firmaya ait kaymak örneklerinin ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde ortalama kurumadde miktarlarını sırasıyla %63.63-71.78, %59.78-70.93, %54.09-70.67 ve %52.63-72.11 olarak belirlemiştir. Çalışmamızdaki kurumadde miktarlarının söz konusu çalışmalarda sonuçlarla benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Ancak diğer bazı çalışmalarda kaymak örneklerinde belirlenen ortalama kurumadde miktarlarının çalışmamızda bulunan değerlerden yüksek olduğu görülmüştür. Örneğin, Akalın ve ark. [27] yaptıkları bir çalışmada kaymak örneklerinin toplam kurumadde miktarlarının %67.80 ile %77.55 arasında değiştiğini belirlemiştir. Akalın ve ark. [28] tarafından yapılan bir başka çalışmada kaymak örneklerinin ortalama kurumadde miktarları 67.75 olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde Öksüz ve ark. [29] ve Çakmakçı ve Hayaloğlu [30] yapmış oldukları çalışmalarda kaymak örneklerinin ortalama kurumadde miktarlarını çalışmamızdaki örneklerin ortalama kurumadde miktarlarından yüksek bulmuşlardır.

Tablo 1. Manda kaymaklarının ortalama kurumadde, yağ içerikleri ile ortalama titrasyon asitliği, pH ve toplam serbest asitlik değerleri

Örnekler	Kurumadde (%)	Yağ (%)	pH	Titrasyon Asitliği (% Laktik Asit)	Toplam Serbest Asitlik (meq/100 g yağ)
1	60.64±0.99	53.00±1.41	6.92±0.05	0.07±0.01	0.40±0.03
2	64.41±0.21	53.00±0.00	6.94±0.02	0.11±0.00	0.49±0.03
3	57.48±0.64	40.00±0.00	7.06±0.01	0.09±0.01	0.43±0.01
4	61.31±0.13	51.00±1.41	6.95±0.00	0.11±0.01	0.43±0.01
5	62.45±1.17	42.00±0.00	6.66±0.03	0.06±0.00	0.46±0.03
6	58.05±0.61	39.00±1.41	6.82±0.04	0.07±0.00	0.51±0.00
7	59.55±0.08	34.00±0.00	6.88±0.01	0.07±0.00	0.48±0.01
8	61.96±0.13	48.00±0.00	6.83±0.01	0.06±0.00	0.46±0.01

Kurt ve Özdemir [31] tarafından yapılan bir çalışmada kaymak örneklerindeki yağ miktarlarının %18.00-35.50 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çon ve ark. [25] yaptıkları çalışmada kaymakların yağ içeriklerinin %55.18-61.11 aralığında değişim gösterdiğini saptamışlardır. Çakmakçı ve Hayaloğlu [30] tarafından yapılan bir çalışmada kaymak örneklerinin ortalama yağ miktarları %54.40 olarak belirlenmiştir. Başka bir çalışmada kaymak örneklerinin ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde ortalama yağ içeriklerinin sırasıyla %56-70, %58-72, %57-72 ve %46-68 arasında değiştiği tespit edilmiştir [26]. Sonuçlar karşılaştırıldığında, kış

mevsiminde alınan kaymak örneklerinin yağ miktarları çalışmamızdaki örneklerin yağ miktarlarıyla benzerlik göstermektedir. Ancak birçok çalışmada [27-29, 32] kaymak örneklerinin ortalama yağ içerikleri çalışmamızdaki örneklerin ortalama yağ içeriklerinden yüksek bulunmuştur.

Tablo 1'de de görüldüğü üzere manda kaymaklarının laktik asit cinsinden titrasyon asitliği, pH ve toplam serbest yağ asitliği değerlerinin sırasıyla %0.06 ile 0.11, 6.66 ile 7.06 ve 0.40 ile 0.51 meq/100 g yağ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çon ve ark. [25]'in

yaptıkları çalışmada kaymakların titrasyon asitliği değerlerinin laktik asit cinsinden %0.12-0.44 arasında olduğu tespit edilmiştir. Dereli ve Şevik [33] yaptıkları bir çalışmada kaymak örneklerinin ortalama titrasyon asitliği değerlerinin %0.08-0.43 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kocaoğlu [26] kaymak örneklerinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde ortalama titrasyon asitliği değerlerinin sırasıyla %0.06-0.17, %0.05-0.19, %0.04-0.27 ve %0.04-0.12 arasında değiştiğini belirlemiştir. Yukarıda belirtilen titrasyon asitliği değerleri çalışmamızdaki örneklerin titrasyon asitliği değerlerinden farklılık göstermektedir. Öksüz ve ark. [29] tarafından yapılan bir çalışmada ise örneklerin ortalama titrasyon asitliği değerlerinin %0.17-0.58 arasında değiştiği belirlenmiştir. Anlı ve Gürsel [34] kaymak örneklerinde titrasyon asitliği değerlerinin ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri için ortalama olarak sırasıyla %0.06-0.17, %0.05-0.19, %0.04-0.27 ve %0.04-0.12 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Söz konusu çalışmadaki kaymak örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri çalışmamızdaki örneklerin titrasyon asitliği değerleriyle benzerlik göstermektedir.

Akalın ve ark. [27] kaymak örneklerinin pH değerlerinin 6.20 ile 7.20 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Kocaoğlu [26] kaymak örneklerinin pH değerlerini ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde sırasıyla 6.68-7.22, 6.37-6.95, 6.08-7.63 ve 6.80-7.58 olarak belirlemiştir. Öksüz ve ark. [29] tarafından yapılan bir

çalışmada ise, kaymak örneklerinin pH değerlerinin 5.22-6.55 arasında değiştiği belirlenmiştir. Başka bir çalışmada ise kaymak örneklerinin ortalama pH değerlerinin 6.44 ile 6.51 arasında değiştiği bildirilmiştir [35]. Öncü [36]'nın yaptığı bir çalışmada örneklerin ortalama pH değeri 6.38 olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki manda kaymağı örneklerinin pH değerlerinin genel olarak kaymak ile ilgili diğer çalışmalarda tespit edilen pH değerleri ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Çakmakçı ve Hayaloğlu [30] yaptıkları bir çalışmada kaymak örneklerinin ortalama toplam serbest yağ asitlik değerini 1.69 mg KOH/g yağ olarak belirlemiştir. Başka bir çalışmada ise kaymak örneklerinin toplam serbest yağ asitlik değerlerinin 1.00 ile 1.58 mg NaOH/g yağ arasında değiştiği tespit edilmiştir [37].

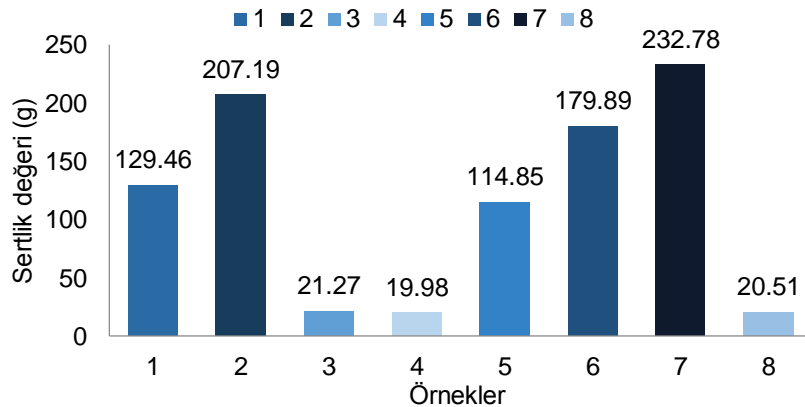
Kaymak örneklerinin L*, a* ve b* renk değerlerinin sırasıyla 84.71-89.31, 1.44-2.51 ve 4.45-6.89 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 2). Tosun [37] yaptığı bir çalışmada kaymak örneklerinin L*, a* ve b* renk değerlerinin sırasıyla 90.63-92.04, 1.07-1.28 ve 16.73-17.46 aralığında değiştiğini belirlemiştir. Söz konusu çalışmada kaymak örneklerine ait L* ve b* değerlerinin çalışmamızdaki kaymak örneklerine ait renk değerlerinden yüksek; a* değerinin ise düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Manda kaymaklarının renk değerleri

Örnekler	L*	a*	b*
1	84.86±0.03	1.59±0.02	5.01±0.04
2	87.76±1.15	2.02±0.02	6.32±0.26
3	84.34±0.00	2.22±0.01	5.13±0.03
4	84.27±0.01	1.82±0.03	4.45±0.01
5	89.31±0.13	1.44±0.04	6.89±0.22
6	84.71±0.08	2.51±0.03	5.36±0.17
7	84.77±0.01	2.37±0.01	5.18±0.04
8	84.88±0.01	1.80±0.02	4.57±0.02

Manda kaymağı örneklerinin sertlik değerlerinin 19.98 ile 232.78 g arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 1). Tosun [37] kaymak örneklerinin depolama süresince

sürülebilirlik değerinin (tekstür profil grafiğinde pozitif eğrinin altında kalan alan) 8502.40-10231.52 g aralığında değiştiğini belirlemiştir.



Şekil 1. Manda kaymaklarının sertlik değerleri

Manda Kaymaklarının Yağ Asidi Kompozisyonları ve Konjuge Linoleik Asit İçerikleri

Manda kaymağı örneklerinin yağ asitleri kompozisyonu Tablo 3'te verilmiştir. Örneklerdeki uzun zincirli yağ asitlerinin bulunma oranları incelendiğinde, palmitik asidin (C16:0) %24.52-31.17 yağ asidi metil esteri değerleri ile ilk sırada, oleik asidin (C18:1) %18.71-

25.45 yağ asidi metil esteri değerleri ile ikinci ve miristik asidin (C14:0) %7.96-9.61 yağ asidi metil esteri değerleri ile üçüncü sırada yer aldığı belirlenmiştir. Kaymak örneklerinin doymuş yağ asidi içeriği %47.85-52.62, tekli doymamış yağ asidi içeriği %29.11-32.90 ve çoklu doymamış yağ asidi içeriği %3.40-6.85 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3. Manda kaymaklarının serbest yağ asidi kompozisyonu (%)

Bileşen	Örnekler							
	1	2	3	4	5	6	7	8
C4:0	1.74±0.01	1.09±0.01	1.62±0.01	1.19±0.02	0.87±0.00	1.53±0.03	1.04±0.01	1.22±0.01
C6:0	1.83±0.01	1.60±0.01	1.22±0.01	1.22±0.02	1.26±0.01	1.08±0.02	1.07±0.01	1.17±0.01
C8:0	1.32±0.01	1.26±0.01	0.76±0.01	0.86±0.01	1.04±0.01	0.69±0.01	0.67±0.00	0.88±0.01
C10:0	2.82±0.02	2.56±0.02	1.54±0.01	1.76±0.03	2.17±0.01	1.41±0.03	1.36±0.01	1.87±0.01
C12:0	3.75±0.03	3.61±0.03	2.43±0.02	2.65±0.04	3.41±0.02	2.34±0.05	2.25±0.01	2.86±0.02
C14:0	8.97±0.06	9.61±0.07	8.56±0.06	8.70±0.13	9.43±0.05	7.96±0.17	8.04±0.05	8.85±0.06
C14:1 n-5	8.27±0.06	6.72±0.05	5.59±0.04	5.92±0.09	5.37±0.03	5.00±0.11	4.85±0.03	5.89±0.04
C15:0	4.54±0.03	4.20±0.03	4.20±0.03	4.03±0.06	2.37±0.01	2.90±0.06	2.85±0.02	3.08±0.02
C16:0	24.52±0.18	27.52±0.20	29.87±0.21	31.17±0.45	31.08±0.18	28.96±0.64	29.32±0.19	31.13±0.22
C16:1 n-7	3.67±0.03	3.80±0.03	3.88±0.03	4.48±0.06	4.88±0.03	2.12±0.05	3.96±0.03	4.30±0.03
C17:0	3.93±0.03	4.87±0.04	4.11±0.03	5.69±0.08	5.27±0.03	3.83±0.08	5.22±0.03	5.52±0.04
C18:0	1.25±0.01	1.11±0.01	1.24±0.01	0.98±0.01	1.32±0.01	2.84±0.06	1.19±0.01	1.42±0.01
C18:1	19.79±0.14	19.17±0.14	22.94±0.16	18.71±0.27	22.95±0.13	25.45±0.56	24.09±0.16	20.24±0.14
C18:2 n-6	4.14±0.03	3.52±0.03	2.92±0.02	2.97±0.04	2.24±0.01	2.01±0.04	2.19±0.01	2.65±0.02
C18:3 n-6	2.46±0.02	2.39±0.02	1.70±0.01	1.99±0.03	0.93±0.01	4.14±0.09	3.69±0.02	1.68±0.01
C18:3 n-3	0.25±0.00	0.36±0.00	0.15±0.00	0.16±0.00	0.22±0.00	0.23±0.00	0.16±0.00	0.26±0.00
C20:0	0.02±0.00	0.05±0.00	0.04±0.00	0.02±0.00	0.03±0.00	0.05±0.00	0.06±0.00	0.04±0.00
Diğerleri	10.65±0.64	11.42±0.66	11.33±0.64	13.21±1.25	10.42±0.51	11.29±1.95	13.22±0.57	12.47±0.63
SFAs	50.76±0.36	52.62±0.39	51.48±0.37	52.57±0.76	52.98±0.30	49.75±1.09	47.85±0.31	52.52±0.38
MUFAs	31.73±0.23	29.69±0.22	32.41±0.23	29.11±0.42	33.20±0.19	32.57±0.72	32.90±0.21	30.43±0.22
PUFAs	6.85±0.05	6.28±0.05	4.77±0.03	5.11±0.07	3.40±0.02	6.38±0.14	6.03±0.04	4.59±0.03

SFAs: Doymuş Yağ Asitleri, MUFAs: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFAs: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

Seçkin ve ark. [32] tarafından yapılan bir çalışmada tereyağı, eritme peyniri, kaymak ve kremada baskın doymuş yağ asitlerinin palmitik asit (C16: 0), stearik asit (C18: 0) ve miristik asit (C14: 0) olduğu, doymamış yağ asitlerinden ise oleik asidin (C18: 1 cis-9, 12) baskın yağ asidi olduğu tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada kaymak örneklerindeki baskın yağ asitleri olan miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0) ve oleik asit (C18:1) içeriklerinin sırasıyla %10.42-11.17, %30.27-31.33, %11.42-11.79 ve %25.67-27.62 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir [37]. Okur ve Güzel-Seydim [38] tarafından yapılan bir çalışmada ise kaymak örneklerindeki palmitik asit, miristik asit, stearik asit ve oleik asit içerikleri sırasıyla %32.37, %12.30, %9.53 ve %21.33 olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki kaymak örneklerine ait palmitik asit, miristik asit ve oleik asit değerlerinin yukarıda bahsi geçen çalışmalarla uyumlu olduğu, stearik asit değerlerinin ise söz konusu çalışmalardaki değerlerden düşük olduğu belirlenmiştir. Süt ürünlerinin yağ asidi kompozisyonu, üretiminde kullanılan sütün yağ asidi bileşimine göre değişmekte ve süt yağının yağ asidi kompozisyonu da elde edildiği hayvanın beslenme şekline, laktasyon dönemine ve mevsime göre değişiklik

göstermektedir. Çalışmamızda bulunan değerler ile diğer çalışmalarda bulunan sonuçların arasındaki farklılıkların ürünlerin üretildiği sütlerin orijin ve bileşim açısından farklı özelliklere sahip olmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir. Sağlığa yararlı etkileri bulunan KLA'nın, cis-9, trans-11 ve trans-10, cis-12 izomerleri süt ve süt ürünlerindeki toplam KLA'nın sırasıyla %80-90 ve %3-5'ini oluşturmaktadır [8, 12, 13]. Çalışmamızda kaymak örneklerinin toplam KLA içerikleri 11.26 ile 14.38 mg/g yağ asidi metil esteri arasında değişmiştir (Tablo 4). Akalın ve ark. [28] kaymak örneklerinin ortalama KLA değerini 0.91±0.08 mg/g yağ olarak tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada [32] ise kaymakların KLA içeriklerinin 7.30-8.90 mg/g yağ arasında değiştiği belirlenmiştir. Tosun [37] kaymakların KLA içeriğini 3.90-4.10 mg/g yağ değerleri arasında değiştiğini saptamıştır. Okur ve Güzel-Seydim [38] tarafından yapılan bir çalışmada ise kaymakların KLA içeriği 0.24 mg/g yağ olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda kaymaklara ait bulunan KLA içeriklerinin diğer çalışmalardan yüksek olduğu belirlenmiş ve söz konusu farklılığın kaymak üretiminde kullanılan sütlerin farklı olmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir.

Tablo 4. Manda kaymaklarının konjuge linoleik asit içerikleri (mg/g yağ asidi metil esteri)

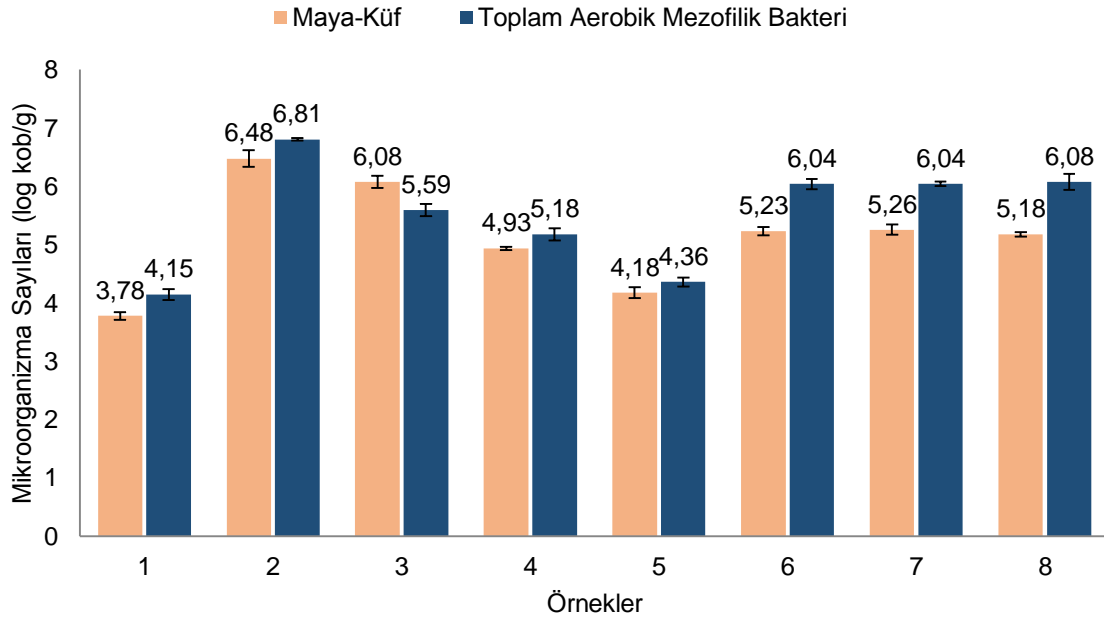
Örnekler	KLA Derişimi
1	13.42±0.01
2	14.38±0.09
3	11.26±0.04
4	12.81±0.05
5	12.35±0.23
6	12.38±0.29
7	12.66±0.15
8	12.37±0.26

Manda Kaymaklarının Mikrobiyolojik Özellikleri

Çalışmamızdaki manda kaymağı örneklerin TAMB ve maya-küf sayıları Şekil 2'de verilmiştir. Örneklerin TAMB ve maya-küf sayılarının sırasıyla 4.15 ile 6.81 log kob/g ve 3.78 ile 6.48 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çon ve ark. [25]'in yaptıkları çalışmada kaymakların TAMB sayılarının 3.51-7.77 log kob/g ve maya-küf sayılarının ise 2.30-4.98 log kob/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Özcan Yılsay ve Akpınar Bayizit [39] tarafından yapılan bir çalışmada kaymak örneklerindeki TAMB ve maya-küf sayıları sırasıyla 2.71-6.35 log kob/g

ve 2.11-6.20 log kob/g olarak saptanmıştır. Kocaoğlu [26] kaymak örneklerinin TAMB ve maya-küf sayılarının sırasıyla 2.13-8.48 log kob/g, 1.96-7.16 log kob/g arasında değiştiği belirlemiştir. Başka bir çalışmada ise kaymak örneklerinin TAMB ve maya-küf sayıları sırasıyla ortalama 4.02 log kob/g ve 3.06 log kob/g olarak tespit edilmiştir [30]. Akalin ve ark. [27] ise kaymak örneklerinin maya-küf sayılarının ortalama 3.88 log kob/g ile 7.53 log kob/g arasında değiştiğini belirlemiştir. Anlı ve Gürsel [34] tarafından yapılan çalışmada kaymak örneklerinin TAMB sayılarının, ilkbaharda 2.13-7.43 log kob/g, yaz döneminde 3.15-6.53 log kob/g, sonbaharda 2.95-8.48 log kob/g ve kış döneminde de 4.36-7.91 log kob/g arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Çalışmamızda tespit edilen TAMB sayılarının Çon ve ark. [25], Kocaoğlu [26] ve Anlı ve Gürsel [34]'in yaptıkları çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmüştür. Çalışmamızdaki kaymak örneklerine ait maya ve küf sayılarının ise Çon ve ark. [25], Özcan Yılsay ve Akpınar Bayizit [39] ve Çakmakçı ve Hayaloğlu [30]'nun kaymak örneklerinde belirledikleri değerlerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda bulunan değerler ile diğer çalışmalar arasındaki farklılıkların üretim yerlerinde ve ürünlerin satılincaya kadar depolandığı ortamlardaki hijyenik şartlarının farklı olmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir.



Şekil 2. Örneklerin maya-küf ve toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları

SONUÇ

Kaymak, eski zamanlardan beri ülkemizde yaygın olarak tüketilmekte ve geleneksel yöntemlerle evlerde üretilmektedir. Çalışmamız sonucunda farklı üreticilerden alınan ve manda kaymağı olarak nitelendirilen ürünlerin yağ içeriklerinin düşük olmasından dolayı Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği'ne göre kaymak olarak satılmayacağı belirlenmiştir. Ayrıca geleneksel yöntemle üretilen

manda kaymaklarının, üretimi sırasında ve sonrasında gerekli hijyenik koşulların sağlanamaması nedeniyle halk sağlığı açısından zararlı olabileceği değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, çalışmamız ile başta konjuge linoleik asit olmak üzere yağ asidi bakımından zengin içeriğe sahip olan manda kaymağının uygun şartlarda altında üretilmiş olması halinde tüketilmesinin sağlık açısından potansiyel yararlar sağlayabileceği de düşünülmelidir. Sonuç olarak, kontrollü ısıtma işlemi uygulanmasıyla gerekli hijyenik

koşullar altında, ürün bileşiminin yasal düzenlemelere uygun olarak üretilmesinin ve soğuk zincir hattının korunarak satılmasının halk sağlığı açısından zorunlu olduğu değerlendirilmiştir.




KAYNAKLAR

- [1] Sarıözkan, S. (2011). Türkiye'de manda yetiştiriciliği'nin önemi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(1), 163-166.
- [2] Ulusal Süt Konseyi, (2018). Türkiye Süt Sektör İstatistikleri Özet Raporu, Ankara.
- [3] Anonim, (2003). Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği. (Tebliğ No: 2003/34) Resmi Gazete Sayı: 25242, 27.09.2003, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- [4] İpekçioğlu, V. (2009). Afyonkarahisar'da Tüketime Sunulan Afyon Kaymaklarında Bazı Patojen Bakterilerin Aranması. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Afyon.
- [5] Kan, F., Küçükkurt, İ. (2018). Afyon manda kaymağı ve kaymakaltı sütlerinde bazı ağır metallerin ICP-MS ile araştırılması. *Kocatepe Veterinary Journal*, 11(4), 447-453.
- [6] Kara, R., Demirel, Y.N. (2016). Afyon kaymağı üretiminde kullanılan süt türünün real-time PCR ile belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 11(2), 185-190.
- [7] Rainer, L., Heiss, J. (2004). Conjugated linoleic acid: health implications and effects on body composition. *Journal of The American Dietetic Association*, 104, 963-968.
- [8] Cook, M.E., Pariza, M. (1998). The role of conjugated linoleic acid (CLA) in health. *International Dairy Journal*, 8, 459-462.
- [9] Nieuwenhove, C.P., Oliszewski, R., Gonzales, S.N., Chaia, A.B. (2006). Influence of bacteria used as adjunct culture and sunflower oil addition on conjugated linoleic acid content in buffalo cheese. *Food Research International*, 40, 559-564.
- [10] Gürsoy, O., Işık, F., Kınık, Ö. (2003). Fonksiyonel gıda bileşeni olarak süt ve süt ürünlerinde konjuge linoleik asit (CLA) ve izomerleri. *Akademik Gıda*, 1(2), 26-32.
- [11] Wang, Y.W., Jones, P.J.H. (2004). Conjugated linoleic acid and obesity control: efficacy and mechanisms. *International Journal of Obesity*, 28, 941-955.
- [12] Luna, P., Juarez, M., Fuente, M. (2007). Fatty acid and conjugated linoleic acid isomer profiles in human milk fat. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 1160-1166.
- [13] Roach, J.A.G., Mossoba, M.M., Yurawecz, M.P., Kramer, J. (2002). Chromatografic seperation and identification of conjugated linoleic acid isomers. *Analytica Chimica Acta*, 465, 207-226.
- [14] Çelik, L. (2006). Konjuge linoleik asidin ruminantlarda biyosentezi, fizyoloji ve lipit metabolizması üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim*, 47(1), 1-7.
- [15] Jiang, J., Björck, L., Fonden, R. (1998). Production of conjugated linoleic acid by dairy starter cultures. *Journal of Applied Microbiology*, 85, 95-102.
- [16] Pariza, M.W. (1991). CLA: A new cancer inhibitor in dairy products. *Bulletin of the IDF*, 257, 29-30.
- [17] Muller, L.D., Delahoy, J.E. (2005). Conjugated linoleic acid implications for animal production and human health. Dairy and Animal Science, DAS 04-88, www.das.psu.edu/teamdairy.
- [18] Metin, M., Öztürk, G.F. (2016). Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri. 10. Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi. Bornova, İzmir.
- [19] Renner, E. (1993). Milchpraktikum Skriptum zu den Übungen, Justus Liebig Universität, Giesen, Germany, 76 s.
- [20] Dereli, Z. (2010). Kaymak ve Kaymaklı Lokumun Modifiye Atmosferde Paketlenmesinin Raf Ömrü Üzerine Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- [21] Gürsoy, O., Yılmaz, Y., Gokce, O., Ertan, K. (2016). Effect of ultrasound power on physicochemical and rheological properties of yoghurt drink produced with thermosonicated milk. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(4), 235-241.
- [22] Jeon, S.S., Lee, S.J., Ganesan, P., Kwak, H.S. (2012). Comparative study of flavor, texture, and sensory in cream cheese and cholesterol-removed cream cheese. *Food Science and Biotechnology*, 21(1), 159-165.
- [23] Yılmaz, M., Seçilmiş, H. (2006). Bazı Serbest Yağ Asitlerinin Metanolik HCL Ortamında Türevlendirilmesindeki Koşulların İncelenmesi. III. Ulusal Analitik Kimya Kongresi, Çanakkale.
- [24] Bakırcı, G.T., Kayaardı, S. (2017). Mikrobiyoloji Analiz Metotları. Sidas Medya Ltd. Şti. İzmir, 172 s.
- [25] Çon, A.H., Gökçe, R., Gürsoy, O. (2000). Farklı Şekillerde Ambalajlanan Afyon Kaymaklarının Muhafaza Sürelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, Editör: Prof. Dr. Mehmet Demirci, 557-567, 595 s.
- [26] Kocaoğlu, E.A. (2009). Ankara'da Satışa Sunulan Kaymakların Bazı Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
- [27] Akalın, A.S., Gönc, S., Ünal, G., Ökten, S. (2006). Determination of some chemical and microbiological characteristics of kaymak. *Grasas Y Aceites*, 57(4), 429-432.
- [28] Akalın, A.S., Tokusoglu, Ö., Gönc, S., Ökten, S. (2005). Detection of biologically active isomers of conjugated linoleic acid in kaymak. *Grasas Y Aceites*, 56(4), 298-302.
- [29] Öksüz, Ö., Kurultay, S., Simsek, O., Gündoğdu, A. (2000). Tekirdağ İli Merkezinde Tüketilen Kaymakların Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma.




VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri. 567-570 s.

- [30] Cakmakçı, S., Hayaloglu, A.A. (2011). Evaluation of the chemical, microbiological and volatile aroma characteristics of Ispir Kaymak, a traditional Turkish dairy product. *International Journal of Dairy Technology*, 64(3), 444-450.
- [31] Kurt, A., Özdemir, S. (1988). Erzurum'da yapıpı satılan kaymakların bileşimi ve mikrobiyolojik kalitesi. *Gıda*, 13, 19-21.
- [32] Seçkin, A.K., Gürsoy, O., Kinik, O., Akbulut, N. (2005). Conjugated linoleic acid (CLA) concentration, fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish dairy products. *LWT*, 38, 909-915.
- [33] Dereli, Z., Şevik, R. (2011). Modifiye atmosferde paketlenerek depolanan Afyon kaymağında oluşan kimyasal değişimler. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(2), 1-8.
- [34] Anlı, E.A., Gürsel, A. (2013). Fiziksel ayırma tekniği ile elde edilen süt yağından üretilen kaymakların bazı nitelikleri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(1), 33-39.
- [35] Albay, Z., Şimşek, B. (2019). Tarçın ve Tarçın Uçucu Yağı ile Üretilen Kaymakların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. 9. *Uluslararası Multidisipliner Avrasya Kongresi*, 06-08 Ağustos, 2019, Prag, Çek Cumhuriyeti.
- [36] Öncü, N.A. (2012). Raf Ömrü Boyunca Sıcaklık Değişimlerine Maruz Kalan Kaymaklarda *L. Monocytogenes*'in Gelişim Potansiyelinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı. İstanbul.
- [37] Tosun, F. (2016). Ekzopolisakkarit üreten laktik kültürlerin tereyağı, yayık tereyağı ve kaymağın kalite özellikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 192 s.
- [38] Okur, Ö.D., Guzel-Seydim, Z. (2012). Determination of fatty acid profiles including conjugated linoleic acids in various dairy products. *Asian Journal of Chemistry*, 24(3), 1104-1106.
- [39] Özcan Yılsay, T., Akpınar Bayazit, A. (2002). Bursa ilinde tüketilen kaymakların mikrobiyolojik özellikleri ve bazı patojen bakterilerin aranması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16, 77-86.

Geleneksel Anjelika (Melek Otu) Reçelinin Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri

Elif Koç¹ , Perihan Yolcu Ömeroğlu¹  ¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Geliş Tarihi (Received): 24.09.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 01.12.2019

 Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): pyomeroglu@uludag.edu.tr (P. Yolcu Ömeroğlu) 0 224 294 14 01  0 224 294 14 02

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Bursa'ya ait geleneksel bir gıda olan Anjelika reçelinin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerinin ortaya koyulmasıdır. Geleneksel Anjelika reçeli Bursa'nın dağ köylerinden toplanan *Angelica sylvestris*'in gövdesinden üretilir. Çalışma kapsamında incelenen reçel numuneleri, Anjelika reçelini Bursa'da geleneksel yöntemine göre yıllardır üreten butik bir pastaneden temin edilmiştir. Anjelika reçelinde incelenen kalite parametrelerine ait ortalama değerler şöyledir; meyve ağırlığı oranı: %45.83, pH: 3.72, toplam kuru madde: %72.48, suda çözünür kuru madde: 72.24°Briks, protein: %<0.099 N, kül: %0.04, toplam yağ: %0.1, toplam asitlik: %0.1, diyet lif: %1.4, hidroksimetil furfural (HMF): 85.2 mg/kg, toplam şeker: %71.1, invert şeker: %37.2, sakaroz: %32.6, glukoz: %20.1 ve fruktoz: %18.1. Ayrıca yapılan çalışma sonucunda Anjelika reçelinin içerdiği en yüksek miktardaki mineral maddenin kalsiyum (ortalama 90.171 mg/kg) ve potasyum (ortalama 74.694 mg/kg) olduğu, bunları da sırasıyla sodyum, magnezyum, fosfor ve kalayın izlediği gözlemlenmiştir. Anjelika reçelinin duyusal özelliklerinin ortaya konulması için geniş katılımlı bir tüketici testi yapılmış ve görünüm, kıvam, koku, tat değerleri 9 puan (9: çok fazla beğendim; 1: hiç beğenmedim) üzerinden ortalama olarak sırasıyla 7.2, 6.1, 6.5 ve 7.1 olarak elde edilmiştir. Ayrıca ürünün genel kabul edilebilirliği ise 6.9 ortalama puan ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmayla, Anjelika reçelinin, içerdiği minerallerden ve kabul edilebilir duyusal özelliklerinden dolayı tüketiciler tarafından günlük diyetle tercih edilebilecek bir besin kaynağı olduğu belirtilebilir. Ayrıca, analiz sonuçlarına dayanarak reçellerin Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen "geleneksel reçel" tanımına uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma kapsamında, bu reçelin ticari olarak üretilebilmesi ve yaygınlaştırılması için bazı ürün özelliklerinde ve üretim koşullarında yapılacak iyileştirmeler de irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Anjelika, Reçel, Geleneksel gıdalar, *Angelica sylvestris*

Physicochemical and Sensorial Properties of Traditional Anjelika (Angelica) Jam

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the physicochemical and sensory properties of Anjelika jam, a traditional food from Bursa, Turkey. Traditional Anjelika jam is produced from the stem of *Angelica sylvestris*, collected from the skirts of Mount Uludağ in Bursa. Jam samples in the study were obtained from a boutique patisserie producing Anjelika jams in Bursa according to the traditional method for years. The mean values of the quality parameters in Anjelika jam were obtained as follows; fruit weight ratio: 45.83%, pH: 3.72, total dry matter: 72.48%, water soluble dry matter: 72.24°Brix, protein: <0.099% N, ash: 0.04%, total fat: 0.1%, acidity: 0.1%, dietary fiber: 1.4%, hydroxymethylfurfural (HMF): 85.2 mg/kg, total sugar: 71.1%, invert sugar: 37.2%, sucrose: 32.6%, glucose: 20.1% and fructose: 18.1%. In addition, the highest amount of minerals contained in Anjelika jam was calcium (mean: 90.171 mg/kg) and potassium (mean: 74.694 mg/kg), followed by sodium, magnesium, phosphorus and tin, respectively. According to extensive consumer test performed to determine the sensory properties of the jam, appearance, consistency, odor, taste values were obtained as 7.2, 6.1, 6.5 and 7.1 on average from 9 points (9: like extremely; 1: dislike extremely), respectively.

In addition, the overall acceptability of the product was evaluated with an mean score of 6.9. In this study, it can be stated that Anjelika jam is a food product that can be preferred by consumers in a daily diet due to its minerals and acceptable sensory properties. Moreover, based on the results, the jam complies with the definition of "traditional jam" stated in the Turkish Food Codex Regulation. In addition, in order to make this jam commercially available, some improvements in product characteristics and production conditions are needed.

Keywords: Angelica, Jam, Traditional foods, *Angelica sylvestris*

GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi'nde (T GK) "geleneksel gıdalar; geleneksel hammaddeler kullanılarak üretilen veya geleneksel bir bileşim ya da geleneksel bir üretim biçimi ile tanımlanan veya doğrudan geleneksel bir üretim biçimine dayanmamakla birlikte, böyle bir üretim tarzını yansıtan işlemlerden geçirilmiş olması nedeniyle aynı kategorideki benzer ürünlerden açıkça ayrılabilen ürünler" olarak tanımlanmıştır [1].

Bursa bir dönem Osmanlı'nın başkentliğini yapması ve saray mutfağına sahip olması nedeniyle pek çok geleneksel gıdanın kaynağı olan bir şehirdir. Bursa'ya ait geleneksel gıdalar arasında Gemlik zeytini ve zeytinyağı, enginar, deveci armudu, Bursa şeftalisi, Karacabey soğanı, siyah incir, İnegöl köftesi, Mustafakemalpaşa peynirli tatlısı, hurma tatlısı, cantık, pideli köfte, kestane şekeri, döner kebab, gedelek turşusu yer alır. Anjelika (melek otu) reçeli de unutulmaya yüz tutmuş Bursa'ya ait geleneksel ürünler arasında sıralanmıştır [2].

Ülkemiz zengin meyve ve sebze çeşitliliğine sahip olmasından dolayı geleneksel gıdaların büyük bölümünü reçeller oluşturmaktadır. Reçel; yarım veya daha küçük parçalar halindeki meyvenin, sakaroz, pektin, asit ve diğer bileşenlerle kaynatılarak hazırlanan ve belli bir kıvama getirilen en popüler meyve konservelerinden biridir [3]. Normal koşullar altında dayanıklılığı az olan taze meyve ve sebzeler reçel ve benzeri ürünlere işlenerek daha dayanıklı hale getirilebilir. Bu tür işlemede sadece meyve değil, bazen sebze, bazen de çiçek gibi çeşitli bitkiler ve bitkisel dokular da kullanılmaktadır [4, 5]. T GK'ne göre geleneksel reçel en az %68 oranında çözünür kuru maddeden ve %35 oranında meyveden oluşur [6], dolayısıyla reçel önemli bir karbonhidrat kaynağıdır ve literatürde yapılan çalışmalarla içerdiği meyve ve sebzelere bağlı olarak çeşitli mineral, vitamin ve diğer biyoaktif bileşenleri de içerdiği ortaya konulmuştur [3, 5, 7].

Anjelika reçeli üretimi için esas hammadde maydanozgiller familyasına ait olan *Angelica sylvestris* (melek otu) bitkisidir. *Angelica* L. cinsi, kuzey sıcaklık bölgesinde geniş bir şekilde yayılır ve dünya genelinde yetişen 110 türü içerir [8]. Uzunluğu 2 m'ye yaklaşan "Yabani Anjelika" olarak da bilinen ve şifalı çok yıllık bir bitki olan *Angelica sylvestris* genellikle sulak alanlarda, nemli ve gölgeli yerlerde bulunur ve Avrupa ve Asya'nın ılıman ülkelerine dağılmıştır [9, 10]. Avrupa'da esasen ıslak otlaklar, çayırlar ve nehir kıyılarında yetişir, ancak orman kenarları gibi hafif gölgeli yerlerde de olabilirler. Uzun ömürlü olan *Angelica sylvestris* L., Asya'da, sırasıyla Ural Dağları ve Batı Sibirya'ya kadar dağılır

[11]. Çiçekleri açık formda ve çok katmanlı şemsiye şeklinde olup yaprakları yeşilimtrak ve beyaza yakın toz pembe dir. *Angelica sylvestris*'in çiçekleri ikiye ayrık şekildedir ve bitkilerde erkek organların dışı organlardan önce olgunlaşması sonucunda bitki tek çiçek seviyesinde güçlü bir gelişme gösterir [9]. Bu bitkinin Türkiye'de yetişen iki çeşidinden biri olan *Angelica sylvestris* endemik bir tür olarak bilinmektedir ve Bursa Uludağ Üniversitesi Biyoloji Bölümü Herbaryumunda 26232 sayı ile kayıt altına alınmıştır [12, 13]. *Angelica sylvestris* geleneksel tıpta Uzak Doğu başta olmak üzere ABD, İngiltere, Almanya gibi ülkelerde bronşit, astım, grip ve solunum, vasküler ve sindirim sistemlerinde görülen hastalıklarının tedavisinde antibakteriyel ajan olarak kullanılmaktadır [13, 14, 15]. Bu bitki genel olarak sağlığı iyileştirici ve östrojen etkilerinden dolayı menopoz ile ilişkili şikâyetler, güçsüzlük, genel yorgunluk, yüksek tansiyon, baş ağrısı, enfeksiyonlar ve nöropatik ağrılarda kullanılır. Asya ülkelerinde sadece gıda ve ilaç olarak kullanımının yanında Avrupa'da kadınlar için bir besin takviyesi olarak da kullanılmıştır [16, 17].

Antioksidanlar, okside olabilen bileşiklerin oksidasyonunu engelleyen veya azaltan ve dokularda oluşan serbest radikalleri nötralize ederek kanser, damar sertliği, kalp krizi gibi çeşitli hastalıklara karşı koruyucu etkisi olan maddelerdir [18, 19]. Stankovic ve ark. [13] yaptığı çalışmada *Angelica sylvestris*'in antioksidan bileşikler içerdiği saptanmıştır. *Angelica* türünde, polifenol içeriği ve antioksidan aktivite arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür. Polifenoller, bitkinin en yoğun antioksidan aktivite gösteren bileşikleridir. Bu türün kumarinleri, steroller ve fenolik asitleri hakkında kapsamlı araştırmalar yapılmıştır [20]. Kumarinler *Angelica* cinsinin çeşitli türlerinde ve aynı zamanda Apiasceae (maydanozgiller) familyasında görülür [17].

Farklı türleri bulunan *Angelica* cinsi bitkinin reçeli yapılan türün *Angelica sylvestris* olduğu bilinmekle birlikte literatüre bakıldığında *Angelica* bitkisinin antimikrobiyal özelliklerinin çalışmalara konu olduğu [21] fakat bu bitkinin gövde kısmından üretilen reçelinin mineral içerikleri dahil fizikokimyasal ve duyu sal özelliklerinin çalışılmadığı görülmüştür. Bu çalışmadaki amacımız, Bursa'da geleneksel olarak üretilen Anjelika reçelinin var olan reçetesiyle fizikokimyasal ve duyu sal özelliklerini ortaya koyarak endüstriyel boyutta üretim olanakları için önerileri sunmak, geleneksel bir ürünü literatüre kazandırmak ve dolayısıyla geleneksel bir ürünün sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktır.

MATERYAL VE METOT

Reçel Üretimi

Bu çalışmada Bursa yöresine ait geleneksel bir reçel olan Anjelika reçeli materyal olarak kullanılmıştır. Anjelika reçeli Bursa'da geçmişten günümüze tek bir yerel üretici (Ulus Pastanesi, Bursa, Türkiye) tarafından butik anlamda üretilerek tüketicilere sunulmaktadır. Reçel numuneleri, bu üreticiden doğrudan alınarak laboratuvara getirilmiş, analizler gerçekleştirilene kadar +4°C'de buzdolabında saklanmıştır. Üreticinin verdiği bilgiler doğrultusunda, reçelin hammaddesi Angelica bitkisi, 2017 yılında Mayıs-haziran aylarında Uludağ'ın eteklerinden dağ köylerinde yaşayan çiftçiler tarafından

el ile hasat edilmiş, reçel yapımında kullanılan gövdeleri, kökleri ve çiçeklerinden ayrılarak poliüretan torbalarda 1-2 gün içinde üreticiye ulaştırılmıştır. Gövde kısımlarında bulunan ince kabuklar ayrılarak yüzük kalınlığında kesilip reçel yapımına hazır hale getirilmiştir (Şekil 1). 2:1 (w/w) oranında şeker ve su, şurup elde etmek için açık tencere de kaynamaya bırakılmıştır. Bu sırada şeker ile ağırlıkça aynı miktarda bulunan bitki de eklenerek reçel kıvamı elde edilene kadar kaynatma devam ettirilmiş, bu işlem sonlandırılmadan önce de yarım çay kaşığı limon tuzu ilave edilmiştir. Son aşamada cam kavanozlara sıcak dolmuş yapılmış, kapağı kapatıldıktan sonra soğumaya bırakılmıştır [2] (Şekil 1).

(a)



(b)



Şekil 1. *Angelica* bitkisinin reçel yapımında kullanılan gövdesi (a) ve Anjelika reçeli (b)

Kimyasallar

Deneylerde kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıkta olup Sigma-Aldrich (Steinheim, Almanya) ve Merck (Darmstadt, Almanya) firmalarından temin edilmiştir.

Fizikokimyasal Analizler

Çalışma kapsamında fizikokimyasal özellikleri belirlenecek olan Anjelika reçelinin (1.5 kg olacak şekilde 3 ayrı kavanoz) tamamı el blenderi ile homojen edilmiştir. Ayrıca reçel yapımında kullanılan 1 kg hammadde de homojen edilmiş ve analizler gerçekleştirilene kadar polipropilen numune kaplarında +4°C'de buzdolabında saklanmıştır. Tüm analizler 3 paralel olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalama değer (paralellerin ortalaması) olarak verilmiştir.

Reçel ve hammadde de, öncelikle, bazı kalite özelliklerinin tanımlanması ve karşılaştırılması amacıyla bir takım fiziko-kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Reçelde meyve oranı Türk Standartlar Enstitüsü'nün (TSE) metodu [22] referans alınarak yapılmış olup, elek üstünde kalan meyve oranı saptanmıştır. Numunelerinin toplam kuru madde miktarları, vakumlu kurutma dolabı (Memmert V09, Schwabach, Almanya) kullanılarak Uluslararası Standartlar Örgütü'nün (ISO) yayınladığı yöntem [23] kullanılmıştır. Suda çözünür kuru madde içerikleri (Briks®) Abbe refraktometresi (Geneq Inc., Montreal, QC, Kanada) [24] kullanılarak ölçülmüştür. pH değeri potansiyometrik Nel-pH 890 model pHmetre (Nel Elektronik, Türkiye) kullanılarak [25] TSE'nin yayınladığı

yönteme uygun bir şekilde ölçülmüştür. Toplam asitlik, 0.1 N NaOH çözeltisi kullanılarak yapılan titrasyona dayanan ISO'nun yayınladığı metot [26] ile yapılmıştır ve sonuçlar sitrik asit cinsinden ifade edilmiştir. Toplam şeker ve invert şeker tayini, Lane-eynon yöntemine dayanan TSE [27] referans alınarak gerçekleştirilir. Toplam diyet lif analizi enzimatik-gravimetrik prensibine [28] dayanarak, protein tayini için Dumas protein cihazı (Velp Dumas Nitrogen Analyzer-NDA 701, İtalya) kullanılarak [29] Resmi Analitik Kimyacılar Derneği (AOAC) analiz yöntemlerinde belirtilen prensipler uygulanarak ölçümler yapılmıştır. Toplam yağ tayini, yağın gıda matrisinden hidroklorik asit ile parçalanması, petrol eteri ile özetlenmesi ve çözünenin uçurulması prensibine dayanan İskandinav Ülkeleri Gıda Analiz Komitesi'nin (NMKL) metodu [30] ile gerçekleştirilmiştir. Yağ tayini için otomatik yağ tayin cihazı kullanılmıştır (Velp Ser148/6, İtalya). Kül tayini, numunenin 550°C'de kül fırınında (NABERTHERM LV 9/11, Almanya) yakılmasıyla mevcut olan tüm organik madde ve suyu uzaklaştırma esasına dayanan (NMKL) metot ile yapılmıştır [31].

Anjelika reçel numunelerinde bulunan fruktoz, sakaroz, maltoz, glukoz kompozisyon analizleri için otomatik örnekleyiciye sahip, refraktif indeks dedektörüyle donatılmış, yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC-RID)-(Agilent 1260 Infinity, Amerika) cihazı kullanılmıştır. Hareketli faz olarak, asetonitril: su (80:20, v/v) karışımı kullanılmıştır. Kullanılan kolon; 4.6x250 mm boyutlarında ve aminden modifiye edilmiş 5-7 µm partikül büyüklüğüne sahip dolgu maddesi içermektedir

(Agilent Zorbax, Amerika). Hareketli faz akış hızı 1.3 mL/dakikadır. Kolon fırını ve dedektör sıcaklığı 30°C'dir. Analiz yöntemi AOAC ve Uluslararası Bal Komisyonu (ICH)'ın oluşturduğu yöntemlere dayanmıştır [32, 33]. Her bir şeker kompozisyonunun miktarı (%) 0.01-5 arasında farklı derişim seviyelerini içeren standart (%99.5 saflıkta, Dr.Ehrenstorfer, Almanya) solüsyonları ile çizilen kalibrasyon eğrisinden ($R^2>0.999$) yararlanılarak hesaplanmıştır.

Numunelerde bulunan hidroksimetil furfural (HMF) miktarı IHC metot referans alınarak diyot dizinli dedektöre (DAD) sahip HPLC cihazı (Agilent 1260 Infinity, Amerika) ile 285 nm dalga boyunda tespit edilmiş olup sonuçlar mg/kg olarak saptanmıştır [34]. 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, Amerika) 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 madde analizi için NMKL 186 [35] metot 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 indüktif eşleşmiş plazma (ICP-MS) cihazında mineral içerikleri mg/kg olarak saptanmıştır. Nicel analiz için en az beş farklı derişim aralığında çizilen kalibrasyon eğrisinden ($R^2>0.999$) faydalanılmıştır.

Numunelerin renk değerlerini kolorimetrik olarak belirlemek için HunterLab kolorimetre (Miniscan EZ4500L, ABD) kullanılmıştır. Ölçümlerde; L (aydınlık derecesi); 0=siyah, 100=beyaz (koyuluk/açıklık), a; +a kırmızı, -a yeşil, b; +b sarı, -b mavi renk yoğunluklarını göstermektedir. C* kroma (renk doygunluğu), 0 (donuk) ile 60 (canlı) arasında değişir. Ayrıca C ve H° değerleri de Eşitlik 1 ve 2 kullanılarak hesaplanmış olup H° (renğin ton açısı) değerlerinin 0°, 90°, 180°, 270° ve 360° olması sırasıyla; kırmızı, sarı, yeşil, mavi ve kırmızı rengi ifade etmektedir [7].

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (1)$$
$$H^\circ = \tan^{-1}(b/a) \quad (2)$$

Duyusal Analizler

Bursa'ya özgü olan Anjelika reçelinin çok fazla bilinmemesinden dolayı tüketicilerin bu ürüne olan

beğenisini ölçmek amacıyla hedonik tüketici testi [36] uygulanmıştır. Tüketicilerin reçeli; görünüm, kıvam, koku, lezzet ve genel kabul edilebilirlik kriterleriyle 9 puan üzerinden (9: çok fazla beğendim; 1: hiç beğenmedim) değerlendirmesi istenmiştir.

Duyusal analizler için reçeli temsil edecek şekilde numuneler alınıp uygun boyutlardaki şeffaf plastik kaplara konularak oda sıcaklığında panelistlere sunulmuştur. Duyusal değerlendirmeye katılan her panelist için tek kullanımlık bardak ve kaşıklar hijyenik koşullarda hazırlanıp sunulmuştur. Bunlar dışında reçelin yanında her paneliste galeta ve su ikram edilerek reçelin aromasının daha rahat algılanabilmesi sağlanmıştır.

Duyusal değerlendirme Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğrencileri ve çeşitli yaş gruplarından tüketiciler tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme yaş aralığı 18-55 olan 96 kişi tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirmeye katılan panelistlerin %63'ü kadın, %37'si erkektir. %23'ü de sigara kullandığını belirtmiştir. Panelist grubunun %56'sını üniversite öğrencileri, %35'ini çeşitli meslek mensubu kişiler, %5'ini ev hanımları ve %4'ünü de emekliler oluşturmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Hammadenin Bazı Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Reçel yapımında kullanılan hammaddeyi tanımlamak için toplam kuru madde, toplam asitlik, toplam şeker, kül, yağ, protein, diyet lifi, pH ve renk analizleri gerçekleştirilmiştir ve elde edilen sonuçlar Tablo 1'de sunulmuştur. Elde edilen bu sonuçlar Anjelika reçelinin fizikokimyasal analiz sonuçları (Tablo 2) ile birlikte aşağıdaki bölümlerde irdelenmiştir.

Anjelika Reçelinin Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Meyve Ağırlığı Oranı

Anjelika reçelinin meyve oranı; %45.83 olarak tespit edilmiştir. TKG Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'nde; reçel, ekstra reçel, geleneksel reçel ve ekstra geleneksel reçel olmak üzere dört farklı tanımla verilerek reçeller bir sınıflandırmaya tabi tutulmuştur [6]. Bu tanımlara göre meyve oranı geleneksel reçeller için minimum %35, ekstra geleneksel için minimum %45 olarak belirlenmiştir. Anjelika reçelinin orijinal reçetesine göre üretilmesiyle geleneksel reçel sınıfına girdiği görülmüştür.

Tablo 1. *Anjelica* gövdesinin fizikokimyasal analiz sonuçları

Parametre	Sonuç±Standart Sapma
Toplam kuru madde (%)	3.87±0.25
pH	4.51±0.09
Toplam Asitlik (% sitrik asit cinsinden)	0.3±0.004
Toplam şeker (%)	Tespit edilemedi
Protein (%)	1.0±0.11
Yağ (%)	Tespit edilemedi
Kül (%)	0.3±0.001
Diyet lif (%)	1.5±0.2
Renk değerleri	
L^*	53.36±0.075
a^*	-1.98±0.023
b^*	19.44±0.087
Chroma (C^*)	19.54±0.083
Hue (H)	95.82±0.091

Tablo 2. *Anjelika* reçelinin fizikokimyasal analiz sonuçları

Parametre	Sonuç±Standart Sapma
Meyve ağırlığı oranı (%)	45.83±0.91
Toplam kuru madde (%)	72.48±7.37
Suda çözünür kuru madde (°Briks)	72.24±0.65
pH	3.72±0.09
Asitlik (% sitrik asit cinsinden)	0.1±0.001
Toplam şeker (%)	71.1±3.0
İnvert şeker (%)	37.2±1.3
Şeker Bileşenleri	
Sakaroza (%)	32.6±2.4
Glukoz (%)	20.1±1.0
Fruktoz (%)	18.1± 0.9
Maltoz (%)	<0.9
Protein (%)	<0.099
Yağ (%)	0.1±0.002
Kül (%)	0.04±0.002
Diyet lif (%)	1.4±0.16
HMF (mg/kg)	85.2±4.0
Mineraller (mg/kg)	
Sodyum (Na)	39.445±3.305
Magnezyum (Mg)	22.441±2.039
Potasyum (K)	74.694±7.417
Kalsiyum (Ca)	90.171± 9.828
Kalay (Sn)	3.545±0.471
Demir (Fe)	0.318±0.048
Fosfor (P)	6.027±0.872
Çinko (Zn)	<0.221
Mangan (Mn)	<0.554
Bakır (Cu)	<0.209
Krom (Cr)	<0.220
Brom (Br)	<0.188
Bor (B)	<0.496
Lityum (Li)	<0.554
Renk değerleri	
L^*	22.41±0.03
a^*	3.38±0.001
b^*	9.97±0.001
Chroma (C^*)	10.60±0.001
Hue (H)	89.84±0.09

Renk Tayini

Hunterlab kolorimetre ile yapılan renk analizi sonucunun ortalama değerleri *Anjelika* reçelinde; $L^*=22.41$, $a^*=3.38$, $b^*=9.97$, $C=10.60$, $H=89.84$, hammaddesinde; $L^*=53.36$, $a^*=-1.98$, $b^*=19.44$, $C^*=19.54$, $H=95.82$ olarak

bulunmuştur. L^* değerinin reçele işleme sırasında %41.99 azaldığı görülmüş olup bu durum koyuluğun arttığını göstermektedir. *Angelica* hammaddesinin reçele işlenmesi sırasında kırmızılık ve yeşilliği ifade eden a^* değerinin arttığı, sarılık ve maviliği ifade eden b^* değerinin, renk doygunluğunu ifade eden C^* ve renk

tonu açısını ifade eden H değerlerinin azaldığı görülmüştür. Renk, aroma ve tekstür gıdaların kabul edilebilirliğini sağlayan önemli kalite kriterleridir. Gıdaların renk özellikleri, işlenmesi ve depolanması sırasındaki kalite değişimleri hakkında fikir vermektedir. Yapılan çalışmalar, L* değerinin karamelizasyonun bir ölçüsü olduğunu göstermiş olup bu karma hammadde bulunan renk pigmentlerinin yüksek sıcaklıkta denatürasyona uğraması ile açıklanmıştır [37]. Buna ilaveten a* değerindeki artışında yüksek ısı işlem nedeniyle şekerlerin karamelize olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde de mandalina kabukları, havuç, elma püresi ve muz kabukları ile yapılan reçelde L değeri sırasıyla 39.8, 29.46, 18.27 ve 15.19 olarak raporlanmıştır [38]. Elde edilen renk sonuçlarına göre Anjelika reçeli ve hammaddesi sarı renktedir.

Kuru Madde Miktarı

Anjelika reçel numunelerinin kuru madde miktarı 72.48 ± 7.37 , hammadesinin 3.87 ± 0.25 olarak gözlenmiştir. TGK'de [6] reçellerde minimum bulunması gereken suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) değeri belirtilmişken, toplam kuru madde değeri ile ilgili bir sınırlandırma yer almamaktadır. Literatürde yapılan çalışmalarda kuru madde içeriği Java eriği kabuğu reçelinde %63.65, elma reçelinde %63.82, ananas reçelinde %63.45, şeftali reçelinde %62.87, mango reçelinde %65.6, karışık meyveli reçelde %38.75 [39] ve kamkat reçelinde %77.83 [40] olarak rapor edilmiştir. Kuru madde miktarı, her reçelin düzenlendiği reçetede yer alan özellikle meyve/sebze ve şeker miktarlarına göre değişiklik gösterse de bu çalışma sonucunda elde edilen toplam kuru madde değerinin diğer çalışmalardaki sonuçlarla uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM)

Anjelika reçelinin SÇKM değerinin 72.24 ± 0.65 °Briks olduğu tespit edilmiştir. Reçel ve benzeri ürünlerde kalite kriterlerinden olan SÇKM değeri, dışarıdan eklenecek şeker, asit ve pektin miktarlarını belirler [41]. TGK'ya [6] göre geleneksel ve ekstra geleneksel reçeller için refraktometre ile tayin edilen SÇKM miktarının en az %68 olması gerektiği belirtilmiştir. Literatüre bakıldığında reçel ve benzeri ürünlerde yapılan çalışmalarda SÇKM değerleri ortalama 65-79 °Briks aralığında olduğu görülmüştür [5, 10, 37, 39, 40, 42, 43-47]. Bu çalışmada elde edilen değerler ile Anjelika reçelinin geleneksel reçel tanımına uyduğu ve literatürdeki diğer sonuçlarla paralellik gösterdiği gözlenmiştir. Diğer taraftan her üretimde standardizasyonun sağlanması açısından pişirme işleminin hedef SÇKM değerine ulaşınca tamamlanması, bir refraktometre ile ölçülerek gerçekleştirilmelidir.

pH

Çalışma kapsamındaki reçel numunelerinin pH'ı 3.72 ± 0.09 , hammadesinin 4.51 ± 0.09 olarak ölçülmüştür. TGK'ya [6] göre geleneksel ve ekstra geleneksel reçeller için uygun görülen pH derecesi 2.8-

3.5 aralığındadır. İyi bir jel oluşumu, pH değerinin optimum düzeyde olmasıyla sağlanır. Bu değer aralıkları pH-metre ile kontrollü bir şekilde asit eklenmesiyle mümkündür [41]. Ayrıca pH ürünün kuru madde içeriğiyle de değişmektedir. Cmeroğlu ve ark. [41] belirttiği üzere genellikle kuru maddenin artması pH derecesini de arttırmaktadır. Buna göre kuru madde oranı %72-75 aralığında olan reçeller için pH değeri 3.1-3.4 aralığında olması gerekmektedir. Ayrıca Anjelika reçelinin TGK'da [6] belirlenen 2.8-3.5 aralığının üzerinde olduğu görülmüştür. Literatürde çeşitli reçeller ile yapılan çalışmalarda pH aralığının reçelin yapıldığı meyve/sebze çeşitlerine bağlı olarak 2.84 ila 3.65 arasında olduğu gözlenmiştir [10, 37, 40].

Toplam Asitlik Miktarı

Reçelerde iyi bir jel oluşumu sağlamak için istenilen pH değeri sitrik asit ilavesiyle elde edilmektedir. Ayrıca asit ilavesiyle lezzet açısından olumlu katkı sağlanmaktadır [40]. Anjelika reçelinin toplam asitliği sitrik asit cinsinden 0.1 ± 0.001 olarak saptanmıştır. Toplam asitlik değerinin formülasyonda yer alan limon tuzundan ve hammaddeden kaynaklandığı düşünülmektedir. Üstün ve ark. [48], çilek, kayısı ve vişne reçelinde titrasyon asitliği değerlerini sitrik asit cinsinden en düşük olarak çilekte %0.12 olarak, en yüksek değeri vişne reçelinde %1.64 olarak bulmuştur. Literatürde yapılan diğer çalışmalarda da reçel yapımında kullanılan meyvenin asit içeriği ve formülasyona bağlı olarak benzer oranlar raporlanmıştır [40, 43, 46, 47, 49, 51]. Yukarıda belirtildiği gibi Anjelika reçelinde iyi bir jel oluşumu için ilave edilen sitrik asit miktarı kontrollü üretim teknikleri uygulanarak istenilen düzeye artırılabilir.

Toplam Şeker Miktarı

Analiz sonuçlarından elde edilen bulgulara göre *Anjelica* gövdesinde toplam şeker tespit edilemezken, reçelinde 71.1 ± 3.0 olarak bulunmasının reçel üretimi sırasında eklenen şekerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kaplan [7] yaptığı analizler sonucu reçel numunelerinde toplam şekeri çilekte, kayısıda ve vişnede %65.27-%73.50 arasında rapor etmiştir. Diğer taraftan, Patel ve ark. [47] muz-ananas reçelinin ortalama %54.71 olarak şeker içerdiğini belirtmiştir. Dolayısıyla reçelerde rapor edilen şeker miktarı kullanılan meyvenin çeşidine göre de değişiklik arz etmektedir. Reçelerde tüketiciler tarafından istenilen kıvamın sağlanabilmesi yüksek şeker derişimi ve buna bağlı olarak düşük su aktivitesi ile gerçekleşmektedir [47]. Geleneksel reçel, en az %68 çözünür kuru madde içermesi ve bunun çoğunun şeker olması nedeniyle önemli bir karbonhidrat ve enerji kaynağıdır. Ayrıca, reçel üretimi sırasında şeker ilavesiyle birlikte ürünün su miktarı enzimlerin ve mikroorganizmaların yararlanamayacağı düzeye iner ve mikroorganizmaların çalışmasına engel olacak bir ortam oluşturulmuş olur [43, 49]. Tüm bu veriler doğrultusunda Anjelika reçelinde saptanan toplam şeker miktarı hem duysal olarak hem de ürünün mikrobiyal kalitesi bakımından yeterli olduğu belirtilebilir.

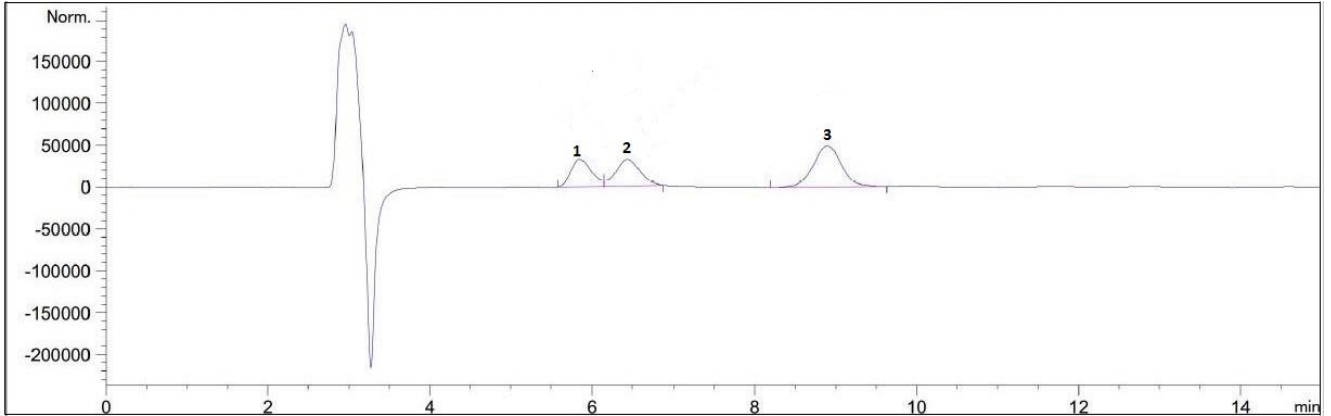
İnvert Şeker Miktarı

Yapılan analizler sonucunda Anjelika reçelinde invert şeker %37.2±1.3 olarak saptanmış, invert şeker/toplam şeker oranı %52.31 olarak belirlenmiştir. Reçellerin üretimi ve depolanması sırasında sakaroz sıcaklık, süre ve pH'a bağlı olarak inversiyona uğrar ve sonrasında eşit miktarda glukoz ve fruktoz (invert şeker) oluşur. Reçel ve benzeri ürünlerde önemli bir sorun olan kristalizasyonun önlenmesi için ürünlerdeki invert şeker miktarının, Cemeroğlu ve ark. [41] önerdiği gibi ürünün kuru madde oranına göre belirlenen bir aralıkta olması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında 72 °Briks'e sahip olduğu belirlenen Anjelika reçellerinin invert şeker miktarının %28-34 aralığında olması gerektiği önerilmektedir [41]. Bu şartlarda ürünün kristalize olmaması için cam kavanozlarda, güneş ışığından uzak ve buzdolabı dışında muhafaza edilmesi önerilir. Diğer taraftan, depolama koşullarında inversiyonun devam edeceğini de dikkate alarak [44]; Anjelika reçelinin ticari koşullarda üretimi sırasında invert şeker miktarını, tavsiye edilen %28 alt limite yakın bir seviyede tutmak [41] önerilmektedir. Ayrıca, buharlaştırma işleminin vakum altında düşük sıcaklıkta ve kısa sürede yapılması; şekerin asitle yüksek sıcaklıkta muamelesinin kısa sürede gerçekleştirilmesi için SÇKM'nin 65 °Briks'e ulaştıktan sonra asidin ilave edilmesi tavsiye edilebilir.

Akabinde son ürünün hedef briks derecesine kadar kısa süreli pişirme işlemi devam ettirilir.

Şeker Kompozisyonu

Anjelika reçelinin şeker kompozisyonu; fruktoz %18.1±0.9, glukoz %20.1±1.0, sakaroz %32.6±2.4, maltoz <%0.9 olarak bulunmuştur (Şekil 2). Kromatografik analiz sonucunda elde edilen sonuçlarla toplam invert şeker tayini ile elde edilen sonucun uyumlu olduğu gözlenmiştir. Kaplan [43] çalışmasında çilek, gül, kayısı ve vişne reçellerinde ortalama sakaroz içeriklerini sırasıyla %26.93, %26.96, %28.19 ve %27.83, Üstün ve ark. [48] ise sırasıyla %23.53, %26.00, %33.98, %11.29 olarak raporlamışlardır. Touati ve ark. [44] yaptıkları çalışmada kayısı reçelinin %22.49 sakaroz, %21.04 glukoz ve %21.34 fruktoz içerdiğini saptamışlardır. Anjelika reçelinin şeker kompozisyonu literatürdeki diğer reçellerin sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Reçelerde sakaroz varlığı prosesin yüksek ısı ile maruz kalmadığını ya da ortamın yeteri kadar asidik olmadığını dolayısıyla da sakarozun inversiyona uğramadığını göstermektedir [7]. Yukarıda belirtildiği gibi, Anjelika reçelinin invert şeker oranını (fruktoz ve glukoz) önerilen değerlerin alt limitine indirmek için kontrollü olarak yaklaşık sitrik asit eklenerek sakaroz inversiyona uğratılabilir ve miktarı azaltılabilir.

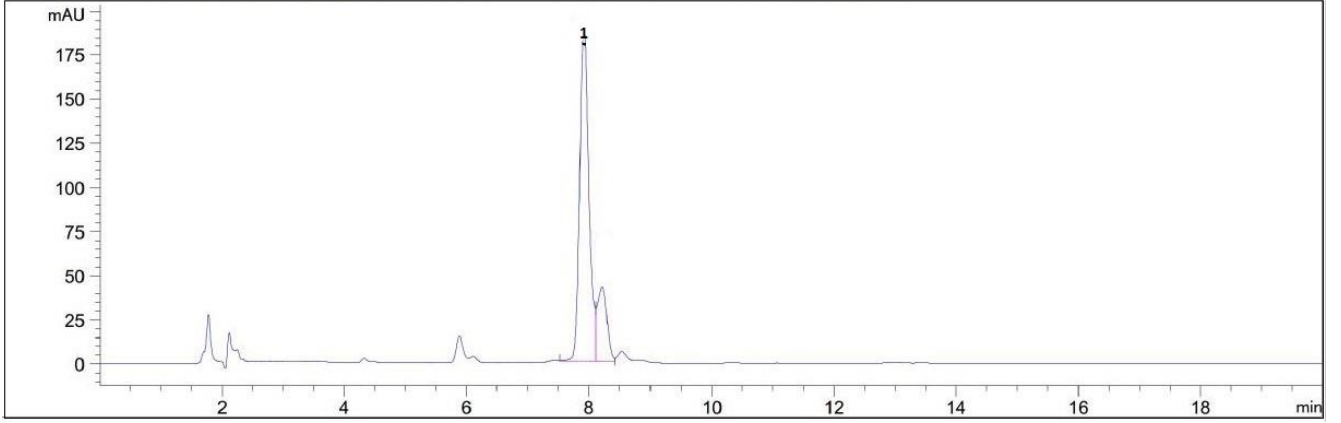


Şekil 2. Anjelika reçelinin şeker analizi ve alıkonma sürelerine ait kromatogram. (1) Fruktoz (5.852 dk), (2) Glukoz (6.442 dk), (3) Sakaroz (8.895 dk)

Hidroksimetil Furfural (HMF) Miktarı

Anjelika reçelinde bulunan HMF miktarı 85.2±4.0 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Şekil 3). Gıdaların üretimi ve depolanması sırasında şekerler ve aminoasitler arasında ısı etkisiyle Maillard reaksiyonları gerçekleşmektedir. Maillard reaksiyonlarının önemli bir ara ürünü olan HMF, gıdaların besin değerlerinde azalmaya, istenmeyen tat ve renk değişimlerine, kalitenin bozulmasına neden olmakla birlikte kanserojen etkisinden dolayı birçok üründe miktarı sınırlanan bir bileşiktir [52, 53]. Dünya genelindeki gıda mevzuatındaki HMF düzenlemeleri, bal için Codex Alimentarius [54]'e göre 80 mg/kg ve Avrupa Birliği'ne göre (AB direktifleri 110/2001) 40 mg/kg ile sınırlandırılmıştır [55]. Ancak reçel için TGK'da HMF için böyle bir sınırlama görülmektedir [6]. Hepsağ ve ark. [4] Akdeniz

Bölgesi'nden topladığı çilek, ahududu, gül, kayısı ve vişne reçellerindeki ortalama HMF değeri sırasıyla 73.44, 69.22, 74.80, 74.52, 70.68 mg/kg olarak raporlanmıştır. Şengül ve ark. [7] çakal eriği ve ahlat armudu marmelatında HMF miktarını 975.20±3.03 mg/kg ve 1094.1±2.8 mg/kg olarak raporlamışlar ve bu yüksek değeri yüksek sıcaklığa ve uzun süreli pişirme işlemine dayandırmışlardır. Bu bilgiler ışığında, Anjelika reçelinde belirlenen 85.2±4.0 mg/kg HMF değeri her ne kadar bal için saptanan limit değeri az miktarda aşmış olsa da bu seviyeyi düşürmek için üretim ve depolamanın kontrollü koşullarda yapılması önerilmektedir. Diğer taraftan vakum altında pişirmenin HMF oluşumunu kontrol edebildiği de literatürde raporlandığından [56], Anjelika reçelinin vakum altında pişirilmesi ile HMF değerinin biraz daha indirilebileceği düşünülmektedir.



Şekil 3. Anjelika reçelinin HMF analizine ve alıkonma süreine ait kromatogram. (1) HMF (7.922 dk)

Diyet Lifi Tayini

Anjelica gövdesinde diyet lif oranı 1.5 ± 0.2 bulunmuşken reçelinde 1.4 ± 0.16 olarak tespit edilmiş olup reçeldeki diyet lifin hammaddeden ileri geldiği düşünülmektedir. Diyet lifi "sindirilmeyen veya insan ince bağırsağında emilmeyen üç veya daha fazla monomerik üniteye sahip karbonhidrat polimerleri" olarak tanımlanmaktadır [56]. Yetişkinlerde normal laksasyon için günde 25 g'dan fazla diyet lifi alınmalıdır [57]. Literatürde diyet lif; Awolu ve ark. [58] muz, ananas ve kavun karışımından oluşan fonksiyonel reçel ile yaptığı çalışmada 1.41 , Gupta ve ark. [59] papaya-bektaşi üzümü ile yaptıkları çalışmada 1.32 , Belovic ve ark. [3] kayısı reçeli ile yaptığı çalışmada 0.3 olarak bulunmuştur. Anjelika reçeli tüketiminin, günlük diyet lif alımına sınırlı miktarlarda katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Protein Miktarı

Yapılan analiz sonucunda protein miktarı Anjelika hammaddesinde 1.0 ± 0.11 , Anjelika reçelinde metot tespit sınırının altında kalmıştır (< 0.05 N). Bu durum reçele işleme sırasında uygulanan ısı işlem nedeniyle proteinlerin denatüre olması ile açıklanabilir. Literatürde yapılan çalışmalarda papaya-bektaşi üzümü reçelinde 0.5 [59], havuç kabuğu, elma püresi, ve muz kabuğu reçelinde 0.31 - 0.42 arasında, mandalina kabuğu reçelinde 1.35 [38], kayısı reçelinde 0.70 [3] olarak bulunduğu görülmüştür. Reçeller protein kaynaklı hammaddeler içermemeleri sebebiyle protein içeriğinin düşük olması beklenen bir durumdur.

Toplam Yağ Miktarı

Yapılan bu çalışma sonucu *Anjelica* gövdesinde yağ saptanmazken, Anjelika reçelinde toplam yağ miktarı 0.1 ± 0.002 olarak tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında hammaddelerinin yüksek oranda yağ ihtiva etmemesinden kaynaklı olarak reçelerde yağ analizleri oldukça azdır. Havuç kabuğu reçelinde 0.21 , muz kabuğu reçelinde 0.3 , mandalina kabuğu reçelinde 1.05 [38], papaya-bektaşi üzümü reçelinde 0.19 [59] olarak raporlanmıştır. Anjelika reçelindeki toplam yağ miktarı literatürdeki gibi düşük olduğu gözlenmiştir.

Kül Miktarı

Kül miktarı meyve ve sebzelerde bulunan mineral maddelerle ilgilidir [40]. Yapılan kül tayinine göre Anjelika reçeli 0.04 ± 0.002 , hammaddesi 0.3 ± 0.001 kül içermektedir. Yapılan çalışmalarda çilek, gül, vişne reçelinde kül içeriği 0.18 - 0.33 arasında [42], kamkat reçelinde 0.20 [40], havuç kabuğu reçelinde 0.94 , elma püresi reçelinde 0.33 , muz kabuğu reçelinde 1.07 , mandalina kabuğu reçelinde 0.37 [38] olarak bulunmuştur. Literatüre bakıldığında Anjelika reçelinin kül içeriğinin diğer meyve reçellerine göre daha az olduğu gözlenmiştir.

Mineral Madde Tayini

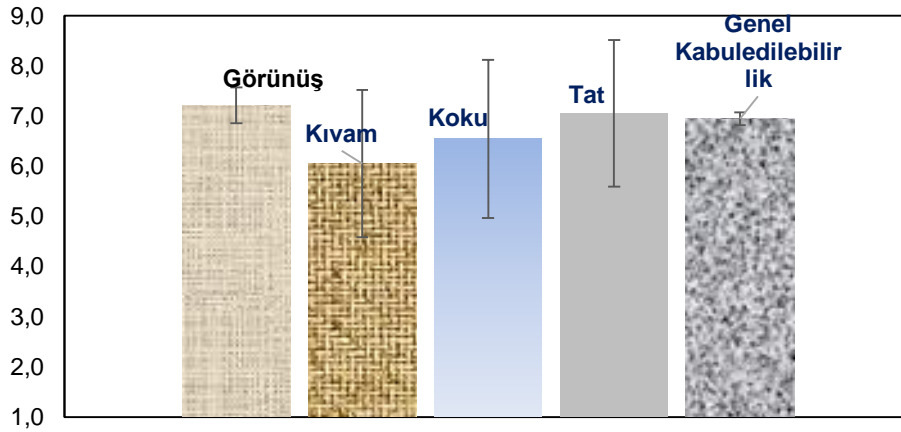
Anjelika reçelinde yapılan mineral analizi sonuçları Tablo 2'de verilmiş olup, bu sonuçlara bakıldığında özellikle Ca, K, Na, ve Mg başta olmak üzere mineral içeriği yönünden zengin olduğu görülmektedir. Zn, Mn, Cu, Cr, Br, B, Li ise tespit edilemeyen mineraller arasında yer almıştır. Protein sentezinde etkili olan P, enzimlerin aktif çalışması ve vücuttaki su dengesinin sağlanması açısından oldukça önemli olmakla beraber ve sindirim salgılarının üretiminde de görev alır [60]. İskelet sisteminin temel taşı olan Ca kemik ve dişlerin yapısında bulunur, hücre duvarlarının oluşması, stabilitesi ve geçirgenliğinin sağlanmasında rol alır. Mg enzimlerin aktivasyonu için gereklidir. Elektron taşınımına yardımcı olan Fe enzimlerin aktivasyonu ve klorofil sentezinde görevlidir [58]. Bu sonuçlar literatürdeki diğer reçel sonuçlarıyla kıyaslandığında oldukça yüksek bulunmaktadır [38, 40, 58, 59]. Reçeller yapıldığı hammaddeye bağlı olarak demir, fosfor, kalsiyum, potasyum başta olmak üzere birçok mineral madde, organik asitler, C ve B vitaminleri, aroma maddeleri içermektedir [4]. Kullanıldıkları hammaddenin özelliklerine göre reçellerin mineral madde içerikleri de farklılık gösterir. Örneğin muz kabuğu potasyum bakımından zengin olduğundan dolayı reçelinde de yüksek çıkmıştır [38]. Dolayısıyla çalışmamızdaki reçelin hammaddesinin (melekotu) mineralleri yüksek oranda ihtiva ettiği düşünülmektedir.

Duyusal Analiz Sonuçları

TSE standartlarına göre [22] reçellerin kendine has bir kokusu ve aroması olması, yabancı tat ve koku bulundurmaması gerekir. Reçellerin görünümüne ise parlak, homojen ve uygun kıvamda olmalıdır. Yabancı madde bulundurmamalıdır.

Anjelika reçelinin duyu özelliklerinin ortaya konulması için geniş katılımlı bir tüketici testi yapılmış ve görünüm, kıvam, koku, tat değerleri 9 puan üstünden ortalama olarak sırasıyla 7.2 ± 0.35 , 6.1 ± 1.47 , 6.5 ± 1.58 ve 7.1 ± 1.46 olarak elde edilmiştir (Şekil 4). Ayrıca ürünün genel kabul edilebilirliği ise 6.9 ± 1.82 ortalama puan ile değerlendirilmiştir. Reçeli 5 puanın altında değerlendiren tüketicilerin yüzdesi ise görünüm, kıvam, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik için sırasıyla %4, %17, %13, %7, ve %1 olarak elde edilmiştir. Ancak tüm değerlerin ortalaması 5'ten yüksek olduğu için ve 5 altında değerlendiren tüketici yüzdesi az olduğu için Anjelika reçeli genel itibarıyla kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir. Tüketici testinde elde edilen puanlar ve yapılan ek yorumlara dikkate alındığında reçelin kıvamı olması gerekenden daha akışkan bulunmuştur. Bu da yeterli asitlik sağlanamadığından jel oluşumunun iyi olmadığına göstergesi olarak ortaya çıkmıştır. pH değeri de olması gerekende biraz yüksek çıkması bu sonucu doğrulamaktadır. Ayrıca reçel vb. ürünlerde

istenilen kıvamın ve jelleşmenin sağlanması pektin ilavesiyle mümkün olmaktadır. Kimyasal yapısı nedeniyle bir polisakarit olan pektin, bitki ve meyvelerde bağlama ve yapıştırma görevi görür ve gıda sanayinde stabilizör olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Kristalizasyonun önlenmesine de katkıda bulunan pektin aynı zamanda jel oluşumu sırasında ortamdaki serbest suyu bağlayarak ürünü mikrobiyal açıdan korumaktadır. Orijinal reçetesinde pektin kullanılmamıştır. Literatüre bakıldığında hammadde ile aynı familyadan olan maydanozun pektin miktarının $0.705 \text{ g}/100 \text{ g}$ olduğu görülmüş [61] ve bu durum Anjelika hammaddesinde de pektin bulunabileceğini ortaya koymakla birlikte hammadde ve reçelde pektin analizlerinin sonraki çalışmalarda ele alınması gerektiğini göstermiştir. Bu doğrultuda Anjelika reçelinde istenilen kıvamın elde edilebilmesi için reçeteye pektin tipine bağlı olarak %1 oranında pektin katılması tavsiye edilmektedir [62]. Tüketiciler üründe kendi özgü spesifik herhangi bir koku tespit edemediklerini ve bazı tüketiciler tarafından fazla şekerli bulunduğu belirtilmiştir. Tüketicilerin %21'i bu reçel hakkında fikrinin olmadığını belirtmiş, Anjelika reçelini tüketicilerin %21'i ayvaya, %9'u ayvaya ve incire, %6'sı karpuz, kayısı ve kestane şekerine benzetmişlerdir. Ayrıca ananas, kabak, ceviz, kozalak, şeftali gibi reçellere benzeten tüketiciler de olmuştur. Panelistlerin %71'i "Bu ürünü market raflarında görmeniz satın alırsınız" sorusuna "evet" cevabını vermiştir.



Şekil 4. Tüketici testi sonuçları

SONUÇ

Bu çalışmada Bursa'ya ait geleneksel bir reçel olan Anjelika reçelinin tanımlayıcı fizikokimyasal özellikleri ve geniş tüketici katılımına dayanan duyu özellikleri ortaya konmuştur. Bu amaçla örnekler toplam KM, SÇKM, pH, toplam asitlik, toplam şeker, invert şeker, protein, yağ, kül, diyet lif, renk özellikleri ve mineral maddeler açısından incelenmiş olup reçel işleme yöntemine ve reçetesine bağlı olarak hammaddeye göre farklılıklar tespit edilmiştir. Unutulmaya yüz tutmuş geleneksel Anjelika reçelinin ticari boyutta üretiminin yönetmeliklere uygun şekilde yapılabilmesi için reçel işleme koşullarının (ısı işlem süresi ve derecesi) ve reçetesinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda pH'nın TGK'da belirlenen kabul edilebilir değerlere ulaşması için, Anjelika reçelinin üretimi sırasında pH ve

briks kontrolü ile uygun miktarda sitrik asit ilavesi yapılması önerilir. Anjelika reçelinin beklenen invert şeker ve HMF değerlerine ulaşması için; buharlaştırma işleminin vakum altında (düşük sıcaklık ve kısa sürede) yapılması ve asit ilavesinin 65°Briks 'e ulaştıktan sonra yapılması önerilmektedir. Orijinal reçetesinde pektin bulunmayan Anjelika reçelinde hammadde pektin analizi yapılarak, ürünün istenilen kıvamda olması, mikrobiyal açıdan daha uzun süre dayanıklı hale gelmesi, kristalize olmaması kısaca daha kaliteli bir ürün elde edilebilmesi için uygun şartlarda (pH, şeker miktarı vb.) reçeteye eklenmesi tavsiye edilmektedir. Öte yandan Anjelika reçelinde Ca, K, Na ve Mg başta olmak üzere minerallerin bulunması hammaddenin mineral analizini bir sonraki çalışmalarda irdelenmesini gerekli kılmıştır. Anjelika reçeli görünüm, kıvam, koku, tat açısından tüketici testine tabi tutulmuş olup yapılan

duyusal analiz sonuçlarına göre genel olarak kabul edilebilir bulunmuştur. Tüketiciler bu ürünü market raflarında gördüklerinde satın alabileceklerini belirtmişlerdir.

Dünyada ve ülkemizde tatlı ürünlerin önemli bir parçası olan sürülebilir formdaki reçeller, kahvaltılık sofralarının vazgeçilmezlerinden olup insanların günlük diyetinde severek tükettikleri yüksek enerjili ürünlerdendir. Esas hammadde taze meyveler/sebzeler ve çeşitli bitkiler olan reçel üretiminde, hammadde ürünün kalitesine büyük ölçüde etki eden önemli bir etmendir. Anjelika reçeli, melek otunun olası antioksidan ve mineral içeriği ile tüketicinin ilgisini çekebilecek, unutulmaya yüz tutmuş Bursa'ya ait geleneksel bir üründür. Anjelika reçelinin hammaddesi olan ve literatürde antimikrobiyal özellikleri ile öne çıkan *Angelica spp.* (melek otu)'nın Bursa'da yetişen türünün irdelenerek fizikokimyasal ve biyoaktif özelliklerinin araştırılması, bunların miktarlarının reçele işleme sırasındaki değişiminin ortaya konulması, Anjelika reçelinin geleneksel özelliklerinin korunmasının yanı sıra ticari boyutta üretilmesi için yöntemlerin araştırılması ve ürün çeşitliliğinin ve fonksiyonelliğinin artırılması bir sonraki çalışmalarda ele alınması gereken konulardır.

Günümüzde, gelecek nesilleri tehlikeye atmadan gereksinimlerini karşılayan bir toplum yaratmak açısından sürdürülebilir tarım oldukça önemli bir kavramdır. Geleneksel gıda ürünlerinin pazar payının artırılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması için geleneksel gıda ürünlerinin farklı inovasyonlar aracılığıyla güvenli, sağlıklı ya da faydalı bir hale getirilmesi ve unutulmaya yüz tutmuş geleneksel tatların tanınırlığının artırılması gerekmektedir. Bu bağlamda, Bursa'ya ait bazı geleneksel gıdalardan coğrafi işaret tescili ile koruma altına alınmıştır. Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar ve buna dayalı olarak yapılan öneriler doğrultusunda Anjelika reçelinin kontrollü koşullar altında üretilerek Bursa'ya özgü geleneksel gıda olarak koruma altına alınması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışma kapsamında hammaddeleri temin eden Ulus Pastanesi'ne (Bursa) ve kromatografik analizlerdeki teknik desteklerinden dolayı Lotus Analiz Gıda Laboratuvar Hizmetleri A.Ş.'ye içten teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- [1] Anonim, (2011). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. (2011, 29 Aralık). *Resmî Gazete* (Sayı: 28157). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-5.htm> (Erişim tarihi: Haziran 2019).
- [2] Akkor, M.Ö. (2009). Bursa Yemeği. İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul.
- [3] Belovic, M., Torbica, A.M., Ljakovic, 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.

- [4] Hepsağ, F., Hayaoğlu, İ. (2017). Akdeniz Bölgesi'nde satışı yapılan bazı reçellerin hidroksimetil furfural miktarlarının HPLC ile belirlenmesi ve değerlendirilmesi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 7(2/2), 149-160.
- [5] Kamiloglu, S., Pasli, A., Ozcelik, B., Van Camp, J., Capanoglu, 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.
- [6] Anonim. (2006). Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği. (2006, 30 Aralık). *Resmî Gazete* (Sayı: 26392). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/12/20061220038230-41.htm> (Erişim tarihi: Haziran 2019).
- [7] Şengül, M., Topdaş, E.F., Doğan, H., Serencam, H. (2018). Artvin ilinde geleneksel olarak üretilen farklı marmelat çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, antioksidan aktiviteleri ve fenolik profilleri. *Akademik Gıda*, 16(1), 51-59.
- [8] Mabberley, D.J. (2008). Mabberley's plant-book. A portable dictionary of plants, their classification and uses, (3rd edition). Cambridge University Press, Cambridge.
- [9] Stpiczynska, M., Nepi, M., Zych, M. (2015). Nectaries and male-biased nectar production in protandrous flowers of a perennial umbellifer *Angelica sylvestris* L. (Apiaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 301, 1099-1113.
- [10] Murphy, E.M., Nahar, E.M.L., Siakalima, M., Rahman, M., Byres, M., Gray, A.I., Sarker, S.D. (2004). Coumarins from the seeds of *Angelica sylvestris* and their distribution within the genus *Angelica*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 32, 203-207.
- [11] Vandellook, F., Bolle, N., Assche, J.A.V. (2017). Multiple environmental signals required for embryo growth and germination of seeds of *Selinum carvifolia* (L.) L. and *Angelica sylvestris* L. (Apiaceae). *Seed Science Research*, 17, 283-291.
- [12] Daşkın, R., Kaynak, G. (2012). *Angelica archangelica* (Apiaceae), a new species to Turkey: a contribution to its taxonomy and distribution. *Phytologia Balcanica*, 18(1), 5-9.
- [13] Stankovic, N., Krstev, T.M., Zlatkovic, B., Jovanovic, V.S., Mitic, V., Jovic, J., Comic, L., Kocic, B., Bernstein, N. (2016). Antibacterial and antioxidant activity of traditional medicinal plants from the Balkan Peninsula. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 78, 21-28.
- [14] Sarker, S.D., Eynon, E., Fok, K., Kumarasamy, Y., Murphy, E.M., Nahar, L., Shaeen, M.E., Shaw, M.E., Siakalima, M. (2004). Screening the extracts of the seeds of *Achillea mille folium*, *Angelica Sylvestris* and *Phleumpratense* for antibacterial, antioxidant activities and general toxicity. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*, 3(3), 157-162.
- [15] Aćimović, M., Cvetković, M., Stanković, J., Filipović, V., Nikolić, L.J., Dojčinović, N. (2016).

- Analysis of volatile compounds from *Angelica* seeds obtained by head space method. *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 3, 10-17.
- [16] Şencan, A., Bulam, M.H., Aral, A.M., Özmen, S. (2011). Bitkisel ilaç kullanımının cerrahi açıdan önemi. *Türk Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Dergisi*, 19, 18-22.
- [17] Wei, W.L., Zeng, R., Gu, C.M., Qu, Y., Huang, L.F. (2016). *Angelica sinensis* in China-A review of botanical profile, ethnopharmacology, phytochemistry and chemical analysis. *Journal of Ethnopharmacology*, 190, 116-141.
- [18] Velioglu, Y.S., Mazza, G., Gao, L., Oomah, B.D. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 4113-4117.
- [19] Meral, R., Doğan, İ.S., Kanberoğlu, G.S. (2012). Fonksiyonel gıda bileşeni olarak antioksidanlar. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 45-50.
- [20] Ozek, T., Ozek, G., Başer, K.H.C., Duran, A., Sagioglu, M. (2008). Composition of the essential oils of *Angelica sylvestris* L. var. *Sylvestris* isolated from the fruits by different isolation techniques. *Journal of Essential Oil Research*, 20, 408-411.
- [21] Canli, K., Yetgin, A., Akata, I., Altuner, E.M. (2016). In vitro antimicrobial activity of *Angelica sylvestris* roots. *International Journal of Biological Sciences*, 1, 1-7.
- [22] TS 3958 (1987). Vişne Reçeli Standardı. Türk Standartlar Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- [23] TS 1201 EN ISO 1741 (1996). Dekstroz-Kurutmada kütle kaybının tayini-Vakumlu etüv metodu. Türk Standartlar Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- [24] TS 4890 (1986). Meyve ve sebze mamulleri-Çözünür katı madde miktarı tayini-Refraktometrik metod. Türk Standartlar Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- [25] TS 1728 ISO 1842 (2001). Meyve ve sebze ürünleri-pH tayini. Türk Standartlar Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- [26] TS 1125 ISO 750 (2002). Meyve ve sebze ürünleri-Titrasyon asitliği tayini. Türk Standartlar Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- [27] TS 1466 (2008). Domates salçası ve püresi. Türk Standartlar Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- [28] Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2016). AOAC 991.43-Total, Soluble and Insoluble Dietary Fibre in Foods. Association of Official Analytical Chemists Official Method of Analysis (20th edition). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- [29] Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2016). AOAC 992.15, Crude Protein in Meat and Meat Products Including Pet Foods. Association of Official Analytical Chemists Official Method of Analysis (20th edition). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- [30] Nordic Committe on Food Analysis (NMKL). (1998). NMKL No:160 Fat determination in foods. NMKL Publications. Oslo: Nordic Committe on Food Analysis.
- [31] Nordic Committe on Food Analysis (NMKL). (2005). NMKL No:173 Ash, gravimetric determination in foods. NMKL Publications. Oslo: Nordic Committe on Food Analysis.
- [32] IHC (International Honey Commission) (2009). Harmonised Methods of the International Honey Commission, Determination of Sugars by HPLC, 1-63.
- [33] Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2016). AOAC 980.13 Fructose, Glucose, Lactose, Maltose and Sucrose in Milk Chocolate, Association of Official Analytical Chemists Official Method of Analysis (20th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- [34] IHC (International Honey Commission) (2009). Harmonised Methods of the International Honey Commission, Determination of Hydroxymethyl furfural by HPLC. 1-63.
- [35] Nordic Committe 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 Committe on Food Analysis.
- [36] International Standardization Organization (ISO). (2014). ISO 1136: 2014, Sensory analysis-Methodology-General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area.
- [37] Tamer, C. (2011). A Research on raspberry and blackberry marmalades produced from different cultivars. *Journal of Food Processing*, 36(1), 74-80.
- [38] Hussein, A.M.S., Kamil, M.M., Hegazy, N.A., Mahmoud, K.F., İbrahim, M.A. (2015). Utilization of somef and vegetables by-products to produce high dietary fiber jam. *Food Science and Quality Management*, 37, 39-45.
- [39] Jaiswal, S. G., Patel, M., Naik, S.N. (2015). Physico-chemical properties of *Syzygiumcumini* (L.) skeels jam and comparative antioxidant study with other jams. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. 6(1), 9-15.
- [40] Yıldız, T.D., Gölükcü, M., Tokgöz, H. (2015). Kamkat (*Fortunella margarita* Swing.) meyvesi ve reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Derim*, 32(1), 71-80.
- [41] Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan, M. (2003). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği.
- [42] Kamiloğlu, S., Seralı, O., Ünal, N., Çapanoğlu, E. (2013). Antioxidant activity and polyphenol composition of black mulberry (*Morusnigra* L.) products. *Journal of Berry Research*, 3(1), 41-51.
- [43] Kaplan, B. (2006). Çukurova Bölgesinde Satışa Sunulan Bazı Reçellerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Türk Gıda Kodeksine Uygunluğu Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 72 s.
- [44] Touati, N., Tarazona-Diaz, M.P., Aguayo, E., Louailache, H. (2014). Effect of storage time and temperature on the physico chemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. *Food Chemistry*, 145, 23-27.

- [45] Tomas, M., Toydemir, G., Boyacioglu, D., Hall, R.D., Beekwilder, J., Çapanoğlu, E. (2017). Processing black mulberry into jam: effects on antioxidant potential and in vitro bioaccessibility. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(10), 3106-3113.
- [46] Tomruk, D., Devseren, E., Koç, M., Ocak, Ö.Ö., Karataş, H., Kaymak-Ertekin, F. (2016). Developing a house hold vacuum cooking equipment, testing its performance on strawberry jam production and its comparison with atmospheric cooking. *Agronomy Research*, 14(2), 1475-1487.
- [47] Patel, N.V., Naik, A.G., Senapati, A.K. (2015). Quality evaluation and storage study of banana – pineapple blended jam. *International Journal of Food Quality and Safety*, 1, 45-51.
- [48] Üstün, N.Ş., Tosun, İ. (1998). Çeşitli reçellerin bileşimi üzerine bir araştırma. *Gıda*, 23(2), 125-131.
- [49] Kaya, C., Kıvrak, A., Yasemin, E. (2012). Ticari çilek, kayısı ve vişne reçellerinin özellikleri. *Akademik Gıda*, 10(4), 31-36.
- [50] Tomruk, D., Devseren, E., Koç, M., Ocak, Ö.Ö., Karataş, H., Kaymak-Ertekin, F. (2016). Developing a house hold vacuum cooking equipment, testing its performance on strawberry jam production and its comparison on with atmospheric cooking. *Agronomy Research*, 14(2), 1475-1487.
- [51] Touati, N., Tarazona-Diaz, M.P., Aguayo, E., Louailache, H. (2014). Effect of storage time and temperature on the physico chemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. *Food Chemistry*, 145, 23-27.
- [52] Aslanova, D., Bakkalbasi, E., Artık, N. (2010). Effect of storage on 5-Hydroxymethyl furfural (HMF) formation and color change in jams. *International Journal of Food Properties*, 13(4), 904-912.
- [53] Shaplave, M.U., Solayman, M.D., Alam, N., Khalil, M.I., Gan, S.H. (2018). 5-Hydroxymethyl furfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chemistry Central Journal*, 12(35), 1-18.
- [54] Anonim, (1981). Codex Standard for Honey (12-19811), Codex Alimentarius Commission, FAO, WHO, Rome.
- [55] European Union (EU), (2001). Council Directive 2001/110/EC of the European parliament and of the Council on the provision of food information to consumers. *Official Journal of the European Union*, L 10/52.
- [56] 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.
- [57] 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.
- [58] 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.
- [59] Gupta, E., Purwar, S., Jaiswal, P., Chaturvedi, R., Rai, G.K. (2016). Sensory evaluation and nutritional composition of developed papaya-gooseberry jam. *Food and Nutrition Sciences*, 7, 600-608.
- [60] İncedayı, B., Tamer, C.E., Sınır, G.Ö., Suna, S., Çopur, Ö.U. (2016). Impact of different drying parameters on color, β -carotene, antioxidant activity and minerals of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Food Science and Technology*, 36(1), 171-178.
- [61] Müller-Maatsch, L., 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.
- [62] Çopur, Ö.U. (1988). Bir jelleşme maddesi olarak pektin. *Gıda*, 13(4), 253-257.

Tüketicilerin Fonksiyonel Gıda Tüketimini Etkileyen Faktörler

Suna Öncebe , Vecdi Demircan  

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 31.07.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 30.11.2019

✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): vecdidemircan@isparta.edu.tr (V. Demircan)*

☎ 0246 211 86 01 📠 0246 211 86 96

ÖZ

Bu çalışmada fonksiyonel gıdalara yönelik tüketici davranışları ve bunları etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın ana materyalini, Isparta ili kentsel alanda yaşayan 384 tüketici ile yüz yüze görüşülerek anket yöntemi ile elde edilen veriler oluşturmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, görüşme yapılan kişilerin %89.58'i fonksiyonel gıda tüketicisi olduğu belirlenmiştir. Araştırmada tüketicilerin tüketmiş oldukları gıda ürününe karar verirken ilk dikkat ettikleri etmenin sağlığa yararlı olması görülmüştür. Tüketicilerin en fazla tüketmiş olduğu ürünler sırası ile maden suyu, karışık meyve suyu ve yeşil çay olarak belirlenmiştir. Tüketicilerin fonksiyonel gıdalardan en fazla internet aracılığı ile haberdar oldukları ve bu gıdalardan en fazla gördükleri faydaların; kendilerini daha sağlıklı hissetmeleri, şişkinlik, gaz gibi sorunlarının giderilmesi ve bağırsak fonksiyonlarını düzenlemesi şeklinde olmuştur. Tüketicilerin haftada en az 2 veya 3 kez fonksiyonel gıda tükettikleri belirlenmiştir. Tüketicilerin fonksiyonel gıdaları satın alırken dikkat ettikleri özelliklerden olan sağlık faydası, fonksiyonel gıdalarla ilgili uzman kişilerin verdiği bilgiler ve bu ürünlerin markaları önem arz etmektedir. Fonksiyonel gıdaların tüketilmesinin ana nedenleri fonksiyonel gıdaların sağlıklarına fayda sağlamaları ve tatlarını sevmeleri, bu gıdaların kendilerini formda hissettirmeleri ayrıca hastalıkların önlenmesine yardımcı olmasıdır. Fonksiyonel gıda tüketimi ile cinsiyet, yaş, medeni durum, hanehalkı genişliği ve ortalama aylık gelirleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ve tüketicilerin öğrenim durumları ile fonksiyonel gıda tüketimleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel gıda, Tüketici, Tercihler, Harcama

Factors Influencing Consumers' Consumption for Functional Foods

ABSTRACT

In this study, the aim is to determine consumer behaviors towards functional foods and the factors affecting these behaviors. The main material of the study was the face-to-face interviews with 384 consumers living in urban areas of Isparta province and the data obtained by the survey method. According to the results of the study, 89.58% of the interviewees were the consumers of functional food. It was seen that being beneficial to health was the first factor that the consumers pay attention to, when they decide on the food product they consume. The most consumed products of consumers were mineral water, mixed fruit juice and green tea respectively. Consumers were aware of the functional foods mostly via the internet and the first three benefits were that these foods are perceived as healthier, may help to eliminate swelling problems like gas and to regulate bowel functions. Consumers of this study consumed functional foods at least 2 or 3 times a week. The health benefits, the information provided by the experts about the functional foods and the brands of these products were one of the important features that consumers pay attention to during the purchase of functional foods. The main reasons for the consumption were that they benefited from the health effects of functional foods and liking their tastes, making the consumers feel fit in shape and also helping to prevent disorders or diseases. It was found that the relationship between functional food consumption and gender, age, marital status, household width and average monthly income was statistically insignificant ($p>0.05$) while the

relationship between the educational status of consumers and functional food consumption was statistically significant ($p < 0.05$).

Keywords: Functional food, Consumer, Preferences, Spending

GİRİŞ

Yeniliklerin artması, teknolojinin ve sanayinin gelişmesi ile birlikte birçok ülkede yaşam standartlarının ve eğitim seviyelerinin yükselmesi, insanları aldıkları gıdaların nitelikleri ve sağlıklı olup olmadıkları bakımından daha bilinçli ve kontrollü bir şekilde ürün almalarına ve bu ürünleri tüketme eğilimine itmiştir. Tüketicilerin daha bilinçli bir şekilde ürün almaları ve firmaların sürekli olarak alternatif ürün üretme çabasında olmaları, fonksiyonel gıdaların ortaya çıkmasına neden olmuştur [1].

İnsanların daha kaliteli yaşama arzusu, sağlıklı olma bilincinde olmaları, daha uzun yaşama istekleri ve hastalıklarının tedavi edilmesindeki yüksek ücretler gibi nedenler tüketicileri daha sağlıklı beslenmeye teşvik etmektedir. Bu durumda "fonksiyonel gıdalar" diye tanımlanan, beslenme bakımından yeterli olmalarının yanında, vücutta bir veya birden çok işlev üzerine iyi olma haline neden olan ve/veya hastalık risklerini düşürme gibi olumlu etkilere sahip olduğu belirtilen gıdaların geliştirilmesine neden olmuştur. Fonksiyonel gıdalar; insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ek faydalar sağlayarak, daha sağlıklı bir yaşam seviyesine ulaşmada ve hastalıklardan korunmada etkinlik gösteren gıda veya gıda bileşenleri olarak görülmektedir [2].

Heasman ve Mellentin [3], fonksiyonel gıdaları, geleneksel gıdalara takviye edilen fonksiyonel bir bileşen, süreç değişikliği veya biyoteknoloji yoluyla bir hastalık durumunun önlenmesine veya hastalıkların tedavi edilmesine yardımcı olan veya fiziksel ve/veya zihinsel performansı artırarak fizyolojik bir fayda sağlayan gıdalar olarak açıklamıştır.

Avrupa Birliği (AB) Fonksiyonel Gıdalar Komisyonuna göre bir gıdanın fonksiyonel gıda sayılabilmesi için gerekli şartlar şunlardır [4]:

- Temel beslenme özelliklerinin yanında insan sağlığını iyileştirmek ve/veya
- Hastalıkların oluşumunu önlemek için etkisinin olması gerekir.

Günümüzde fonksiyonel gıdaların yaşlanmayı geciktirdiği, beslenme alışkanlıklarının ve kişiler üzerinde sağlıksız yaşam tarzlarının negatif etkilerinin azaltılabildiği gibi bir algı oluşturduğu düşünüldüğü için daha popüler hale gelip, çok sayıda kişi tarafından tüketilmektedir.

Fonksiyonel gıda tipleri [5,6]:

- **Takviye edilmiş gıdalar:** Besleyici bir vitamin, mineral gibi madde ilavesi ile üretilmiş olan gıdalardır. (örnek; C vitamini ilaveli meyve suyu).

- **Zenginleştirilmiş gıdalar:** Gıdaların içinde özel olarak bulunmayan, yeni bir besin maddesi eklenerek üretilen gıdalardır (örnek; probiyotik yoğurt).
- **Değiştirilmiş gıdalar:** Gıdanın içinde istenmeyen bir besin maddesinin uzaklaştırılıp, yeni bir maddenin ilave edilerek üretilen gıdalardır (örnek; yağsız süt).
- **Geliştirilmiş gıdalar:** Özel koşullarda geliştirilerek, yetiştirilerek üretilen gıdalardır (örnek; Omega-3 katkılı yumurta).

Çalışmada, fonksiyonel gıdalara yönelik tüketici davranışları ve bunları etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri, fonksiyonel gıdalar hakkındaki bilgi düzeyleri, hangi fonksiyonel gıdaları tükettikleri, tüketim nedenleri, tüketim sıklıkları ve tüketim harcamaları gibi ögeler belirlenmiştir. Ayrıca fonksiyonel gıda tüketimini etkileyen faktörler tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçların bu konuda çalışacak araştırmacılara, fonksiyonel gıda üreten firmalara ve tüketicilere yararlı bilgiler sunacağı umulmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini, Mart ayı, 2019 yılı Isparta ili kentsel alanda ikamet eden hanehalklarından anket yöntemi ile elde edilen veriler oluşturmaktadır. Ayrıca fonksiyonel gıdalar ve tüketici davranışları üzerine gerçekleştirilmiş olan çeşitli Türkçe ve yabancı dildeki araştırma, derleme, inceleme, tez vb. gibi materyaller ile çeşitli ulusal ve uluslararası araştırma kuruluşlarında elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Çalışmada bireylere sorulan sorular ağırlıklı olarak Sevilmiş [7] 'in çalışmasından yararlanılarak oluşturulmuştur.

Anket uygulanacak örnek sayısının belirlenmesinde literatürdeki benzer çalışmalarda incelenerek eşitlik 1'de gösterilen "ana kitle oranlarına dayalı kümelenendirilmemiş tek aşamalı basit tesadüfi olasılık örnekleme" yöntemi kullanılmıştır [8].

$$N = t^2(p \cdot q) / e^2 \quad (1)$$

Formülde;

t: %95 önem düzeyine karşılık gelen t-tablo değeri (1.96),

p: söz konusu olayın olma olasılığı (0.50) (bu çalışmada fonksiyonel gıda tüketenlerin oranı bilinmediği için en yüksek örnek hacmine ulaşmak için 0.50 olarak alınmıştır),

q: söz konusu olayın olmama olasılığı (0.50),

e: örneklemede kabul edilen hata payını vermektedir.

Örneklemede kabul edilen hata payı (%5) olarak kabul edilmiştir. Çalışmada yapılan hesaplamalar sonucunda örnek sayısı 384 olarak hesaplanmıştır. Isparta kent merkezinde bulunan toplam mahalleler sosyo-ekonomik özelliklerine göre düşük, orta ve yüksek gelirli olmak üzere üç gruba ayrılmış ve araştırma alanını temsil edebilecek 15 mahallede anket çalışması yapılmıştır. Her mahalleden yapılan anket sayısı ise mahallelerin nüfusuna orantılı olarak dağıtılmış ve aileler tesadüfi seçilmiştir. Tüketicilerden elde edilen veriler MS Excel ve SPSS programlarında analiz edilerek tablolar oluşturulmuş ve yorumlanmıştır.

Metot

Ki kare analiziyle, sayısal olmayan değişkenler arasındaki ilişkinin varlığı ve bu ilişkinin derecesi tespit edilmektedir [9]. Fonksiyonel gıda tüketme durumuna göre bazı parametrelerdeki farklılıklar Ki-kare (χ^2) testi ile araştırılmıştır. Ki-kare (χ^2) testi parametrik olmayan bir istatistiksel yöntemdir. Ki-kare (χ^2) analizi Ki-kare testi parametrik olmayan testler içinde en yaygın kullanımı olan testlerdendir. Ki-kare (χ^2) bağımsızlık testi; a x b tipindeki çapraz çizelgelerde gözlenen frekansların (G_{ij}), marjinal olasılıklar yaklaşımına göre hesaplanan teorik frekanslara (T_{ij}) benzerliğini test etmeyi amaçlar [10]. Ki-kare (χ^2) test istatistiği aşağıda ifade edilen notasyon yardımıyla çözülmüştür [11];

$$\chi^2_{\text{hesap}} = \sum (G_{ij} - T_{ij})^2 / T_{ij} \quad (2)$$

BULGULAR VE TARTIŞMA

Hanehalklarının Sosyo-Demografik Özellikleri

Tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri fonksiyonel gıda tüketim tercihlerinin belirlenmesi açısından önem arz etmektedir. Birçok ürünün, bu ürünlerin marka ve özellikleri kadın ve erkek tüketicilerin satın alımları üzerine farklılık gösterebilmektedir. Bununla beraber kişilerin yaş, öğrenim durumları, medeni durumları, meslekleri, ailede yaşayan birey sayıları ve aylık ortalama gelirleri fonksiyonel gıda tüketimlerinde belirleyici rol oynamıştır [7]. Çalışmada görüşme yapılan tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Tüketicilerin %49.74'ünün kadın, %50.26'sinin ise erkek olduğu saptanmıştır. Tüketicilerin %36.46'sinin 18-27, %19.27'sinin 28-37, %25.78'inin 38-47, %14.58'inin 48-57 ve %3.91'inin 58 yaş ve üstü yaş aralığında olduğu saptanmıştır.

Çalışmada tüketicilerin %53.91'inin evli, %46.09'unun ise bekâr olduğu tespit edilmiştir. Bireylerin öğrenim düzeyleri incelendiğinde ise %8.07'sinin ilkökul, %3.13'ünün ortaokul, %28.39'unun lise, %47.66'sinin lisans, %12.76'sinin ise lisansüstü düzeyinde öğrenime sahip oldukları saptanmıştır. Eşlerin öğrenim düzeylerine bakıldığında ise %15.46'sı ilkökul, %7.73'ü ortaokul, %24.64'ü lise, %44.44'ünün lisans ve %7.73'ünün ise lisansüstü öğrenime sahip oldukları belirlenmiştir (Tablo 1).

Ankete katılanların meslek dağılımları incelendiğinde %14.32'sinin serbest meslek, %35.68'inin memur,

%31.77'sinin işçi, %2.86'sinin emekli, %3.65'inin ev hanımı ve %11.72'sinin öğrenci oldukları tespit edilmiştir. Görüşülen tüketicilerin eşlerinin meslek grupları incelendiğinde ise %12.08'inin serbest meslek, %31.88'inin memur, %15.94'ü işçi, %6.76'sı emekli ve %33.33'ünün de ev hanımı oldukları belirlenmiştir (Tablo 1).

Görüşme yapılan tüketicilerin %28.65'inin 1-2 kişi, %55.21'inin 3-4 kişi ve %16.15'inin 5 kişi ve üzeri aile nüfusuna sahip oldukları tespit edilmiştir. Çalışmada ortalama hanehalkı genişliği ise 3.30 olarak bulunmuştur (Tablo 1). Ertürk ve ark. [12] tarafından yapılan çalışmada hanehalkı genişliği 3.9 olarak tespit edilmiştir.

Tüketicilerin %10.68'inin ortalama aylık gelirlerinin 1000-2000 TL arasında, %24.74'ünün 2001-3500 TL arasında, %30.21'i 3501-5000 TL arasında ve %34.38'inin 5001 TL ve üzeri olduğu tespit edilmiştir. Tüketicilerin ortalama aylık gelirlerinin ise 4962.20 TL olarak belirlenmiştir. Aylık gıda harcamaları incelendiğinde tüketicilerin %28.39'unun 0-500 TL, %36.20'sinin 501-1000 TL ve %35.42'sinin 1001 TL ve üzeri aylık gıda harcaması yaptıkları belirlenmiştir (Tablo 1).

Ailede Gıda Alışverişini Yapan Kişi/Kişiler ve Tüketilen Gıda Ürünüde Aranılan Özellikler

Çalışma sonucunda görüşme yapılan tüketicilere sorulan "Ailenizde veya hanenizde gıda alışverişini kim veya kimler yapar?" sorusunda, bireylerin %45.05'i anne-baba birlikte yanıtını vermiştir. Gıda alışverişlerinin %24.22'si anne, %15.63'ü baba ve %15.10'u ise görüşme yapılan bekâr kişiler tarafından yapıldığı belirlenmiştir (Şekil 1).

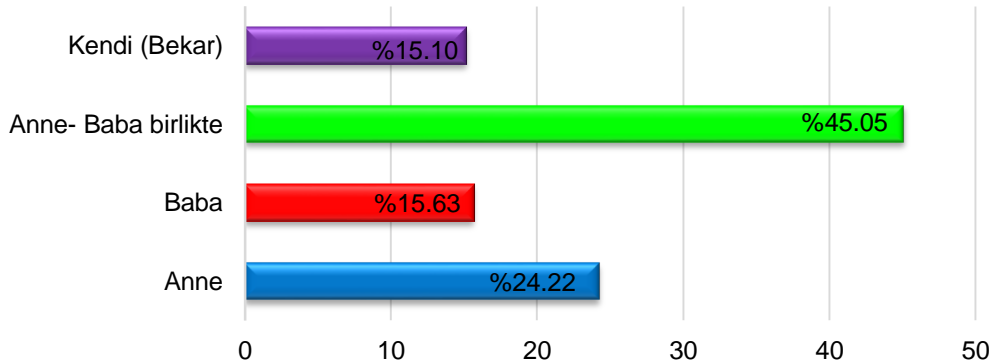
Tüketicilerin %48.18'i gıda alışverişine karar verirken ilk olarak sağlığa yararlı faktörünü göz önünde bulundurduğunu belirtmişlerdir. İkinci olarak %19.53 ile fiyatı, sonrasında %16.93 ile lezzetine dikkat ettiklerini ifade etmişlerdir (Şekil 2). Verbeke [13], yaptığı çalışmada fonksiyonel gıdaların sağlıklarına yararını en önemli ölçüt olarak tespit etmiştir. Tüketicilerin sağlıkları için fonksiyonel gıdaların tatlarına güvenmenin son derece spesifik ve riskli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Zielinska ve Zychowicz [14], çalışmasında tüketicilerin satın alma ve tüketime karar verirken ürünlerin gerekliliğini ve fiyatını önemsediklerini belirtmiştir.

Tüketicilerin Fonksiyonel Ürün Tüketme Durumu

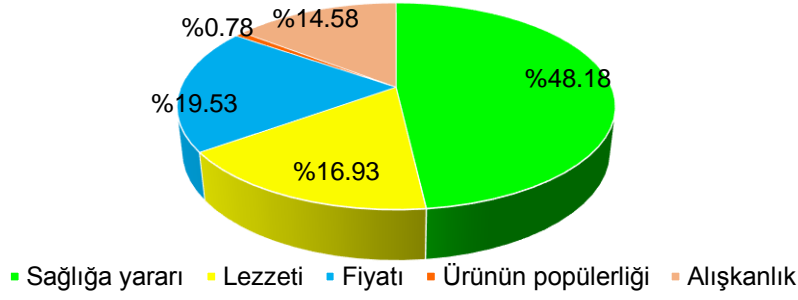
Görüşülen tüketicilerin %89.58'inin fonksiyonel gıda tükettikleri ve %10.42'sinin tüketmedikleri saptanmıştır (Şekil 3).

Tablo 1. Kişilerin sosyo-demografik özellikleri

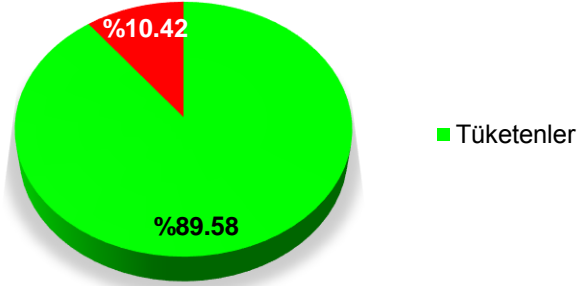
		N	%
Cinsiyet	Kadın	191	49.74
	Erkek	193	50.26
Yaş	18-27 yaş	140	36.46
	28-37 yaş	74	19.27
	38-47 yaş	99	25.78
	48-57 yaş	56	14.58
	58 yaş ve üstü	15	3.91
Medeni Durum	Evli	207	53.91
	Bekâr	177	46.09
Öğrenim Durumu	İlkokul	31	8.07
	Ortaokul	12	3.13
	Lise	109	28.39
	Lisans	183	47.66
	Lisansüstü	49	12.76
Eş Öğrenim Durumu	İlkokul	32	15.46
	Ortaokul	16	7.73
	Lise	51	24.64
	Lisans	92	44.44
	Lisansüstü	16	7.73
Meslek	Serbest meslek	55	14.32
	Memur	137	35.68
	İşçi	122	31.77
	Emekli	11	2.86
	Ev hanımı	14	3.65
	Öğrenci	45	11.72
Eş Meslek Durumu	Serbest meslek	25	12.08
	Memur	66	31.88
	İşçi	33	15.94
	Emekli	14	6.76
	Ev hanımı	69	33.33
Hanehalkı Genişliği	1-2 kişi	110	28.65
	3-4 kişi	212	55.21
	5 kişi ve üstü	62	16.15
Ortalama Hanehalkı Genişliği		3.30	
Toplam Aylık Gelir	1000-2000 TL	41	10.68
	2001-3500 TL	95	24.74
	3501-5000 TL	116	30.21
	5001 TL ve üstü	132	34.38
Aylık Ortalama Gıda Harcaması	0-500 TL	109	28.39
	501-1000 TL	139	36.20
	1001 TL ve üstü	136	35.42



Şekil 1. Gıda alışverişinin yapılması



Şekil 2. Gıda alışverişine karar verilirken ilk olarak göz önünde bulundurulanan faktörler



Şekil 3. Fonksiyonel gıda tüketen ve tüketmeyenlerin oranları

Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdalardan Haberdar Olma ve Kullanma Düzeyleri

Tablo 2'de ankete tüketicilerin fonksiyonel gıdalardan haberdar olması ve bu fonksiyonel gıdaları kullanma düzeyleri 9 kategoride belirtilmiş ve yanıt vermeleri istenmiştir. Tüketicilerin en fazla haberdar olup tükettikleri ilk üç ürün grubunun karışık meyve suları, yeşil çay ve bağırsak sistemini rahatlatıcı süt ve süt ürünleri olduğu tespit edilmiştir. Sevilmiş [7], tarafından

İzmir ilinde yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş ve en çok tüketilen ilk üç fonksiyonel gıdanın karışık meyve suları, fonksiyonel çaylar ve bağırsak sistemini rahatlatıcı süt ve süt ürünleri olduğu tespit edilmiştir. Zielinska ve Zychowicz [14], yaptıkları çalışmada zenginleştirilmiş yiyecek ve içeceklerin kadınlar ve gençler tarafından daha fazla tercih edildiği, kolesterolü düşürücü margarin, yiyecek ve içeceklerin ise 50 yaş üzerinde tüketicilerin 30 yaş altında olan tüketicilere göre daha çok tercih ettikleri tespit edilmiştir.

Tablo 2. Tüketicilerin fonksiyonel gıdalardan haberdar olması ve fonksiyonel gıdaları kullanma düzeyleri

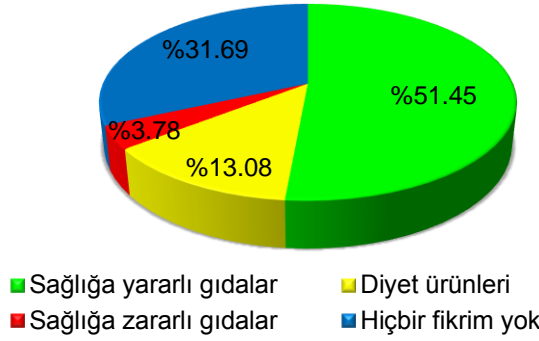
		1*	2	3	4	5	Toplam	Ort.	Ss.
Bağırsak Sistemini Rahatlatıcı Süt ve Süt Ürünleri	n	72	76	72	93	71	384	3.04	1.39
	%	18.75	19.79	18.75	24.22	18.49	100.00		
Omega 3'lü Süt	n	131	142	62	32	17	384	2.12	1.11
	%	34.11	36.98	16.15	8.33	4.43	100.00		
Kolesterol Düşürücü Margarinler	n	177	125	51	24	7	384	1.85	0.99
	%	46.09	32.55	13.28	6.25	1.82	100.00		
Kalsiyum Katkılı Meyve Suları	n	123	119	66	61	15	384	2.29	1.18
	%	32.03	30.99	17.19	15.89	3.91	100.00		
Enerji İçecekleri	n	35	117	133	74	25	384	2.84	1.05
	%	9.11	30.47	34.64	19.27	6.51	100.00		
Karışık Meyve Suları	n	13	37	112	163	59	384	3.57	0.98
	%	3.39	9.64	29.17	42.45	15.36	100.00		
Yeşil Çay	n	13	60	105	141	65	384	3.48	1.05
	%	3.39	15.63	27.34	36.72	16.93	100.00		
Müsli (Kahvaltılık gevrek)	n	58	93	109	108	16	384	2.82	1.12
	%	15.10	24.22	28.39	28.13	4.17	100.00		
Vitamine Zenginleştirilmiş Alkolsüz İçecekler	n	74	90	76	112	32	384	2.84	1.27
	%	19.27	23.44	19.79	29.17	8.33	100.00		

*1: Bu ürünü daha önce hiç duymadım, 2: Bu ürünü daha önce duydum ama hiç tatmadım, 3: Bu ürünü tattım ancak kullanmıyorum, 4: Bu ürünü ara sıra kullanıyorum, 5: Bu ürünü düzenli olarak kullanıyorum. Ort.: Ortalama, Ss.: Standart sapma

Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdaları Algılama Düzeyleri

Tüketicilerin fonksiyonel gıdaları algılama düzeyleri Şekil 4'te verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi tüketicilerin %51.45'inin fonksiyonel gıdaları sağlığa yararlı gıdalar olarak tanımladıkları, %31.69'unun bu konu hakkında hiçbir fikirlerinin olmadığını ve %13.08'inin fonksiyonel gıdaları diyet ürünleri olarak algıladıkları belirlenmiştir. Fonksiyonel gıdaların insan sağlığına zararlı olduğunu

söyleyen tüketicilerin oranı ise %3.78 olarak bulunmuştur. Çetin [15], yaptığı çalışmada fonksiyonel gıda denilince tüketicilerin %34.8'inin sağlığa yararlı gıdalar, %11.4'ünün diyet ürünleri algıladıklarını ve %11.5'inin hiçbir fikirlerinin olmadığını belirlemiştir. Karaağaç [1], yaptığı çalışmada, tüketicilerin %51'inin sağlığa yararlı gıdalar, %27.6'sının diyet ürünleri, %0.69'unun sağlığa zararlı gıdalar olarak algıladıklarını ve %15.6'sının fonksiyonel gıdalar hakkında fikirlerinin olmadığını belirtmiştir.



Şekil 4. Tüketicilerin fonksiyonel gıdaları algılama düzeyleri

Tüketicilerin En Fazla Tükettiği Fonksiyonel Gıdalar

Tüketicilerin en fazla tükettikleri fonksiyonel gıdalar Tablo 3'te verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi tüketicilerin en fazla tükettikleri fonksiyonel gıdaların; maden suyu (%90.12), karışık meyve suyu (%66.86), yeşil çay (%61.63), probiyotik yoğurt (%40.70), meyveli yoğurt (%39,24) oldukları belirlenmiştir. En az tüketilen fonksiyonel gıdaların ise omega-3'lü/selenyum yumurta (%15.12) olduğu bulunmuştur. Gezginç ve Gök [16], Adana ilinde yaptıkları çalışmada tüketicilerin en çok maden suyu (%84.5) tükettiklerini tespit etmişlerdir. Bunu sırasıyla bitki çayları (%75.7), vitamin ve mineral ilaveli süt (%62.8), kalorisi azaltılmış süt (%61.5), omega-3 ilaveli yağ (%60.1), sindirime yardımcı yoğurt (%59.5), enerji içecekleri (%52), vitamin ve mineral

ilaveli bisküvi (%49.3), selenyumlu yumurta (%39.2) ve sporcu gıdaların (%24.3) takip ettiği belirlenmiştir. Hacıoğlu ve Kurt [17], tarafından İzmir ilinde yapılan çalışmada tüketicilerin en fazla tükettiği fonksiyonel gıdaların sırasıyla maden suyu, tahıllı diyet bisküvi ve tahıl yönünden zengin kahvaltılık gevrek olduğu belirlenmiştir. Kopuz [18], tarafından yapılan çalışmada en fazla tüketilen fonksiyonel gıdaların sodyumu azaltılmış tuz ve probiyotik süt olduğunu olduğu belirlenmiştir. Dölekoğlu ve ark. [19], kadınlar ile ilgili yaptıkları çalışmada tüketicilerin fonksiyonel gıdalar içinde en fazla bitki çaylarını tükettikleri ve bunları zenginleştirilmiş meyve suları ve unlu mamullerin (kahvaltılık gevrekler, bebe bisküvileri ve tam tahıllı ekmek vb. ürünler) takip etdiklerini belirtmişlerdir.

Tablo 3. Tüketicilerin en fazla tükettiği fonksiyonel gıdalar

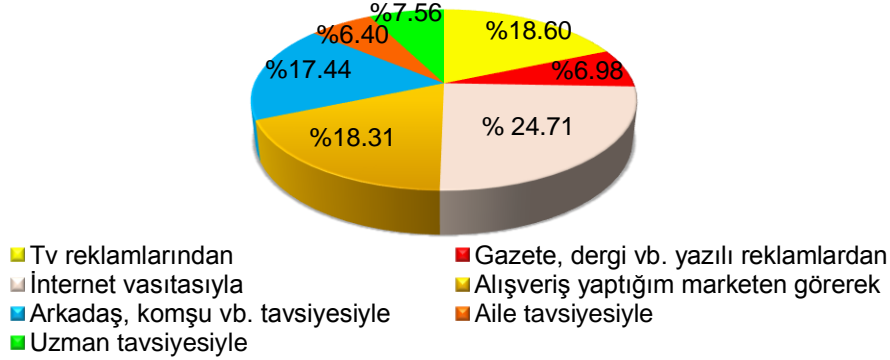
Gıda	n	%*
Maden Suyu	310	90.12
Karışık Meyve Suyu	230	66.86
Yeşil Çay	212	61.63
Probiyotik Yoğurt	140	40.70
Meyveli Yoğurt	135	39.24
Tahıl Yönünden Zengin Kahvaltılık Gevrek	105	30.52
Enerji İçeceği	102	29.65
Kefir	101	29.36
Probiyotik Süt	90	26.16
Vitamin ve Minerallerle Zenginleştirilmiş Ekmek	81	23.55
Tahıllı Diyet Bisküvi	62	18.02
Form (Diyet)	55	15.99
Sodyumu Azaltılmış Tuz	55	15.99
Diş Beyazlatıcı Sakız	53	15.41
Omega-3'lü/Selenyumlu Yumurta	52	15.12

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdalardan Haberdar Olma Araçları

Tüketicilerin fonksiyonel gıdalardan haberdar oldukları araçlar Şekil 5'te verilmiştir. Tüketicilerin %24.71'inin internet, %18.60'ının televizyon reklamları, %18.31'inin alışveriş yaptığı marketler, %17.44'ünün arkadaş veya komşular, %7.56'sının uzman tavsiyesi, %6.98'sinin gazete, dergi vb. yazılı reklamlar ve %6.40'ının aile tavsiyesiyle fonksiyonel gıdalardan haberdar oldukları saptanmıştır. Gezginç ve Gök [16], Adana ilinde

yaptıkları çalışmada tüketicilerin %46.7'sinin televizyon reklamları, %17.8'inin gazete ve dergi yayınları, %13.3'ünün internet, %11.1'inin sağlık çalışanları ve %8.9'unun yakın çevreleri aracılığı ile fonksiyonel gıdalardan haberdar olduklarını belirtmişlerdir. Sevilmiş [7], İzmir ilinde yaptığı çalışmada tüketicilerin %32'sinin televizyon reklamları, %28'inin alışveriş yaptıkları market ve %16'sının gazete, dergi vb. yazılı reklamlar vasıtasıyla fonksiyonel gıdalardan haberdar oldukları sonucuna ulaşmıştır.



Şekil 5. Tüketicilerin fonksiyonel gıdalardan haberdar olma araçları

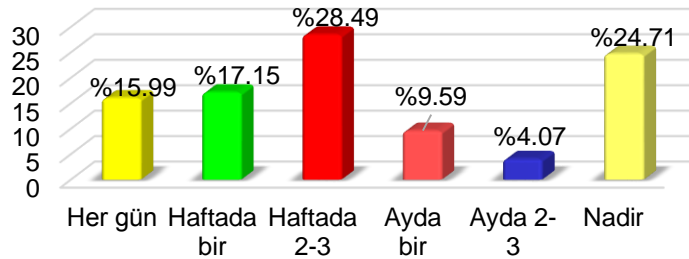
Tüketicilerin Fonksiyonel Gıda Tüketme Sıklığı

Tüketicilerin fonksiyonel gıda tüketme sıklığı Şekil 6'da verilmiştir. Tüketicilerin %28.49'unun haftada 2-3 kez, %17.15'inin haftada bir, %15.99'unun her gün, %9.59'unun ayda bir, %4.07'sinin ayda 2-3 kez ve %24.71'inin fonksiyonel gıdaları nadir tükettiklerini belirtmişlerdir. Çalışmada tüketicilerin %61.63'ünün en az haftada bir kez fonksiyonel gıda tükettikleri bulunmuştur. Sevilmiş [7], yaptığı çalışmada, tüketicilerin %14.8'inin her gün, %29.5'inin haftada iki üç kez ve %19.7'sinin haftada bir kez fonksiyonel gıdaları tükettiklerini saptamıştır. Karaağaç [1], yaptığı

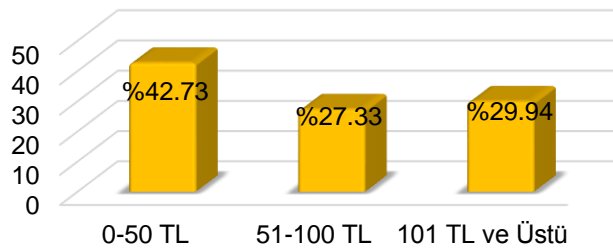
çalışmada tüketicilerin %10.4'ünün her gün, %20.8'inin haftada bir, %24.7'sinin haftada iki üç gün, %13'ünün ayda bir ve %23.1'inin çok nadir fonksiyonel gıda kullandıklarını belirtmiştir.

Tüketicilerin Fonksiyonel Gıda Harcamaları

Tüketicilerin aylık fonksiyonel gıda harcamaları Şekil 7'de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi Tüketicilerin %42.73'ünün 0-50 TL, %27.33'ünün 51-100 TL ve %29.94'ünün 101 TL ve üzeri fonksiyonel gıda harcaması yaptıkları saptanmıştır.



Şekil 6. Tüketicilerin fonksiyonel gıda tüketme sıklığı



Şekil 7. Tüketicilerin fonksiyonel gıda harcamalarına ayrılan pay

Fonksiyonel Gıda Tüketim Nedenleri

Tüketicilerin fonksiyonel gıda tüketme nedenleri Tablo 4'te verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi sağlığa yararlı olması, tatlarının hoşta gitmesi, zinde olmalarını sağlaması ve hastalıklardan korunmalarında etkili olması seçeneklerinin en önemli fonksiyonel gıda tüketim nedenleri olarak belirlenmiştir. Krystallis ve ark. [20], Yunanistan'da yaptıkları çalışmada genç ve orta yaşlı tüketicilerin, hastalık riskini engellemeleri ve sağlık durumlarını iyileştirmeleri nedeniyle fonksiyonel gıdaları tükettikleri tespit etmişlerdir. Devcich ve ark. [21], yaptıkları çalışmada hastalığa yakalanma olasılığını düşürmek, hastalıkla ilgili risk faktörünü azaltmak veya kişisel görünümünü geliştirmek nedenleri ile fonksiyonel gıda tükettikleri belirlenmiştir. İzmir ilinde yapılan bir çalışmada tüketicilerin fonksiyonel gıdaları tüketme

nedenleri içerisinde ilk sırada sağlığa yararlı olması yer alırken, ikinci sırada tatlarının hoşta gitmesi, üçüncü sırada bu ürünlerinin kaliteli olduğunun düşünülmesi yer almıştır. Merak etme seçeneği ise en son sırada yer almıştır [7].

Gezginç ve Gök [16], yaptıkları çalışmada, tüketicilerin %47.3'ünün sindirim sorunlarının düzeltilmesi, %39.2'sinin sağlıklı kemik gelişimini sağlaması ve kemik erimesini azaltması, %37.3'ünün enerji sağlaması ve %27.7'sinin zayıflamaya yardımcı olması amacıyla fonksiyonel gıda tükettiklerini belirlemişlerdir. Mersin Erdemli ilçesinde yapılan çalışmada ise öncelikle tüketiciler sağlıklı olmak, sindirim sorunlarını düzeltmek, sağlıklı kemik gelişimini sağlamak veya kemik erimesini azaltmak amacıyla fonksiyonel gıda tükettikleri saptanmıştır [15].

Tablo 4. Tüketicilerin fonksiyonel gıda tüketme neden ve/veya nedenleri

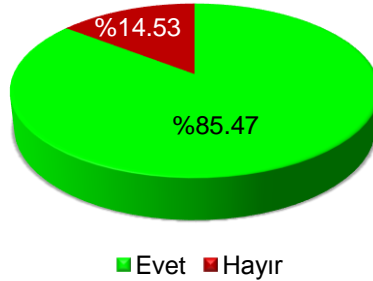
		1*	2	3	4	5	Toplam	Ort.	Ss.
Sağlığımıza yararlı	n	12	27	48	172	85	344	3.85	1.00
	%	3.49	7.85	13.95	50.00	24.71	100.00		
Tadı hoşuma gidiyor	n	15	33	35	205	56	344	3.74	0.99
	%	4.36	9.59	10.17	59.59	16.28	100.00		
Zinde hissetmemi sağlıyor	n	10	35	87	164	48	344	3.60	0.95
	%	2.91	10.17	25.29	47.67	13.95	100.00		
Merak ediyorum	n	24	73	82	126	39	344	3.24	1.12
	%	6.98	21.22	23.84	36.63	11.34	100.00		
Kaliteli olduğunu düşünüyorum	n	16	39	87	161	41	344	3.50	1.00
	%	4.65	11.34	25.29	46.80	11.92	100.00		
Hastalıklardan korunmamda etkili	n	17	34	79	161	53	344	3.58	1.02
	%	4.94	9.88	22.97	46.80	15.41	100.00		

*1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Fikrim yok, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum.
Ort.: Ortalama, Ss. Standart sapma

Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdaların Fayda Sağlaması Hakkındaki Görüşleri

Tüketicilere sorulan "Kullandığınız fonksiyonel gıdalardan fayda gördüğünüzü düşünüyor musunuz?" sorusuna, tüketicilerin %85.47'sinin fayda gördüğünü ve %14.53'ünün hiçbir fayda görmediklerini belirtmişlerdir

(Şekil 8). Karaağaç [1], Antalya ilinde yaptığı çalışmada tüketicilerin %20'sinin hiç fayda görmediğini, %17'sinin çok az fayda gördüğünü, %27'sinin az fayda gördüğünü, %25'inin fazla fayda gördüğünü ve %11'inin çok fazla fayda gördüğünü belirtmiştir. Sevilmiş [7], yaptığı çalışmada her dört tüketiciden birinin fonksiyonel gıdalardan fayda görmediği sonucuna ulaşmıştır.



Şekil 8. Tüketicilerin fonksiyonel gıdaların fayda sağlaması hakkındaki görüşleri

Tüketicilerin fonksiyonel gıdalardan en fazla görmüş oldukları yararlar Tablo 5'te verilmiştir. Kişilerin en fazla gördüğü yararların başında %64.07 oranıyla kendilerini daha sağlıklı hissetmeleri yer alırken, ikinci sırada %50.51 oranıyla şişkinlik, gaz vb. problemlerini

gidermesi yer almakta, üçüncü sırada ise %45.08 oranıyla bağırsak fonksiyonlarını düzenlemesi yer almaktadır. Tüketicilerin fonksiyonel gıdalardan görmüş oldukları en az yararı ise %4.41 oranıyla kolesterolü düşürmesi yer almaktadır.

Tablo 5. Tüketicilerin fonksiyonel gıdalardan en fazla gördüğü yararlar

	n	%*
Kendimi daha sağlıklı hissetmeme neden oldu	189	64.07
Şişkinlik, gaz vb. problemlerimi giderdi	149	50.51
Bağırsak fonksiyonlarımı düzenledi	133	45.08
Kendimi daha enerjik hissetmemi sağladı	123	41.69
Daha dinlenmiş hissetmeme neden oldu	94	31.86
Kolesterolümü düşürdü	13	4.41

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Tüketicilerin Fonksiyonel Ürün Satın Alırken Dikkat Ettikleri Özellikler

Tüketicilerin fonksiyonel gıda satın alırken dikkat ettikleri özellikler Tablo 6'da verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi tüketicilerin fonksiyonel gıdalar satın alırken dikkat ettikleri özelliklerin başında sağladığı sağlık faydası yer alırken, ikinci sırada ürünle ilgili uzmanların verdiği bilgiler yer almaktadır. Üçüncü sırada ise ürünlerin markasının yer aldığı dikkat çekmektedir. Sevilmiş ve ark. [2], yaptıkları çalışmada fonksiyonel gıda tüketen kişilerin bu ürünleri satın alırken ürünlerin sağladığı sağlık faydası, markası ve ambalajları üzerinde yer alan açıklamalarına bakarak tercih ettikleri tespit etmişlerdir.

Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdaları Tüketmeme Nedenleri

Yapılan çalışmada tüketicilerin %10.42'sinin fonksiyonel gıda tüketmedikleri tespit edilmiştir. Tüketicilerin

fonksiyonel gıdaları tüketmeme sebeplerinin başında hâlihazırda sağlıklı beslendiklerini düşünmeleri, yeteri kadar bilgilerinin olmadıklarını ve duymadıklarını ve sağlıklı bir insan için gereksiz olduğunu düşünmeleri yer almaktadır (Tablo 7).

Tüketicilerin Fonksiyonel Gıda Tüketimini Etkileyen Faktörler

Çalışmada tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri ile fonksiyonel gıda tüketimleri arasında ilişkinin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı ki kare testi ile analiz edilmiştir. Sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre fonksiyonel gıda tüketimi ile cinsiyet, yaş, medeni durum, hanehalkı genişliği ve ortalama aylık gelirleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunurken, tüketicilerin öğrenim durumları ile fonksiyonel gıda tüketimleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

Tablo 6. Fonksiyonel gıda satın alınma özellikleri

		1*	2	3	4	5	Toplam	Ort.	Ss.
Fiyatına	n	40	46	23	191	44	344	3.44	1.21
	%	11.63	13.37	6.69	55.52	12.79	100.00		
Markasına	n	14	27	29	210	64	344	3.82	0.96
	%	4.07	7.85	8.43	61.05	18.60	100.00		
Sağladığı sağlık faydasına	n	5	9	21	163	146	344	4.27	0.81
	%	1.45	2.62	6.10	47.38	42.44	100.00		
Ambalaj üzerinde yer alan açıklamalara	n	17	36	69	154	68	344	3.64	1.07
	%	4.94	10.47	20.06	44.77	19.77	100.00		
Ürünle ilgili yapılan reklamlara	n	44	100	89	93	18	344	2.83	1.12
	%	12.79	29.07	25.87	27.03	5.23	100.00		
Ürünle ilgili uzmanların verdiği bilgilere	n	2	34	44	187	77	344	3.88	0.89
	%	0.58	9.88	12.79	54.36	22.38	100.0		
Ürünle ilgili yakın çevrenin tavsiyelerine	n	12	51	64	182	35	344	3.51	0.98
	%	3.49	14.83	18.60	52.91	10.17	100.0		

*1:Hiç önemli değil, 2:Önemsiz, 3:Fikrim yok, 4:Önemli, 5:Çok önemli. Ort.: Ortalama, Ss. Standart sapma

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak tüketicilerin %89.58'inin fonksiyonel gıda tükettikleri, fonksiyonel gıdaları genellikle sağlığa yararlı gıdalar olarak algıladıkları, en fazla tükettikleri ilk üç ürünün maden suyu, karışık meyve suları ve yeşil çay olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin fonksiyonel gıdaları tüketme nedenleri sırasıyla; sağlıklarına yararlı olması, tatlarını sevmeleri, bu gıdaların zinde hissettirmesi ve hastalıklardan korunmada etkili görmeleri olarak belirlenmiştir. Tüketicilerin fonksiyonel gıdalardan en çok internet aracılığıyla haberdar oldukları tespit edilmiştir. Tüketicilerin büyük bir çoğunluğunun (%42.73) fonksiyonel gıdalar için aylık ortalama 0-50 TL

arasında harcama yaptıkları bulunmuştur. Tüketicilerin büyük bir çoğunluğu fonksiyonel gıdalardan fayda gördüğünü belirtmiş (%85.47) ve en fazla gördükleri faydalar ise kendilerini daha sağlıklı hissetmeleri, şişkinlik, gaz gibi sorunlarını gidermesi ve bağırsak fonksiyonlarını düzenlemesi şeklinde olmuştur. Tüketicilerin fonksiyonel gıdalar satın alırken dikkat ettikleri özelliklerin başında sağlık faydası, ürünle ilgili uzmanların verdiği bilgiler ve ürünlerin markası yer almaktadır. Tüketicilerin %10.42'sinin fonksiyonel gıda tüketmedikleri tespit edilmiştir. Tüketicilerin fonksiyonel gıdaları tüketmeme sebeplerinin başında hâlihazırda sağlıklı beslendiklerini düşünmeleri, yeteri kadar bilgilerinin olmadıklarını ve duymadıklarını ve sağlıklı bir

insan için gereksiz olduğunu düşünmeleri yer almaktadır. Fonksiyonel gıda tüketimi ile cinsiyet, yaş, medeni durum, hanehalkı genişliği ve ortalama aylık gelirleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunurken, tüketicilerin öğrenim durumları ile fonksiyonel gıda tüketimleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Tüketicileri fonksiyonel gıdaların önemi hakkında bilgilendirmek ve daha fazla tüketmelerini sağlamak için aşağıda bazı öneriler verilmiştir:

- Üniversiteler, Sağlık Bakanlığı ve Tarım ve Orman Bakanlığı'nın iş birliği çerçevesinde kamu sağlığı adına fonksiyonel gıdalar ile ilgili yazılı ve görsel medyada tanıtıcı-bilgilendirici (televizyon, internet vb. ağlarda) kamu spotları oluşturulabilir.

- İlgili firmaların fonksiyonel gıdalar hakkında görsel unsurlar ile beraber ürünlerin ambalajlarında yer alan açıklamaları daha dikkat çekici bir şekilde kullanılabilir.
- Tüketicilerin ihtiyaçlarına yönelik gıda bileşenlerine yer verilebilir.
- Tüketiciler fonksiyonel gıdalar hakkında ortaya atılan bilgi kirliliğine aldanmamalı, uzman kişilerin bilgileri ve önerileri ışığında fonksiyonel gıdalar konusu açığa kavuşturulmalıdır.

Geleneksel gıdaların yanında, fonksiyonel gıdaların da sağlığa yararlı gıdalar olduğunu, hastalıkları önlemek için birer araç oldukları ancak tamamen risk faktörlerini ortadan kaldırmayacağı unutulmamalıdır.

Tablo 7. Tüketicilerin fonksiyonel gıda tüketmeme nedenleri

		1	2	3	4	5	Toplam	Ort.	Ss.
Yeteri kadar bilgim yok, duymadım	n	4	6	8	14	8	40	3.40	1.26
	%	10.00	15.00	20.00	35.0	20.00	100.00		
Yararlı olduğuna inanmıyorum	n	2	5	19	10	4	40	3.23	0.97
	%	5.00	12.50	47.50	25.0	10.00	100.00		
Çok pahalı olduğunu düşünüyorum	n	0	3	25	10	2	40	3.28	0.68
	%	0.00	7.50	62.50	25.0	5.00	100.00		
Zararlı olduğunu düşünüyorum	n	0	8	22	8	2	40	3.10	0.78
	%	0.00	20.00	55.00	20.0	5.00	100.00		
Alışveriş yaptığım yerlerde satılmıyor	n	1	10	25	3	1	40	2.83	0.71
	%	2.50	25.00	62.50	7.5	2.50	100.00		
Tatlarını sevmiyorum	n	2	4	23	8	3	40	3.15	0.89
	%	5.00	10.00	57.50	20.0	7.50	100.00		
Geçici bir moda olduğunu düşünüyorum	n	1	11	13	14	1	40	3.08	0.92
	%	2.50	27.50	32.50	35.0	2.50	100.00		
Sağlıklı bir insan için gereksiz olduğunu düşünüyorum	n	2	7	7	22	2	40	3.38	1.00
	%	5.00	17.50	17.50	55.0	5.00	100.00		
Zaten sağlıklı beslendiğimi düşünüyorum	n	3	2	3	19	13	40	3.93	1.14
	%	7.50	5.00	7.50	47.5	32.50	100.00		
Bu ürünler ile ilgili birbiriyle çelişkili bilgiler duyuyorum	n	3	1	26	9	1	40	3.10	0.81
	%	7.50	2.50	65.00	22.5	2.50	100.00		

*1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Fikrim yok, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum.
Ort.: Ortalama, Ss. Standart sapma

Tablo 8. Tüketicilerin fonksiyonel gıda tüketimini etkileyen faktörler

Değişkenler	Pearson χ^2	Serbestlik Derecesi	P Değeri
Cinsiyet	0.001	1	0.972
Yaş	1.31	4	0.860
Medeni Durum	0.737	1	0.390
Öğrenim Durumu	23.096	4	0.000
Hanehalkı Genişliği	1.161	2	0.560
Toplam Aylık Gelir	6.080	3	0.108

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2019-YL-1-0030 nolu proje ile desteklenen Yüksek Lisans Tezinden üretilmiş olup, yazarlar maddi desteklerinden dolayı teşekkürlerini sunarlar.

KAYNAKLAR

[1] Karaağaç, S. (2010). Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdaları Kullanmaya ve Ödemeye Razi Olduğu Miktarı Etkileyen Faktörler: Antalya İli Örneği.

- Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tokat.
- [2] Sevilmiş, G., Olgun, A., Artukoğlu, M. (2017). Fonksiyonel gıdalarda tüketici kararlarını etkileyen faktörler üzerine bir araştırma: İzmir İli örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(3), 351-360.
- [3] Heasman, M., Mellentin, J. (2001). The Functional Foods Revolution. Healthy People, Healthy Profits?, Earthscan Publications Ltd, London and Sterling, pp: 22 . London.
- [4] Yerlikaya, O., Meriç, Ş., Gücer, L., Akan, E., Kınık, Ö. (2016). Fonksiyonel gıdaların insan sağlığı

- açısından yeni bir bakış: fonksiyonel gıda bileşenlerinin oluşturabileceği riskler. *Türkiye 12. Gıda Kongresi*, 5-7 Ekim 2016, Edirne, 471.
- [5] Kotilainen, L., Rajalahti, R., Ragasa, C., Pehu, E. (2006). Health Enhancing Foods; Opportunities for Strengthening the Sector in Developing Countries. *Agriculture and Rural Development Discussion Paper* 30.
- [6] Spence, J.T. (2006). Challenges related to the composition of functional foods. *Jurnal of Food Composition and Analysis*, 19, S4-S6.
- [7] Sevilmiş, G. (2008). Bazı Fonksiyonel Gıdalarda Tüketici Kararları ve Bunları Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [8] Collins, M. (1986). Sampling (Editör: R. Worcester ve ark., 1986), Consumer Marketing Research Handbook, Elsevier Sci. Pub. Company Inc.
- [9] Kalaycı, Ş. (2008). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayın Dağıtım, Ankara, 349 s.
- [10] Bircan, H., Karagöz, Y., Kasapoğlu, Y. (2003). Ki Kare ve Kolmogorov Smirnov Uygunluk Testlerinin Simülasyon ile Elde Edilen Veriler Üzerinde Karşılaştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(1), 69-80.
- [11] Çömlekçi, N. (2001). Bilimsel Araştırma Yöntemi ve İstatistiksel Anlamlılık Sınamaları. Bilim Teknik Yayınevi. Eskişehir.
- [12] Ertürk, A., Arslantaş, N., Sarıca, D., Demircan, V. (2015). Isparta ili kentsel alanda ailelerin ekmek tüketimi ve israfı. *Akademik Gıda*, 13(4), 291-298.
- [13] Verbeke, W. (2006). Functional foods: Consumer willingness to compromise on the taste for health? *Food Quality and Preference*, 17, 126-131.
- [14] Zielinska, E.B., Zychowicz, M.J. (2017). Conceptual model of consumer's willingness to eat functional foods. *Rocz Panstw Zakl Hig*, 68(1), 33-41.
- [15] Çetin, B. (2018). Mersin İli Erdemli İlçesinde Gıda Güvenliği ve Fonksiyonel Gıda Hakkında Tüketici Bilgi ve Bilinç Düzeyi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- [16] Gezginç, Y., Gök, S. (2016). Adana ili örneği ile tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik farkındalığı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (2), 101-106.
- [17] Hacıoğlu, G., Kurt, G. (2012). Tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik farkındalığı, kabulü ve tutumları: İzmir ili örneği. *Business and Economics Research Journal*, 3(1), 161-171.
- [18] Kopuz, H.E. (2011). İstanbul İlinde Tüketicilerin Çeşitli Fonksiyonel Gıda Ürünlerine Olan Yaklaşımları. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- [19] Dölekoğlu, C.Ö., Şahin, A., Giray, F.H. (2014). Kadınlarda fonksiyonel gıda tüketimini etkileyen faktörler: Akdeniz illeri örneği. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21, 572-584.
- [20] Krystallis, A., Maglaras, G., Mamalis, S. (2007). Motivations and cognitive structures of consumers in their purchasing of functional foods. *Food Quality and Preference*, 19, 525-538.
- [21] Devcich, D.A., Pedersen, I.K., Petrie, K.J. (2007). You eat what you are: Modern health worries and the acceptance of natural and synthetic additives in functional foods. *Appetite*, 48, 333-337.

Milk and Dairy Products Production in Benin

Eudes Landry Anihouvi¹  ✉, Hanaa Salih¹ , Victor B. Anihouvi² , Harun Kesenkas¹ 

¹Department of Dairy Technology, Ege University, 35100, Bornova, Izmir, Turkey

²Department of Nutrition and Food Science, University of Abomey-Calavi, 01BP 526 Cotonou, Benin

Received (Geliş Tarihi): 11.07.2019, Accepted (Kabul Tarihi): 20.10.2019

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): aeudeslandry@gmail.com (E.L. Anihouvi)

☎ +90 232 311 16 39 📠 +90 232 342 57 13

ABSTRACT

The recovery strategy for agricultural sector, which gives priority to the value chain approach, renewed interest in both milk production and processing within the framework of livestock development policy. The consumption of locally produced cow's milk has grown considerably in recent decades, despite the fact that Benin isn't a major producer of cattle. The role of milk and milk products in the diet and economy of pastoral communities is well established. However, milk production is still weak and depends on genetic and many other factors. That's is the reason why, despite its economic and nutritional importance, the Beninese dairy industry is still artisanal. Dairy industry in Benin ensures the marketing of derived products like a local cheese "Wagashi" and a local beverage "Degue": two derivative products helping to meet the nutritional needs of the population. The production conditions as well as the lack of standardization of the processing and preservation practices are, among other things, critical points justifying the risks associated with the consumption of derived dairy products in Benin. The decline in quantity of domestic imports of milk and milk products in recent decades has led to a segmentation of the dairy markets where local products play an important role. Hence, the need to evaluate the potential of milk production as well as the risks related to the consumption of this with a view to an industrial valorisation involving consumer health safety. The importance of milk and dairy products in the diet, the cattle breeds involved in milk production and their performance and the risks linked to the consumption of dairy products produced in Benin are discussed in this review.

Keywords: Benin, Traditional products, Milk products, Health safety

Benin'de Süt ve Süt Ürünleri Üretimi

ÖZ

Değer zinciri yaklaşımına öncelik veren tarım sektöründeki iyileştirme stratejisi, hayvancılığı geliştirme politikası çerçevesinde hem süt üretimine hem de işlenmesine olan ilginin yeniden canlandırılmasına yol açmıştır. Benin büyük bir sığır yetiştiricisi olmamasına rağmen yerel olarak üretilen inek sütünün tüketimi son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. Süt ve süt ürünlerinin pastoral toplulukların diyet ve ekonomisindeki rolü iyi bilinmektedir. Bununla birlikte, ülkede süt üretimi hala düşüktür ve genetik veya birçok diğer faktöre bağlıdır. Benin süt endüstrisinin ekonomik ve besleyici önemine rağmen hala zanaatkâr olmasının nedeni ise budur. Benin'deki süt endüstrisi, toplumun besinsel ihtiyaçlarının karşılanmasına yardımcı olan; yerel bir peynir olan "Wagashi" ve yerel bir içecek olan "Degue" gibi ürünlerin pazarlanmasını sağlamaktadır. Diğer unsurların yanı sıra, üretim koşulları ile işleme ve muhafaza uygulamalarındaki standardizasyon eksikliği, Benin'de üretilen süt ürünlerinin tüketiminden kaynaklanan riskleri haklı kılan kritik noktalar. Benin'de son yıllarda ithal edilen süt ve süt ürünlerinin miktarındaki düşüş, yerel ürünlerin önemli bir rol oynadığı süt ürünleri piyasasının bölünmesine yol açmıştır; bu nedenle süt üretim potansiyeli ile tüketimden kaynaklanan risklerin, tüketicinin sağlık güvenliğine odaklanmış bir sanayileşme açısından değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu derlemede, Benin'deki süt ve süt ürünlerinin diyetteki önemi, süt üretimine katılan hayvan ırkları ve performansları ile Benin'de üretilen süt ürünlerinin tüketimine ilişkin riskler tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Benin, Geleneksel ürünler, Süt ürünleri, Sağlık güvenliği

INTRODUCTION

Like most West African countries, Benin's economy is mainly based on agricultural production. In 2012, agriculture contributed to 32.7% Gross Domestic Product (GDP), of which 2.4% is related to livestock [1]. Livestock farming plays an important role in Benin's agricultural sector. This activity is part of 13 sectors of the Strategic Plan for Agricultural Sector Recovery (PSRSA) adopted by the government of Benin in 2011. This plan reflects not only the strategic orientations for development and poverty reduction but also aims to meet some major challenges, such as the coverage of the population's food and nutrition needs [2, 3]. In 2013, livestock in Benin covered an estimated herd of 2.166 million head of which 2.116 million is the share of bovine species [1]. They are concentrated at 85% in the North of the country with 63% in Borgou and Alibori areas [4]. Milk and dairy products occupy a prominent place in the human nutrition [5] in West Africa countries in general and in Benin in particular [6, 7]. They are excellent sources of high value proteins, calcium, vitamins, trace elements [8] and contribute more than 50% of the annual income of Fulani households in Benin [9]. Nevertheless, despite their social, economic and nutritional importance in West Africa and Benin in particular, their production remains weak [10] and does not guarantee the safety of consumers [9, 11, 12, 13]. This situation is partly due to the variability of several factors such as the cattle breeds, the production environment, the poor hygiene conditions of equipment used for milking, the infection of the udders of the cows and the milk storage conditions often depending on the socioeconomic realities [5, 10, 11, 13-16]. This review discusses the performance of cattle breeds involved in dairy production in Benin, gives some figures to assess the importance of milk and milk products in Beninese dietary habits and exposes the health hazards associated with the consumption of milk and dairy products in Benin.

PRESENTATION OF BENIN AND CATTLE BREEDING

Benin is located in West Africa in the Tropical zone between the Equator and the Tropic of Cancer. It is limited to the North by the Niger River, in the North West by Burkina Faso, in the East by Nigeria, in the West by Togo and in the South by the Atlantic Ocean (Figure 1). Characterized by two types of climate, it's subdivided into 77 municipalities grouping 5 agro pastoral areas

(Table 1) (Livestock Directorate, 2012). Benin imports live animals, mainly sheep/goats and cattle from neighboring countries. Niger and Nigeria are the main sheep/goats suppliers, while Niger and Burkina Faso provide a large proportion of cattle in large numbers in the North [17, 18]. In the Southern Benin, on the other hand, there is a sedentary breeding of cattle which herds are small (3 to 10 heads) [17]. Cattle breeding in Benin is unequally distributed and based on two animal production system (traditional and modern) because of the potential and constraints of the agro pastoral areas. Based mainly in the North of the country, the traditional production system is the most represented, given the potential of the area and its low human density. It supplies 85% of the national cattle herd [19]. The modern system, meanwhile, is characterized by a health monitoring of the herd, an improvement of cattle breeds and food complementation without transhumance. It occupies only 2% of the breeders and is practiced in the government farms (Okpara, Betecoucou, Samiondji, and Kpinnou) [20].

CATTLE BREEDS FOR MILK PRODUCTION IN BENIN

Benin has a large cattle herd diversified by local breeds and adapted to the different climatic conditions (Table 2). The main breeds are the Somba, Lagoon, Borgou, Bulls and zebu, especially the Fulani zebu, M'Bororo and Goudali [21]. In addition to these cattle breeds, there are exotic Girolando breed imported from Brazil and the crossbreds from the Girolando breed and the local breeds. These different breeds provide the bulk of milk and the local production of meat. Among all these breeds, the Borgou breed is the most encountered in Benin and represents 51% of the national cattle herd [22]. The Lagoon breed is the most popular breed in the South of the country [19]. Its low milk productivity (0.63L/day) has led to crosses with the Azawak zebu, known for its high milk performance (4.5L/day) in order to improve the level of milk production [21, 23]. Also, to increase the milk production at the national level, the Girolando breed was brought to Benin in 2004 and experienced on the Kpinnou Farm located in the South of the country. The results of the various studies focusing on milk production and growth performance [19, 23, 24] have allowed to summarize in Table 2 the Benin cattle breeds involved in the milk production and their potential.

Table 1. Features of Benin's agro pastoral areas [20]

Features	Geographic Situation	Climate	Availability Forage	Milk Production
Zone I	Alibori North-West	Sudano Sahelian	***	****
Zone II	Atacora Borgou	Sudanese	***	***
Zone III	South Borgou South Atacora	ND	***	***
Zone IV	ND	Sudano Guinean	****	**
Zone V	Atlantic, Mono, Zou, Oueme	ND	****	*

*: Weak; **: Average; ***: Strong; ****: Very strong; ND: Not Defined

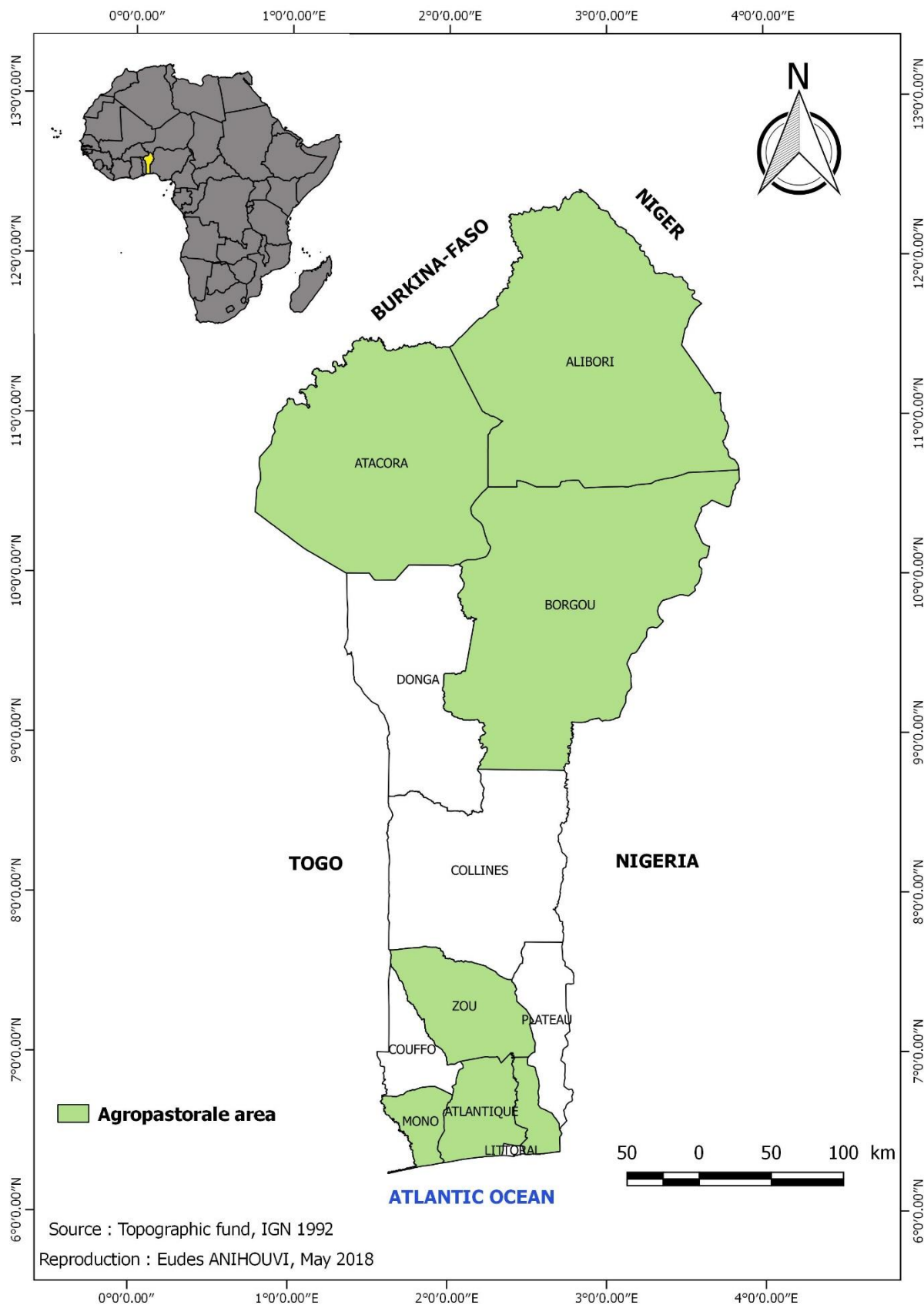


Figure 1. Map of Benin showing agro-pastoral areas

MILK AND DAIRY PRODUCTS IN BENIN'S NUTRITIONAL HABITS

Economies of most African countries in south of Sahara, including Benin, is mainly based on agriculture and livestock [25, 26]. Among livestock products, cow's milk has a great socioeconomic importance. In Benin, milk contributes more than 50% of annual household income of Fulani sociocultural group and is consumed in many forms [9, 11, 26]. In this respect, a range of milk and dairy products make up the Beninese market. This diversity ranges from raw milk produced locally or imported (whole, half-skimmed, skimmed) to processed milk (Milk powder, curd, yogurt, cheese, butter). There is also a fermented beverage (made from cow milk and

cereals) commonly called "Degue" [20] and the Fulani cheese locally produced, called "Wagashi" [27]. This diversity of food is explained by the existence of a great number of food usage among urban consumers [28]. Until recently, very little data on the socio-economy of dairy consumption in Africa is available. Too often, diagnoses have been based on approximations from national aggregates, including those published by FAO [28]. With this, we noticed an increase in domestic milk production and a decrease in imports of milk and dairy products in recent decades (Table 3) [29]. Thus, the increase of domestic milk production led to a decrease in imports of milk and dairy products with the effect of segmenting the dairy markets where local products play a significant role.

Table 2. Cattle breeds involved in the milk production in Benin and their potential

Cattle Breeds	Origins	Area of Distribution	Average Milk Production (L/d ; Kg/d)*	Sources
Lagoon Bull	Benin : South	Benin, Guinea, Ivory Coast, Ghana	- 0.36 L/d in extensive Breeding	[30]; [31]
Somba Bull	Benin : Atacora	Benin, Togo	- 0.48 L/d in extensive Breeding	[31]; [32]
Borgou Cattle	Benin : Borgou	Benin, Togo, Burkina Faso, Nigeria	- 0.8-1.30 L/d in extensive breeding - 0.8-1.77 L/d in semi-intensive breeding	[21]; [31]; [33]; [34]
M'Bororo Zebu	Niger	Niger, Sudan, Nigeria, Mali, Burkina Faso, Benin	- 1.75 L/d in extensive breeding	[21]; [31]
Azawak Zebu	Niger : Azawak Valley	Niger, Mali, Burkina Faso; Benin	- 4.5 L/d in extensive breeding - 6.74 L/d in semi-intensive breeding	[31]; [35]; [36]
White Fulani Zebu	Niger, Nigeria	Niger, Nigéria, Mali (Macina), Benin	- 1.52 L/d in extensive breeding - 2.65 L/d in semi-intensive breeding - 3.14 L/d in intensive breeding	[31]; [36]; [37]
Goudali Zebu	Nigeria	Nigeria, Niger, Benin	- 3.7 kg sedentary extensive breeding - 4.7 kg in transhumant extensive breeding	[31]; [38]
Crossbred Azawak x Lagoon	Benin	Samiondji (Southern Benin)	- 0.75 L/d in semi-intensive breeding	[21]; [31]
Girolando Cattle	Brazil	Brazil, Senegal, Benin	- 6.33 kg in semi-intensive breeding - 6.85 kg in semi-intensive breeding - 12 L/d in intensive breeding	[19]; [31]; [39]
Girolando x Borgou	Benin	Benin	- 5.5 L/d in semi-intensive breeding	[31]; [40]
Gir x Borgou	Benin	Benin	- 10 L/d in semi-intensive breeding	[21]; [31]
Holstein x Borgou	Benin	Benin	- 3 L/d in semi-intensive breeding	[21]; [31]

*L/d: liter/day; kg/d: kilogram/day

PROCESSING OF FRESH MILK INTO DAIRY PRODUCTS IN BENIN

In Benin, the cattle breeding occupies a significant place, although there are also production systems based on the breeding of others species. Cows are mainly raised for their milk that is consumed in many forms: fermented milk mixed with millet "Degue" [27] and Fulani cheese "Wagashi" [26, 41]. These products considered as "traditional products" are associated with a local cultural identity and testify to the variety of milk derivative products available to the consumers.

Production of Wagashi: Artisanal know-how has led to the production of Fulani cheese commonly known as "Wagashi". Produced in the Northern part of the country, this soft cheese is highly valued by both Beninese and immediate neighbors. It's consumed as a substitute of meat and fish in various dishes [42, 43]. Wagashi is an important source of animal protein, especially for people

with low incomes and could efficaciously contribute to solving problems related to proteins deficiency in the diets in Africa [44]. Consumed throughout the country in various forms (fresh, fried, grilled), the production of Fulani cheese is still rudimentary and traditional [41]. The processing of fresh milk into Wagashi (Figure 2) is based on the enzymatic coagulation of raw whole cooked cow's milk with the extract of the sodom apple (*Calotropis procera*) leaves [41].

Production of Degue: Most fermented products in Benin, are based on cereals. Cereals are available throughout the country and used in the food manufacturing. They consist mostly of maize, millet and sorghum. Degue is a beverage that can be described as a mixture of fermented milk and millet. It's widely consumed in Benin and beyond to West Africa. The process of Degue's production is shown in Figure 3.

Table 3. Evolution of milk production and dairy product importation in Benin: 2005-2016 [29]

Year	Milk Production (tons)	Milk/Milk Products Import*	Milk Import**
2005	87196	9181	84766
2006	89673	9738	86673
2007	92001	10472	86905
2008	94379	10451	92189
2009	96807	12926	96018
2010	99334	7201	98368
2011	101959	5718	ND
2012	104576	4970	103566
2013	107254	3803	106189
2014	110066	ND	ND
2015	112950	ND	ND
2016	113816	ND	ND

*: Importation of Milk and dairy products in tons; **: Importation of Milk in tons (Whole Powdered, Whole Concentrated, Skimmed); ND: not defined.

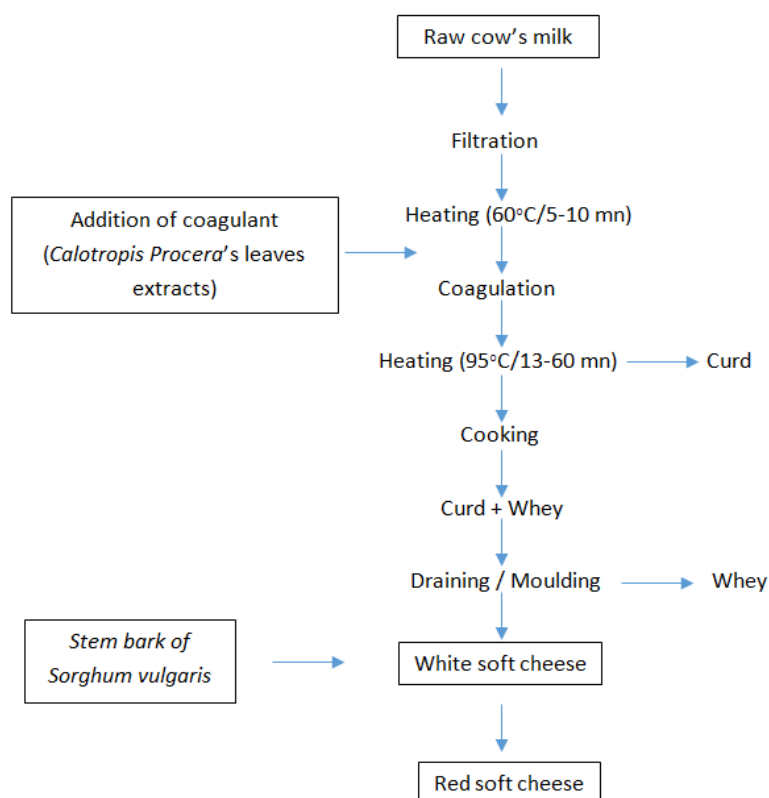


Figure 2. Diagram of production of Peulh cheese [44, 41]

HEALTH HAZARD RELATED TO THE CONSUMPTION OF MILK AND DAIRY PRODUCTS IN BENIN

Because of its richness in water and other constituents, milk is a very perishable product. Its chemical composition thus exposes it to a rapid degradation in peasant areas. These peasant areas are often characterized by low technological level and limited means of conservation. This reality affects the health safety of the consumers and thus, deserves a special attention from milk production to the various by products. Indeed, raw cow milk could be contaminated by microbial agents responsible for food poisoning such as *Salmonella* [16, 45-48] and enteropathogenic strains of *Escherichia coli* producing verotoxins [16, 49-52].

Similarly, others agents (staphylococcal and mycotoxicosis) responsible for severe intoxication [16, 53] could also be found in milk. The work on the microbiological quality of milk and derivatives product in Benin has revealed the existence of real public health problems. These works reported high contamination of raw cow's milk in total coliforms, thermotolerant coliforms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, sulphite-reducing anaerobes, yeasts and molds [12, 16]. These strong contaminations could not be only linked to the health status of the dairy herd [15, 16]. It may be also due to the poor hygiene conditions of the utensils used for milking and the storage conditions [5, 14, 15, 16]. The presence of these bacteria in milk may be linked to the contamination by cow dung, the soil, the quality of the water used and the hands of the milker [16, 54].

They are also indicative of: poor hygienic practices during milking and post-handling [16]; the presence of other pathogenic enterobacterium and risk of enterotoxin production (*Staphylococcus aureus*) [16, 54].

Wagashi: Recognized as traditional cheese locally produced, *Wagashi* is a good proteins source with high water content (60%), which undoubtedly promotes the growth of microorganisms negatively impacting its quality [11]. The work of [12] and [13] on the microbiological quality of the cheese-based of cow's milk sold in the urban markets of Benin showed that the concentration of pathogenic microorganisms such as faecal coliforms, *Escherichia coli*, and moist exceed the regulatory limits set by some international organizations (WHO, the Codex Alimentarius or the European Union).

The presence of moist should make us think of other contaminant like aflatoxins M generally found in milk and cheeses. Likewise, due to the lack of a cold chain, several traditional methods of preservation of *Wagashi* have been developed in Africa and particularly in Benin [11, 44]. The main practices were sun drying, followed by whey conservation, soaking in untreated water or colored water with *Sorghum vulgaris*, traditional smoking and frying [11]. Unfortunately, none of these methods contributes to enhance the quality of *Wagashi* for more than twelve (12) days. The factors involved in the short shelf life of *Wagashi* despite of all these different methods may be related to the quality of the milk used, the lack of appropriate method for preservation, the contamination by molds, the quality of feed of animals from which the milk is obtained, the conditions of transporting/marketing and the water used [11].

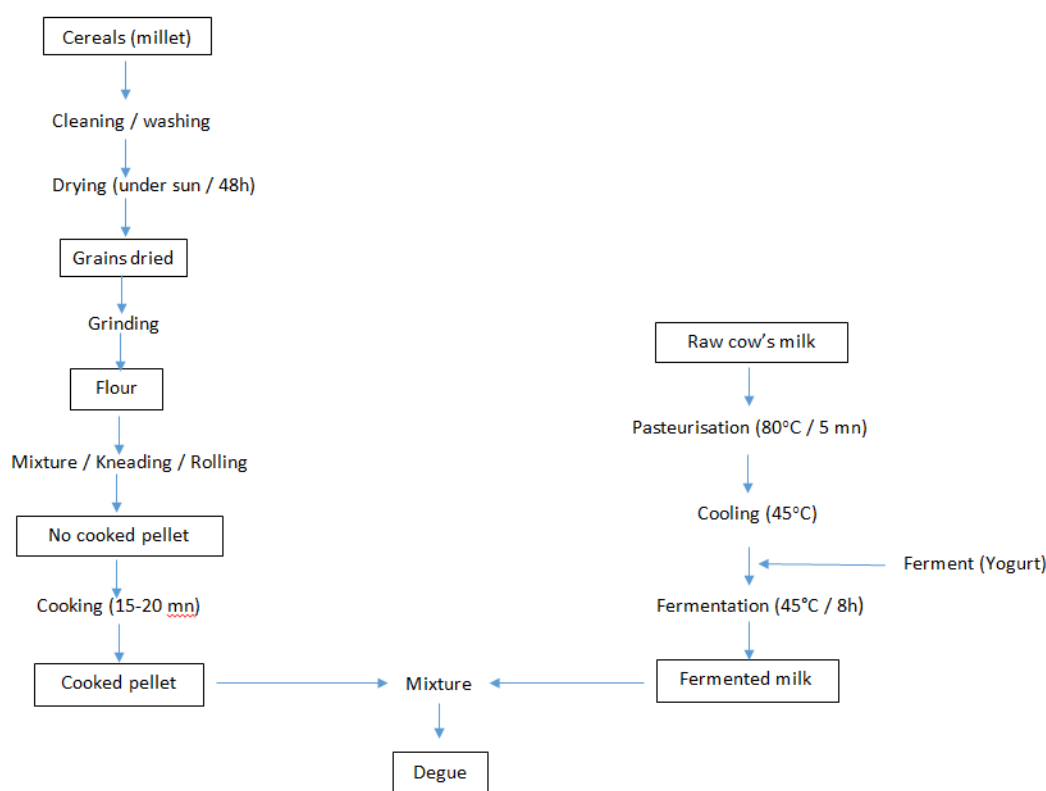


Figure 3. Diagram of Degue's production [27]

Indeed the water (backwater and the river water) used for production or conservation of *Wagashi* is often of poor hygienic quality. Degbey et al. [55] and Sessou et al. [11] showed that backwater and the river water may carry pathogens such as *E.coli*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Citrobacter*, *Enterobacter* and *Enterococcus*, *C.perfringens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella* spp., *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium* and human enteric viruses. In the same time, *Wagashi* is packaged and transported under poor hygienic conditions. Packed in stored bags and in bowls or baskets and cut containers, *Wagashi* is transported at ambient temperature (25 to 45°C) from the production place to the sellers' home or market, sometimes during several hours [11].

Degue: The local name *Degue* referred to traditional fermented beverage made with cow's milk and cereals (maize, sorghum and millet) pellet. Tchekessi et al. [27] reported that total mesophilic aerobic bacteria, yeasts and molds account in the *Degue* were higher than the values set by AFNOR (French Standards Association) for yoghurt. Also, regarding to lactic acid bacteria, the values obtained are consistent with standards ($\geq 10^7/g$) set for yoghurt and probiotic fermented milks by AFNOR NF V 04-600, 2001 [27, 56]. Total and thermotolerant coliforms, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* didn't grow after sowing. This shows that the production of *Degue* respect the standards of viewpoint hygienic quality. The dominant flora of *Degue* is constituted of lactic acid bacteria, yeasts and molds. Therefore, the introduction of cereals flour dumplings would further enriched in milk fermented by lactic acid bacteria, yeasts

and molds. Degue contain no coliforms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella*. These manufactured products comply thus with the microbiological standards. Degue millet has great nutritional importance. Moreover, they can be classified as probiotic foods because containing significant living cells capable to improve the intestinal flora of the consumer by giving it more immunity [27].

CONCLUSION

Benin has a large diversity of cattle resources with a level of production influenced by both production systems and environmental factors. This justifies the artisanal character of the dairy sector in Benin despite the various efforts to improve production. Traditional products made from milk, despite their unsatisfactory sanitary qualities, are able to provide a viable outlet for producers but unfortunately, these products show the concentration of pathogenic microorganisms beyond the regulatory limits set by the WHO, the Codex Alimentarius or the European Union. Therefore, there is a threat for the health of the populations consuming cow's milk and by products. Thus in perspective, it would be wise to develop conservation or processing technics based on the socio-economic and environmental realities, to assess the characteristics of other dairy breeds to determine those with the best nutritional and technological features, to optimize based on these results the milk production through genetic improvement and nutritional supplementation which will undoubtedly allow an industrial valorisation and finally, to develop some new products in order to diversify the local market and confer to the consumers a health benefits beyond his inherent basic nutrition. This would provide to these local dairy products all the place they deserve.

REFERENCES

- [1] FAO (2015). FAO Stat, faostat.fao.org/site/613/DesktopDefault.aspx?PageID=613#ancor, (Viewed 18/12/2017).
- [2] MAEP. (2011). Stratégie de croissance pour la réduction de la pauvreté. Rapport d'activité 2011-2015, Direction de l'élevage du Benin, 100p.
- [3] PAFILAV. (2014). Rapport synthèse définitif sur l'étude des filières lait et viande au Bénin, 213p.
- [4] FAO (2013). Country Stat, www.countrystat.org/home.aspx?c=ben&ta=053SPD135&tr=21, (Viewed 18/12/2017).
- [5] Wattiaux, M.A. (1997). Dairy essentials (1st edition): Lactation and milking. The Babcock Publications, University of Wisconsin-Madison, 73-100.
- [6] Dossou, J., Adote, S., Soulé, H. (2006). Fiche technique de production et transformation du lait frais en fromage peulh au Bénin. Guide de Bonnes Pratiques, 33p.
- [7] Chapon, M., Tourette I. (2011). Filière Lait Local en Afrique de l'Ouest, rôle des OPR, des petits et moyens éleveurs dans la pleine expression de son potentiel. Actes de l'atelier tenu à Bamako du 15 au 17 septembre 2010, 70p.
- [8] Noblet, B. (2012). Le lait: produits, composition et consommation en France. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 47(5), 242-249.
- [9] Ogodja, J.O., Hounsou-Ve, G., Dehoux, J.P. (1991). Rôle et activité de la femme peulh dans son ménage dans le Sud Borgou au Bénin. Part1.
- [10] Corniaux, C., Lesnoff, M., Ickowicz, A., Hiernaux, P., Diawara, M.O., Sounon, A., Aguilhon, M., Dawalak, A., Manoli, C., Assani, B., Jorat, T., Chardonnet, F. (2012). Dynamique des cheptels de ruminants dans les communes de Tessékéré (Sénégal), Hombori (Mali), Dantiandou (Niger) et Djougou (Bénin). Agence Nationale de la Recherche (ANR), Elevage Climat et Société (ECLiS), 43p.
- [11] Sessou, P., Farougou, S., Azokpota, P., Youssao, I., Yèhouenou, B., Ahounou, S., Sohounhloué, D.C.K. (2013). Endogenous methods for preservation of Wagashi, a Beninese traditional cheese. *Academic Journals*, 8 (31), 4254-4261.
- [12] Dossou, J., Atchouké, G.D., Dabadé, D.S., Azokpota, P., Montcho, J.K. (2016). Évaluation Comparative De La Qualité Nutritionnelle Et Sanitaire Du Lait De Différentes Races De Vaches De Quelques Zones D'élevage Du Bénin. *European Scientific Journal*, 12(03), 141-159.
- [13] Fadéby, M.G., Assongba, H., Assogba, G.M. (2017). Evaluation of the microbiological quality of the cheese-based of cow's milk sold in the markets of Porto-novo (Benin). *The International Journal of Science & Technology*, 10(1), 210-217.
- [14] Youssao, A.K.I. (2015). Programme National d'Amélioration Génétique. Projet d'Appui aux Filières Lait et Viande (PAFILAV), Bénin, 344p.
- [15] Aumaitre, A. (1999). Quality and safety of animal products. *Livestock Production Science*, 59, 113-124.
- [16] Farougou, S., Kpodékon, T.M., Sessou, P., Youssao, I., Boko, C., Yèhouenou, B., Sohounhloué, D. (2011). Qualité microbiologique du lait cru de vache élevée en milieu extensif du Bénin. Actes du 3ème Colloque des Sciences, Cultures et Technologies de l'UAC-Bénin.
- [17] Aboh, A.B., Mekhtoub, K., Ouedraogo, S., Pham, T.H.R., Rivera, A.M. (2001). Importance, contraintes et voies de développement des élevages urbains et périurbains dans la Région Sud du Bénin. Série de Documents de Travail N° 96 Bénin-2001, 146p.
- [18] Tir, Elhadj, Bounoua, S., Heddar, M., Bouklila, N. (2015). Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de laits crus de vache dans deux fermes de la wilaya de Tissemsilt (Algérie). *ElWahat pour les Recherches et les Etudes*, 8(2), 26-33.
- [19] Alkoiret, I.T., Yari, H.M., Gbangboché, A.B., Lokossou, R. (2011). Reproductive performance and milk production of Girolando cows in the ranch of Kpinnou, South-West of Benin Republic. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(19), 2588-2592.

- [20] Mama Sombo, A. (2013). Programme d'actions détaillé du développement de la filière lait en zone UEMOA. Rapport final CIRAD étude filière lait, Bénin, 44p.
- [21] Youssao, A.K.I., Dahouda, M., Attakpa, E.Y., Koutinhouin, G.B., Ahounou, G.S., Toléba, S.S., Balogoun, B.S. (2013). Diversité des systèmes d'élevages de bovins de race bovine Borgou dans la zone soudanienne du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(1), 125-146.
- [22] Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage Et de la pêche Bénin (MAEP). (2007). Rapport annuel d'activité 2006, Direction de l'élevage du Benin.
- [23] Adjou Moumouni, P.F. (2006). Evaluation zootechniques des performances des bovins de race Borgou en sélection à la ferme d'élevage de l'Okpara-Bénin. Thèse de Doctorat de Médecine Vétérinaire, Ecole Inter-Etats des Sciences et Medecine Veterinaires (Eismv), Dakar, 20p.
- [24] Youssao, A.K.I., Koutinhouin, G.B., Kpodekon, T.M., Yacoubou, A., Bonou, A.G., Adjakpa, A., Ahounou, S., Taiwo, R. (2009). Amélioration génétique des performances zootechniques du porc local Béninois par croisement avec le Large White. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3(4), 653-662.
- [25] Meyer, C., Denis, J.P. (1999). Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edited by C. Meyer, J.P. Denis, Cirad, Montpellier, 314p.
- [26] Diao, X., Hazell, P., Resnick, D., Thurlow, J. (2006). The role of agriculture in development: implications for Sub-Saharan Africa. *International Food Policy Research Institute*, 112p.
- [27] Tchekessi, C.K.C., Bokossa, Yaou, I., Banon, J., Agbangla, C., Adeoti, K., Dossou-Yovo, P., Assogba, E. (2013). Caractérisations physico-chimiques et microbiologiques d'une pâte traditionnelle "gowé" fabriquée à base de maïs au Bénin. *Journée Recherches des Sciences Universitaires*, Lomé (Togo), Série A, 15(2), 377-387.
- [28] Deteurtre, G., Corniaux, C., Boutonnet, J-P. (2003). Baisse de la consommation des produits laitiers en Afrique subsaharienne: mythe ou réalité? *Rencontre Recherche Ruminants*, 10, 321-326.
- [29] FAO (2017). Services statistiques de la FAO. www.fao.org/faostat/en/#data, Viewed 20/02/18.
- [30] Belemsaga, D., M., A. (2000). Contribution à l'analyse d'échantillons biologiques par des méthodes physico-chimiques et nucléaires. Thèse du 3ème cycle: Physique Nucleaire, Dakar, Sénégal, 170p.
- [31] Kassa, K., Ahounou, S., Guiguigbaza-Kossigan, D., Salifou, C., Issifou, M.T., DOTCHÉ, I., Gandonou, P.S., Yapi-Gnaoré, V., Koutinhouin, B., Mensah, A.G., Youssao, A.K.I. (2016). Performances de production laitière des races bovines de l'Afrique de l'Ouest. *International Journal of Biological and Chemical Science* 10(5), 2316-2330.
- [32] Kassa, K., Moutouama, V. (2009). Productivité de la race bovine Somba dans le département de l'Atacora: cas de la commune de Boukombé. Mémoire de Licence Professionnelle en Production et Santé Animales. Département de Production et Santé Animales. Ecole Polytechnique d'Abomey Calavi, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 49p.
- [33] Gbangboché, A.B., Alkoiret, T.I. (2011). Reproduction et production de lait des bovins de race Borgou et N'Dama au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 46, 3185-3194.
- [34] Gbdjo, Z.L., Sokouri, D.P., Bi, S.G., N'Goran, K.E., Fofana, I.J., Soro, B., N'Guetta, A.S.P. (2014). Potentialities of Dairy Production of Local Cattle Raised in Rural Environment in Northern Ivory Coast. *Global Journal of Animal Scientific Research*, 2(3), 260-269.
- [35] Cissé, S. (2000). Stratégie nationale en matière de diversité biologique. *Tome 1: situation générale de la diversité biologique* au Mali, 122p.
- [36] Ouédraogo, A. (2013). Etude des performances laitières des vaches zébus et de la croissance pondérale des veaux des noyaux de Ouagadougou et Komsilga. Mémoire d'Ingénieur de Conception en Vulgarisation Agricole, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso, 76p.
- [37] Meyer, C. (2018). Dictionnaire des Sciences Animales [Online]. *Cirad*, Montpellier, France. www.dico-sciencesanimales.cirad.fr, Viewed 02/01/2018.
- [38] Assani, S., Assogba, B., Toukourou, Y., Alkoiret, I.T. (2015). Productivity of Gudali cattle farms located in the commons of Malancity and Karimama extreme north of Benin. *Livestock Research for Rural Development*, 27(7), 1-9.
- [39] Doko, A.S., Gbégo, Tossa, I., Tobada, P., Mama, Yari, H., Lokossou, R., Tchobo, A., Alkoiret, T.I. (2012). Performances de reproduction et de production laitière des bovins Girolando à la ferme de Kpinnou au Sud-Ouest du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (Numéro spécial Elevage & Faune)*, 36-47.
- [40] PDE. (2008). Rapport annuel d'activités du Projet de Développement de l'Elevage, 97p.
- [41] Aïssou, R.C.B., Aïssi, V.M., Youssao, A.K.I., Soumanou, Mohamed, M. (2015). Caractéristiques physico-chimiques du fromage Peulh produit dans les conditions optimales de coagulation à partir du lait de deux races de vaches du Bénin. *Revue «Nature & Technologie»*. B- Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 14/ Janvier 2016, 37-43.
- [42] Kees, M. (1996). Le fromage peulh : facile à produire et bien apprécié, une technologie à vulgariser. Rapport de recherche GTZ, Université Eschborn, 8-25.
- [43] Aïssi, V.M., Soumanou, M.M., Bankolé, H., Toukourou, F., De Souza, C.A. (2009). Evaluation of hygienic and mycological quality of local cheese marketed in Benin. *Australian Journal of Basic Applied Sciences*, 3(3), 2397-2404
- [44] Kèkè, M., Yèhouénou, B., Dahouénon, E., Dossou, J., Sohounhloué, D.C.K. (2008). Contribution à l'amélioration de la technologie de fabrication et de conservation du fromage peulh waragashi par injection de *Lactobacillus plantarum*. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, 10(1), 73-86.

- [45] D'aoust, Y.L. (1991). Pathogenicity of food borne Salmonella. *International Journal of Food Microbiology*, 12, 17–40.
- [46] Steele, M.L., Mcnab, W.B., Poppe, C., Griffiths, M.W., Chen, S., Degrandis, S.A., Fruhner, L.C., Larkin, C.A., Lynch, J.A., Odumeru, J.A. (1997). Survey of Ontario bulk tank raw milk for food-borne pathogens. *Journal of Food Protection*, 60, 1341–1346.
- [47] Headrick, M.L., Korangy, S., Bean, N.H., Angulo, F.J., Altekruze, S.F., Potter, M.E., Klontz, K.C. (1998). The epidemiology of raw milk-associated foodborne disease outbreaks reported in the United States, 1973 through 1992. *American Journal of Public Health*, 88, 1219–1221.
- [48] Farhan, M., Salik, S. (2007). Evaluation of Bacteriological Contamination in Raw (Unprocessed) Milk Sold in Different Regions of Lahore (Pakistan). *Journal of agriculture and social sciences*, 3, 104–106.
- [49] Lechevallier, M.W., Werch, N.J., Smith, D.B. (1996). Full-scale studies of factors related to Coliform regrowth in drinking water. *Applied and Environmental Microbiology*, 62, 689–93.
- [50] Jacques, V., Charles, D., Laurence, N., François, M., Claude, J., Emile, P., Mohamed, EL, L., Jacques D. (1998). Qualité microbiologique des fromages artisanaux fabriqués au lait cru en Région wallonne. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 2, 248-255.
- [51] Stark, K.D. (2000). Food safety achieved through herd management. *Schweiz Arch Tierheilkd*, 142, 673–678.
- [52] Mennane, Z., Ouhssine, M., Khedid, K., EL Yachoui, M. (2007). Hygienic quality of raw cow's milk feeding from domestic waste in two regions in Morocco. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9, 46–48.
- [53] Adesiyun, A.A., Webb, L., Rahaman, S. (1995). Microbiological quality of raw cow's milk at collection centers in Trinidad. *Journal of Food Protection*, 58, 139–146.
- [54] Chye, F., Abdullah, A., Ayob, M. (2004). Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. *Food Microbiology*, 21, 535–541.
- [55] Degbey, C., Makoutode, M., Agueh, V., Dramaix, M., De Brouwer, C. (2011). Facteurs associés à la qualité de l'eau de puits et prévalence des maladies hydriques dans la commune d'Abomey-Calavi (Bénin). *Cahier Santé*, 21, 47-55.
- [56] Beal, C., Sodini, I. (2003). Fabrication des yaourts et des laits fermentés. *Techniques de l'ingénieur*, F6 315-7, 31p.
-
-

UHT İçme Sütlerinde Jelleşme Sorunu: Çiğ Süt Özelliklerinin ve İşlem Değişkenlerinin Etkisi

Firuze Ergin¹ , Özge Gökçe^{1,2} , Ahmet Küçükçetin¹  ✉

¹Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

²Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Burdur

Geliş Tarihi (Received): 10.08.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 28.11.2019

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): kucukcetin@akdeniz.edu.tr (A. Küçükçetin)

☎ 0 242 310 65 69 📠 0 242 310 63 06

ÖZ

Sütün raf ömrünü uzatmak için endüstride kullanılan en yaygın ısı işlem UHT (Ultra High Temperature-Çok Yüksek Sıcaklık) işlemidir. Ancak, depolama sırasında enzimatik ve fiziksel etkilere bağlı olarak gelişen jel oluşumu UHT içme sütlerinin raf ömrünü kısaltmaktadır. Hayvanı enfeksiyonlara karşı korumada görev alan somatik hücrelerin artmasıyla sütün ısıl stabilitesi azalmaktadır. Ayrıca, UHT işleminde kullanılan direkt ve indirekt sistemler ile sıcaklık-süre normları, UHT sütte jel oluşumunu etkilemektedir. Son yıllarda, UHT sütlerde jel oluşumunu engellemeye yönelik yüksek basınçlı homojenizasyon, mikrofiltrasyon, ultrases, gaz enjeksiyonu gibi yüksek sıcaklıklarda ısı işlem gerektirmeyen uygulamaların da etkinliği incelenmiştir. Bu derlemede, UHT içme sütlerinde meydana gelen jelleşmenin oluşumunu etkileyen işlem değişkenleri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: UHT içme sütü, Jelleşme, Plazmin, Proteoliz

The Age Gelation Problem in UHT Milk: Effect of Process Parameters

ABSTRACT

The most prevalent heat treatment method used in the industry to extend shelf life of milk is UHT (Ultra High Temperature) process. However, the gel formation developed depending on enzymatic and physical effects during the storage shortens the shelf life of the UHT milk. The thermal stability of milk decreases with the increase of somatic cells which take part in protecting animals against infections. Besides, direct and indirect systems used in the heat treatment and temperature-time norms of heat treatment affect the formation of gel in UHT milk. In recent years, to prevent the gel formation in UHT milk, efficiency of applications, which do not require heat treatment at high temperatures, such as high-pressure homogenization, microfiltration, ultrasound and gas injection has been investigated. In this review, it is aimed to give information about the process parameters affecting gelation formation in UHT milk.

Keywords: UHT milk, Gelation, Plasmin, Proteolysis

GİRİŞ

Bireylerin beslenmesinde temel gıdalardan biri olan süt, zengin bileşimi ve nötre yakın pH değerine sahip olması ile mikroorganizmaların gelişimi için uygun bir ortam oluşturmaktadır [1, 2]. Çiğ sütü mikrobiyolojik açıdan güvenilir hale getirip raf ömrünü uzatmak amacıyla farklı

ısı işlem uygulamaları yapılmaktadır [3]. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne göre ısı işlem görmüş içme sütü; pastörizasyon, UHT veya sterilizasyon işlemlerinden biriyle ısı işlem görerek tüketiciye sunulan süt olarak tanımlanmaktadır [4]. UHT işleminde çiğ süt, 130-150°C gibi çok yüksek sıcaklıklara kısa sürelerde maruz

birakıldıktan sonra aseptik koşullarda ambalajlanarak 6-9 ay gibi uzun bir süre tüketilebilmektedir. UHT işleminde hedef, en az fizikokimyasal değişim ile çiğ sütün içerdiği tüm mikroorganizma ve başta proteinazlar olmak üzere tüm enzimlerin inaktif hale getirildiği, oda sıcaklığında saklanabilen uzun raf ömrüne sahip içme sütü üretilmesidir [5]. UHT içme sütlerinde raf ömrünü kısaltan çeşitli fizikokimyasal değişimler meydana gelmektedir [6]. Söz konusu değişimlerden biri, yüksek sıcaklığa dirençli bakteri proteinazları ile sütün doğal enzimlerinden olan plazmin sistemi enzimlerinin ve ısı işlem sırasında çeşitli fizikokimyasal reaksiyonların neden olduğu jelleşmedir [7]. UHT içme sütlerinde bakteri ve süt kaynaklı enzimler, kazein miselinden β -laktoglobulin ve κ -kazeinden oluşan bileşiğin ayrılmasını hızlandırmakta ve kazeini proteolitik hidrolize uğratarak jelleşme sorununa yol açmaktadır [8]. UHT içme sütlerinde jelleşmenin oluşumu, üretimde kullanılan çiğ sütün özelliklerinden, bileşiminden, uygulanan UHT işleminin sıcaklık-süre normlarından, üretim değişkenlerinden ve depolama sıcaklığından etkilenmektedir [9]. Bu derlemede UHT içme sütlerinde meydana gelen jelleşmenin oluşumunu etkileyen değişkenlerin açıklanması amaçlanmaktadır.

ÇİĞ SÜT ÖZELLİKLERİNİN UHT İÇME SÜTLERİNDEKİ JEL OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİLERİ

Çiğ süt, 40°C'nin üzerine ısıtılmamış veya eşdeğer etkiye sahip herhangi işlem görmemiş kolostrum dışındaki meme bezi salgısı olarak tanımlanmakta [10] ve buzdolabı koşullarında (4-6°C) üç ile beş gün arasında depolanabilmektedir. Süt toplama koşulları, taşıma teknikleri, sağım ortamının hijyeni, depolama sıcaklığı, mevcut bakteri yükü ve somatik hücre sayısı (SHS) gibi faktörler çiğ sütün raf ömrünü etkilemektedir [11]. Doğumdan sonra hayvan bağımsızlık sisteminin bir parçasını oluşturan ve hayvanı mastitis olarak adlandırılan patojen bakterilerin neden olduğu meme bezi enfeksiyonlarına karşı korumada görev alan somatik hücreler, çiğ süt kalitesini değerlendirmek için sıklıkla kullanılmaktadır [12]. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne göre 500000 SHS/mL'nin üzerindeki inek ve manda sütlerinin satışı ve ürüne işlenmesi yasaklanmıştır [4]. Yüksek SHS'ye sahip süt, yüksek oranda patojen bakteri ve antibiyotik kalıntısı içerebilmektedir. Bununla birlikte, somatik hücreler protein ve enzim kaynağıdır. Somatik hücrelerin parçalanmasıyla süte, lipaz, oksidaz, glikozidaz, kazein hidrolizine neden olan elastaz, klinojenaz, plazmin ve katapsin (B, C, D, G) gibi enzimler salınmaktadır [13]. Mastitis ile birlikte sütte serum proteinleri ve immunoglobulin konsantrasyonu artarken, SHS'deki artışa bağlı olarak da kazein miktarında azalış görülmektedir. Söz konusu değişiklikler, sütün ısıl stabilitesinde azalmaya, UHT işlemi sırasında çökeltme ve jelleşmeye neden olmaktadır [14].

Yapılan bir çalışmada, yüksek (631000 SHS/mL) ve düşük (140000 SHS/mL) SHS'ye sahip sütlere 138°C'de 2.4 saniye (s) UHT işlemi uygulanmış ve her iki süt grubuna 0.16mg/L plazmin ile 0.19 mg/L plazminojen

eklenmiştir. Çalışmanın kontrol örneklerini herhangi bir enzim eklenmeyen yüksek ve düşük SHS'ye sahip sütlerden üretilen UHT sütler oluşturmuştur. Şişelere doldurulan örnekler 20°C'de 180 gün süresince depolanmış ve jel oluşumu, viskozite ve enzim aktivitesi değerleri incelenmiştir. Yüksek SHS'ye sahip kontrol örneklerinde depolamanın 150. gününden itibaren şişenin dibinde çökelti oluşumu gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek viskozite değeri yaklaşık 35 mPa.s ile plazminojen eklenen yüksek SHS'ye sahip sütlerde belirlenirken, en düşük viskozite değeri yaklaşık 17 mPa.s ile düşük SHS'ye sahip kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Plazminojen eklenen düşük SHS'ye sahip sütlerde plazminojen düzeyinin arttığı ve depolama süresince plazminojen:plazmin oranının 18.1'den 10.4'e düştüğü saptanmıştır. Plazminojen ilavesi yapılan yüksek SHS'ye sahip sütlerde ise plazminojen aktivasyonunun, plazminojen eklenen düşük SHS'ye sahip örneklerden daha yüksek olduğu, 180 gün sonunda plazminojen:plazmin oranının 20.8'den 1.2'ye düştüğü tespit edilmiştir. SHS'deki artışa bağlı olarak sütteki plazminojen aktivatör miktarının arttığı ve sonuçta plazminojenin plazmine dönüşüm oranının yükseldiği değerlendirilmiştir (Tablo 1) [15]. Zachos ve ark. [16] erken ve geç laktasyon dönemindeki 40 farklı inekten yüksek (>10⁶ SHS/mL) ve düşük (5x10⁴ SHS/mL) SHS'ye sahip sütler toplayıp, laktasyon evresi ile SHS'nin plazminojen aktivatörünün aktivasyonu üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, laktasyon evresinin plazminojen aktivatörünün aktivasyonu üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanırken, sağlıklı ineklerden elde edilen SHS düşük sütlerde ve mastitisli ineklerden elde edilen SHS yüksek sütlerde plazminojen aktivatörü aktivitelerinin sırasıyla 7.6±2.1 ve 60.6±13.52 ünite (U)/10⁶ hücre olduğu belirlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise süt sağımından önce meme içindeki ortamı simüle edebilmek için 500000 SHS/mL ile 4.85 µg/mL plazminojen içeren süt 37°C'de 7 saat süresince inkübe edilmiş ve β -kazein parçalanma oranı araştırılmıştır. İnkübasyonun 3. saatinde plazmin aktivitesine bağlı β -kazeinin parçalanma oranı %5.9 olarak tespit edilirken, 7. saatin sonunda bu oran %28.4 olarak belirlenmiştir. Sağımdan önce meme içerisinde somatik hücrelere bağlı plazminojen aktivatörü için ideal ortamın oluştuğu ve plazminojenin plazmine dönüşerek β -kazeinin parçalanma oranını arttırdığı değerlendirilmiştir [17].

Farklı yağ oranlarında olacak şekilde üretilen UHT içme sütlerinde depolama süresince jelleşme ve çökeltme oluşumlarında farklılıklar gözlemlenmektedir. Doğrudan (direct, direkt) UHT yöntemiyle 147°C'de 2 s süresince sterilize edilen tam yağlı ve yağsız sütler 22°C'de 11 hafta depolanmış ve proteoliz sonucu oluşan protein fraksiyonları incelenmiştir. Depolama sonunda yağlı sütlerdeki β - ve κ -kazeinin parçalanma oranları sırasıyla %5 ve 14 olarak saptanırken, yağsız sütlerde bu oranlar sırasıyla %13 ve 58 olarak tespit edilmiştir. Plazmin ve psikrotrof bakteri proteinazlarının aktivitesi ile kazeinin parçalanması sonucu oluşan büyük kütleye sahip peptit fraksiyonları yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile analiz edilmiştir. Tam yağlı ve yağsız sütlerde depolama süresince bakteri proteinazlarından kaynaklanan parçalanma ürünlerinde artış belirlenirken,

tam yağlı sütlerde plazmin aktivitesi kaynaklı parçalanma ürünlerinin miktarında değişiklik olmadığı, yağsız sütlerde ise bu miktarın azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 1). Yağsız sütlerde plazmin aktivitesi sonucu oluşan büyük kütleye sahip peptit fraksiyonlarının bakteri proteinazları ile tekrar parçalanması sonucunda

daha küçük kütleye sahip peptit fraksiyonlarının olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonucunda, süt yağının proteinleri proteolize karşı koruduğu değerlendirilmiştir [18]. Çiğ süt özelliklerinin plazmin enzim sistemleri üzerine etkisi ile ilgili çalışmaların sonuçları Tablo 1'de özet olarak sunulmuştur.

Tablo 1. Çiğ süt özelliklerinin plazmin enzim sistemleri üzerine etkisi

Etken	Özellik	Sonuç
Somatik hücre sayısı (SHS)	Yüksek (631000 SHS/mL) Düşük (140000 SHS/mL)	SHS'ndeki artışa bağlı olarak sütteki plazminojen aktivatör miktarının arttığı belirlenmiştir [15].
Laktasyon evresi	Erken evre Geç evre	Laktasyon evresinin plazminojen aktivatörünün aktivasyonu üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır [16].
Somatik hücre sayısı	Yüksek (>10 ⁶ SHS/mL) Düşük (5x10 ⁴ SHS/mL)	Mastitisli ineklerden elde edilen SHS yüksek sütlerde plazminojen aktivatörü aktivitesinin SHS düşük sütlerden yaklaşık 8 kat yüksek olduğu tespit edilmiştir [16].
Yağ oranı	Tam yağlı	Süt yağının proteinleri proteolize karşı koruduğu değerlendirilmiştir [18].

Grewal ve ark.'nın [19] yaptıkları bir çalışmada ise farklı jel elektroforez yöntemleri kullanılarak 138°C'de 6 s süresince UHT işlemi uygulanan yağlı (34 g yağ/L) ve yağsız (1 g yağ/L) sütlerdeki protein fraksiyonlarının değişimi 20, 30, 40 ve 50°C'lerde 28 gün depolama süresince belirlenmiştir. Doğal jel elektroforezi kullanılarak yapılan analizler sonucunda kazein ve peyniraltı suyu proteinlerinin bant yoğunluklarının 20, 30 ve 40°C'lerde 14 gün depolanan yağlı ve yağsız sütlerde değişmediği, 40°C'de 28 gün sonunda ise yağlı sütlerde bant yoğunluklarındaki azalmaya bağlı olarak yüksek molekül ağırlığına sahip protein agregatlarının arttığı saptanmıştır. Süt yağının, 40°C'de sıvı forma geldiği ve böylelikle kazein ve peyniraltı suyu proteinlerinin etrafını sararak proteinler arasındaki etkileşim olasılığını arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca yüksek depolama sıcaklıklarında lipitlerin peroksidasyonu sonucu oluşan ara ve son ürünlerin amino asitler ile etkileşerek proteinlerin çapraz bağlanmasına neden olduğu değerlendirilmiştir. Çalışmada, indirgeyici ajan kullanılmadan gerçekleştirilen sodyum dodesil sülfatlı jel elektroforezi ile kovalent bağlarla etkileşime girmeyen agregatların ayrılması hedeflenmiştir. Depolama sıcaklığı 20°C olan yağsız sütlerde 28 gün süresince indirgenmemiş peyniraltı suyu ve kazein agregatlarının miktarında değişim olmadığı, 20, 30 ve 40°C'lerde depolanan yağlı sütlerde ise 14 günün sonunda kovalent olmayan etkileşimlerle jel yapısının oluşumuna neden olan β-laktoglobülinin miktarının azaldığı ve buna bağlı olarak da indirgenmemiş peyniraltı suyu ve kazein agregatlarının miktarının arttığı belirlenmiştir. UHT içme sütlerinde yağ miktarı ile beraber depolama sıcaklığının da önemli olduğu ortaya konulmuştur.

Çiğ sütün UHT işlemine karşı dayanıklılığını arttırmak için stabilize edici tuzlar kullanılabilir. Sodyum fosfat ve sodyum sitratın UHT içme sütlerinde jel oluşumunu hızlandırdığı, sodyum hekzametrafosfat gibi polifosfatların ise jel oluşumunu geciktirdiği bildirilmektedir. Polifosfatlar, zincir uzunlukları ve ortamdaki konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak UHT içme sütlerini jelleşmeye karşı daha fazla korumaktadır [20]. Chen ve ark. [21] farklı tuzların, sütün

sağıldığı mevsimin ve uygulanan ısı işlemlerin sütün ısı stabilitesine olan etkisini araştırmışlardır. Di-sodyum hidrojen fosfat (DSHF), tri-sodyum sitrat (TSS) veya kalsiyum klorür (KK) eklenen ve herhangi bir tuz ilave edilmeyen farklı mevsim (kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar) sütleri iki gruba ayrılmıştır. Bir gruba 140°C'de 5.5 s UHT işlemi uygulanırken, diğer grup 121°C'de 20 dakika süresince klasik sterilizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Herhangi bir tuz ilave edilmeyen kontrol grubu sütler ile DSHF, TSS ve KK eklenen sütlerdeki ortalama çökelti miktarları klasik sterilizasyon sonrasında sırasıyla %0.24, 1.15, 0.75 ve 0.23; UHT işlemi sonrasında %0.19, 0.24, 0.33 ve 0.31 olarak saptanmıştır. Çalışmada, çökelti miktarı %0.5'in üzerinde olan ısı işlem görmüş sütler, düşük ısı stabiliteye sahip olarak değerlendirilmiştir. DSHF ve TSS eklenerek klasik sterilizasyon işlemi uygulanan sütlerde kalsiyum (Ca²⁺) miktarının azalması ile κ-kazeinin misellerden ayrışmasına bağlı olarak sütün ısı işlem sırasında stabilitesinin bozulduğu bildirilmiştir. KK eklenen sütlerde ise Ca²⁺ miktarının artıp pH değerinin düşmesi ile ısı stabilitesinin azaldığı belirtilmiştir. UHT işlemi uygulanan kontrol sütlerinde, yaz dönemi sütlerindeki çökelti miktarlarının sonbahar ve kış dönemi sütlerinden fazla olduğu, klasik sterilizasyon işlemi uygulanan kontrol grubu sütlerde ise çökelti miktarı üzerine mevsim farklılığının etkisinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir.

ISIL İŞLEM SİSTEMLERİNİN VE DEPOLAMA SICAKLIĞININ UHT İÇME SÜTLERİNDEKİ JEL OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİLERİ

Süt endüstrisinde UHT sistemleri direkt ve dolaylı (indirect, endirekt) ısıtılmalı olarak iki gruba ayrılmaktadır. Genel olarak direkt ısıtılmalı sistemlerde UHT işlemi buhar enjeksiyon ve buhar infüzyon yöntemleri ile gerçekleştirilebilirken, endirekt ısıtılmalı sistemlerde plakalı ve borulu ısı değiştiriciler kullanılmaktadır. Buhar enjeksiyon yönteminde, ön ısıtma uygulanan sütün sıcaklığı doymuş buhar enjeksiyonu ile kısa sürede 135-150°C'lere yükseltilmektedir. Yaklaşık birkaç saniye süre

ile istenilen sıcaklıkta bekletilen sütün sıcaklığı vakum altında ani bir genişleme ile düşürülerek, buhar enjeksiyonu sırasında ilave edilen su süttten uzaklaştırılmaktadır [22]. Diğer bir direkt ısıtma sistemi olan buhar infüzyon yönteminde ise süt sıcaklığının artırılması sütün buhar içine püskürtülmesi ile gerçekleşmektedir. Direkt ısıtma sistemlerinde süt ısı kaynağı olan buhar ile direkt temas halindeyken, endirekt ısıtma sistemlerinde süt ısı kaynağı ile temas etmemektedir. Endirekt ısıtma sistemlerinde ısı aktarımı, sütün plakanın ya da borunun diğer tarafından geçen buhar veya sıcak su ile ısıtılan metal yüzey ile teması sonucu olmaktadır [22]. Endirekt ısıtma sistemlerinde süt daha fazla ısıl işleme maruz kaldığı için proteaz aktivitesi engellenmekte ve jel oluşumu geciktirilebilmektedir [11].

Direkt ve endirekt ısıtma sistemlerinin UHT içme sütlerinde depolama süresince jel oluşumuna etkisinin incelendiği bir çalışmada, direk ısıtma için süt infüzyon yöntemiyle 142°C'de 5 s tutulurken, endirekt ısıtma için süte plakalı ısı değiştiriciler kullanılarak 145°C'de 3 s ısıl işlem uygulanmıştır. Farklı yöntemlerle UHT işlemi uygulanan sütler aseptik koşullarda paketlenerek 4, 22, 25 ve 37°C'lerde 182 gün süresince depolanmıştır. Depolama sıcaklığı yükseldikçe UHT içme sütlerinin pH değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiş olup, 37°C'de depolanan UHT içme sütlerinde söz konusu düşüşün Maillard reaksiyonuna bağlı olarak proteinlerdeki serbest pozitif uçların laktoza bağlanmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Direkt ısıtma yöntemi uygulanarak 22 ve 25°C'lerde depolanan UHT içme sütlerinde sırasıyla 84. ve 98. günlerde viskozite değerinin 10 mPa.s üzerine çıkarak jel oluşumunun başladığı belirlenmiştir. Direkt ısıtma yöntemi uygulanarak 4 ve 37°C'lerde depolanan UHT içme sütleri ile endirekt ısıtma uygulanan farklı sıcaklıklarda depolanan UHT içme sütlerinin viskozite değerlerinde 182 gün sonunda istatistiksel açıdan önemli bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan çiğ sütteki plazmin ve plazminojen aktivitesi değerleri sırasıyla ortalama 21 ve 84 U/mL olarak saptanmıştır. Direkt ısıtma yönteminden sonra plazmin ve plazminojen aktivitesi değerlerinin sırasıyla ortalama 4 ve 31 U/mL; endirekt ısıtma yönteminden sonra ise sırasıyla 0 ve 16 U/mL olduğu belirlenmiştir. Direkt ve endirekt ısıtma yöntemleri uygulanan UHT içme sütlerinde depolama süresince plazminojen aktivitesindeki düşmeye bağlı olarak plazmin aktivitesinin arttığı saptanmıştır. Direkt ısıtma yöntemi uygulanarak 37°C'de depolanan UHT içme sütlerinde plazmin aktivitesinin 22 ve 25°C'lerde depolananlara göre yüksek olduğu ve jel oluşumu ile plazmin aktivitesi arasında ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Yüksek depolama sıcaklıklarında proteolitik enzimlerin artan aktivitesine bağlı olarak proteinlerin daha fazla parçalandığı ve söz konusu proteinlerin Maillard reaksiyonuna katılarak jel oluşturamadıkları bildirilmiştir [23]. Malmgren ve ark. [24] buhar enjeksiyon ve buhar infüzyon yöntemleri ile 140°C'de 4 s ısıl işlem uygulayarak farklı sıcaklıklarda (5, 22, 30 ve 40°C) 6 ay süresince depoladıkları sütlerde enzimatik aktivite, kazein misellerinin modifikasyonu, çökeltme ve jel oluşumunu incelemişlerdir. Buhar enjeksiyon yöntemi

uygulanan sütlerdeki laktuloz, β -laktoglobülin ve α -laktalbümin miktarları sırasıyla 92.0 \pm 7.0, 38.0 \pm 0.5 ve 78.6 \pm 1.3 mg/mL; buhar infüzyon yöntemi uygulanan sütlerdeki ise sırasıyla 100.0 \pm 1.0, 38.4 \pm 1.5 ve 77.1 \pm 1.8 mg/mL olarak tespit edilmiş ve farklı direkt ısıtma yöntemleri arasında sütün maruz kaldığı ısı yükü açısından fark olmadığı belirlenmiştir. Isıl işlem yönteminden bağımsız olarak 22°C'de depolanan UHT içme sütlerinin partikül boyutlarının ilk 4 ay süresince azaldığı, 5. ayda ise arttığı belirlenmiştir. UHT içme sütlerinin partikül boyutlarındaki hızlı artış, jel oluşumunun göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, 30°C'de depolanan UHT içme sütlerinde 3. ayın sonunda jel oluşumu gözlemlenirken, 5 ve 40°C'lerde aynı süre depolanan sütlerde jel yapısının oluşmadığı saptanmıştır. Ambalajlı UHT içme sütlerinin taban kısımlarından alınan örneklerde çökeltme analizleri gerçekleştirilmiş ve depolama sıcaklığı ile süresinden bağımsız olarak buhar enjeksiyon yöntemi uygulanan UHT içme sütlerindeki çökeltinin, buhar infüzyon yöntemi uygulananlara göre daha fazla ve hızlı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). Buhar enjeksiyonu ile UHT işlemi uygulanan, 5 ve 40°C'lerde depolanan sütlerde 6 ay sonunda çökelti miktarlarının sırasıyla 0.99 ve 2.46 g/L olduğu; buhar infüzyon yöntemi ile UHT işlemi uygulanan sütlerde ise sırasıyla 0.62 ve 1.72 g/L olduğu saptanmıştır. Depolama sıcaklığı 40°C olan UHT içme sütlerinde sıvı kromatografisi-kütle spektrometresi (LC-MS) ile yapılan analizlerde, Maillard reaksiyonu sonucu β -kazein ve peyniraltı suyu proteinlerinin etkileşimi ile oluşan bileşikler belirlenmiştir. Maillard reaksiyonu ile proteinlerin pozitif uçlarının laktozla birleşerek jel oluşumunu engellediği bildirilmiştir. Buhar infüzyon yöntemi uygulanan, 22 ve 30°C'lerde depolanan UHT içme sütlerinde depolama sonunda plazmin aktivitesinden dolayı β -kazein miktarının azaldığı, γ_2 - ile γ_3 -kazein miktarlarının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, söz konusu UHT içme sütlerinde depolama süresince β -laktoglobülin, α -laktalbümin ve α_1 -kazein miktarlarının azaldığı, kromatogramda α_1 -kazein ve β -kazeinin parçalanma ürünlerine ait yeni piklerin olduğu saptanmıştır. Depolama sıcaklığı 5°C olan UHT içme sütlerinde plazmin aktivitesinin engellendiği ve kazein fraksiyonlarının düşük sıcaklıklarda hidrolize olmadığı belirlenmiştir.

Ülkemizde, buhar enjeksiyon yöntemiyle 145 ve 150°C'lerde 4 s süresince UHT işlemi uygulanan düşük (621000 SHS/mL, psikrotrofik bakteri sayısı: 4872 koloni oluşturan birim (kob)/mL), orta (315000 SHS/mL, psikrotrofik bakteri sayısı: 5100 kob/mL) ve yüksek (212000 SHS/mL, psikrotrofik bakteri sayısı: 2121 kob/mL) kalitedeki sütlerin 25°C'de 180 gün süresince azot miktarları ile duyuşal özellikleri incelenmiştir. Depolama sonunda pH 4.6'da çözünen azot miktarının 145°C'de UHT işlemine maruz bırakılan düşük, orta ve yüksek kalitedeki sütler için sırasıyla %74.7, 53.8 ve 33.8 oranlarında; 150°C'de UHT işlemine maruz bırakılan düşük, orta ve yüksek kalitedeki sütler için ise sırasıyla %57.9, 31.3 ve 17.1 oranlarında arttığı belirlenmiştir (Tablo 2). UHT işlem sıcaklığı 150°C olan sütler ile 145°C'de UHT işlemi uygulanan yüksek kaliteli sütlerdeki peptit sayısının ve yoğunluğunun 145°C'de UHT işlemi uygulanan orta ve düşük sütlere göre daha

az olduğu tespit edilmiştir. Hidrofobik peptit oluşumunun, β -kazeinin plazmin ile bakteriyel proteinazların hidrolizinden kaynaklandığı ve UHT içme sütlerinde buruk/acımtırak tattan sorumlu olduğu bildirilmiştir. Yapılan duyu analizi sonucunda, en yoğun buruk/acımtırak tadın 145°C 'de UHT işlemi uygulanan düşük kaliteli sütlerde olduğu saptanmıştır. UHT işlem sıcaklığı 145°C olan düşük ve orta kaliteleredeki sütlerde sırasıyla depolamanın 150 ve 180. günlerinde jel

oluşumu belirlenirken, 150°C 'de UHT işlemi uygulanan orta ve yüksek kaliteli sütlerde depolamanın sonunda jel oluşumu tespit edilememiştir. Panelistler tarafından 150°C 'de UHT işlemi uygulanan sütlerde pişmiş tadın 145°C 'de UHT işlemi uygulanan sütlere göre fazla algılandığı saptanmıştır [25]. UHT sistem değişkenlerinin UHT sütlerin jelleşmesi üzerine etkisi ile ilgili çalışmaların sonuçları Tablo 2'de özet olarak verilmiştir.

Tablo 2. UHT sistem değişkenlerinin UHT sütlerin jelleşmesi üzerine etkisi

UHT sistemi	Sıcaklık-süre normu	Sonuç
Buhar infüzyon	142°C 'de 5 s	22 ve 25°C 'lerde depolanan UHT içme sütlerinde sırasıyla 84. ve 98. günlerde viskozitenin arttığı ve jel oluştuğu gözlenmiştir [23].
Plakalı ısı değiştirici	145°C 'de 3 s	UHT içme sütlerinin viskozite değerlerinde 182 gün sonunda istatistiksel açıdan önemli bir değişikliğin olmadığı belirlenmiştir [23].
Buhar infüzyon Buhar enjeksiyon	140°C 'de 4 s	Buhar enjeksiyon yöntemi uygulanan UHT içme sütlerindeki çökeltinin, buhar infüzyon yöntemi uygulananlara göre daha fazla ve hızlı oluştuğu tespit edilmiştir [24].
Buhar enjeksiyon	145°C 'de 4 s	Düşük ve orta kaliteleredeki sütlerde sırasıyla depolamanın 150 ve 180. günlerinde jel oluşumu saptanmıştır [25].
Buhar enjeksiyon	150°C 'de 4 s	Orta ve yüksek kaliteli sütlerde depolamanın sonunda jel oluşumu belirlenmemiştir [25].

UHT işleminde sıcaklık uygulamasının etkinliği açısından önemli olan diğer bir basamak da ön ısıtma işlemidir. Gerek direkt ısıtma yöntemlerinde gerekse de endirekt ısıtma yöntemlerinde çiğ sültere ön ısıtma işlemi uygulanmaktadır. Konu ile ilgili yapılan çalışmada [26], 75°C 'de 15 s, 80°C 'de 15 s, 80°C 'de 30 s, 85°C 'de 30 s, 90°C 'de 30 s ve 90°C 'de 60 s sürelerince ön ısıtmaya tabi tutulan rekonstitüye sültere buhar enjeksiyon yöntemiyle 140°C 'de 4 s UHT işlemi uygulanmıştır. Farklı sıcaklıklarda (20 ve 30°C) 12 ay depolanan UHT içme sülterinde proteoliz miktarı, jel ve çökelti oluşumları araştırılmıştır. En yüksek ve en düşük β -kazein hidroliz oranları sırasıyla 80°C 'de 30 s ön ısıtma uygulanan ve 30°C 'de depolanan UHT içme sülteri ile 90°C 'de 30 ve 60 s ön ısıtma uygulanarak 20°C 'de depolanan UHT içme sülterinde belirlenmiştir. β -kazein hidrolizinin plazmin sistemi enzimleriyle yakından ilişkili olduğu bildirilmiştir. Süte düşük sıcaklıkta (75°C) ön ısıtma işlemi uygulanmasıyla plazmin aktivatör inhibitörlerinin tamamen inaktif olmadığı ve plazmin aktivitesinin kontrolünün sağlanabildiği; orta sıcaklıkta (80°C) uygulanan ön ısıtma işlemiyle sütteki plazmin aktivatör inhibitörlerinin tamamen inaktif hale gelmesi ile plazminin β -kazeini hidrolize edebildiği ve yüksek sıcaklıkta (90°C) uygulanan ön ısıtma işleminde ise sütteki plazminin yüksek oranda aktivitesini kaybettiği değerlendirilmiştir. Çalışmada, şişe içindeki derinliği 70 mm olan sütün tabanındaki çökelti miktarı mm olarak verilmiştir. İlk 4 ay süresince 20 ve 30°C 'lerde depolanan farklı ön ısıtma uygulanmış UHT içme sülterinde ortalama çökelti miktarının $0-2$ mm arasında değiştiği saptanmıştır. Ön ısıtma olarak 80°C 'de 30 s ısıtma işlemi uygulanan UHT içme sülterindeki çökelti miktarları 20 ve 30°C depolama sıcaklıkları için 8. ayda sırasıyla yaklaşık 4 ve 14 mm olarak belirlenmiştir. Depolama sıcaklığı 30°C olan UHT içme sülterinde jel oluşumunun, 20°C 'de depolanan

örneklerle göre daha hızlı meydana geldiği saptanmıştır. Bununla birlikte 75°C 'de 15 s ön ısıtma işlemi uygulanarak üretilen ve 30°C 'de depolanan UHT içme sülterinde 7. ayda jel oluşumu belirlenirken, 90°C 'de ön ısıtma uygulanarak üretilen UHT içme sülterinde aynı sıcaklıkta 12 ay depolama süresince jel oluşumu gözlemlenmemiştir. Proteoliz miktarına bağlı olarak en hızlı ve fazla jel oluşumu 80°C 'de 30 s ısıtma işlemi uygulanarak üretilen ve 30°C 'de depolanan UHT içme sülterinde saptanmıştır. UHT sistemlerindeki farklılıkların, UHT işleminin sıcaklık-süre normlarının ve depolama sıcaklıklarının UHT içme sülterindeki enzim sistemlerinin çalışmasını ve fizikokimyasal reaksiyonları etkilediği değerlendirilmiştir.

DİĞER TEKNOLOJİK İŞLEMLERİN UHT İÇME SÜTLERİNDEKİ JEL OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİLERİ

Depolama süresince sülterde jelleşme sorunlarına neden olan enzimleri inaktif hale getirerek, proteolizi en az düzeye indirebilmek için yüksek basınçlı homojenizasyon, mikrofiltrasyon (MF), ultrases, gaz enjeksiyonu gibi yüksek sıcaklıklarda ısıtma işlemi gerektirmeyen uygulamaların da etkinliği araştırılmaktadır. Süt endüstrisinde kullanılan standart homojenizasyon işleminde, süt yaklaşık $20-60$ MPa arasındaki değerlerde basınç uygulanarak dar bir kanaldan geçirilmekte ve böylece yağ küreciklerinin küçülmesi sağlanarak krema tabakasının oluşumu engellenmektedir. Standart homojenizasyon işleminden daha yüksek basınç değerlerinde uygulanan yüksek ($150-200$ MPa) ve ultra yüksek ($350-400$ MPa) basınçlı homojenizasyon işlemleri ise süt endüstrisinde bakterilerin ve bakteriyofajların inaktivasyonunda, yağ kürecik boyutlarının azaltılarak homojen emülsiyon yapısının korunmasında, alkali fosfat, laktoperoksidaz

ve plazmin enzimlerinin aktivitelerinin azaltılmasında kullanılabilir [27-29].

Yüksek basınçlı homojenizasyon işleminin sütte proteoliz ve plazmin aktivitesi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada [30], giriş sıcaklıkları 30 ve 40°C olmak üzere 200 ile 300 MPa değerlerinde basınç uygulanan sütler 21 gün süresince 25°C'de depolanmıştır. Çalışmanın kontrol grubunu 20 MPa basınçta klasik homojenizasyon işlemi uygulanarak 90°C'de 15 s ısıtma tabii tutulan süt örnekleri oluşturmuştur. Çiğ sütte plazmin aktivitesinin ortalama 5.70 U/mL olduğu belirlenmiştir. Giriş sıcaklıkları 30 ve 40°C olan 200 MPa basınçta homojenizasyon uygulanan sütlerdeki plazmin aktivitesi değerlerinin değişmediği ve yaklaşık 3.17 U/mL olduğu belirlenmiştir. Homojenizasyon işleminde 30 ve 40°C'lerde 300 MPa basınç uygulanan sütler ile kontrol grubu sütlerin plazmin aktivitesi değerlerinin arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ve yaklaşık %70 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 3). Homojenizasyon işlemi uygulanan basıncın artmasına ve pastörizasyon sıcaklığına bağlı olarak β -laktoglobülin denatürasyonunun arttığı bildirilmiştir. Söz konusu durum ile açığa çıkan fazla miktardaki serbest sülfidril gruplarının geri dönüşümsüz olarak plazmin enzimine bağlanarak inaktivasyon oranının artmasına neden olduğu değerlendirilmiştir. Depolama süresince en fazla β -kazein hidrolizi ile hidrofobik peptid oranı 40°C giriş sıcaklığında 200 MPa basınç değerinde homojenizasyon işlemi uygulanan süt örneklerinde saptanırken, en düşük hidrofobik ve hidrofilik peptid oranı 300 MPa basınç değerinde homojenizasyon işlemi uygulanan sütler ile kontrol grubu sütlerde belirlenmiştir. Söz konusu durumun 200 MPa basınç değerinde homojenizasyon işlemi uygulanan sütlerde plazmin miktarının yüksek olması ve 40°C'de bakteri proteazlarının çalışmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada, yüksek basınç değerinde uygulanan homojenizasyon işleminin *Pseudomonas fluorescens* ATCC 3525 bakterisi tarafından üretilen proteaz enziminin sütte neden olduğu proteoliz ve jel oluşumu üzerine etkisi 25°C'de 150 gün süresince incelenmiştir. Yağ oranı %3.0'e standardize edilen sütler 72°C'de 15 s ısıtma işlemi uygulandıktan sonra *P. fluorescens* ATCC 3525 bakterisinden elde edilen enzimin ekstraktından %0.1 olacak şekilde eklenip, 45°C giriş sıcaklığında 20 MPa basınçta klasik homojenizasyon işlemi (kontrol grubuna uygulanan) ile 25°C giriş sıcaklığında 100 ve 150 MPa basınç değerlerinde homojenizasyon işlemi uygulanmıştır. Homojenizasyon işlemi uygulanan 150 MPa basınç uygulanan sütlerdeki proteoliz oranının diğer örneklerle göre daha yavaş geliştiği belirlenmiştir. Yüksek basınç değerlerinde yağ kürecikleri ile kazein ve β -laktoglobülinin daha fazla reaksiyona girmesi sonucu proteinlerde meydana gelen yapısal değişimin proteolitik enzimlerin çalışmasını engellediği değerlendirilmiştir. Kontrol grubu sütler ile 100 ve 150 MPa basınç değerlerinde homojenizasyon işlemi uygulanan sütlerde sırasıyla depolamanın 71., 94. ve 120. günlerinde jel oluşumu tespit edilmiştir. Çalışma ile yüksek basınçta uygulanan homojenizasyon işleminin sütlerin raf ömrünün uzatılmasına katkı sağlayabileceği bildirilmiştir [31].

D'Incecco ve ark. [32] süttten somatik hücre, mikroorganizma, bakteri sporu, yağ ve kazein gibi büyük bileşiklerin ayrılmasında kullanılan MF yönteminin UHT içme sütlerinin raf ömrü üzerine etkisini 12 ay süresince araştırmışlardır. Çalışmada, yağ oranları %3.5 (tam yağlı), %1.5 (yarım yağlı) ve %0.5 (yağsız) olacak şekilde standardize edilen sütler ön ısıtma ve homojenizasyon işlemlerinden sonra 137°C'de 3 s indirekt UHT işlemi uygulanmıştır. Diğer grup süt ise yağ ayrıldıktan sonra 50-55°C'lerde 1.4 μ m gözenek çaplı seramik membranlı MF sisteminden geçirilmiş ve yukarıda bahsi geçen işlemler sırasıyla aynı şekilde uygulanmıştır. Ön işlem olarak MF sisteminden geçirilmiş UHT içme sütlerindeki furosin ve laktuloz miktarlarının, sadece UHT işlemi uygulanan sütlere göre düşük olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda pH 4.6'da çözünebilen süt fraksiyonunda gerçekleştirilen analizde küçük peptitlerin oluşumunun ön işlem olarak MF sisteminden geçirilmiş tam yağlı, yarım yağlı ve yağsız sütlerde sırasıyla yaklaşık %21, 35 ve 39 oranlarında arttığı saptanırken, sadece UHT işlemi uygulanan tam yağlı, yarım yağlı ve yağsız sütlerde söz konusu küçük peptitlerin oluşumunun sırasıyla yaklaşık %68, 73 ve 95 oranlarında arttığı tespit edilmiştir. Denatüre olan peyniraltı suyu proteinlerinin kazeinle etkileşime girerek proteolitik enzimlerin etkinliğini kısıtladığı ve proteolizi geciktirdiği değerlendirilmiştir. Sadece UHT işlemi uygulanan tam yağlı, yarım yağlı ve yağsız sütlerde jel oluşumu sırasıyla depolamanın 8., 10. ve 6. aylarında gözlemlenirken, ön işlem olarak MF sisteminden geçirilmiş yağsız UHT içme sütlerinde 11. ayda jel oluşumu belirlenmiştir. Ön işlem olarak MF sisteminden geçirilmiş tam ve yarım yağlı UHT içme sütlerinde 12 ay süresince jel oluşumu gözlemlenmemiştir. Isıl işlem öncesi MF işlemi uygulamasının UHT içme sütlerinin raf ömrünü uzatabileceği değerlendirilmiştir.

Süt endüstrisinde ısıtma işlemi alternatif olarak kullanılabilecek diğer bir teknoloji olan ultrases teknolojisi, insan duyma eşliğinden daha yüksek frekans değerlerindeki (>18-20 kHz) ses titreşimleri uygulaması olarak tanımlanmaktadır. Ultrases titreşimleri akustik kaviteye neden olan şok dalgaları, akustik akış, kayma ve türbülans kuvvetleri gibi fiziksel kuvvetler üretmekte ve sütte fizyokimyasal değişikliklere yol açmaktadır [33]. Annandarajah ve ark. [34] yaptıkları çalışmada süte uygulanan ultrases uygulamasının plazmin enzimi aktivasyonu üzerine etkisini araştırmışlardır. Yağsız süte 72°C'de 15 s ısıtma işlemi uygulandıktan sonra 20 kHz frekans değerinde, 170 μ m genlik ve ortalama 140 W güçte 10, 30 ile 60 s sürelerince ultrases işlemi uygulanmıştır. Ultrases işlemi uygulanan sütlerin plazmin aktivitesi değerleri çiğ süt ve sadece ısıtma işlemi uygulanan süt ile 49 gün süresince karşılaştırılmıştır. Depolama sonunda çiğ süt, ısıtma işlemi uygulanan süt, 10, 30 ve 60 s ultrases uygulanan süt örneklerindeki plazmin aktivitesi değerlerinin sırasıyla yaklaşık 0.0031, 0.0021, 0.0011, 0.0004 ve 0.0001 mol/dakika/mg olduğu tespit edilmiştir. Konu ile ilgili yapılan diğer bir çalışmada [35], 72°C'ye ısıtılan yağsız süte 107 μ m genlik ve 77 W güçte, 133 μ m genlik ve 104 W güçte, 152 μ m genlik ve 115 W güçte 20 kHz frekans değerinde ultrases işlemi 1 ve 3 dakika

sürelerince uygulanmıştır. Çalışmanın kontrol gruplarını 72°C'de 1 ve 3 dakika ısıtma işlemi uygulanan sütler oluşturmuştur. Çiğ sütte plazmin aktivitesi değerinin yaklaşık 17.64 mU/mL olduğu, 1 ve 3 dakika sürelerince sadece ısıtma işlemi uygulanan sütlerde plazmin aktivitesi değerlerinin yaklaşık olarak sırasıyla %24 ve 50 oranlarında azaldığı, ultrases uygulanan sütlerdeki azalma oranlarının ise %73-94 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ultrases işlem süresi artışının plazmin aktivitesinde azalmaya neden olduğu; ancak farklı genliklerde ve güçlerde uygulanan ultrases işleminin plazmin aktivitesi üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Ultrases dalgalarının sıvı içindeki hareketi sırasında bölgesel basınç değişmekte ve oluşan basınç farkına bağlı olarak sıvı içerisindeki gaz kabarcıkları genişlemektedir. Daha fazla enerji taşıyamayacak hacme ulaşan gaz kabarcıkları patlamakta ve sütte ısıtma işlemindeki yüksek sıcaklıktan ve homojenizasyon işlemindeki basınçtan kaynaklanan etkilere benzer etkilerin oluşumuna neden olan şok dalgaları oluşturmaktadır [36].

UHT işlemi öncesinde sütün soğukta saklanması sırasında psikrotrof bakterilerin gelişiminin engellenmesi ve yüksek sıcaklıklara dayanıklı bakteri proteazlarının UHT içme sütlerinde neden olduğu sorunların azaltılarak UHT içme sütlerinin raf ömrünün uzatılması için sütlere CO₂ gazı enjekte edilmektedir [37]. Yapılan bir çalışmada, toplam psikrotrofik bakteri sayısı 2.72 log kob/mL ve *Pseudomonas* cinsi bakteri sayısı 3.67 log kob/mL olan çiğ süt ikiye ayrıldıktan sonra bir gruba 20 dakika süresince sütün pH değeri 6.2'ye ulaşıncaya kadar CO₂ gazı enjekte edilmiş, diğer gruba (kontrol grubu) ise gaz enjeksiyonu yapılmamıştır. Her iki grup süt 4°C'de 6 gün depolandıktan sonra 140°C'de 5 s

süresince UHT işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen sütler aseptik ambalajlanarak 25°C'de 120 gün depolanmıştır. UHT işlemi uygulanmadan önce yapılan analizlerde, CO₂ gazı enjekte edilmeyen sütlerde toplam psikrotrofik bakteri ve *Pseudomonas* cinsi bakteri sayılarının sırasıyla 6.97 ve 6.13 log kob/mL; CO₂ gazı enjekte edilen sütlerde ise sırasıyla 3.86 ve 3.71 log kob/mL olduğu belirlenmiştir. UHT içme sütlerinde depolama süresince meydana gelen proteolizin incelenmesi için pH 4.6'da ve TCA'da çözünen azot miktarları tespit edilmiştir. Kontrol grubu UHT içme sütlerdeki pH 4.6'da ve TCA'da çözünen azot miktarlarının, CO₂ gazı enjekte edildikten sonra üretilen UHT içme sütlerine göre yaklaşık 1.5 kat daha hızlı arttığı saptanmıştır. Her iki UHT süt grubunda da proteolizin depolama süresince arttığı, depolamanın sonunda pH 4.6'da çözünen azot miktarının kontrol grubu ve CO₂ gazı enjekte edildikten sonra üretilen UHT içme sütleri için sırasıyla %38.3 ve 25.3 oranlarında arttığı saptanmıştır. HPLC ile pH 4.6'da çözünen süt fraksiyonunda yapılan analizler sonucunda CO₂ gazı enjekte edildikten sonra üretilen UHT içme sütlerindeki hidrofilik ve hidrofobik peptit profillerinin depolamanın başında ve sonunda çok benzer olduğu, kontrol grubu sütlerde ise bakteri proteazlarının aktivitesi sonucunda hidrofobik peptit yoğunluğunun depolama sonunda arttığı tespit edilmiştir. Çalışmada CO₂ gazı uygulamasının sütlerdeki plazmin aktivitesine etki etmediği; ancak psikrotrof bakterilerin sayısının azalmasına bağlı olarak bakteri proteazlarından kaynaklı proteolizin azaltılabileceği değerlendirilmiştir [38]. Teknolojik işlemlerin UHT sütlerdeki jelleşme ve plazmin enzim sistemleri üzerine etkisi ile ilgili çalışmaların sonuçları Tablo 3'de özet olarak sunulmuştur.

Tablo 3. Teknolojik işlemlerin UHT sütlerdeki jelleşme ve plazmin enzim sistemleri üzerine etkisi

İşlem	Özellik	Sonuç
Yüksek basınçlı homojenizasyon	200 MPa	Plazmin aktivitesi değerlerinin değişmediği belirlenmiştir [30].
	300 MPa	Plazmin aktivitesi değerlerinin yaklaşık %70 oranında azaldığı tespit edilmiştir [30].
Yüksek basınçlı homojenizasyon	100 MPa	Depolamanın 94. gününde jel oluşumu saptanmıştır [31].
	150 MPa	Depolamanın 120. günlerinde jel oluşumu tespit edilmiştir [31].
Mikrofiltrasyon	1.4 µm gözenek çaplı seramik membran	Ön işlem olarak MF sisteminden geçirilmiş tam ve yarım yağlı UHT içme sütlerinde 12 ay süresince jel oluşumu gözlemlenmemiştir [32].
Ultrases	107 µm genlik, 77 W güç, 1 ve 3 dak	Ultrases işlem süresi artışının plazmin aktivitesinde azalmaya neden olduğu; ancak farklı genliklerde ve güçlerde uygulanan ultrases işleminin plazmin aktivitesi üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır [34].
	133 µm genlik, 104 W güç, 1 ve 3 dak	
	152 µm genlik, 115 W güç, 1 ve 3 dak	
CO ₂ gazı	20 dak, pH 6.2'ye ulaşıncaya kadar	CO ₂ gazı uygulamasının sütlerdeki plazmin aktivitesine etki etmediği; ancak psikrotrof bakterilerin sayısının azalmasına neden olduğu bildirilmiştir [38].

SONUÇ

Süt endüstrisinde, özellikle UHT içme sütlerinde depolama süresince meydana gelen jelleşme sorunu ekonomik kayıplara neden olmaktadır. UHT işlemiyle sütte doğal olarak bulunan plazmin sistemi enzimleri ile bakteri proteazları tamamen inaktif hale getirilememekte

ve depolama süresince aktivitelerini sürdürmektedir. Söz konusu enzimlerin kazeini hidrolize etmesi ve polimerizasyon gibi fizikokimyasal etkileşimler jel oluşumuna yol açmaktadır. Hayvanı mastitis olarak adlandırılan patojen bakterilerin neden olduğu meme bezi enfeksiyonlarına karşı korumada görev alan somatik hücrelerin artması, UHT içme sütlerinde

jelleşmeyi tetikleyen plazmin sistemi enzimlerinden plazminojenin aktivatörünün aktivitesinin artmasına neden olmaktadır. Çiğ sütün elde edildiği hayvanların sağlık koşulları ile çiğ sütün sağımı, depolanması, toplanması ve taşınması sırasında uyulması gereken hijyen şartlarının sağlanması sağlıklı, kaliteli ve uzun raf ömrüne sahip içme sütü üretmek için birinci derecede önemli koşuldur. Süt üreticisinin kaliteli süt üretimi konusunda eğitilmesi, bilinçlendirilmesi, maddi desteğin artırılması, ekonomik ve rutinde kullanılabilen analiz yöntemlerinin geliştirilmesi ile sütün uygun ürüne işlenmesi, yasalarla hem engelleyici hem de teşvik edici önlemlerin alınması raf ömrü uzun süt üretimi için kaçınılmaz görülmektedir. Sütün raf ömrünü arttırmak, depolama sırasında meydana gelen ve ekonomik kayıplara neden olan kusurları ortadan kaldırmak için UHT işleminde kullanılan sistemler ve uygulanan sıcaklık-süre normları değiştirilebilmektedir. Genel olarak endirekt UHT sistemlerinin direkt sistemlere göre, direkt sistemlerden buhar infüzyon yönteminin de buhar enjeksiyon yöntemine göre UHT içme sütlerindeki jel oluşumunu engelleme hususunda daha üstün olduğu yapılan çalışmalarla ortaya koyulmuştur. UHT işlemine ek ve/veya UHT işlemi yerine uygulanabilecek teknolojik işlemlerin plazmin sistemi enzimlerinin çalışmasını etkileyerek jelleşme oluşumunu geciktirdiği bildirilmiştir. Sonuç olarak, ülkemizde UHT içme sütlerinde jelleşmeyi engellemek için proteolitik etkilerin engellenmesi veya kontrol altına alınmasına yönelik yapılacak bilimsel çalışmaların sanayi kuruluşları ile birlikte yürütülmesinin sorunun çözümüne katkı sağlayacağı değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Vithanage, N.R., Dissanayake, M., Bolge, G., Palombo, E.A., Yeager, T.R., Datta, N. (2016). Biodiversity of culturable psychrotrophic microbiota in raw milk attributable to refrigeration conditions, seasonality and their spoilage potential. *International Dairy Journal*, 57, 80-90.
- [2] Hodgkinson, A.J., Wallace, O.A.M., Boggs, I., Broadhurst, M., Prosser, C.G. (2018). Gastric digestion of cow and goat milk: Impact of infant and young child *in vitro* digestion conditions. *Food Chemistry*, 245, 275-281.
- [3] Lucey, J.A. (2015). Raw milk consumption: risks and benefits. *Nutrition Today*, 50(4), 189.
- [4] Anonim. (2000). Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. T.C. Resmi Gazete. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- [5] Deeth, H. (2017). High Temperature Processing of Milk and Milk Products. John Wiley & Sons, Chichester, United Kingdom.
- [6] Gaur, V., Schalk, J., Anema, S.G. (2018). Sedimentation in UHT milk. *International Dairy Journal*, 78, 92-102.
- [7] Anema, S.G. (2017). Storage stability and age gelation of reconstituted ultra-high temperature skim milk. *International Dairy Journal*, 75, 56-67.
- [8] McMahon, D.J. (1996). Age-gelation of UHT milk: changes that occur during storage, their effect on shelf life and the mechanism by which age-gelation occurs. Heat treatments and alternative methods. IDF Symposium, Vienna, Austria.
- [9] Datta, N., Deeth, H. (2001). Age gelation of UHT milk-a review. *Food and Bioprocess Technology*, 79(4), 197-210.
- [10] Anonim. (2017). Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ. T.C. Resmi Gazete, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- [11] Hattingh, A. (2017). The proteolytic activity in raw milk and the effect of such activity on the stability of milk proteins. Department of microbial, biochemical and food biotechnology, Faculty of natural and agricultural sciences university, Bloemfontein, South Africa.
- [12] Bulca, S., Duran, M., Koç, A. (2016). Çiğ inek sütü somatik hücre sayısının yoğurdun duyu özellikleri üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 14(2), 151-157.
- [13] Talukder, M., Ahmed, H.M. (2017). Effect of somatic cell count on dairy products: A review. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 3(1), 1-9.
- [14] Sharif, A., Muhammad, G. (2008). Somatic cell count as an indicator of udder health status under modern dairy production: A review. *Pakistan Veterinary Journal*, 28(4), 194-200.
- [15] Kelly, A.L., Foley, J. (1997). Proteolysis and storage stability of UHT milk as influenced by milk plasmin activity, plasmin/β-lactoglobulin complexation, plasminogen activation and somatic cell count. *International Dairy Journal*, 7(6-7), 411-420.
- [16] Zachos, T., Politis, I., Gorewit, R.C., Barbano, D.M. (1992). Effect of mastitis on plasminogen activator activity of milk somatic cells. *Journal of Dairy Research*, 59(4), 461-467.
- [17] Verdi, R.J., Barbano, D.M. (1991). Effect of coagulants, somatic cell enzymes, and extracellular bacterial enzymes on plasminogen activation. *Journal of Dairy Science*, 74(3), 772-782.
- [18] López-Fandiño, R., Olano, A., Corzo, N., Ramos, M. (1993). Proteolysis during storage of UHT milk: Differences between whole and skim milk. *Journal of Dairy Research*, 60(3), 339-347.
- [19] Grewal, M.K., Chandrapala, J., Donkor, O., Apostolopoulos, V., Vasiljevic, T. (2017). Electrophoretic characterization of protein interactions suggesting limited feasibility of accelerated shelf-life testing of ultra-high temperature milk. *Journal of Dairy Science*, 100(1), 76-88.
- [20] Siddique, F. (2010). Studies on age gelation and sedimentation of UHT processed milk during storage. University of agriculture, Faisalabad, Pakistan.
- [21] Chen, B., Grandison, A.S., Lewis, M.J. (2015). Effect of seasonal variation on some physical properties and heat stability of milk subjected to ultra-high temperature and in-container sterilisation. *Food Chemistry*, 181, 227-234.
- [22] Üçüncü, M. (2018). Süt ve Mamülleri Teknolojisi. Sıdış, İzmir. Türkiye.
- [23] Manji, B., Kakuda, Y., Arnott, D. (1986). Effect of storage temperature on age gelation of ultra-high

- temperature milk processed by direct and indirect heating systems. *Journal of Dairy Science*, 69(12), 2994-3001.
- [24] Malmgren, B., Ardö, Y., Langton, M., Altskär, A., Bremer, M.G., Dejmek, P., Paulsson, M. (2017). Changes in proteins, physical stability and structure in directly heated UHT milk during storage at different temperatures. *International Dairy Journal*, 71, 60-75.
- [25] Topçu, A., Numanoğlu, E., Saldamlı, İ. (2006). Proteolysis and storage stability of UHT milk produced in Turkey. *International Dairy Journal*, 16(6), 633-638.
- [26] Newstead, D., Paterson, G., Anema, S., Coker, C., Wewala, A. (2006). Plasmin activity in direct-steam-injection UHT-processed reconstituted milk: Effects of preheat treatment. *International Dairy Journal*, 16(6), 573-579.
- [27] Dumay, E., Chevalier-Lucia, D., Picart-Palmade, L., Benzaria, A., Gràcia-Julià, A., Blayo, C. (2013). Technological aspects and potential applications of (ultra) high-pressure homogenisation. *Trends in Food Science & Technology*, 31(1), 13-26.
- [28] Mercan, E., Sert, D., Akin, N. (2018). Effect of high-pressure homogenisation on viscosity, particle size and microbiological characteristics of skim and whole milk concentrates. *International Dairy Journal*, 87, 93-99.
- [29] Srichantra, A., Newstead, D., Paterson, A., McCarthy, O. (2018). Effect of homogenisation and preheat treatment of fresh, recombined and reconstituted whole milk on subsequent fouling of UHT sterilisation plant. *International Dairy Journal*, 87, 16-25.
- [30] Pereda, J., Ferragut, V., Buffa, M., Guamis, B., Trujillo, A. (2008). Proteolysis of ultra-high pressure homogenised treated milk during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 111(3), 696-702.
- [31] de Oliveira, M.M., Júnior, B.R.D.C.L., Tribst, A.A.L., Cristianini, M. (2018). Use of high pressure homogenization to reduce milk proteolysis caused by *Pseudomonas fluorescens* protease. *LWT-Food Science and Technology*, 92, 272-275.
- [32] D'Incecco, P., Rosi, V., Cabassi, G., Hogenboom, J.A., Pellegrino, L. (2018). Microfiltration and ultra-high-pressure homogenization for extending the shelf-storage stability of UHT milk. *Food Research International*, 107, 477-485.
- [33] Akdeniz, V., Akalın, A.S. (2017). Ultrason uygulamasının süt ürünlerinde homojenizasyon, jel yapısı, viskozite ve su tutma kapasitesi üzerine etkisi. *Gıda*, 42(6), 743-753.
- [34] Annandarajah, C., Grewell, D., Talbert, J.N., Raman, D.R., Clark, S. (2018). Batch thermosonication for the reduction of plasmin activity in skim milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(5), 1-5.
- [35] Vijayakumar, S., Grewell, D., Annandarajah, C., Benner, L., Clark, S. (2015). Quality characteristics and plasmin activity of thermosonicated skim milk and cream. *Journal of Dairy Science*, 98(10), 6678-6691.
- [36] Nguyen, N.H., Anema, S.G. (2010). Effect of ultrasonication on the properties of skim milk used in the formation of acid gels. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(4), 616-622.
- [37] Hotchkiss, J.H., Werner, B.G., Lee, E.Y.C. (2006). Addition of carbon dioxide to dairy products to improve quality: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5(4), 158-168.
- [38] Vianna, P., Walter, E., Dias, M., Faria, J., Netto, F., Gigante, M. (2012). Effect of addition of CO₂ to raw milk on quality of UHT-treated milk. *Journal of Dairy Science*, 95(8), 4256-4262.

Fenolik Bileşiklerin Bağlı Formları ve Biyoyararlılığı

Gülşah Karabulut , Oktay Yemiş  

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 54187, Sakarya

Geliş Tarihi (Received): 23.07.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 02.12.2019

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): oktayyemis@sakarya.edu.tr (O. Yemiş)

☎ 0 264 295 31 92 📠 0 264 295 56 01

ÖZ

Bu derleme kapsamında gıdaların yapısında bulunan bağlı (ekstrakte edilemeyen) fenolik bileşiklerin özellikleri, oluşturduğu komplekslerden protein-fenolik ve karbonhidrat-fenolik ilişkisi, sindirimdeki metabolizması ve biyoyararlılığı üzerinde durulmuştur. Gıdaların yapısındaki fenolik bileşikler organik solventlerin kullanıldığı klasik metotlar ile belirlenmektedir. Ancak ekstraksiyon kalıntısında kalan ve toplam fenolik bileşiklerin önemli bir kısmını oluşturan bağlı formları çoğunlukla göz ardı edilmektedir. Bu nedenle, özellikle bağlı fenolik madde içeriği yüksek olan gıdaların toplam fenolik madde içeriği, bağlı formları dikkate alınmadığından geçmişte doğru şekilde ortaya koyulamamıştır. Meyve, sebze, tahıl ve baklagil ürünlerindeki toplam fenolik içeriğinin %20-60'ına karşılık gelen bağlı fenolik bileşikler, fenolik kompozisyonun belirlenmesinde artık dikkate alınmaktadır. Bağlı fenolikler hücre duvarındaki selüloz, pektin, protein gibi yapılara ester, eter veya asetal bağlarıyla kovalent olarak bağlanabilmektedirler. Fenolik bileşikler sahip oldukları aromatik halkalar ve hidroksil gruplarından dolayı hidrofobik ve hidrofilik interaksyonlarla, hidrojen ve kovalent bağlarla hücre duvarına ve ortamdaki protein, karbonhidrat, lipid gibi yapılara bağlanabilme yeteneğine sahiptirler. Fenoliklerin makro moleküllerle etkileşiminde molekül ağırlığı, polimerizasyon derecesi, aromatik grupların sayısı gibi birçok etkili faktör bulunmaktadır. Oluşan bu kompleksin sağlık üzerine bir çok olumlu etkisi olduğu bilinmektedir. Gıdalardaki fenolik bileşiklerin biyoyararlılığı, sindirim veya bağırsak sisteminde gıda matriksinden salınımına, emilimine ve kan dolaşım sistemine geçişine bağlıdır. Özellikle bazı gıdalardaki polifenoller hücre duvarı yapısındaki protein, karbonhidrat, lipid gibi makromoleküllere bağlanarak mide-bağırsak sistemindeki biyoyararlılığı büyük ölçüde etkilemektedir. Hücre duvarı materyallerinin sindiriminin zor olması nedeniyle bağlı fenolik bileşikler mide-bağırsak sisteminde değişime uğramadan kolona ulaşabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bağlı fenolikler, Protein-fenolik kompleksi, Karbonhidrat-fenolik kompleksi, Biyoyararlılık

Bound Forms of Phenolic Compounds and their Bioavailability

ABSTRACT

In this review, the properties of bound (unextractable) phenolic compound forms in food structure, protein-phenolic and carbohydrate-phenolic relationships, metabolism and bioavailability in digestion are discussed. Phenolic compounds in foods are determined by conventional methods using organic solvents. However, bound forms which remain in the extraction residue and constitute a significant portion of the total phenolic compounds are ignored. Therefore, the total phenolic content of foods, especially those with high phenolic content, has not been accurately determined in the past. Bound phenolic compounds which account for 20-60% of the total phenolic content of fruit, vegetables, cereals and legumes are now taken into account in determining the phenolic composition. Bound phenolics can be covalently attached to the cell wall by structures such as cellulose, pectin, protein by ester, ether or acetal bonds. Due to their aromatic rings and hydroxyl groups, phenolic compounds have the ability to bind to the cell wall and to structures such as protein, carbohydrate, lipid by hydrophobic and hydrophilic interactions, hydrogen and covalent bonds. There are many factors in the interaction of phenolics with macromolecules such as molecular weight, degree of polymerization, and number of aromatic groups. This complex is known to have many positive

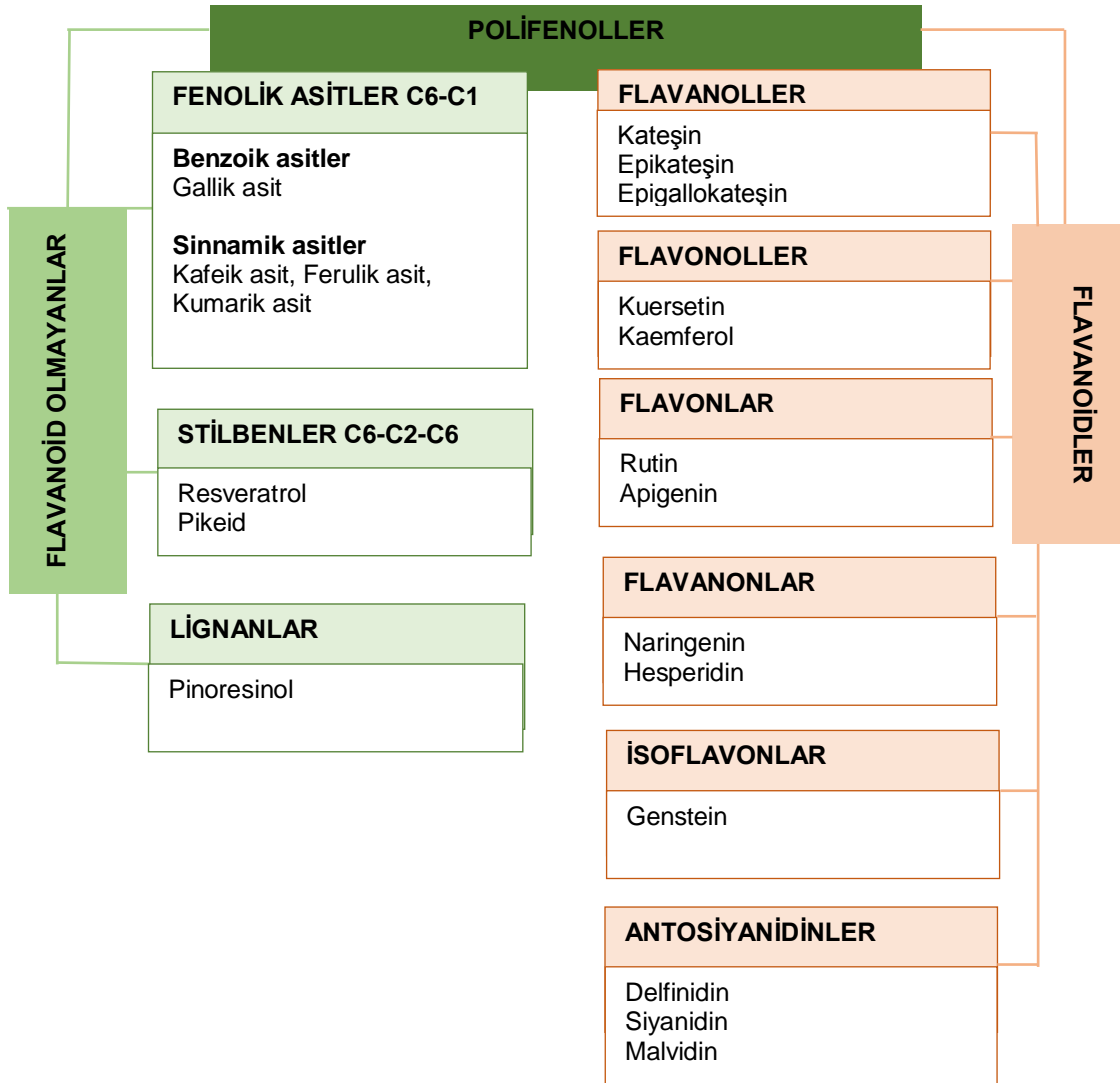
effects on human health. The bioavailability of phenolic compounds in foods depends on their release, absorption and passage into the bloodstream during digestive or intestinal fermentations. In particular, polyphenols in certain foods bind to macromolecules such as proteins, carbohydrates, lipids in the cell wall structure and greatly affect the bioavailability of the gastrointestinal tract. Due to the difficult digestion of cell wall materials, bound phenolic compounds can reach the colon without alteration in the gastrointestinal tract.

Keywords: Bound phenolics, Protein-phenolic complex, Carbohydrate-phenolic complex, Bioavailability

GİRİŞ

Fenolik bileşikler meyve, sebze, tahıl ve çeşitli bitkisel ürünlerde doğal olarak bulunan ve bu gıdaların renk, tat, koku gibi çeşitli karakteristik özelliklerinden sorumlu olan fitokimyasallardır. Aynı zamanda fenolik bileşikler, bitkilerin savunma mekanizmasında rol oynayarak virüs, parazit gibi çeşitli zararlılara karşı etki göstermektedirler

[1]. Bu fitokimyasallar, şikimik asit izyolu ve fenilpropanoid metabolizmasından türetilen bir veya daha fazla hidroksil (-OH) grubu bağlanmış aromatik benzen halkası içeren kalabalık bir bileşen grubundan oluşmaktadırlar [2]. Fenolik bileşikler temelde flavanoidler ve flavanoid olmayanlar olmak üzere 2 sınıfa ayrılabilirler (Şekil 1).



Şekil 1. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması [2]

Flavanoid olmayanlar; fenolik asitler (C6-C1; kafeik asit, gallik asit vb.), stilbenler (C6-C2-C6; resveratrol, piceid vb.) ve lignanlar (C6-C3-C3-C6) olarak ayrılmaktadırlar. Fenolik asitler yapılarındaki fonksiyonel gruplara bağlı

olarak (hidrojen, hidroksil, metoksil vb.) temelde sinnamik ve benzoik asit olmak üzere farklı biyolojik aktiviteler gösteren alt gruplara ayrılmaktadır [2]. Flavanoidler grubunda ise flavanoller (kateşin,

proantosyanidinler vb.), flavonoller (kuersetin, mirisetin vb.) ve antosyanidinleri de (siyanidin, malvinidin vb.) içeren alt gruplar bulunmaktadır.

Gıda maddeleri 500-25000 arasında farklı sayıda fitokimyasal barındırmaktadır ve bunların yaklaşık 500 tanesini oluşturan “fenolik bileşikler” sağlıklı yakın ilişkilerinden dolayı en popüler bileşik grubudur [3]. Fenolik bileşiklerin sahip olduğu biyolojik aktivite; antioksidatif [4], antimikrobiyal [5], antiinflamatuvar [6] ve antiviral [7] özellikler göstermesinden kaynaklanmaktadır. Fenolik bileşikler vücutta oksidanlar ile antioksidanlar arasındaki dengenin korunmasında önemli rol oynamaktadırlar [4]. Fenolik bileşiklerin antioksidan etkisi, vücutta dejeneratif etki gösteren oksijen konsantrasyonunu azaltmasına, oksidasyonun başlamasını önlemesine veya direkt olarak serbest radikalleri tutarak radikal oksijen türlerinin oluşmasını engellemesine dayanmaktadır [6]. Yapılan çalışmalarda, oksidatif stress ile ilişkilendirilen fenolik bileşiklerin diyetdeki alımıyla kanser [8], yüksek kolesterol [9], kronik kalp [10], katarakt, diyabet [11] gibi hastalıkların ve yaşlanmanın [12] önlenildiği görülmüştür. Fenolik bileşiklerin kalp-damar hastalıkları ve kansere karşı etkisine dair bir çok çalışma detaylı şekilde derlenmiştir [13, 14, 15].

Fenolik bileşikler hücre içerisinde i) serbest ii) ekstrakte edilebilir-konjuge ve iii) ekstrakte edilemeyen-bağlı olmak üzere 3 farklı formda bulunmaktadır [16]. Serbest formdaki fenolikler hücredeki vakuollerin içine hapsolmuş durumdadır. Konjuge formdaki fenolikler yapısındaki aromatik halkalar ve hidroksil grupları (-OH) sayesinde glikozitlere veya düşük molekül ağırlıklı bileşenlere esterleşebilmektedirler [17]. Bağlı fenolikler ise hücre duvarındaki selüloz, pektin, protein gibi yapılara ester, eter veya asetal bağlarıyla kovalent olarak bağlanabilmektedirler. Fenoliklerin aromatik halkasındaki hidroksil grupları (-OH) bitkisel hücre duvarlarındaki lignine eter bağıyla; karboksil grupları (-COOH) ise protein ve karbonhidratlara ester bağıyla bağlanabilmektedir [3]. Aynı zamanda bağlı fenolik bileşikler gıda matriksine veya çeşitli hücre yapılara bağlanmadan yalnızca fiziksel olarak makrobileşenlerin yapısına hapsolmuş durumda bulunabilmektedirler [18].

Meyve, sebze, tahıl ve baklagil ürünlerindeki toplam fenolik içeriğinin %20-60'ına karşılık gelen bağlı fenolik bileşikler üzerine yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır [2]. Yapılan çalışmalarda bağlı fenolikler için “ekstrakte edilemeyen fenolikler”, “çözünemeyen fenolikler” (bound, nonextractable, unextractable, insoluble) gibi aynı anlama gelen farklı terimler kullanılabilmektedir.

BAĞLI FENOLİKLER

Gıdalarda fenolik bileşiklerin serbest ve konjuge formları sulu organik solventlerin (yaygın olarak metanol, etanol veya aseton: su) kullanıldığı klasik metotlarla tanımlanabilmektedir. Ancak ekstraksiyon kalıntısında kalan ve toplam fenolik bileşiklerin önemli bir kısmı olan bağlı formlar göz ardı edilmektedir [19]. Makromoleküllere çeşitli interaksyonlarla bağlanan ve

ekstrakte edilemeyen formdaki fenolik yapılara ekstraksiyon solventleri tarafından ulaşılamamaktadır [20]. Bu nedenle özellikle bağlı fenolik madde içeriği yüksek olan gıdaların toplam fenolik madde içeriği geçmişte doğru şekilde ortaya koyulamamıştır.

Fenolik bileşiklerin gizli kalmış yapıları olan bağlı fenolikler ilk kez 1980'li yılların başında Bate ve Smith [21] tarafından baklagiller üzerine yapılan bir çalışmada bağlı taninlerin varlığıyla ortaya konulmuştur. Sonrasında 90'lı yıllarda sınırlı sayıda çalışma bulunmakla birlikte günümüzde MALDI-TOFF MS (matriks destekli lazer dezorpsiyon iyonizasyon-uçuş zamanlı kütle spektroskopisi), FT-IR (fourier transform kızılötesi), NMR (nükleer manyetik rezonans), MS (kütle spektroskopisi) ve NIR (yakın kızılötesi spektroskopisi) gibi ileri tekniklerle bağlı fenolik bileşiklerin yapısı detaylı bir şekilde aydınlatılabilmektedir [22]. Meyve, sebze, tahıl ve baklagillere kadar çok çeşitli gıda ürünlerinde yaygın olarak bulunan bağlı ve konjuge fenolik bileşiklerin varlığı toplam fenolik madde içeriklerinin farklı ekstraksiyon yöntemleriyle yeniden değerlendirilmesini gerektirmiştir. Tablo 1'de çeşitli gıdalardaki bağlı fenoliklerin toplam fenolik madde içerisindeki oranları ve tespit edilen bağlı fenolik kompozisyonları verilmiştir.

OLUŞTURDUĞU KOMPLEKSLER

İnsan vücudunda birçok biyolojik aktiviteye sahip olan fenolik bileşiklerden yüksek düzeyde faydalanabilmek için diğer moleküllerle etkileşimlerini bilmek büyük önem taşımaktadır. Fenolik bileşikler sahip oldukları aromatik halkalar ve hidroksil gruplarından dolayı hidrofobik ve hidrofilik interaksyonlarla, hidrojen ve kovalent bağlarla hücre duvarına ve ortamdaki protein, karbonhidrat, lipid gibi yapılara bağlanabilme yeteneğine sahiptirler [20, 41]. Fenolik bileşiklerle makromolekül kompleksleri arasındaki kovalent olmayan etkileşimler hidrojen bağları ve hidrofobik etkileşimlerden kaynaklanırken; kovalent etkileşimlerin temelinde enzimatik oksidasyon mekanizması yer almaktadır [20]. Fenoliklerin makro moleküllerle etkileşiminde birçok etkili faktör bulunmaktadır. Bu faktörler aşağıdaki şekilde açıklanabilir.

- Molekül ağırlığı:** Fenolik bileşiklerin büyük molekül ağırlığına sahip olması daha fazla hidroksil grup içermesi dolayısıyla makromoleküllere karşı reaktivitesini artırmaktadır.
- Polimerizasyon derecesi ve gallik asitle esterleşme yüzdesindeki artış:** Polimerizasyon derecesindeki ve gallik asitle esterleşme yüzdesindeki artış ile hidrojen bağı oluşturabilecek hidroksil gruplarının ve hidrofobik interaksyon oluşturabilecek aril gruplarının sayısı artarak ilgili fenolün makromoleküllere bağlanma olasılığı artmaktadır.
- Hareket kabiliyeti/esneklik:** Hareket ve esneklik kabiliyeti yüksek olan fenolik bileşikler makromoleküllerle karşılaştıklarında kompleks oluşumuna uygun konumlamayı daha kolay elde edebilmektedirler.
- Orto fenolik ve aromatik grupların sayısındaki artış:** Fenoliklerin makromolekülleri bağlama kapasitesi

orto konumda ve aromatik yapılarda artmaktadır [20, 42].

Fenolik bileşiklerin gıdalardaki makromoleküllerle kovalent ve kovalent olmayan etkileşimleri fenolik açısından zengin gıda ürünlerinin kalitesini etkileyen en

önemli faktörlerdendir. Bu derleme kapsamında, 2 alt başlık altında fenolik bileşiklerin protein ve karbonhidrat komplekslerine, komplekslerin oluşumunda etkili olan mekanizmalara ve bileşenlerin foksiyonel özelliklerindeki değişimlere değinilmiştir.

Tablo 1. Bazı gıda maddelerinde bağlı fenolik madde miktarının toplam fenolik madde miktarına oranı (%)

Materyal	Bağlı Fenolik Oranı (%)	Kaynakça
Meyveler		
Elma (<i>Malus domestica</i>)	27	[23]
Muz (<i>Musa acuminata</i>)	92	[19]
Üzüm (<i>Citrus paradisi</i>)	25	[19]
Şeftali (<i>Prunus persica</i>)	43	[19]
Portakal (<i>Citrus sinensis</i>)	59	[19]
Karpuz (<i>Citrillus Lanatus</i>)	22	[19]
Olgun Muşmula (<i>Mespilus germanica L.</i>)	21	[24]
Kızılcık (<i>Cornus mas</i>)	76	[25]
Sebzeler		
Brokoli (<i>Brassica oleracea</i>)	55	[19]
Ispanak (<i>Spinacia oleracea</i>)	38	[23]
Tatlı kırmızı biber (<i>Capsicum annuum</i>)	16	[26]
Patates (<i>Solanum tuberosum</i>)	19	[27]
Marul (<i>Lactuca sativa</i>)	58	[19]
Salatalık (<i>Cucumis sativus</i>)	69	[19]
Havuç (<i>Daucus carota</i>)	70	[19]
Acı biber (<i>Capsicum annuum L.</i>)	40-58	[28]
Soğan (<i>Allium cepa</i>)	23	[4]
Balkabağı (çekirdeksiz) (<i>Cucurbita pepo</i>)	10	[29]
Yenilebilir yosunlar		[30]
- <i>Nelumbo nucifera</i>	71	[30]
- <i>Cosmos sulphureus</i>	51	[30]
- <i>Telosma minor</i>	27	[30]
Lahana yaprağı (<i>Brassica oleraceae L. var. acephala DC.</i>)	5	[31]
Tahıllar		
Arpa (<i>Hordeum vulgare L.</i>)	97	[32]
	70	[33]
Mısır (<i>Zea mays L.</i>)	99	[32]
Buğday (<i>Triticum aestivum</i>)	98	[32]
Yulaf (<i>Avena Sativa</i>)	97	[32]
Çavdar (<i>Secale cereal</i>)	88	[32]
Darı (<i>Kodo; Paspalum scrobiculatum</i>)	71	[34]
Siyah Pirinç (<i>Oryza sativa</i>)	42	[35]
Kahverengi pirinç (<i>Oryza sativa</i>)	85	[36]
Yağlı Tohumlar		
Palm	35	[37]
Soya (<i>Glycine max</i>)	44	[38]
Baklagiller		
Nohut (<i>Cicer arietinum</i>)	50	[39]
Mercimek (6 türde, <i>Lens culinaris</i>)	1-17	[40]

Protein-Fenolik Kompleksi

Proteinler sahip oldukları hidrofobik bölgeler sayesinde fenolik bileşiklerle kompleks oluşturabilmektedirler. Protein-fenolik ilişkisi fenoliklerin aromatik halkası (-OH grupları) ile proteinlerin hidrofobik bölgeleri (-COOH grupları) arasındaki temelde kovalent olmayan etkileşimlere dayanmaktadır [20].

Proteinlerle fenolikler arasındaki ilişkinin mekanizması üzerine yapılan çalışmalar bu etkileşimde çok çeşitli faktörlerin etkili olduğunu ortaya koymuştur [43,44]. Protein-fenolik ilişkisinin özellikle, üzüm çekirdek ve kabuklarının kullanıldığını çalışmalarda detaylı şekilde incelendiği görülmektedir. Yüksek fenolik madde içeriğine sahip üzümlerin şaraba işlenmesiyle ortaya çıkan burukluk hissinde, protein-fenolik kompleksi önemli rol oynamaktadır. Bu konuda Rinaldi ve ark. [45] yaptıkları çalışmada, üzümlerin tüketimi sonrasında

ağızda oluşan buruk tadın yapısındaki proantosiyanidinlerin yüksek prolin içeriğine sahip tükürük proteinlerine bağlanarak çökmesinden kaynaklı olduğunu ortaya koymuşlardır. Söz konusu çalışmada proantosiyanidinlerin polimerizasyon derecesi, gallik asitle esterleşme yüzdesi ve -OH grup sayısı gibi değişkenlerinin proteinlerle kompleks oluşturmadaki etkisi incelenmiştir. Bu değişkenlerin artışının proantosiyanidinlerin hidrofobikliğini ve çoklu bağ oluşturma yeteneğini tetiklediği ve dolayısıyla proantosiyanidin-protein kompleksinin oluşumunu artırdığı görülmüştür. Bir başka çalışmada, üzüm çekirdeklerindeki fenolik bileşiklerin sığır serum albumini ve α -amilaz ile oluşturduğu kompleks yapısı incelenmiştir. Üzüm çekirdek fenoliklerinin protein yapılarına gösterdiği yüksek affinite içeriğindeki tanen miktarı (artan olgunluk dereceleriyle artış gösteren) ve hidrofobitesindeki artış ile yakından ilişkilendirilmiştir [46].

Protein-fenolik etkileşimini, rutin ve epikateşin eklenmiş soya proteini temelli film yapısında inceleyen Friesen ve ark. [47], protein-fenolik kompleks oluşumunda fenolik bileşiklerin hidroksil (-OH) ve amino asitlerin amino (-NH₂) grupları arasındaki çapraz hidrojen bağların etkili olduğunu belirtmişlerdir. Proteinlerin rutin ile oluşturduğu kompleks yapısının epikateşin ile oluşturduğundan daha kuvvetli olması rutin molekül ağırlığının ve hidrojen bağ oluşumunu artıran şeker grup sayısının epikateşinin sahip olduğundan daha fazla olmasıyla ilişkilendirilmiştir.

Protein-fenolik kompleks yapısının oluşumunda proteinlerin yapısı ve yapıdaki amino asitlerin kompozisyonu da büyük önem taşımaktadır [43]. Özellikle esnek yapıdaki prolin amino asidince zengin proteinlerin fenolik bileşiklere karşı daha yüksek affinitesinin olduğu bilinmektedir. Protein yapısında bulunan prolin aminoasidi halka yapısı nedeniyle hidrojen bağlarının α -heliks yapısına dönüşümünü önlenerek fenolik bileşikler için uygun bağlanma bölgeleri oluşturmaktadır [48]. Haratifar ve Corredig [49] çalışmalarında, kazein misellerinin özellikle çayın yapısındaki kateşine karşı gösterdiği affinite kazein misellerinin yüksek prolin içeriğinin etkisi olduğunu vurgulamışlardır. Hasni ve ark. [50] tarafından yapılan çalışmada ise çayın yapısındaki kateşinlerin süt proteinleriyle oluşturduğu komplekste hidrofobik bağların etkili olduğunu ve proteinlerle etkileşimde özellikle β -kazeinin α -kazeinden daha güçlü bağlar oluşturabildiği belirtilmiştir.

Proteinlerin fenolik bileşikler ile kompleks oluşturmada buldukları ortamın koşulları da (pH, sıcaklık, iyonik kuvvet vb.) etkili olabilmektedir. Bu konuda Rawel ve ark. [51] yaptıkları detaylı araştırmada farklı fenolik bileşik (klorojenik asit, ferulik asit, gallik asit, kuersetin, rutin, izokuersetin) ve protein (insan serum albumini, sığır serum albumin, soya glisini ve lizozim) gruplarının etkileşime girmesine çevresel koşulların etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda sıcaklık (25-90°C) ve iyonik kuvvetteki düşüşün yanı sıra pH'daki (pH 5-7) artışın protein-fenolik kompleks oluşumunu artırdığı ortaya konulmuştur. Budryn ve ark. [52] ise yeşil kahvedeki

bazı fenolik asitler (hidroksisinnamik asit ve klorojenik asit) ile protein yapıları (yumurta beyazı, peynir altı suyu ve soya proteinleri) arasındaki bağlanmanın derecesine sıcaklık (25°C, 90°C) ve pH (pH 3.20, 6.45)'nin etkisini modern analitik bir teknik olan LC-QTOF-MS/MS ile incelemişlerdir. Düşük sıcaklık ve asidik pH'nın, fenolik bileşiklerin hidrojen bağlarını etkileyerek proteinlere hidrofobik bağlarla bağlanmasını teşvik ettiğini saptamışlardır.

Protein-fenolik kompleksinde her iki bileşende de olumlu-olumsuz yapısal, fonksiyonel, organoleptik ve besinler değişimler meydana gelebilmektedir [49, 52, 53]. Özellikle çay, şarap gibi ürünlerdeki burukluk protein-fenolik etkileşiminin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Proteinlerin fenolik bileşiklerle kompleks oluşturması sonucu, proteinlerin α -heliks ve β -konformasyonundaki artışla birlikte ikincil ve üçüncül yapıları değişime uğramaktadır. Bunun sonucunda proteinlerin izoelektrik noktası değişmekte ve çözünmeyen çökelti oluşumuyla sert, yavan bir duysal algı ortaya çıkmaktadır [43, 49]. Yapılan bir çalışmada çaydaki fenolik bileşiklerden kateşinlerin, α -kazein ve β -kazein gibi süt proteinleri ile hidrofilik ve hidrofobik etkileşimlere girdiği ileri spektroskopik teknikleri ile ortaya konulmuştur. Oluşan kompleks yapısında, kazeinin ikincil yapısı değişerek düzensiz (unfolded) hale geçmekle birlikte kateşininin de antioksidan aktivitesi düşmüştür [50].

Gıda işleme endüstrisinde protein-fenolik kompleks oluşumundan faydalanılarak berraklaştırma uygulamalarıyla bulanıklık ve acılık unsurlarını giderici çalışmalar yapılabilmektedir [54, 55]. Jauregi ve ark. [55], şarapların durultulmasında, durultma ajanı olarak jelatin ve peynir altı suyu proteinlerinden β -laktoglobulini kullanarak istenmeyen acılığa ve bulanık görünüme yol açan bileşenleri protein-fenolik kompleksi sayesinde uzaklaştırmışlardır.

Proteinlerin-fenolik bileşiklerle etkileşimi sonucu oluşan çökelti proteinlerin besinsel, enzimatik ve çeşitli biyolojik aktivitelerinde kayıplara yol açabilmektedir [55]. Soya proteinleri-fenolik ilişkisi üzerine yapılan bir çalışmada oluşan komplekste lizin, sistein ve triptofan gibi bazı aminoasitlerin miktarında azalmalar saptanmıştır. Ayrıca kompleks yapısındaki proteinlerin biyoyararlılığının, bazı sindirim enzimlerinin inhibisyonuyla önlediği ortaya konulmuştur. Bu etkileşim sonucu proteinlerin ikincil ve üçüncül yapıları moleküllerin yüzey özelliklerini etkileyerek değişmektedir. Hidrofilik/hidrofobik özelliklerde meydana gelen bu değişim proteinlerin çözünürlük davranışının yanısıra emülsifikasyon, köpük oluşturma ve jelleşme gibi fonksiyonel özelliklerini de etkilemektedir [56]. Benzer şekilde fenolikçe zengin kahverengi deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktları üzerine yapılan çalışmada; fenoliklerin protein affinitesi nedeniyle sindirimde görevli enzimlerden α -amilaz ve α -glukozidaz aktivitelerinin düştüğünü ortaya koymuşlardır [57].

Protein-fenolik kompleks yapısında fenolik bileşiklerin antioksidan aktivesi korunabilmekte veya tam tersine maskelenebilmektedir. Bu konunun araştırıldığı bir

çalışmada; siyah çaya %33 oranına kadar yağsız süt eklendiğinde çayın yapısındaki toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitenin değişiklik göstermediğini belirtmiştir [58]. Bunun aksine; Budryn ve ark. [52] tarafından yapılan çalışmada, yeşil kahvedeki fenolik asitler (hidroksisinnamik ve klorojenik asit) ile yumurta sarısı, peynir altı suyu ve soya proteinleri arasındaki bağlanmanın fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesini olumsuz yönde etkilediği ve biyoyararlılığı düşürdüğü görülmüştür.

Karbonhidrat-Fenolik Kompleksleri

Polifenoller siklodekstrin, pektin, selüloz ve diyet lifi gibi çeşitli karbonhidratlarla kompleks oluşturabilmektedir. Oluşan bu kompleksin sağlık üzerine bir çok olumlu etkisi olduğu bilinmektedir [41]. Karbonhidratların fenolik bileşiklerle arasındaki ilişki hücre duvarındaki karbonhidratın hidroksil grupları ve glikozidik oksijen atomlarıyla proantosiyanidinlerin hidroksil ve aromatik halkaları arasında oluşan hidrojen bağları ve hidrofobik etkileşimlere bağlıdır [59]. Fenolikler ile karbonhidratlar arasındaki ilişkide proteinlere benzer şekilde kovalent olmayan hidrojen, van der Waals ve hidrofobik bağlar etkilidir [60]. Araştırmalar sonucunda bu etkileşimlerin meydana gelmesinde önem taşıyan bir çok faktör tanımlanmıştır [59].

Fenolik bileşikler hücre duvarı materyallerinden olan pektin, selüloz ve diyet lifleri ile etkileşime girebilmektedirler [60]. Karbonhidratların fenolik bileşiklerle kompleks oluşturmasında, karbonhidratların sahip oldukları hidrofobik porlar oldukça etkilidir. Hücre duvarı yapısındaki porların küçük olması yüksek molekül ağırlıklı fenolik bileşiklerin hücre duvarına bağlanmasını önleyebilmektedir. Fenoliklerin sterik açıdan boyutunun bu porlara yerleşmeye uygun olması karbonhidrat-fenolik kompleks oluşumunu tetiklemektedir [20]. Brahem ve ark. [61] yaptıkları çalışmada armutların olgunlaşma süresince yapılarındaki fenolik bileşiklerin karbonhidratlar ile etkileşimi incelenmiştir. Armutların olgunlaşması prosiyanidinlerin hücre duvarı bileşenleri ile kovalent olmayan etkileşimlerini artırmıştır. Etkileşimdeki bu artış olgunlaşma sonucu meyvenin hücre duvarındaki karbonhidratların por boyutundaki artışla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca olgunlaşma sırasında pektin yan zincirlerinin azalması sonucu prosiyanidinlere daha yüksek affinite gösteren ramnogalakturnik yapısı ortaya çıkmıştır.

Karbonhidrat fenolik etkileşiminde ortamdaki bileşenlerin ve konsantrasyonlarının etkisi bulunmaktadır. Bautista-Ortin ve ark. [62] kırmızı ve beyaz şaraplarda tanen-hücre duvarı etkileşimine antosiyaninlerin etkisini inceledikleri çalışmalarında antosiyanin içeriği ve konsantrasyonuna bağlı olarak tanen ve antosiyaninlerin hücre duvarı adsorpsiyon bölgelerine bağlanmak için yarıştıklarını belirtmişlerdir.

Karbonhidrat-fenolik kompleks yapısı, bileşenlerin ayrı ayrı sahip oldukları özelliklerini değiştirebilmektedirler. Örneğin; yapılan çalışmalarda kuersetinin siklodekstrin ile oluşturduğu kompleks yapısında, düşük suda çözünebilirlik özelliğine sahip kuersetinin

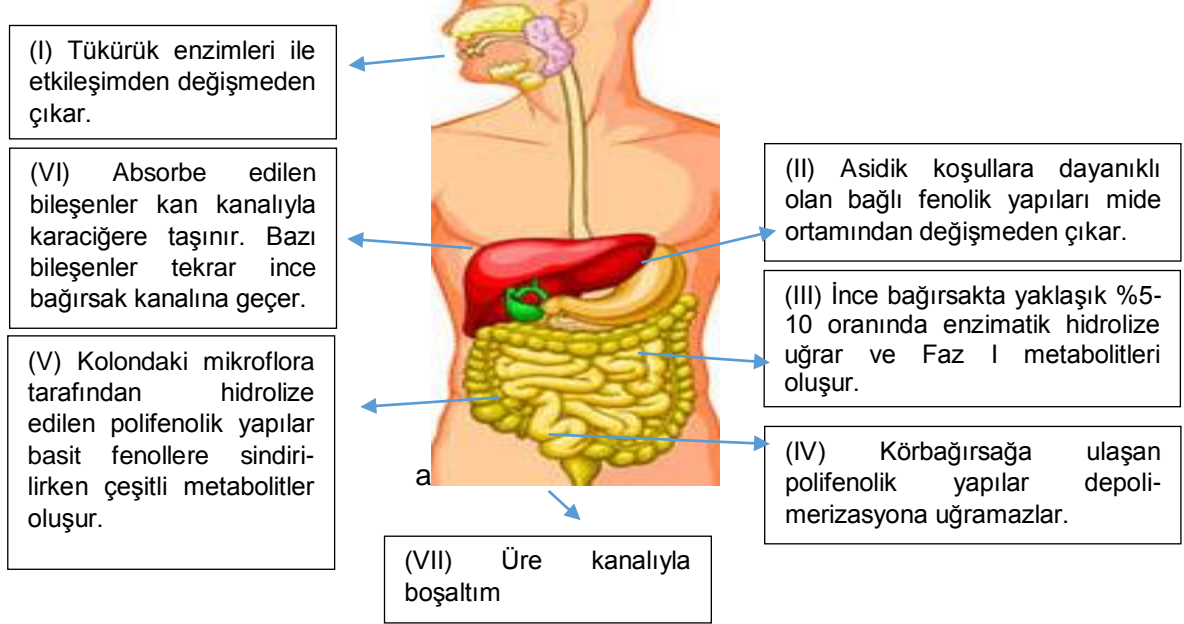
çözünürlüğünün arttığı ve ayrıca antioksidan aktivitesinin korunduğu belirtilmiştir [63]. Yapılan bir başka çalışmada karbonhidrat-kurkumin kompleks yapısının kurulumunda hidrojen bağlarının baskın olduğu belirtilmiştir. Bu etkileşimde alkali ortamlarda oldukça kararsız olan kurkumin, karbonhidrat yapılarıyla kompleks oluşturduğunda alkali ortamdaki stabilitesinin daha yüksek olduğu vurgulanmıştır [64].

SİNDİRİMDEKİ METABOLİZMASI VE BİYOYARARLILIĞI

Bitkiler tarafından sentezlenen fenolik bileşikler doğal olarak birçok bitkisel gıdanın yapısında bol miktarda bulunmaktadır. Gıdalardaki fenolik bileşiklerin biyoyararlılığı; sindirim veya bağırsak fermentasyonları sırasında gıda matriksinden salınımına, emilimine ve kan dolaşım sistemine geçişine bağlıdır [65]. Özellikle bazı gıdalardaki polifenoller hücre duvarı yapısındaki protein, karbonhidrat, lipit gibi makromoleküllere bağlanarak mide-bağırsak sistemindeki biyoyararlılığı büyük ölçüde etkilemektedir. Hücre duvarı materyallerinin sindiriminin zor olması nedeniyle bağlı fenolik bileşikler mide-bağırsak sisteminde değişime uğramadan kolona ulaşabilmektedir [66]. *Bifidobacterium*, *Lactobacillus spp.* gibi yaklaşık 14 log KOB mikroorganizmayı içeren kolonda fermentasyon sırasında salgılanan ekstraselüler enzimler makromoleküllerin hücre duvarı matriksini parçalayarak veya yapısındaki kovalent bağlarını hidrolize ederek bağlı fenoliklerin salınmasını sağlamaktadırlar [2].

Bağlı fenoliklerin kolona ulaşabilmesinde, fenolik maddenin ve fenolik-makromolekül kompleksinin yapısı, mide-bağırsak sistemindeki enzimlerin fenolik-makromolekül kompleksi ile teması gibi çeşitli faktörler etkilidir [41]. Bu konuda Saura-Calixto ve ark. [68] tarafından yapılan çalışmada, *in vitro* mide-bağırsak ve kolonik fermentasyon ortamlarını kullanarak polifenollerin biyoyararlılığını değerlendirmişlerdir. Konjuge fenoliklerin yaklaşık %50'sinin ince bağırsağa ulaşabildiği gözlenirken; bağlı fenoliklerin büyük çoğunluğunun yapısal olarak değişime uğramadan kolona ulaşabildiği bildirilmiştir.

Gıdaların yapısındaki bağlı fenolik bileşiklerin insan vücudunda izlediği yol ve oluşan değişimler Şekil 2'de gösterilmiştir. İzlenen yolları şu şekilde tanımlayabiliriz: (I) Tükürük enzimleri ile etkileşimden değişmeden çıkar. (II) Asidik koşullara dayanıklı olan bağlı fenolik yapıları mide ortamından değişmeden çıkar. (III) İnce bağırsakta Faz I modifikasyonlarıyla (oksidasyon, redüksiyon) yaklaşık %5-10 oranında enzimatik hidrolize uğrar (IV) Körbağırsağa (apendiks) ulaşan polifenolik yapılar burada depolimerizasyona uğramazlar. (V) Kolonda Faz II enzimleri ile mikroflora tarafından hidrolize edilen polifenolik yapılar basit fenollere sindirilirken çeşitli metabolitler oluşur. (VI) Absorbe edilen bileşenler kan kanalıyla karaciğere taşınırken sülfatlanmış, metillenmiş ve glukuronidasyona uğramış konjugatlar oluşur. Bazı bileşenler tekrar safra kanalıyla ince bağırsağa geçer. (VII) Sonucunda üre kanalıyla boşaltılır [1].



Şekil 2. Bağli fenolik bileşiklerin insan vücudunda izlediği yol ve oluşan değişimler [1]

Polifenollerin biyoyararlılığı üzerine bir çok çalışma ve derleme bulunmaktadır [1, 68, 69]. Bu çalışmalar *in vivo* veya *in vitro* çalışmaları kapsamaktadır. Hayvan denekleri üzerindeki *in vivo* çalışmalar her grupta 10 denek ile (yaygın olarak Wistar türü fareler) 4 haftalık süreçte diyetle %5-13 oranında test edilen ürünün eklenmesiyle yapılmaktadır. Denek hayvanlarının dışkı ağırlıkları, kan ve üre örneklerinde yapılan kantitatif ve kalitatif analizler özellikle bağı fenolik bileşenlerin vücuttaki biyoyararlılığının değerlendirilmesinde önem taşımaktadır [70, 71]. Denekler arası değişkenliğin sınırlandırdığı *in vivo* çalışmalar, statik ve dinamik yapay mide-bağırsak ortamlarının kullanıldığı *in vitro* çalışmalarla aşımaya çalışılmaktadır. Statik ortamda ağız, mide ve ince bağırsak koşulları aynı anda sağlanırken dinamik ortamda kademeli geçişler uygulanmaktadır.

Sindirim sırasında salınamayan bağı fenolik bileşikler, mide-bağırsak sisteminden kolona ulaşana kadar ve özellikle de kolonda pozitif antioksidan ortam yaratabilmektedir. Dolayısıyla karşılaştıkları serbest radikalleri nötralize edebilmekte veya semi-kinon, kinon gibi oksidasyon yan ürünleri ile reaksiyona girebilmektedir [72]. Gobert ve ark. [73] tarafından yapılan bir çalışmada sığır eti, ayçiçek yağı ve nişastanın sindirimi sırasında mide-bağırsak ortamında ortaya çıkabilecek oksidasyonda fenolik bileşiklerin etkisini incelemişlerdir. Çalışmada fenoliklerin midedeki sindirim sırasında lipit türevi olan konjuge dienleri inhibe etmesinin yanı sıra Tiyobarbitürik asit ile reaksiyona giren madde (TBARS) miktarının düşüşünde de etkisi olduğu gözlenmiştir.

Bağı fenolikleri içeren gıdaların tüketimi bağırsaktaki faydalı bakterilerin gelişimini teşvik edebildiği gibi patojen bakterilerin gelişimini de inhibe edebilmektedirler. Chacar ve ark. [74] tarafından yapılan bir çalışmada 2 aylık fare deneklerine fenolik bileşiklerin bağırsak florasına etkisini göstermek amacıyla farklı konsantrasyonlarda (2.5, 5, 10 ve 20 mg/ kg (vücut

ağırlığı başına) /gün) fenolik asit içeren üzüm ezmesi diyeti uygulanmıştır. Denekler 14 aylık olana kadar bu diyetler ile beslenerek deneklerin 6 ve 14 aylık dönemlerinde fekal örnekleri toplanmıştır. Bu örneklerin kolon mikroflora kompozisyonunda neden olduğu değişim polimer zincir reaksiyonu (PCR) ile analiz edilmiştir. Kolon sistemine ulaşabilen bağı fenoliklerin sağlıklı bağırsak florasında bulunması istenen *Bifidobacterium* sayısını artırırken; patojenik etki gösteren *Clostridium* sayısını inhibe ettiği görülmüştür.

Bağı fenolikler sindirim sisteminde değişime uğramadan kolona ulaşabilmekte ve bu sayede kolonda oksidatif ortam sağlayabilmektedir. Kolonda ise mikrobiyal floraya substrat görevi görerek sağlık üzerinde olumlu etkileri kanıtlanmış daha küçük bileşenlere veya metabolitlere fermente edilmektedir. Verzelloni ve ark. [75] tarafından yapılan çalışmada polifenol metabolitlerinin diyabet öncülü olan protein glikasyonuna ve nörotoksititeye olan etkisini nöron hücre kültürü üstünde incelemişlerdir. Bu çalışmada fenolik bileşiklerin fermentasyonu sonucu kolonda oluşan metabolitlerden ellajitannin türevleri (ürolithinler ve pirogallol) ve klorojenik asit türevlerinin (dihidrokafeik asit, dihidroferulik asit ve feruloilglisin) diyabetik komplikasyonları önleyebileceği ortaya konulmuştur. Kolona ulaşan polifenoller fermente edilince hidroksifenilasetik, fenilpropionik, fenilvalerolaktonlar, fenilvalerik asitler, fenilpropionik asitler, fenilasetik asitler, hiperkürük, benzoik asit ve fenilbütirik asit gibi çeşitli sağlık üzerine olumlu etkileri olan metabolitler oluşmaktadır [76].

Yapılan çalışmalar bağı fenoliklerin oksidatif ve antifertilite etkisi sayesinde kolon kanserini büyük ölçüde önleyebildiğini göstermektedir. Sánchez-Tena ve ark. [78], proantosyanidin ve lifçe zengin diyetle (Kontrol, %1 proantosyanidin içeren diyet lif) beslenen kanserli fare deneklerinde kolon kanserinin gelişimini 6 hafta boyunca incelemişlerdir. Bağırsak poliplerinin %65'inin boyutu <1 mm'ye düşerken; toplam kanser hücresi miktarında %76 oranında azalma gözlenmiştir. Hajiaghaalipour ve ark. [79] yaptıkları çalışmada beyaz

çaydaki fenoliklerin hücre sel yapıdaki DNA'yı oksidatif stresten koruduğu ve IC50 87 µg/mL konsantrasyonda (IC50; inhibe edici konsantrasyonun yarısı) kolon kanseri hücrelerinin çoğalmasını inhibe ettiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde kakao [80]; buğday unu [81]; iğde [82] gibi çok çeşitli gıda maddelerinin içeriğindeki biyoaktif fenolik bileşenlerin kolon kanserini önleyebildiği ortaya konulmuştur.

Bağlı fenoliklerin lipid, protein ve karbonhidrat molekülleri ile kompleks yapısında bu moleküllerin yarıyışlılığına olumlu ya da olumsuz bazı etkileri olmaktadır. Lipit-fenolik komplekslerinin sindirim üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, kakaodaki fenolik bileşiklerin yağ içeriği yüksek olan çikolata ürünlerinde daha yüksek yararlanılabilirliği olduğu vurgulanmıştır [83]. Ayrıca fenolik bileşiklerin lipidlerle oluşturdukları kompleks yapının lipid oksidasyonunu önlediği ve lipidlerin absorpsiyonunu azaltarak olumlu sağlık etkileri sağladığı bilinmektedir [84]. Bu konuda yapılan bir çalışmada, et ürünleri ile kırmızı şarabı birlikte tüketen deneklerden alınan kan örneklerine göre fenoliklerle kompleks oluşturan lipidlerin mide bağırsak sisteminde daha düşük oranda absorbe edildiği ortaya konulmuştur [72].

Protein-fenolik komplekslerinde protein sindirilebilirliği yapıya bağlı olarak artmakta veya azalmaktadır. Özellikle hidrofobik ve aromatik aminoasitlerden fenil alanin, prolin, tirozin ve triptofanın üst mide bağırsak kanalındaki sindirilebilirliği düşerken pankreatik enzimlerle ince bağırsaktaki sindirilebilirliği artmaktadır [85]. Fenolikler proteinlerin yapısını, kalitesini, duyu sal özelliklerini (özellikle acı tat) ve fonksiyonelliğini değiştirmektedir. Kompleks yapıda proteinlerdeki besinsel kayıplar esansiyel aminoasitlerin yıkımı ve proteolitik, glikolitik enzimlerin inhibisyonuyla ilişkilendirilmektedir [20]. Bu durum özellikle proteince zengin olmayan diyetlerde büyük problemlere yol açabilmektedir. Petzke ve ark. [85] tarafından fare denekleri üzerinde yapılan çalışmada klorojenik asidin peynir altı suyu protein yapısındaki β laktoglobulinin sindirilebilirliğini düşürdüğü ortaya konulmuştur. Aksine soya proteinleri ile kompleks yapan *Artemisia dracunculus* bitkisinden ekstrakte edilen fenolik bileşiklerin fare deneklerinin sindirim kanalında biyoyararlılığı artırdığı görülmüştür [86]. Felberg ve ark. [87], soya sütü-kahve karışımının insan sindirim sistemindeki etkisini göstermek amacıyla yaptıkları çalışmalarında özellikle klorojenik asidin üst sindirim kanalındaki absorpsiyonunun %42 oranında azaldığını ortaya koymuşlardır. Yapılan bir başka çalışmada proteince zengin gıda kompozisyonunun fenolik bileşiklerin biyoyararlılığı ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi *in vitro* ortamda incelenmiştir. Bu amaçla süt ve yumurta ürünleri üzüm ekstraktı ile zenginleştirilmiştir. Endüstriyel koşullarda tatlı, milkshake, omlet ve pankeke işlenen ürünlerin ağız, mide ve bağırsak kanalındaki değişimi izlenmiştir. Gıda matriksi özellikle antosiyaninlerin bağırsak fazına bozulmadan ulaşmasını sağlarken antioksidan aktiviteyi özellikle bağırsak kanalında azaltmıştır. Gıda matriksleri arasında omlet sindirimi sonrasında diğer ürünlere kıyasla daha yüksek oranda toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivite değerleri elde edilmiştir [88].

Karbonhidrat-fenolik kompleks yapısı, fenolik bileşiklerin sindirim sisteminden kolon sistemine aktivitesini koruyarak taşınmasına yardımcı olmaktadır. Kompleks yapının, karbonhidratların vücuttaki sindirilebilirliğine dair herhangi bir olumsuz etkisi ortaya koyulmamıştır. Bu konuda yapılan bir çalışmada dimer ve trimer yapıdaki prosiyanidinlerin, karbonhidratça zengin diyetlerdeki biyoyararlılığı *in vitro* ve *in vivo* ortamda değerlendirilmiştir. *In vitro* çalışmada yapay ağız, mide ve ince-bağırsak olmak üzere 3 adımlı dinamik ortama 300 mg prosiyanidin ve 300 mg prosiyanidin+600 mg tahıl temelli gıda karışımı eklenerek sindirim sonrası elde edilen kalıntı ve supernatant LC/MS ile analiz edilmiştir. *In vivo* çalışmada ise benzer şekilde fare denekleri ise sadece 1 g prosiyanidin ve 1 g prosiyanidin+2 g karbonhidratça zengin gıda ürünü ile beslenerek kan plazma örneklerindeki fenolik miktarı analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda *in vitro* çalışmada fare deneklerine kıyasla daha yüksek fenolik metabolit saptanmıştır. Ayrıca karbonhidratların prosiyanidinlerin emilimini baskıladığı ortaya konulmuştur [89]. Başka bir çalışmada diyet lifleri ile kompleks yapan bağlı ferulik asitin *in vitro* ortamda kolonik fermentasyonda görev alan ksilosidaz ve arabinofuranosidaz enzimlerinin aktivitesini önlediği rapor edilmiştir [90].

Fenoliklerin makromoleküllerle oluşturduğu kompleksler çoğunlukla olumlu değişikliklere neden olurken bazı çalışmalarda besinsel değerlerde ya da enzim aktivitelerinde düşüşe neden olduğu açıktır. Özellikle nano taşıyıcı görevi gören bu makro yapılar sayesinde fenoliklerin antioksidan aktivitesi değişmeden kolon sistemine kadar taşınabilmesi sağlık açısından en önemli faydasıdır. Benzer şekilde kolon ortamında antioksidan ve antimikrobiyal ortamın destelenmesiyle başta kolon kanseri olmak üzere bir çok mide-bağırsak hastalığı önenebilmektedir.

SONUÇ

Uzun yıllardan beri gıdalardaki fenolik bileşikler üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Fakat, bağlı fenoliklerin dahil edildiği çalışmalar ancak son yıllarda artış göstermiştir. Bağlı fenolikler; tahıllar, yağlı tohumlar ve bakliyatlar başta olmak üzere birçok bitkisel temelli gıdada fazla miktarda bulunmaktadır. Detaylı analiz yöntemleriyle fenoliklerle protein ve karbonhidratlar arasındaki ilişki çözümlenmektedir. Bu kompleks yapılar; işleme prosesleri sırasında gıdaların duyu sal, tekstürel, kimyasal birçok özelliğini değiştirebilmektedir. Günümüzde birçok gıdanın fenolik profili bağlı fenolikleri kapsayacak şekilde güncellenmiştir. Buna karşın; gıdalardaki bağlı fenolik profilinin fermentasyon, haşlama, pişirme gibi proses koşullarındaki değişimini inceleyen yeterince çalışma bulunmamaktadır. Bağlı fenoliklerin ekstraksiyonunu kapsayan genel kabul görmüş bir prosedürün olmayışı farklı analiz sonuçlarının karşılaştırılabilirliğini zorlaştırmaktadır. Benzer şekilde *in vivo* ve *in vitro* deney tasarımlarında farklı gıda kombinasyonlarındaki eksikliklerin tamamlanmasıyla bağlı fenoliklerin sindirim kanalındaki yolculuğu daha net bir şekilde ortaya koyulabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Bohn, T. (2014). Dietary factors affecting polyphenol bioavailability. *Nutrition Reviews*, 72(7), 429-452.
- [2] Shahidi, F., Yeo, J. (2016). Insoluble-bound phenolics in food. *Molecules*, 21(9), 1216.
- [3] Acosta-Estrada, B.A., Gutiérrez-Urbe, J.A., Serna-Saldívar, S.O. (2014). Bound phenolics in foods, a review. *Food Chemistry*, 152, 46-55.
- [4] Albishi, T., John, J.A., Al-Khalifa, A.S., Shahidi, F. (2013). Antioxidant, anti-inflammatory and DNA scission inhibitory activities of phenolic compounds in selected onion and potato varieties. *Journal of Functional Foods*, 5(2), 930-939.
- [5] Kaur, S., Mondal, P. (2014). Study of total phenolic and flavonoid content, antioxidant activity and antimicrobial properties of medicinal plants. *Journal of Microbiology & Experimentation*, 1(1), 00005.
- [6] Zhang, H., Tsao, R. (2016). Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. *Current Opinion in Food Science*, 8, 33-42.
- [7] Zhang, X.L., Guo, Y.S., Wang, C.H., Li, G. Q., Xu, J.J., Chung, H.Y., Ye, W.C., Li, Y.L., Wang, G.C. (2014). Phenolic compounds from *Origanum vulgare* and their antioxidant and antiviral activities. *Food Chemistry*, 152, 300-306.
- [8] Thangapazham, R.L., Sharma, A., Maheshwari, R.K. (2006). Multiple molecular targets in cancer chemoprevention by curcumin. *The AAPS Journal*, 8(3), E443.
- [9] Erlund, I., Koli, R., Alfthan, G., Marniemi, J., Puukka, P., Mustonen, P., Mattila, P., Jula, A. (2008). Favorable effects of berry consumption on platelet function, blood pressure, and HDL cholesterol. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(2), 323-331.
- [10] Kris-Etherton, P.M., Lichtenstein, A.H., Howard, B.V., Steinberg, D., Witztum, J.L. (2004). Antioxidant vitamin supplements and cardiovascular disease. *Circulation*, 110(5), 637-641.
- [11] Demir, T., Akpınar, Ö., Kara, H., Güngör, H. (2019). Nar (*Punica granatum L.*) kabuğunun in vitro antidiyabetik, antienflamatuar, sitotoksik, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi. *Akademik Gıda*, 17(1), 61-71.
- [12] Fisher, L., Ianiro, T., Lau, F., Wang, H., Daggy, B. (2015). Synergistic effects of phenolic mixtures in human cell models of aging. *The FASEB Journal*, 29, 608-36.
- [13] Hollman, P.C. (2014). Unravelling of the health effects of polyphenols is a complex puzzle complicated by metabolism. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 559, 100-105.
- [14] Cirillo, G., Curcio, M., Vittorio, O., Iemma, F., Restuccia, D., Spizzirri, U.G., Puoci, F., Picci, N. (2016). Polyphenol conjugates and human health: a perspective review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(2), 326-337.
- [15] Kotecha, R., Takami, A., Espinoza, J.L. (2016). Dietary phytochemicals and cancer chemoprevention: a review of the clinical evidence. *Oncotarget*, 7(32), 52517.
- [16] Nayak, B., Liu, R.H., Tang, J. (2015). Effect of processing on phenolic antioxidants of fruits, vegetables, and grains-a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(7), 887-918.
- [17] Saura-Calixto, F. (2012). Concept and health-related properties of nonextractable polyphenols: the missing dietary polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(45), 11195-11200.
- [18] Gökmen, V., Serpen, A., Fogliano, V. (2009). Direct measurement of the total antioxidant capacity of foods: the 'QUENCHER' approach. *Trends in Food Science & Technology*, 20(6-7), 278-288.
- [19] Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F. (2015). Macromolecular antioxidants or non-extractable polyphenols in fruit and vegetables: Intake in four European countries. *Food Research International*, 74, 315-323.
- [20] Le Bourvellec, C., Renard, C.M.G.C. (2012). Interactions between polyphenols and macromolecules: quantification methods and mechanisms. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(3), 213-248.
- [21] Bate-Smith, E.C. (1973). Tannins of *herbaceous leguminosae*. *Phytochemistry*, 12(7), 1809-1812.
- [22] Ignat, I., Volf, I., Popa, V.I. (2011). A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 126(4), 1821-1835.
- [23] Papillo, V.A., Vitaglione, P., Graziani, G., Gokmen, V., Fogliano, V. (2014). Release of antioxidant capacity from five plant foods during a multistep enzymatic digestion protocol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(18), 4119-4126.
- [24] Gruz, J., Ayaz, F.A., Torun, H., Strnad, M. (2011). Phenolic acid content and radical scavenging activity of extracts from medlar (*Mespilus germanica L.*) fruit at different stages of ripening. *Food Chemistry*, 124(1), 271-277.
- [25] White, B.L., Howard, L.R., Prior, R.L. (2010). Release of bound procyanidins from cranberry pomace by alkaline hydrolysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(13), 7572-7579.
- [26] Oboh, G., Rocha, J.B.T. (2007). Polyphenols in red pepper (*Capsicum annuum var. aviculare (Tepin)*) and their protective effect on some pro-oxidants induced lipid peroxidation in brain and liver. *European Food Research and Technology*, 225(2), 239-247.
- [27] Nara, K., Miyoshi, T., Honma, T., Koga, H. (2006). Antioxidative activity of bound-form phenolics in potato peel. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 70(6), 1489-1491.
- [28] Hervert-Hernández, D., Sáyago-Ayerdi, S.G., Goni, I.S.A.B.E.L. (2010). Bioactive compounds of four hot pepper varieties (*Capsicum annuum L.*), antioxidant capacity, and intestinal bioaccessibility. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(6), 3399-3406.

- [29] Peričin, D., Krimer, V., Trivić, S., Radulvić, L. (2009). The distribution of phenolic acids in pumpkin's hull-less seed, skin, oil cake meal, dehulled kernel and hull. *Food Chemistry*, 113(2), 450-456.
- [30] Kaisoon, O., Siriamornpun, S., Weerapreeyakul, N., Meeso, N. (2011). Phenolic compounds and antioxidant activities of edible flowers from Thailand. *Journal of Functional Foods*, 3(2), 88-99.
- [31] Ayaz, F.A., Hayırlıoğlu-Ayaz, S., Alpay-Karaoğlu, S., Grúz, J., Valentová, K., Ulrichová, J., Strnad, M. (2008). Phenolic acid contents of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.) extracts and their antioxidant and antibacterial activities. *Food Chemistry*, 107(1), 19-25.
- [32] Irakli, M.N., Samanidou, V.F., Biliaderis, C.G., Papadoyannis, I.N. (2012). Development and validation of an HPLC-method for determination of free and bound phenolic acids in cereals after solid-phase extraction. *Food Chemistry*, 134(3), 1624-1632.
- [33] Dvořáková, M., Guido, L.F., Dostálek, P., Skulilová, Z., Moreira, M.M., Barros, A.A. (2008). Antioxidant properties of free, soluble ester and insoluble-bound phenolic compounds in different barley varieties and corresponding malts. *Journal of the Institute of Brewing*, 114(1), 27-33.
- [34] Chandrasekara, A., Shahidi, F. (2010). Content of insoluble bound phenolics in millets and their contribution to antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(11), 6706-6714.
- [35] Ti, H., Li, Q., Zhang, R., Zhang, M., Deng, Y., Wei, Z., Chi, J., Zhang, Y. (2014). Free and bound phenolic profiles and antioxidant activity of milled fractions of different indica rice varieties cultivated in southern China. *Food Chemistry*, 159, 166-174.
- [36] Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S., Blanchard, C. (2004). The distribution of phenolic acids in rice. *Food Chemistry*, 87(3), 401-406.
- [37] Neo, Y.P., Ariffin, A., Tan, C.P., Tan, Y.A. (2008). Determination of oil palm fruit phenolic compounds and their antioxidant activities using spectrophotometric methods. *International Journal of Food Science-Technology*, 43(10), 1832-1837.
- [38] Ademiluyi, A.O., Oboh, G. (2013). Soybean phenolic-rich extracts inhibit key-enzymes linked to type 2 diabetes (α -amylase and α -glucosidase) and hypertension (angiotensin I converting enzyme) in vitro. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 65(3), 305-309.
- [39] Wang, Y.K., Zhang, X., Chen, G.L., Yu, J., Yang, L.Q., Gao, Y.Q. (2016). Antioxidant property and their free, soluble conjugate and insoluble-bound phenolic contents in selected beans. *Journal of Functional Foods*, 24, 359-372.
- [40] Alshikh, N., Camargo, A.C., Shahidi, F. (2015). Phenolics of selected lentil cultivars: Antioxidant activities and inhibition of low-density lipoprotein and DNA damage. *Journal of Functional Foods*, 18, 1022-1038.
- [41] Jakobek, L. (2015). Interactions of polyphenols with carbohydrates, lipids and proteins. *Food Chemistry*, 175, 556-567.
- [42] de Freitas, V., Mateus, N. (2001). Structural features of procyanidin interactions with salivary proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(2), 940-945.
- [43] Ozdal, T., Capanoglu, E., Altay, F. (2013). A review on protein-phenolic interactions and associated changes. *Food Research International*, 51(2), 954-970.
- [44] Czubinski, J., Dwiecki, K. (2017). A review of methods used for investigation of protein-phenolic compound interactions. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(3), 573-585.
- [45] Rinaldi, A., Jourdes, M., Teissedre, P.L., Moio, L. (2014). A preliminary characterization of Aglianico (*Vitis vinifera* L. cv.) grape proanthocyanidins and evaluation of their reactivity towards salivary proteins. *Food Chemistry*, 164, 142-149.
- [46] Ferrer-Gallego, R., Gonçalves, R., Rivas-Gonzalo, J.C., Escribano-Bailón, M.T., De Freitas, V. (2012). Interaction of phenolic compounds with bovine serum albumin (BSA) and α -amylase and their relationship to astringency perception. *Food Chemistry*, 135(2), 651-658.
- [47] Friesen, K., Chang, C., Nickerson, M. (2015). Incorporation of phenolic compounds, rutin and epicatechin, into soy protein isolate films: Mechanical, barrier and cross-linking properties. *Food Chemistry*, 172, 18-23.
- [48] Soares, S., Mateus, N., de Freitas, V. (2012). Carbohydrates inhibit salivary proteins precipitation by condensed tannins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(15), 3966-3972.
- [49] Haratifar, S., Corredig, M. (2014). Interactions between tea catechins and casein micelles and their impact on renneting functionality. *Food Chemistry*, 143, 27-32.
- [50] Hasni, I., Bourassa, P., Hamdani, S., Samson, G., Carpentier, R., Tajmir-Riahi, H.A. (2011). Interaction of milk α - and β -caseins with tea polyphenols. *Food Chemistry*, 126(2), 630-639.
- [51] Rawel, H.M., Meidtner, K., Kroll, J. (2005). Binding of selected phenolic compounds to proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4228-4235.
- [52] Budryn, G., Patecz, B., Rachwał-Rosiak, D., Oracz, J., Zaczyńska, D., Belica, S., Navarro-González, I., Meseguer, J.M.V., Pérez-Sánchez, H. (2015). Effect of inclusion of hydroxycinnamic and chlorogenic acids from green coffee bean in β -cyclodextrin on their interactions with whey, egg white and soy protein isolates. *Food Chemistry*, 168, 276-287.
- [53] Rossetti, D., Yakubov, G.E., Stokes, J.R., Williamson, A.M., Fuller, G.G. (2008). Interaction of human whole saliva and astringent dietary compounds investigated by interfacial shear rheology. *Food Hydrocolloids*, 22(6), 1068-1078.
- [54] Erkan-Koç, B., Türkyılmaz, M., Yemiş, O., Özkan, M. (2015). Effects of various protein-and polysaccharide-based clarification agents on antioxidative compounds and colour of pomegranate juice. *Food Chemistry*, 184, 37-45.
- [55] Aguié-Béghin, V., Sausse, P., Meudec, E., Cheynier, V., Douillard, R. (2008). Polyphenol- β

- casein complexes at the air/water interface and in solution: effects of polyphenol structure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(20), 9600-9611.
- [56] Rawel, H.M., Czajka, D., Rohn, S., Kroll, J. (2002). Interactions of different phenolic acids and flavonoids with soy proteins. *International Journal of Biological Macromolecules*, 30(3-4), 137-150.
- [57] Pantidos, N., Boath, A., Lund, V., Conner, S., McDougall, G.J. (2014). Phenolic-rich extracts from the edible seaweed, *ascophyllum nodosum*, inhibit α -amylase and α -glucosidase: potential anti-hyperglycemic effects. *Journal of Functional Foods*, 10, 201-209.
- [58] Kyle, J.A., Morrice, P.C., McNeill, G., Duthie, G.G. (2007). Effects of infusion time and addition of milk on content and absorption of polyphenols from black tea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(12), 4889-4894.
- [59] Renard, C.M., Watrelot, A.A., Le Bourvellec, C. (2017). Interactions between polyphenols and polysaccharides: mechanisms and consequences in food processing and digestion. *Trends in Food Science & Technology*, 60, 43-51.
- [60] Watrelot, A.A., Le Bourvellec, C., Imbert, A., Renard, C.M. (2014). Neutral sugar side chains of pectins limit interactions with procyanidins. *Carbohydrate Polymers*, 99, 527-536.
- [61] Brahem, M., Eder, S., Renard, C.M., Loonis, M., Le Bourvellec, C. (2017). Effect of maturity on the phenolic compositions of pear juice and cell wall effects on procyanidins transfer. *LWT-Food Science and Technology*, 85, 380-384.
- [62] Bautista-Ortín, A.B., Martínez-Hernández, A., Ruiz-García, Y., Gil-Muñoz, R., Gómez-Plaza, E. (2016). Anthocyanins influence tannin-cell wall interactions. *Food Chemistry*, 206, 239-248.
- [63] Celik, S.E., Özyürek, M., Güçlü, K., Apak, R. (2015). Antioxidant capacity of quercetin and its glycosides in the presence of β -cyclodextrins: influence of glycosylation on inclusion complexation. *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry*, 83(3-4), 309-319.
- [64] Zhou, M., Hu, Q., Wang, T., Xue, J., Luo, Y. (2016). Effects of different polysaccharides on the formation of egg yolk LDL complex nanogels for nutrient delivery. *Carbohydrate Polymers*, 153, 336-344.
- [65] Pastoriza, S., Delgado-Andrade, C., Haro, A., Rufián-Henares, J.A. (2011). A physiologic approach to test the global antioxidant response of foods. The GAR method. *Food Chemistry*, 129(4), 1926-1932.
- [66] Arranz, S., Silván, J.M., Saura-Calixto, F. (2010). Nonextractable polyphenols, usually ignored, are the major part of dietary polyphenols: a study on the Spanish diet. *Molecular Nutrition & Food Research*, 54(11), 1646-1658.
- [67] Saura-Calixto, F., Serrano, J., Goni, I. (2007). Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. *Food Chemistry*, 101(2), 492-501.
- [68] Angelino, D., Cossu, M., Marti, A., Zanoletti, M., Chiavaroli, L., Brighenti, F., Del Rio, D., Martini, D. (2017). Bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds in bread: a review. *Food & Function*, 8(7), 2368-2393.
- [69] Dufour, C., Loonis, M., Delosière, M., Buffière, C., Hafnaoui, N., Santé-Lhoutellier, V., Rémond, D. (2018). The matrix of fruit & vegetables modulates the gastrointestinal bioaccessibility of polyphenols and their impact on dietary protein digestibility. *Food Chemistry*, 240, 314-322.
- [70] López-Oliva, M.E., Pozuelo, M.J., Rotger, R., Muñoz-Martínez, E., Goni, I. (2013). Grape antioxidant dietary fibre prevents mitochondrial apoptotic pathways by enhancing Bcl-2 and Bcl-x L expression and minimising oxidative stress in rat distal colonic mucosa. *British Journal of Nutrition*, 109(1), 4-16.
- [71] Pérez-Jiménez, J., Díaz-Rubio, M.E., Saura-Calixto, F. (2013). Non-extractable polyphenols, a major dietary antioxidant: occurrence, metabolic fate and health effects. *Nutrition Research Reviews*, 26(2), 118-129.
- [72] Gorelik, S., Kanner, J., Schurr, D., Kohen, R. (2013). A rational approach to prevent postprandial modification of LDL by dietary polyphenols. *Journal of Functional Foods*, 5(1), 163-169.
- [73] Gobert, M., Rémond, D., Loonis, M., Buffière, C., Santé-Lhoutellier, V., Dufour, C. (2014). Fruits, vegetables and their polyphenols protect dietary lipids from oxidation during gastric digestion. *Food & Function*, 5(9), 2166-2174.
- [74] Chacar, S., Itani, T., Hajal, J., Saliba, Y., Louka, N., Faivre, J.F., Maroun, R., Fares, N. (2018). The impact of long-term intake of phenolic compounds-rich grape pomace on rat gut microbiota. *Journal of Food Science*, 83(1), 246-251.
- [75] Verzelloni, E., Pellacani, C., Tagliacucchi, D., Tagliaferri, S., Calani, L., Costa, L.G., Brighenti, F., Borges, G., Crozier, A., Conte, A., Del Rio, D. (2011). Antigliative and neuroprotective activity of colon-derived polyphenol catabolites. *Molecular Nutrition & Food Research*, 55(S1), S35-S43.
- [76] Saura-Calixto, F., Pérez-Jiménez, J., Touriño, S., Serrano, J., Fuguet, E., Torres, J.L., Goñi, I. (2010). Proanthocyanidin metabolites associated with dietary fibre from in vitro colonic fermentation and proanthocyanidin metabolites in human plasma. *Molecular Nutrition & Food Research*, 54(7), 939-946.
- [77] Núñez-Sánchez, M.A., González-Sarrías, A., Romo-Vaquero, M., García-Villalba, R., Selma, M.V., Tomás-Barberán, F.A., García-Conesa, M.T., Espín, J.C. (2015). Dietary phenolics against colorectal cancer-from promising preclinical results to poor translation into clinical trials: pitfalls and future needs. *Molecular Nutrition & Food Research*, 59(7), 1274-1291.
- [78] Sánchez-Tena, S., Lizárraga, D., Miranda, A., Vinardell, M.P., García-García, F., Dopazo, J., Torres, J.R., Saura-Calixto, F., Capellà, G., Cascante, M. (2013). Grape antioxidant dietary fiber inhibits intestinal polyposis in Apc Min/+ mice: relation to cell cycle and immune response. *Carcinogenesis*, 34(8), 1881-1888.

- [79] Hajiaghaalipour, F., Kanthimathi, M.S., Sanusi, J., Rajarajeswaran, J. (2015). White tea (*Camellia sinensis*) inhibits proliferation of the colon cancer cell line, HT-29, activates caspases and protects DNA of normal cells against oxidative damage. *Food Chemistry*, 169, 401-410.
- [80] Reagan-Shaw, S., Nihal, M., Ahmad, N. (2008). Dose translation from animal to human studies revisited. *The FASEB Journal*, 22(3), 659-661.
- [81] Lv, J., Yu, L., Lu, Y., Niu, Y., Liu, L., Costa, J., Yu, L.L. (2012). Phytochemical compositions, and antioxidant properties, and antiproliferative activities of wheat flour. *Food Chemistry*, 135(2), 325-331.
- [82] Zerrouh, W., Nani, A., Belarbi, M., Dumont, A., De Rosny, C., Aboura, I., Ghanemi, F.Z., Murtaza, B., Patoli, D., Thomas, C., Apetoh, L., Rébé, C., Delmas, D., Khan, N.A., Ghiringhelli, F., Rialland, M., Hicham, A. (2017). Phenolic extract from oleaster (*Olea europaea* var. *Sylvestris*) leaves reduces colon cancer growth and induces caspase-dependent apoptosis in colon cancer cells via the mitochondrial apoptotic pathway. *Plos One*, 12(2), 0170823.
- [83] Ortega, N., Reguant, J., Romero, M.P., Macia, A., Motilva, M.J. (2009). Effect of fat content on the digestibility and bioaccessibility of cocoa polyphenol by an in vitro digestion model. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(13), 5743-5749.
- [84] Lorrain, B., Dangles, O., Loonis, M., Armand, M., Dufour, C. (2012). Dietary iron-initiated lipid oxidation and its inhibition by polyphenols in gastric conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(36), 9074-9081.
- [85] Petzke, K.J., Schuppe, S., Rohn, S., Rawel, H.M., Kroll, J. (2005). Chlorogenic acid moderately decreases the quality of whey proteins in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(9), 3714-3720.
- [86] Ribnicky, D.M., Roopchand, D.E., Poulev, A., Kuhn, P., Oren, A., Cefalu, W.T., Raskin, I. (2014). *Artemisia dracuncululus* L. polyphenols complexed to soy protein show enhanced bioavailability and hypoglycemic activity in C57BL/6 mice. *Nutrition*, 30, 4-10.
- [87] Felberg, I., Farah, A., Monteiro, M.C., Ronoel, L.D.O., Pacheco, S., Calado, V., Donangelo, C.M. (2015). Effect of simultaneous consumption of soymilk and coffee on the urinary excretion of isoflavones, chlorogenic acids and metabolites in healthy adults. *Journal of Functional Foods*, 19, 688-699.
- [88] Pineda-Vadillo, C., Nau, F., Dubiard, C.G., Cheynier, V., Meudec, E., Sanz-Buenhombre, M., Guadarrama, A., Tóth, T., Csavajda, E., Hingyi, H., Karakaya, S., Sibakov, J., Capozzi, F., Alessandra, B., Dupont, D. (2016). In vitro digestion of dairy and egg products enriched with grape extracts: effect of the food matrix on polyphenol bioaccessibility and antioxidant activity. *Food Research International*, 88, 284-292.
- [89] Serra, A., Macia, A., Romero, M.P., Valls, J., Bladé, C., Arola, L., Motilva, M.J. (2010). Bioavailability of procyanidin dimers and trimers and matrix food effects in in vitro and in vivo models. *British Journal of Nutrition*, 103(7), 944-952.
- [90] Snelders, J., Olaerts, H., Dornez, E., Van de Wiele, T., Aura, A.M., Vanhaecke, L., Delcour, J.A., Courtin, C.M. (2014). Structural features and feruloylation modulate the fermentability and evolution of antioxidant properties of arabinoxylanoligosaccharides during in vitro fermentation by human gut derived microbiota. *Journal of Functional Foods*, 10, 1-12.

Farklı Çözücülerle Propolis Ekstraksiyonunun Toplam Fenolik İçeriği, Antioksidan Kapasite ve Antimikrobiyal Aktivite Üzerine Etkileri

Zeynep Bakkaloğlu¹ , Muhammet Arıcı² 

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalürji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Geliş Tarihi (Received): 06.07.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 22.10.2019

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): bakkalogluzeynep@gmail.com (Z. Bakkaloğlu)

☎ 0 212 383 45 72 📠 0 212 383 45 71

ÖZ

Arıcılıktan elde edilen doğal bir biyolojik ürün olan propolis antibakteriyel, antifungal, antiviral, antitümoral ve anestezi aktivite dahil olmak üzere birçok yönüyle dikkat çekmektedir. Ayrıca çok düşük toksisiteye sahip olması nedeniyle sağlık, gıda, kozmetik gibi sanayi dallarında hammadde olarak kullanılmaktadır. Sektörlerin kullanım amacına bağlı olarak ekstrakte edilmesi gereken propolis için farklı çözücüler tercih edilmektedir. Kullanılan çözücülerin farklı olması propolisin fonksiyonel özellikleri üzerine etki etmektedir. Propolisin farklı çözücülerle ekstraksiyonu toplam fenolik bileşen içeriği, antioksidan kapasitesi ve antimikrobiyal özelliklerinde farklılıklara neden olmaktadır. Bu derlemede, propolis ekstraktlarında kullanılan farklı çözücüler ve bu çözücülerin propolisin toplam fenolik bileşen, antioksidan kapasitesi ve antimikrobiyal üzerine etkileri tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Propolis, Fenolik içerik, Antioksidan kapasitesi, Antimikrobiyal aktivite

Effects of Propolis Extraction with Different Solvents on Total Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Antimicrobial Activity

ABSTRACT

Propolis, a natural biological product obtained from beekeeping, attracts attention in many aspects including antibacterial, antifungal, antiviral, antitumoral and anesthetic activity. It is also used as a raw material in health, food and cosmetic industries because of its low toxicity. Different solvents are preferred for the extraction of propolis depending on the intended use of the sectors. The different solvents may have an effect on the functional properties of propolis. Extraction of propolis with different solvents may result in differences in the total phenolic content, antioxidant capacity and antimicrobial properties. In this review, different solvents used in propolis extracts and their effects on the total phenolic content, antioxidant capacity and antimicrobial properties of propolis are discussed.

Keywords: Propolis, Phenolic content, Antioxidant capacity, Antimicrobial activity

GİRİŞ

Fonksiyonel birer gıda ürünü olan bal ve diğer arı ürünleri son yıllar da arıcılığa verilen önemle beraber öne çıkmaktadır. Arı ürünleri; bal, polen ve arı ekmeği gibi doğrudan insan gıdası olarak tüketilen arı sütü, propolis gibi işlenerek insan gıdası olarak tüketilenler ve

arı zehri, bal mumu gibi doğrudan insan gıdası olarak tüketilmeyen olmak üzere üç gruba ayrılabilir [1].

Arıcılık ürünlerinin Çin kitabelerinde ve Mısır'daki yazılı kaynaklarda milattan önce ve sonraki dönemlerde hastalıkların tedavi edilmesinde kullanıldığı belirtilmektedir [2]. Günümüzde ise arıcılık ürünlerinin (bal, polen, propolis, arı ekmeği, arı zehri, bal mumu)

hastalıkların tedavisinde kullanılmasına "Apiterapi" adı verilmektedir [3].

Apiterapi tedavisinde karşımıza çıkan ve arı ürünlerinden biri olan propolis kalp hastalıkları, diyabet, kanser ve enflamasyon (iltihaplanma) faktörleri üzerine önleyici etkiye sahiptir [4]. Propolisin sahip olduğu antimikrobiyal, antioksidan ve antikanserojenik özellikler içerdiği kimyasal bileşenlerden kaynaklanmaktadır [5]. Propolisin kimyasal bileşen içeriği toplandığı bölgedeki yerel floraya bağlı olarak değişim göstermektedir [6]. Propolisin bölgeden bölgeye değişiklik gösteren kimyasal bileşenlerinin belirlenmesi için birçok çalışma yapılmıştır. Çalışmalar propolisin kimyasal bileşiminin yanında propolisin antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi, antioksidan kapasitesinin tespiti, antikanserojenik çalışmalar ve gıda maddesi olarak tüketilebilirliğinin artırılması üzerine yoğunlaşmaktadır.

Yapılan çalışmalar tıp, kozmetik, ilaç ve gıda gibi farklı sektörlerde katkı sağlamaktadır. Ancak propolis farklı sektörlerde kullanıma uygun olsa da gıda sektöründeki ekstraksiyon işlemleri için kullanılan çözücülerle ilgili kaygı duyulmaktadır. İnsan tüketimine sunulan propolis ekstraktlarında sağlık açısından tehdit oluşturmayacak çözücülerin kullanılması gerekmektedir. Özellikle hamileler ve helal/haram hassasiyeti olan tüketiciler açısından etanol maddesinin propolisin ekstraksiyonunda çözücü madde olarak kullanılması problem oluşturmaktadır.

Propolis ekstraksiyonunda en çok tercih edilen etanolün [7-16] dışında su [17, 18], metanol [19-21], metilen klorür [19], diklorometan [20], hegzan [22], etil asetat [23], aseton [18], zeytinyağı [11], β -siklodekstrin [11], dimetilsülfoksit [18, 24], propilen glikol, etil asetat ve kloroform [25] propolisin ekstraksiyonu için tercih edilen diğer çözücü bileşenlerdir.

Propolis ekstraksiyonunda kullanılan farklı çözücülerin çözücü özellikleri farklı olduğu gibi, propolisin sahip olduğu toplam fenolik madde miktarı, antioksidan kapasitesi ve antimikrobiyal aktivitesi gibi özelliklerinin belirlenmesinde farklı sonuçlar elde edilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle derlenen çalışmada propolisin farklı çözücüler kullanılarak ekstrakte edilmesinin ekstraktların toplam fenolik madde içeriği, antioksidan kapasitesi ve antimikrobiyal aktivitesi üzerine olan etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir.

PROPOLİS

Propolis, bal arılarının (*Apis mellifera* L.), ağaçlar ve bitkilerdeki filiz, yaprak, tomurcuk ve kabuk çatlaklarından topladıkları reçineye tükürük enzimleri (β -glukozidaz) ekleyerek elde ettikleri kısmen sindirilmiş ve balmumu ile karıştırılmış bir arı ürünüdür [16, 19, 26, 27]. Propolis, arılar tarafından yuva veya kovadaki delikleri kapatmak, iç duvarları düzleştirmek ve girişi istenmeyen canlılara karşı korumak için kullanılan yapışkan, elastik ve reçineli bir maddedir [15].

Ağaç türlerinden kavak (*Populus spp.*), huş ağacı (*Betula spp.*), kayın (*Fagus sylvatica*), kestane

(*Aesculus hippocastanum*) ve söğüt (*Salix spp.*) arılar tarafından daha çok tercih edilmektedir. Bu tercihler propolisin oluşumunda yer alan bileşenlerin ana kaynağını oluşturmaktadır [28]. Propolisin fitokimyasal bileşimi ağaç türlerine göre değişiklik gösterse de propolisin rengi ve bileşiminde asıl etken coğrafi kökendir [8].

Propolisin içeriğinin temel kaynağı bitkiler, bal arısı metabolizmasından salgılanan maddeler ve propolis oluşumu sırasında ortaya çıkan bileşenler tarafından oluşturulmaktadır [27]. Propolisin genel bileşimine bakıldığında, bitki reçinesi (%50), balmumu (%30), uçucu yağlar (%10) ve polen (%5) içermektedir [20]. Vitamin (B1, B2, B3 ve B6), benzoik asit, yağ asitleri, ketonlar, laktonlar, kinonlar, steroidler, şekerler ve doğal pigmentler (klorofil ve karotenoidler) gibi diğer bileşikler (%5) propolisin bileşiminde az miktarda bulunmaktadır [13].

Propolisin en önemli kimyasal bileşenleri arasında flavonoidler, aromatik asitler, terpenoidler (diterpenoid asitler ve triterpenoidler), yağ asitleri, esterler, fenoller, aldehidler, ketonlar gelmektedir. Fenolik bileşikler ise çoğu zaman ana bileşenler olarak karşımıza çıkar [31-34]. Bu bileşiklerin bazıları (flavonoidler, terpenoidler, aromatik asitler ve bunların esterleri) biyolojik aktivitelerden sorumludur [31, 35-37].

Propolis ve özellikle ekstraktları antibakteriyel [38], antiviral, antifungal, antioksidan [39], anti-inflamatuar [40], antikanserojen [41], anti-alerjik, anti-diyabetik [42], sitostatik, hepatoprotektif etki, fotoprotektif etki, bağıışıklık kazandırıcı ve uyuşturma gibi geniş biyolojik aktiviteleri nedeniyle çeşitli hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için uzun zamandır kullanılmaktadır [43, 44].

Diş hekimliğinde, kokainden beş kat etkili bir anestezi maddesi olduğu iddia edilmektedir. Ayrıca diş eti iltihabı tedavisinde kullanılmakta, diş macunları ve gargara şeklindeki çözeltiler de kullanıldığı gibi yüz kremleri (güzellik kremleri), merhemler, losyonlar gibi farmasötik ve kozmetik ürünlerinde de kullanılır [26, 27, 45-48]. Dünyadaki birçok bölgede halk ilaçlarında da kullanılan propolis, son yıllarda propolis ekstraktları içeren katkı maddelerinin yiyecek ve içeceklerde kullanılmasıyla piyasada da karşımıza çıkmaktadır [12].

Propolisin Türkiye'deki yıllık üretim miktarı net olarak bilinmemekle birlikte bir kovanda yıllık 300-500 g propolis elde edilmektedir. Türkiye'deki 2017 yılına ait kovan sayısı düşünüldüğünde yıllık propolis üretim miktarı 2 bin 397-3 bin 995 ton arasında değişmektedir. Üretilen bu propolislerin tamamı endüstride kullanılmamakla birlikte endüstrinin kullanımı ile ilgili yeterli veri bulunmamaktadır.

Propolis endüstride ham haliyle kullanılamamaktadır. Ekstraktlarının kullanıldığı endüstride başta etanol olmak üzere su, bitkisel yağ, propilen glikol, gliserol (gliserin) gibi mevzuat kapsamında yer alan diğer çözücülerden faydalanılmaktadır. Endüstri dışında yapılan çalışmalarda ise metanol, eter, kloroform,

aseton, dimetilsülfoksit, hegzan ve diğer organik çözücüler gibi farklı çözücüler kullanılmaktadır [49, 50].

PROPOLİSİN FARKLI ÇÖZÜCÜLERLE EKSTRAKSİYONU

Propolis ekstraksiyonu propolisin tüketilebilmesi için gerekli olan en birincil işlemdir. Propolisin antioksidan ve fenolik madde ekstraksiyonlarında birçok çözücüden faydalanılmaktadır. Ekstraksiyon işlemiyle beraber propolisin fenolik bileşenlerinin, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesinin etkinliği artmaktadır. Bu nedenle kullanılan çözücü seçimi ekstraktın özelliklerinin belirlenmesinde etkilidir. Ekstrakte edilen ham propolis çeşitli arı ürünleri ve bitkisel karışımlarla insanların tüketimine sunulmaktadır. Gıda olarak tüketiminin yanı sıra kimya, ilaç, sağlık, kozmetik, mobilya, gıda ambalajlama ve daha birçok alanda kullanımı bulunmaktadır.

Çözücü seçimi ekstraksiyon işleminde hızı etki eden en önemli parametrelerden biridir [51, 53]. Propolisin ekstrakte edilmesinde daha büyük dipol momente sahip olması nedeniyle en çok kullanılan çözücü etanoldür [4, 8-13, 15, 16, 54]. Etanol ekstraksiyon aşamasında tek başına kullanılabilirdiği gibi etanol-su gibi farklı karışım oranlarıyla da ekstraksiyonda kullanılmaktadır [11, 17].

Etanol ekstraksiyonunun basit ve etkili bir metot olmasına rağmen propolisin sahip olduğu koku ile birleşen alkol kokusunun yoğunluğu, kozmetik ve ilaç sektöründe kullanımını kısıtlamaktadır. Aynı zamanda etanol ekstraktı, göz rahatsızlıkları, kulak, burun ve boğaz iltihapları ve pediatri gibi bazı hastalıkların ya da alkol intoleransı olan kişilerin tedavisinde kullanılması için uygun değildir. Bu sebeple alkol bazlı olmayan etkili bir ekstraksiyon tekniğine ihtiyaç duyulmaktadır.

Su [17, 18], metanol [19-21], metilen klorür [19], diklorometan [20], hegzan [22], etil asetat, aseton [18], zeytinyağı [11], β-siklodekstrin [11], dimetilsülfoksit [24], propilen glikol [25], gliserol [50] ve kloroform propolisin ekstraksiyonu için tercih edilen diğer çözücü bileşenlerdir. Ayrıca bu çözücü bileşenler arasında yapılan metanol-metilen klorür veya metanol-su gibi oransal birleşmelerin yapılması çözücülerin etkinliği artırılarak ekstraksiyon iyileştirilmektedir [19].

Su, etanol, zeytinyağı, propilen glikol ve gliserol (gliserin) dışındaki çözücüler araştırmalarda kullanılsa da mevzuatta yer almadığı için ekstrakte edilen propolisler tüketiciye sunulamamaktadır. Bunun nedeni mevzuat dışındaki çözücülerin insan sağlığına uygun olup olmamasıyla ilgili yeterli çalışmaların yapılmamış olmasıdır.

Mevzuatta yer alan çözücülerden su, yeterli oranda propolis içerisindeki biyoaktif bileşenleri çözemediği için tercih edilmemektedir. Bu nedenle su ile yapılan ekstraksiyonun etkinliğinin artırılması için farklı yöntemlerin (ultrases, mikrodalga) uygulandığı çalışmalar yürütülmektedir. Etanol, propilen glikol ve gliserinde alkol türevi çözücülerdir. Alkollü ekstraktlar, alkolün hem insan sağlığına zararlı olması (tahriş edici,

mutajenik ve karsinojenik) hem de tüketicilerin dini hassasiyetlerinden dolayı tercih edilmemektedir. Propolis ekstraksiyonunda endüstride en çok etanol tercih edilmesinin sebebi daha fazla biyoaktif çözmesidir.

Son dönemde etil alkole ikame olarak dimetilsülfoksit düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda etanole en yakın biyoaktif bileşen çözünürlüğünün dimetilsülfoksite ait olduğu tespit edilmiştir. Ancak mevzuatta yer almaması ve dimetilsülfoksitli propolis ekstraktlarının sahip olduğu yan etkilerin (cilt, solunum yolları ve gözlerde tahriş) gıda ile alımlarındaki etkilileri belirlenmemesi kullanımını sınırlandırmaktadır.

Kullanılacak olan çözücüler tercih edilirken ekstraktın işleneceği son ürün göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle sağlık ve gıda sektöründe gliserol ve su gibi toksik olmayan çözücülerin propolisin ekstraksiyonunda kullanımı daha uygun bulunmaktadır. Çözücüler dışında ekstraksiyon işleminde özellikle de endüstride kullanılması beklenen uygulamalarda zaman önemli bir kriterdir. Bu nedenle zaman kaybını önlemek için ekstraksiyon öncesi katı fazın hazırlanması, difüzyon hızı, sıcaklık, çözücü seçimi ve katı materyalin nemi belirlenmesi gereken ve ekstraksiyon hızına etkileyen faktörlerdir [56].

Değişik çözücülerin ekstraksiyonda kullanımı propolisin içindeki farklı bileşenleri, farklı miktarlarda çözeceği için propolisin ekstraktlarının kalitatif ve/veya kantitatif içerikleri farklı olacaktır. Bu farklılıklar propolisin toplam fenolik madde içeriği, antioksidan kapasitesi ve antimikrobiyal özellikleri üzerinde etkili olmaktadır.

PROPOLİSTE FARKLI ÇÖZÜCÜLERİN TOPLAM FENOLİK BİLEŞEN İÇERİĞİNE ETKİSİ

Fenolik bileşenler propolisin fonksiyonel özelliklerinden sorumlu olan etken maddelerden bir tanesidir. Propolisin toplam fenolik içeriğinin belirlenmesinde bugüne kadar çok sayıda çalışma yapılmıştır. Birçoğu etanol kullanılarak yapılan bu çalışmalarda Brezilya'nın kuzeydoğu bölgesinden toplanan kahverengi, yeşil ve kırmızı propolislerin etanolik çözeltilerinde sırasıyla 55.74, 90.55, 91.32 mg GAE/ g propolis fenolik içerik tespit edilmiştir [57].

Brezilya'nın güneybatısından toplanan propolislerin etanolü ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri 5.294-50.41 mg GAE/g propolis aralığında bulunmuştur [16]. Dünya üzerindeki diğer ülkeler incelendiğinde; Meksika bölgesinden toplanan propolislerin etanolü ekstraktlarındaki toplam fenolik bileşen içeriği 314 mg GAE/g propolis [58], Türkiye bölgesinden toplananların 124.6 ve 180.89-270.22 mg GAE/g propolis [59,60], Yunanistan bölgesinden toplananların 110.2-181.0 mg GAE/g propolis [4] ve Azerbaycan bölgesinden toplananların 10.94-79.23 mg GAE/g propolis [61] olduğu tespit edilmiştir.

Farklı bölgelerden toplanan propolislerin toplam fenolik bileşen içeriğindeki farklılıkların ortaya çıkması propolisin çeşidi (kırmızı, yeşil, kahverengi), toplandığı bölgenin

coğrafi konumu, iklimi ve bitki örtüsünden kaynaklandığı söylenebilir. Ancak aynı propolis örnekleri kullanılarak farklı çözücülerle yapılan çalışmada Türk propolisinin DMSO'lu ekstraktındaki toplam polifenol içeriği (141.17±9.99 mg GA / g propolis), etanollü (122.67±6.37 mg GA / g propolis), asetonlu (100.00±8.49 mg GA / g propolis), gliserollü (88.00±7.75 mg GA / g propolis) ve sulu (19.67±0.29 mg GA / g propolis) ekstraktlarında olmak üzere farklı bulunmuştur [50].

Litvanya yöresinden toplanan propolisler etanol, su ve zeytinyağı gibi farklı çözücülerle ekstrakte edilmiş ve sonuçlar sırasıyla 12.7, 1.6 ve 0.5 mg/mL GAE olarak hesaplanmıştır [62]. Bonvehi ve Gutierrez'in yaptığı çalışmada propolislerin ekstraksiyonunda etanol ve propilen glikol kullanılmıştır. Alınan sonuçlarda etanollü ekstraktın toplam fenolik içeriği (21–34 g/100 g) propolilen glikollü ekstraktın toplam fenolik içeriğinden (20–30.3 g/100g) fazla çıkmıştır [63].

Bütün bu çalışmalar incelendiğinde propolis ekstraksiyonunda kullanılan çözücülerin propolisin toplam fenolik bileşen içeriğinde farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. Etanolün propolis ekstraksiyonundaki etkinliğinin yüksek olduğu görülen çalışmalarda DMSO'nun etkisi de dikkat çekmektedir.

PROPOLİSTE FARKLI ÇÖZÜCÜLERİN ANTIOKSİDAN KAPASİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Propolis en yaygın bilinen ve en çok araştırılan özelliklerinden biri olan antioksidanların miktarı farklı testlerle ölçülmektedir. Propolis antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) radikal yakalama yöntemi, ABTS, FRAP (ferric reducing antioxidant power) ve CUPRAC (total antioxidant potential assay using a Cu(II) complex as an oxidant) olmak üzere farklı metotlar tercih edilmiştir.

Farklı antioksidan kapasitesi belirleme yöntemlerinin propolis etanollü ekstraktlarının üzerine etkileri incelendiği bir çalışmada DPPH yönteminde 1230.7 µmol Trolox/g, ABTS yönteminde 1223 µmol Trolox/g ve FRAP yönteminde 2694.87 µmol Trolox/g değerleri elde edilmiştir [64]. Aynı propolis örnekleri kullanılarak farklı yöntemlerin kullanılması sonucu ortaya çıkan değerler propolis antioksidan kapasitesi hakkında paralel bir fikir verse de sayısal olarak değişiklikler görülmektedir.

Antioksidan kapasitesi belirleme yöntemlerinden bir diğeri olan CUPRAC yöntemi kullanılarak propolis etanollü ekstraktının değerlendirildiğinde ise sonuçlar 2.57-4.15 µmol Trolox/g [60] olarak hesaplanmıştır. Propolis etanollü ekstraktları üzerine DPPH yöntemi kullanılan bazı çalışmalarda antioksidan kapasitesi 11.68-275.2 µmol Trolox/g [16] ve 4431-4663 µmol Trolox/g [57] olarak bulunmuştur. Propolis etanollü ekstraktları üzerine ABTS yöntemi kullanılan çalışmalar incelendiğinde antioksidan kapasitelerinin 560-1430 µmol Trolox/g [63], 19.03-875.4 µmol Trolox/g [16], 1184.66-1400.86 µmol Trolox/g [29] ve 1868-2913 µmol Trolox/g [57] olduğu tespit edilmiştir.

Propolis antioksidan kapasitesinin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerin aynı fakat sonuçların farklı olması propolise bağlı (çeşidi, toplandığı bölgenin coğrafi konumu, iklimi ve bitki örtüsü) nedenlerden kaynaklanmaktadır. Propoliste aynı çözücü (etanol) kullanılarak değerlendirme yapıldığında yöntemlere ve propolis çeşidine bağlı olarak farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.

Bonvehi ve Gutiérrez [63]'in yaptığı çalışmada DPPH yöntemi kullanılarak propolis etanollü ve propilen glikollü ekstraktlarının antioksidan kapasitesi mg askorbik asit/gram (AsA/g) cinsinden belirlenmiştir. Sonuçlara göre propolis etanollü ekstraktının antioksidan kapasitesi (148–291 mg AsA/g) propilen glikollü ekstraktının antioksidan kapasitesinden (108–210 mg AsA/g) yüksek çıkması önem arz etmemektedir. Aynı çalışmada ABTS ve FRAP yöntemleri kullanılmıştır. Etanollü ekstraktların ABTS ve FRAP yöntemi ile elde edilen sonuçları sırasıyla 560–1.430 µmol Trolox/g, 2.312–4.669 µmol Fe₂⁺⁺ sülfat/g, propilen glikollü ekstraktların sonuçlarından 420–940 µmol Trolox/g, 1.573–4.271 µmol Fe₂⁺⁺ sülfat/g önemli ölçüde farklı çıkmıştır.

Çakıroğlu [50]'nun ABTS yöntemi kullanarak yaptığı çalışma incelendiğinde propolis DMSO'lu ekstraktının toplam antioksidan kapasitesinin (248.50±5.10 mmol T / 100 g propolis), etanollü (233.08±1.99 mmol T / 100 g propolis), gliserollü (159.82±5.73 mmol T / 100 g propolis), asetonlu (157.52±11.06 mmol T / 100 g propolis) ve sulu (15.38±5.39 mmol T / 100 g propolis) ekstraktlarındaki toplam antioksidan kapasitesinden daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Elde edilen bu verilere göre propolis ekstraktında kullanılan farklı çözücüler propolis antioksidan kapasitesi üzerinde etkili olmaktadır.

Yapılan araştırmalar neticesinde propolis antioksidan kapasitesinin belirlenmesi üzerinde en etkili çözücünün DMSO ve en etkili yöntemin ABTS olduğu saptanmaktadır. Antioksidan kapasitesi belirleme yönteminde DMSO'dan sonra en etkili çözücü etanoldür. Etanol ve DMSO diğer çözücülerle kıyaslandığında antioksidan kapasitesi değerleri üzerinde önemli ölçüde farklılıklara yol açmaktadır.

PROPOLİSTE FARKLI ÇÖZÜCÜLERİN ANTIMİKROBİYAL AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİSİ

Propolis antimikrobiyal özellikleri ilk çağlardan günümüze kadar bilinmekte, kullanılmakta ve araştırılmaktadır. Propolis çeşitli bakteri, mantar, virüs ve diğer mikroorganizmalar üzerine etkisi ile ilgili çok sayıda bilimsel çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmaların özellikler tıp, diş hekimliği ve eczacılık alanında kullanıma uygun propolis üretimine dikkat çektiği görülmektedir. Bu nedenle propolis ekstraksiyonunda kullanılacak olan çözücü maddenin insan sağlığı açısından risk oluşturmaması gerekmektedir.

Propolis antimikrobiyal özelliklerinin araştırıldığı çalışmalarda etanol [65-73], su [28, 62, 73] metanol [18, 25], DMSO [24, 74], kloroform, etil asetat, propilen

glikol, zeytinyağı [62], aseton ve hegzan çözücü olarak kullanılmıştır [16, 18, 25].

Propolis en çok kullanılan etanollü ekstraktlarının antimikrobiyal etkilerine bakıldığında periodontal hastalıkların temel taşı olan *Porphyromonas gingivalis*'e [65], gastrit, ülser ve mukoza ile ilişkili pek çok gastrointestinal sistemle ilgili hastalıklara neden olan *Helicobacter pylori* üzerine [68] etkili olduğu görülmektedir.

Yapılan birçok çalışmada propolis etanollü ekstraktlarının *Bacillus cereus* [73], *Bacillus subtilis* [71], *Escherichia coli* [16], *Enterobacter aerogenes*, *Micrococcus luteus*, *Fusarium oxysporium* [70], *Staphylococcus aureus* [16, 69, 71], *Pseudomonas aeruginosa* [16,71], *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris*, *Candida albicans* [16, 71], *Debaryomyces hansenii*, *Kluyveromyces fragilis*, *Rhodotorula rubra*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pneumoniae*, *Salmonella enteridis* [66], *Listeria monocytogenes* [66], *Streptococcus mutans* [73], *Streptococcus salivarius*, *Bacillus licheniformis*, *Staphylococcus epidermis*, *Enterococcus faecalis*, *Corynebacterium diphtheria*, *Streptococcus pyogenes*, *Branhamella catarrhalis* ve *Cryptococcus neoformans* üzerine antimikrobiyal aktiviteleri incelemiştir [18, 62, 67, 72]. Yapılan çalışmalarda etanollü propolis ekstraktlarının kullanılan test mikroorganizmaları üzerine antimikrobiyal aktivitelerinin olduğu tespit edilmiştir.

Propolis örneklerinin konsantrasyona bağlı olarak, gram-pozitif bakterilere karşı önemli düzeyde antibakteriyal aktiviteye sahip olduğu tespit edilirken, gram-negatif bakterilere karşı sınırlı düzeyde aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca *Staphylococcus aureus*'un çok düşük konsantrasyonlarda dahi propolis ($6 \mu\text{g mL}^{-1}$) tarafından inhibe edildiği belirlenmiştir [30].

Kubiliene ve ark. [62] yaptığı çalışmada propolis etanol, su ve zeytinyağlı ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini karşılaştırmıştır. Yapılan çalışma sonucunda sulu ve zeytinyağlı ekstraktların antimikrobiyal aktiviteye sahip olmadığı belirlenmiştir. Etanollü propolis ekstraktları ise önemli antimikrobiyal aktivite göstermiştir.

Arslan ve ark. [25] ise farklı çözücülü propolis ekstraktlarının *Streptococcus mutans* üzerine *in vitro* antimikrobiyal etkisini araştırmıştır. Kullandığı altı çözücünden (etanol, metanol, etil asetat, propilen glikol, kloroform ve hegzan) *S. mutans* üzerine en iyi inhibitör etkiyi metanol ve etil asetat ekstraktları göstermiştir.

Türkiye'nin Ordu ilinden toplanan propolis örneklerinin aseton, etil asetat, kloroform, etanol, metanol, dimetil sülfoksit ve su ile ekstraksiyonunun antimikrobiyal ve antifungal etkileri Ertürk ve ark. [18] tarafından incelenmiştir. On beş türe ait mikroorganizma üzerine yapılan çalışmada etanol, aseton, etil asetat ve metanol kullanılan ekstraktlar *S. mutans*, *L. monocytogenes*, *M. luteus*, *B. licheniformis* ve *C. albicans*'a karşı en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi göstermiştir. Dimetil sülfoksitli propolis ekstraktı bazı test mikroorganizmalarına karşı

zayıf aktivite göstermiştir. Sulu propolis ekstraktı *S. mutans* hariç tüm patojenlere karşı etkili olmamıştır. Propolise en duyarlı mikroorganizma gram negatif grubundan *E. coli* ve gram pozitif grubundan *S. mutans* olmuştur. En az duyarlı organizma *S. Salivarius* olmuştur.

Farklı propolis orijinlerinin ve propolis özütlerin elde edilmesinde farklı çözücülerin kullanılması propolis antimikrobiyal aktivitesini etkileyebilmektedir. Sonuç olarak bu araştırmalar propolis antimikrobiyal aktivitesinin propolis türlerine, propolis dozuna ve tüm mikrobiyal organizmalar için ekstraksiyon çözücülerine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

SONUÇ

Sağlık açısından insan hayatına sayısız katkısı bulunan ve doğal bir ürün olan propolis tüketimi için ekstraksiyonu şarttır. Propolis ekstraksiyonunda kullanılacak olan çözücünün seçimi kullanım amacına göre farklılık göstermektedir. İnsan sağlığı için tıp, diş hekimliği, eczacılık ve gıda alanında kullanılacak olan ekstraktların sağlık açısından risk içermemesi ve en yüksek fonksiyonel özellikleri muhafaza etmesi gerekmektedir. Bu nedenle yapılan araştırma sonucunda propolis ekstraksiyonunda en çok etanolün çözücü olarak tercih edildiği görülmektedir. Ancak yapılan birçok çalışmada fonksiyonel özelliklerin ortaya çıkmasında oldukça etkili olan propolis insan sağlığını tehdit eden yanları bulunmaktadır.

Propolis ekstraksiyonunun ele alındığı diğer çalışmalarda ise etanole alternatif olarak DMSO gösterilmektedir. DMSO, propolis toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesini olumlu anlamda etkilemektedir. Ancak antimikrobiyal özellikleri açısından etanolün kadar geniş bir spektruma etki etmediği gözlemlenmiştir.

Propolis ekstraksiyonunda diğer çözücüler kıyaslanacak olursa su ve zeytinyağı kullanılarak elde edilen ekstraktlar en zayıf fonksiyonel özelliklere sahiptir. Aseton, metanol, etil asetat ve kloroform gibi kimyasal çözücüler arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir.

Propolis ekstraksiyonuna yönelik çözücülerin irdelendiği bu çalışmada propolis ekstraksiyonu için farklı çözücülerin denenmesi veya varolan çözücülerin etkinliğinin nasıl artırılmasına yönelik araştırmalar bundan sonra yapılması planlanan adımlar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu araştırmalar yapılırken kullanılacak olan çözücünün sağlık açısından riskleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR



- [1] Şahinler, N. (2000). Arı ürünleri ve insan sağlığı açısından önemi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1-2), 139-148.
- [2] Sangeeta, Kumar, N.R., Virdi, J.K. (2018). Role of propolis in attenuating arsenic toxicity in rat testes.

- International Journal for Science and Advance Research in Technology*, 4(1), 820-824.
- [3] Atik, A., Gümüþ, T. (2017). Propolisin gıda endüstrisinde kullanım olanakları. *Akademik Gıda*, 15(1), 60-65.
- [4] Kasiotis, K.M., Anastasiadou, P., Papadopoulou, A., Machera, K. (2017). Revisiting Greek propolis: chromatographic analysis and antioxidant activity study. *PLoS one*, 12(1), e0170077.
- [5] Viuda-Martos M., Ruiz-Navajas Y., Fernandez-Lopez J., Perez-Alvarez J.A. (2008). Functional properties of honey, propolis and royal jelly. *Journal of Food Science*, 73(9), 117-124.
- [6] Bankova, V., Decastro, S.L., Marcucci, M.C. (2001). Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, 31, 3-15.
- [7] Noureddine, H., Hage-Sleiman, R., Wehbi, B., Fayyad-Kazan, A.H., Hayar, S., Traboulssi, M., ElMakhour, Y. (2017). Chemical characterization and cytotoxic activity evaluation of Lebanese propolis. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 95, 298-307.
- [8] Kasote, D.M., Pawar, M.V., Bhatia, R.S., Nandre, V.S., Gundu, S.S., Jagtap, S.D., Kulkarni, M.V. (2017). HPLC, NMR based chemical profiling and biological characterisation of Indian propolis. *Fitoterapia*, 122, 52-60.
- [9] Graikou, K., Popova, M., Gortzi, O., Bankova, V., Chinou, I. (2016). Characterization and biological evaluation of selected Mediterranean propolis samples. Is it a new type? *LWT-Food Science and Technology*, 65, 261-267.
- [10] de Lima, G.G., de Souza, R.O., Bozzi, A.D., Poplawska, M.A., Devine, D.M., Nugent, M.J. (2016). Extraction method plays critical role in antibacterial activity of propolis-loaded hydrogels. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 105(3), 1248-1257.
- [11] Taddeo, V.A., Epifano, F., Fiorito, S., Genovese, S. (2016). Comparison of different extraction methods and HPLC quantification of prenylated and unprenylated phenylpropanoids in raw Italian propolis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 129, 219-223.
- [12] Trusheva, B., Trunkova, D., Bankova, V. (2007). Different extraction methods of biologically active components from propolis: a preliminary study. *Chemistry Central Journal*, 1(1), 13.
- [13] Yang, W., Wu, Z., Huang, Z.Y., Miao, X. (2017). Preservation of orange juice using propolis. *Journal of Food Science and Technology*, 54(11), 3375-3383.
- [14] Bayram, N.E. (2018). Major constituents of different propolis samples. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 45(4), 581-584.
- [15] Thamnopoulos, I.A.I., Michailidis, G.F., Fletouris, D.J., Badeka, A., Kontominas, M.G., Angelidis, A.S. (2018). Inhibitory activity of propolis against *Listeria monocytogenes* in milk stored under refrigeration. *Food Microbiology*, 73, 168-176.
- [16] da Silva, C., Prasniewski, A., Calegari, M.A., de Lima, V.A., Oldoni, T.L. (2018). Determination of total phenolic compounds and antioxidant activity of ethanolic extracts of propolis using ATR-FT-IR spectroscopy and chemometrics. *Food Analytical Methods*, 11(7), 2013-2021.
- [17] Cottica, S.M., Sabik, H., Antoine, C., Fortin, J., Graveline, N., Visentainer, J.V., Britten, M. (2015). Characterization of Canadian propolis fractions obtained from two-step sequential extraction. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1), 609-614.
- [18] Ertürk, Ö., Yavuz, C., Sıralı, R. (2014). The antimicrobial activity of propolis from Ordu province of Turkey. *Mellifera*, 14(27-28), 11-16.
- [19] Segueni, N., Khadraoui, F., Rhouati, S. (2017). Volatile compounds as propolis characterization markers. In *Euro-Mediterranean Conference for Environmental Integration*, November, Springer, 1271-1273.
- [20] Ghamdi, A.A., Bayaqoob, N.I., Rushdi, A.I., Alattal, Y., Simoneit, B.R., El-Mubarak, A.H., Al-Mutlaq, K.F. (2017). Chemical compositions and characteristics of organic compounds in propolis from Yemen. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(5), 1094-1103.
- [21] Bakdash, A., Almohammadi, O.H., Taha, N.A., Abu-Rumman, A., Kumar, S. (2018). chemical composition of propolis from the Baha Region in Saudi Arabia. *Czech Journal of Food Science*, 36(2), 00-10.
- [22] Mohtar, L.G., Rodríguez, S.A., Nazareno, M.A. (2017). Comparative analysis of volatile compound profiles of propolis from different provenances. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(9), 3409-3415.
- [23] Kapare, H., Lohidasan, S., Sinnathambi, A., Mahadik, K. (2019). Standardization, anticarcinogenic potential and biosafety of Indian propolis. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, 10, 81-87.
- [24] Netiková, L., Bogusch, P., Heneberg, P. (2013). Czech ethanol-free propolis extract displays inhibitory activity against a broad spectrum of bacterial and fungal pathogens. *Journal of Food Science*, 78(9), 1421-1429.
- [25] Arslan, S., Perçin, D., Silici, S., Er, Ö. (2010). Farklı çözücülerle hazırlanan propolis özütlerinin mutans streptokoklar üzerine in vitro antimikrobiyal etkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 19(1), 68.
- [26] Ghisalberti E.L. (1979). Propolis: a review. *Bee World*, 60, 59-84.
- [27] Marcucci, M.C. (1995). Propolis: Chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie*, 26, 83-99.
- [28] Hazem, A., Pitică-Aldea, I.M., Popescu, C., Matei, L., Dragu, D., Economescu, M., Lupuliasa, D. (2017). The antiviral/virucidal effects of alcoholic and aqueous extracts with propolis. *Farmacia*, 65(6), 868-876.
- [29] Osés, S.M., Pascual-Maté, A., Fernández-Muiño, M.A., López-Díaz, T.M., Sancho, M.T. (2016). Bioactive properties of honey with propolis. *Food Chemistry*, 196, 1215-1223.
- [30] Suleman, T., Van Vuuren, S., Sandasi, M., Viljoen, A.M. (2015). Antimicrobial activity and chemometric modelling of South African propolis. *Journal of Applied Microbiology*, 119(4), 981-990.

- [31] Bankova, V., De Castro, S., Marcucci, M. (2000). Propolis: Recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, 31, 3–15.
- [32] Chen, Y.W., Wu, S.W., Ho, K.K., Lin, S.B., Huang, C.Y., Chen, C.N. (2008). Characterization of Taiwanese propolis collected from different locations and seasons. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 412–419.
- [33] Kumazawa, S., Nakamura, J., Murase, M., Miyagawa, M., Ahn, M.R., Fukumoto, S. (2008). Plant origin of Okinawan propolis: honeybee behavior observation and phytochemical analysis. *Naturwissenschaften*, 95, 781–786.
- [34] Popova, M., Chen, C.N., Chen, P.Y., Huang, C.Y., Bankova, V. (2010). A validated spectrophotometric method for quantification of prenylated flavanones in Pacific propolis from Taiwan. *Phytochemical Analysis*, 21, 186–191.
- [35] Barros, M.P., Sousa, J.P., Bastos, J.K., Andrade, S.F. (2007). Effect of Brazilian green propolis on experimental gastric ulcers in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 110, 567–571.
- [36] Kumazawa S., Hamasaka T., Nakayama T. (2004). Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. *Food Chemistry*, 84, 329–339.
- [37] Yang, H., Huang, Z., Huang, Y., Dong, W., Pan, Z., Wang, L. (2015). Characterization of Chinese crude propolis by pyrolysis–gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 113, 158–164.
- [38] Yadav, H., Mungara, P., Jivrajani, M., Nivsarkar, M., Anandjiwala, S. (2012). TLC-densitometric quantification of negundoside, ursolic acid, eugenol, lupeol, and β -sitosterol using HPTLC from vitex negundo leaves. *Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies*, 35(11), 1565–1584.
- [39] Piccinelli, A.L., Mencherini, T., Celano, R., Mouhoubi, Z., Tamendjari, A., Aquino, R.P., Rastrelli, L. (2013). Chemical composition and antioxidant activity of Algerian propolis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(21), 5080–5088.
- [40] Moura, S.A.L., Negri, G., Salatino, A., Lima, L.D.C., Dourado, L.P.A., Mendes, J.B. (2009). Aqueous extract Brazilian propolis: primary components, evaluation of inflammation and wound healing by using subcutaneous implanted sponges. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 18, 1–9.
- [41] Wang, R., Ding, S., Zhao, D., Wang, Z., Wu, J., Hu, W. (2016). Effect of dehydration methods on antioxidant activities, phenolic contents, cyclic nucleotides, and volatiles of jujube fruits. *Food Science and Biotechnology*, 25(1), 137–143.
- [42] Kang, L.J., Lee, H.B., Bae, H.J., Lee, S.G. (2010). Antidiabetic effect of propolis: reduction of expression of glucose-6-phosphatase through inhibition of Y279 and Y216 autophosphorylation of GSK-3 α/β in HepG2 cells. *Phytotherapy Research*, 24(10), 1554–1561.
- [43] de Castro, P.A., Savoldi, M., Bonatto, D., Malavazi, I., Goldman, M.H., Berretta, A.A. (2012). Transcriptional profiling of *Saccharomyces cerevisiae* exposed to propolis. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12, 194.
- [44] Nakajima, Y., Tsuruma, K., Shimazawa, M., Mishima, S., Hara, H. (2009). Comparison of bee products based on assays of antioxidant capacities. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 9, 4.
- [45] Ayala F, Lembo G, Nappa P, Balato N. (1985). Contact dermatitis from propolis. *Contact Dermatitis*, 12, 181–182.
- [46] Bankova V.S., Popov S.S., Marekov N.L. (1983). A study on flavonoids of propolis. *Journal of Natural Products*, 46, 471–474.
- [47] Bjorkner B.E. (1994). Industrial airborne dermatoses. *Dermatology Clinics*, 12, 501–509.
- [48] Dobrowolski J.W., Vohora S.B, Sharma K., Shah S.A., Naqvi S.A.H., Dandiya P.C. (1991). Antibacterial, antifungal, antiamebic, antiinflammatory and antipyretic studies on propolis bee products. *Journal of Ethnopharmacology*, 35, 77–82.
- [49] Burdock, G.A. (1998). Review of the biological properties and toxicity of bee propolis. *Food Chemical Toxicology*, 36, 347–363.
- [50] Çakıroğlu, T.N. (2010). Çeşitli çözücülerde Türk propolisinin çözünürlüğünün incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [51] Li, Y., Skouroumounis, G.K., Elsey, G.M., Taylor, D.K. (2011). Microwave- assistance provides very rapid and efficient extraction of grape seed polyphenols. *Food Chemistry*, 129(2), 570–576.
- [53] Büyüktuncel, E. (2012). Gelişmiş ekstraksiyon teknikleri. *I. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 209–242.
- [54] Noureddine, H., Hage-Sleiman, R., Wehbi, B., Fayyad-Kazan, A.H., Hayar, S., Traboulssi, M., El Makhour, Y. (2017). Chemical characterization and cytotoxic activity evaluation of Lebanese propolis. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 95, 298–307.
- [56] Takeuchi, T.M., Pereira, C.G., Braga, M.E.M., Marostica, M.R., Leal, P.F., Meireles, M.A.A. (2008). Low pressure solvent extraction, microwave assisted, and ultrasound from condimentary plant. In: *Extracting Bioactive Compounds for Food Products*. CRC Press, 137–218.
- [57] Andrade, J.K.S., Denadai, M., de Oliveira, C.S., Nunes, M.L., Narain, N. (2017). Evaluation of bioactive compounds potential and antioxidant activity of brown, green and red propolis from Brazilian northeast region. *Food Research International*, 101, 129–138.
- [58] Rivera-Yañez, N., Rodriguez-Canales, M., Nieto-Yañez, O., Jimenez-Estrada, M., Ibarra-Barajas, M., Canales-Martinez, M.M., Rodriguez-Monroy, M.A. (2018). Hypoglycaemic and antioxidant effects of propolis of Chihuahua in a model of experimental diabetes. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID 4360356, <https://doi.org/10.1155/2018/4360356>.
- [59] Turan, I., Demir, S., Misir, S., Kilinc, K., Mentese, A., Aliyazicioglu, Y., Değer, O. (2015). Cytotoxic effect of Turkish propolis on liver, colon, breast,

- cervix and prostate cancer cell lines. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 14(5), 777-782.
- [60] Yavuz, C. (2011). Türkiye'nin bazı illerinden toplanan propolislerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve biyoaktif bileşenlerinin tayini. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- [61] Maden Çalışkol, M. (2013). Azerbaycan yöresine ait propolis örneklerinin antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [62] Kubiliene, L., Laugaliene, V., Pavilionis, A., Maruska, A., Majiene, D., Barcauskaite, K., Savickas, A. (2015). Alternative preparation of propolis extracts: comparison of their composition and biological activities. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15(1), 156.
- [63] Bonvehí, J.S., Gutiérrez, A.L. (2011). Antioxidant activity and total phenolics of propolis from the Basque Country (Northeastern Spain). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88(9), 1387-1395.
- [64] Skaba, D., Morawiec, T., Tanasiewicz, M., Mertas, A., Bobela, E., Szliszka, E., Makita, Y. (2013). Influence of the toothpaste with Brazilian ethanol extract propolis on the oral cavity health. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID 215391, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/215391>.
- [65] Yoshimasu, Y., Ikeda, T., Sakai, N., Yagi, A., Hirayama, S., Morinaga, Y., Nakao, R. (2018). Rapid bactericidal action of propolis against *Porphyromonas gingivalis*. *Journal of Dental Research*, 97(8), 928-936.
- [66] Temiz, A., Şener, A., Tüylü, A.Ö., Sorkun, K., Salih, B. (2011). Antibacterial activity of bee propolis samples from different geographical regions of Turkey against two foodborne pathogens, *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes*. *Turkish Journal of Biology*, 35(4), 503-511.
- [67] Duman, S. (2010). Çanakkale (Türkiye) ilinde toplanan propolis örneklerinin antimikrobiyal aktiviteleri üzerine çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- [68] Karabulut E. (2011). Propolisin etanolik ekstresinin *Helicobacter pylori* ye karşı antimikrobiyal etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [69] Apaydın, H. (2015). Propolisin hazır çorbalardan izole edilen *Staphylococcus aureus* üzerine inhibisyon etkisi Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- [70] Türk, M.U. (2017). Ege bölgesinde üretilen propolislerin kimyasal yapısı ve anti fungal aktivitesi. Yüksek Lisans Tezi. Uşak Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Uşak.
- [71] Choi, Y.M., Noh, D.O., Cho, S.Y., Suh, H.J., Kim, K.M., Kim, J.M. (2006). Antioxidant and antimicrobial activities of propolis from several regions of Korea. *LWT-Food Science and Technology*, 39(7), 756-761.
- [72] Kartal, M., Yıldız, S., Kaya, S., Kurucu, S., Topçu, G. (2003). Antimicrobial activity of propolis samples from two different regions of Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology*, 86(1), 69-73.
- [73] Monroy, Y. M., Rodrigues, R.A., Rodrigues, M.V., Sant'Ana, A.S., Silva, B.S., Cabral, F.A. (2017). Brazilian green propolis extracts obtained by conventional processes and by processes at high pressure with supercritical carbon dioxide, ethanol and water. *The Journal of Supercritical Fluids*, 130, 189-197.
- [74] Piotrowski, M., Pituch, H., Obuch-Woszczatyński, P. (2018). Antimicrobial effects of propolis on *Clostridium difficile* strains belonging to the different PCR-ribotypes. In *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska, sectio C-Biologia*, 71(2), 33.

Maş Fasulyesi (*Vigna radiata L.*) ve Glutensiz Gıdalarda Kullanım Potansiyeli

Bilge Taşkın  

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Muradiye, Manisa

Geliş Tarihi (Received): 05.09.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 27.09.2019

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): bilgetaskin@gmail.com (B. Taşkın)

☎ 0 236 241 22 68 📠 0 236 241 21 43

ÖZ

Çölyaklı (gluten enteropatisi) bireylerin diyetlerinin temel besin öğelerince desteklenmesi, zenginleştirilmesi ve yeni formdaki gıda alternatiflerinin yaratılması yaşam kalitelerinin artırılması açısından önem arz etmektedir. Fonksiyonel özellikleri ve glutensiz ürünlerin besinsel profilini iyileştirme potansiyelleri nedeniyle baklagil, un ve bileşenlerinin glutensiz ürün formülasyonlarında kullanımı önerilmektedir. Bu çalışmada maş fasulyesinin fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özellikleri derlenmiştir. Yüksek besinsel içeriği, üstün fonksiyonel özellikleri (köpüklenme, su ve yağ absorblama, jelleşme), antioksidan kapasitesi ve iyi sindirilebilirlik gibi nitelikleri açısından maş fasulyesinin çölyaklı bireyler için glutensiz gıdalarda kullanım potansiyelinin yüksek olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Maş fasulyesi, Çölyak, Glutensiz gıda, Baklagil

Mung Bean (*Vigna radiata L.*) and Its Potential Use in Gluten-free Foods

ABSTRACT

Supporting and enriching the diets of celiac individuals with basic nutrients and creating new food alternatives are important for improving their quality of life. Due to the functional properties and potential to improve the nutritional profile of gluten-free products, the use of legume flour or its components in gluten-free product formulations is recommended. In this study, physical, chemical and functional properties of mung beans are reviewed. With its high nutritional content, superior functional properties (foaming, water and oil absorption, gelling), antioxidant capacity and good digestibility properties, it has been shown that mung bean pose a high potential to be used in gluten-free foods for celiac individuals.

Keywords: Mungbean, Celiac, Gluten-free, Legume

GİRİŞ

Çölyak hastalığı, genetik olarak yatkın bireylerde gluten içeren tahılların (buğday, arpa ve çavdar) ve bunların işlendiği gıdaların tüketilmesiyle tetiklenen sistemik immün- sistem aracılı mekanizmayla gelişen bir rahatsızlıktır [1]. Vücuda glutenin alınmasıyla ince bağırsaktaki doğal yapının bozulması sonucu ortaya çıkan malabsorpsiyon; yani emilim bozukluğu sendromu; başta vitaminler ve mineraller olmak üzere

vücudun gereksinim duyduğu çeşitli besin maddelerinin yetersiz emilimine neden olmaktadır [2]. Hastalık dünya çapındaki bilinen en yaygın, genetik ve ömür boyu süren rahatsızlıklardan birisidir ve toplam nüfusun ortalama %1-2'sini etkilemektedir [3]. Sağlık Bakanlığı'nın raporuna göre Türkiye'de hastalığın görülme sıklığı %0.3 ile %1.0 arasında değişmekte olup tanı almış çölyak hastası sayısı 25 bin ile 75 bin arasında değişmektedir. Hastaların sadece yaklaşık %10'ununa teşhis konulduğundan, glutensiz bir diyet uygulamak

zorunda kalan gerçek çölyaklı birey sayısının bildirilenden çok daha fazla olduğu beklenmektedir [4]. Çocuklarda (%0.1–5.7) yetişkinlere göre (%0–1.9) daha sık görülen hastalığın yaygınlığı son yıllarda giderek artmaktadır [5]. Tanı almazsa tedavisi zor olan ciddi komplikasyonlarla (örneğin kısırlık, osteoporoz, lenfoma ve diğer bazı oto-immün hastalıklar gibi) kendini gösterebilmektedir [6].

Gluten proteini, çölyak hastalığının oluşmasındaki asıl çevresel etkidir. Hastalık, glutenin alkalde çözünebilen prolamın fraksiyonunda bulunan özel aminoasit dizilimindeki peptid zincirlerine karşı gösterilen tepkiyle karakterize olmaktadır. Bu peptid zincirleri buğdayda gliadinde, çavdarda sekalinde, arpada hordeinde ve yulafta aveninde bulunmaktadır. Duyarlı bireylerde bu tahıllardaki prolamınlar ince bağırsak yüzeyine hasar vererek önemli besin öğelerinin emilimini azaltmakta, böylece vücutta diğer birçok sistemi de etkileyen semptomlar başlamaktadır. Hastaların gıdalardaki glutene gösterdikleri hassasiyet değişkendir; kimi hastalar iz miktardaki gluteni tolere edemezken, bazıları daha büyük miktarlardaki gluteni tüketebilmektedirler [7, 8]. Çölyak hastalığının kanıtlanmış tek tedavi yöntemi ömür boyu uygulanacak sıkı bir glutensiz diyetdir. Beslenmede gluten alımının kesilmesiyle sendrom kendiliğinden ortadan kalkmakta, yeniden gluten alımı ile tekrarlamaktadır [6].

BAKLAGİL DESTEKLİ GLUTENSİZ BESLENME

Günümüzde çölyak hastaları için özel beslenme amaçlı glutensiz gıdalar üretilmektedir. Bir gıdanın “glutensiz” olarak kabul edilebilmesi için ülkelerde farklı standartlar uygulanmaktadır. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından kabul edilen kodeks standardına göre gluten içeriği; buğday, çavdar, arpa, yulaf veya bunların melezlerini içermeyen glutensiz gıdalarda 20 ppm’i aşmamalı; bu bileşenleri içeren ancak gluten içeriği düşürülmüş gıdalarda ise 100 ppm’i aşmamalıdır [9]. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği “Gluten intoleransı olan bireylere uygun gıdalar tebliği” (Tebliğ no:2012/4)’ne göre; gluten intoleransı olan bireyler için üretilen, melezleri de dahil olmak üzere buğday, arpa, yulaf veya çavdarın yerini tutan bileşeni içeren veya bunlardan oluşan gıdadada, gluten miktarı 20 ppm’i aşmamalıdır. Gluten seviyesini düşürmek için özel olarak işlenmiş buğday, arpa, yulaf, çavdar veya bunların melezlerinden elde edilmiş bileşeni içeren veya bunlardan oluşan, gluten içeriği düşürülmüş gıdadada ise gluten miktarı 100 ppm’i aşmamalıdır [10].

Dünyada çölyak hastası olduğu için glutensiz beslenmek zorunda olanların yanı sıra normal yaşantısında sağlıklı olduğunu düşündüğü için glutensiz bir diyeti tercih eden önemli bir kesim de gelişmektedir. Pazardaki talep giderek arttıkça gluten içermeyen tahıl ürünleri ve üretimi üzerine araştırmalar da yoğunlaşmıştır [11]. Bilindiği üzere piyasada farklı kullanım ihtiyaçlarını karşılayan, değişik yapı ve zengin formülasyonlarda, besin içeriği yüksek olan glutensiz ürün çeşitliliği azdır. Çölyak hastaları için ömür boyu glutensiz bir diyetle bağlı kalmak oldukça zor iken bir de tüketebilecekleri ürünlerin sınırlı olması bu süreci daha da

zorlaştırmaktadır. Marketlerde sunulan glutensiz gıdalar genellikle rafine edilmiş glutensiz un veya nişasta gibi düşük besinsel içerikleri olan [7], zenginleştirilmemiş ve yapısı desteklenmemiş ürünlerdir.

Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı glutensiz gıdaların sayı ve çeşitliliğinin artırılmasının yanı sıra besinsel kalitesinin iyileştirilmesi giderek önem teşkil etmekte, bu amaçla alternatif olarak baklagiller, glutensiz tahıllar ve tahıl benzeri (psödo-tahıl) ürünler kullanılabilmektedir [12–14]. Teknofonksiyonel özellikler ve glutensiz ürünlerin besinsel profilini iyileştirme açısından oynayacakları potansiyel rol nedeniyle baklagil proteinlerinin tahıl ürünlerinde kullanımı glutensiz formülasyonlar için önerilmektedir [15, 16]. Baklagiller; tahıl proteinlerinden yaklaşık iki kat fazla olmak üzere yüksek oranda protein ve lizin temel amino asidini içerirler. Tahıl taneleri için iyi bir tamamlayıcı protein ve diyet lifi kaynağıdır. Ayrıca A, B ve E grubu vitaminler ve özellikle potasyum, fosfor, kalsiyum, demir gibi mineraller bakımından oldukça zengindirler. Antioksidan aktivite açısından tanenler, izoflavonoidler, flavonoidler gibi fenolik bileşikler içermektedirler [17, 18]. Bakliyat tüketiminin insanlarda koroner kalp hastalığı, kolon kanseri, şeker hastalığı, osteoporoz, hipertansiyon ve gastrointestinal bozukluk risklerinin azaltılması gibi potansiyel sağlık yararları olabileceği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir [19–21]. Bu sebeplerle metabolik rahatsızlıklara sahip kişilerin günlük beslenmesinin baklagil içermesi tavsiye edilmektedir. Son yıllarda araştırmacıların dikkatleri temel olarak fonksiyonel ve besleyici özellikleri nedeniyle baklagil kaynaklı bileşenlerin glutensiz gıdalarda kullanımına odaklanmıştır [22–24]. Glutensiz gıdalarda çoklukla kullanılan bazı baklagiller; fasulye, börülce, nohut, bakla, mercimek, bezelye, acı bakla [15] ve son zamanlarda ülkemizde de yaygınlaşmaya başlayan maş fasulyesidir [25, 26].

MAŞ FASULYESİ

Maş fasulyesi (*Vigna radiata L.*) Hindistan menşeli, yaygın olarak Asya, Afrika, Amerika ve Avustralya’da tüketilen, genellikle yeşil veya sarı renkli olan besleyici değeri yüksek baklagillerdendir [27]. Detoksifikasyon, antioksidatif, anti-diyabetik, tümör ve kanser önleme gibi fonksiyonlara sahip olan maş fasulyesi günümüzde gıda ve ilaç olarak kullanılabilir [28].

Bu fasulye türü birçok ülkede önemli olan tahıl bazı diyetleri oluşturur. Türkiye için yeni sayılan ve lokal olarak küçük alanlarda (özellikle Karaman ve Gaziantep) yetiştirilen maş fasulyesinin tarımı fazla yapılmamaktadır. Oysa kısa ürün yetiştirme süreleri, düşük üretim maliyetleri, çeşitli toprak ve iklim koşullarına adaptasyonu göz önünde bulundurulduğunda, farklı bölgeler ile mevsimlerde maş fasulyesi yetiştirme konusunda büyük bir fırsat vardır. Ülkemizde bu alanda yapılan çok az sayıda çalışma [29–31], Türkiye’nin bazı bölgelerinde maş fasulyesi ekiminin baklagil çiftçileri için iyi bir alternatif olabileceğini ve sadece küçük çiftçilerin gelirini arttırmakla kalmayıp aynı zamanda toprak verimliliğini de arttırabileceğini bildirmektedir. Bu açıdan zengin

ekolojik çeşitlilikteki ülkemizde maş fasulyesi ekiminin yaygınlaştırılmasının önemini vurgulamak gerekmektedir.

Kimyasal Bileşimi ve Glutensiz Gıdalarda Kullanım Potansiyeli

Düşük yağ ve sodyum içerikli maş fasulyesi tanelerinin ana bileşenleri karbonhidratlar, proteinler ve diyet lifidir

Tablo 1 Maş fasulyesi makrobesin öğeleri bileşimi (Dahiya ve ark. [32]'den uyarlanmıştır)

Bileşen (g/100g KM)	Ortalama	Minimum	Maksimum
Ham protein	23.8	14.6	32.6
Ham lipid	1.22	0.71	1.85
Ham lif	4.57	3.8	6.15
Kül	3.51	0.17	5.87
Karbonhidrat	61.0	53.3	67.1
Enerji	344	338	347

* Nem miktarı (g/100g); ortalama 9.80, minimum 4.10, maksimum 15.20.

Maş fasulyesi; mercimek, nohut ve diğer yedi çeşit fasulye türü ile yapılan bir çalışmada mercimekten sonra en yüksek protein içeriğini sergilemiştir (mercimek %28.05, maş fasulyesi %27.10, beyaz fasulye %25.73, küçük kırmızı fasulye %25.68, kırmızı barbunya %25.60, kara fasulye %25.37, börülce %24.58, lima fasulyesi %23.92, pinto fasulyesi %22.80, nohut %22.37) [33]. Metiyonin fakir olması ve düşük de olsa tripsin inhibitörü içermesi protein etki oranını bir miktar düşürse de maş fasulyesi, temel aminoasitler açısından (lösin, lizin, izolösin, fenil alanin/tirozin, valin, arjinin, histidin) oldukça zengindir ve yüksek lizin içeriği (62.4 mg/g protein) ile tahılları dengelemede öne çıkmaktadır [34–36].

Baklagil protein takviyeleri glutensiz gıdaların besin değerini artırmanın yanı sıra [16, 37], aynı zamanda hamur yapısı, duyuşsal özellikler, genel kabulü ve raf ömrünü iyileştirmek için de [38, 39] kullanılmaktadır. Piyasada sunulan glutensiz ürünlerin genellikle rafine edilmiş glutensiz un ve nişasta gibi düşük proteinli zenginleştirilmemiş gıdalar olduğu göz önüne alındığında, maş fasulyesi çölyaklı hastalar için tahıllar ve kükürt içeren aminoasit ve triptofan bakımından zengin diğer yiyeceklerle birlikte tüketildiğinde iyi dengelenmiş esansiyel amino asit profilleri sağlarlar.

Baklagil unlarının gıda bileşeni olarak kullanım etkinliği bileşim ve fonksiyonel özelliklerine bağlıdır. Maş fasulyesi ununun kalite ve prosesinde en etkili ana bileşen olan nişasta granülleri genel olarak oval-yuvarlak yapıda 7-26 µm çapındadır [40]. Amiloz fraksiyonunun nişastanın jelatinizasyon, termal işleme, kalite ve reoloji özellikleri üzerine belirleyici etkisi vardır ve maş fasulyesi nişastasında amiloz oranı önemli derecede yüksektir [40–42]. Bazı çalışmalarda maş fasulyesinin piriç ve buğdaydan daha fazla amiloz içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir [43, 44]. Shi ve ark [35] 20 çeşit maş fasulyesinde bulunan %40.6-48.9 aralığındaki nişastanın %12.5-35.4'lik miktarını amiloz fraksiyonunun oluşturduğunu bildirmiştir. Nişastadaki amiloz oranı diğer çalışmalarda %33.6 ve %45.3 olarak raporlanmıştır [40, 41]. Genellikle amilopektin

[28]. Maş fasulyesi önemli bir protein (%14.6-32.6), karbonhidrat (%53.3-67.1) ve enerji (338-347 kcal/100g KM) kaynağıdır. İçeriğinin kalan kısmını yağ(%0.71-1.85), diyet lifi (%3.80-6.15) ve kül (%0.17-5.87) oluşturur [32]. Dahiya ve ark. [32] tarafından alandaki birçok çalışmanın derlenmesiyle oluşturulan bileşen kompozisyonu Tablo 1'de verilmiştir.

fraksiyonuna göre yüksek amiloz oranı nişastalı gıdaların prosesinde pişme, su alarak şişme ve suda çözünme fonksiyonel özelliklerini geciktirmekte ve azaltmaktadır [45, 46].

Mikro besin öğelerinin emilim eksikliği çölyak hastaları dahil dünya nüfusunun yarısından fazlasını, özellikle de kadın ve çocukları etkilemektedir. Maş fasulyesi (demir ve kalsiyum başta olmak üzere) zengin mikro besinsel içeriğiyle bebek gıdalarına ve gelişmekte olan ülkelerdeki zayıf diyetle, özellikle anemi hastalığına karşı, önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Yüksek miktarda demir, kalsiyum, potasyum ve fosfor mineralleri içermektedir [32, 34, 47] ve bu içeriği ile gastrointestinal bozukluk ve malabsorbsiyon sorunu yaşayan çölyaklı bireyler için [1, 2] iyi bir besin kaynağıdır. Anwar ve ark. [48] maş danelerinde demir, magnezyum, sodyum, potasyum, kalsiyum ve çinko miktarını sırasıyla; 105.8-190.9; 48.6-51.7; 382.6-562.7; 11.6-18.8; 359.2-482.9 ve 24.9- 47.2 mg/kg olarak rapor etmişlerdir.

Maş fasulyesi tiamin (B1), riboflavin (B2), niasin, pantotenik asit, A vitamini karotenoidleri ve filizlerinde yüksek, danede daha düşük oranda C vitamini barındırır [22, 24]. Düşük miktarda yağ içermesine karşın başlıca linoleik, palmitik ve oleik gibi gelişim ve büyümeyi destekleyici yağ asitlerine sahiptir [22]. Kanseri önleyici etki gösteren tokoferoller ile E vitamini de içermektedir [33, 36, 37]. Bahsedilen içeriği ile maş fasulyesi, mineral ve vitamin eksikliği olan [11, 49] çölyaklı bireyler için destekleyici bir besin maddesidir.

Glutensiz ürünlerde buğday ununun yerini genellikle ticari nişastalar aldığı için besinsel lif içeriği düşüktür. Tipik bir çölyak diyeti, önerilen 25-35 g/gün besinsel lif alımını garanti etmediği için glutensiz ürünlerin besinsel lifler ile zenginleştirilmesi gerekmektedir [50]. Kritchevsky ve ark. [51]'na göre %2-3 oranlarında lif içeren gıda ürünleri iyi birer diyet lifi kaynağıdır. Maş fasulyesi ortalama 4.6 g/100g KM diyet lifi içerir [32] ve bu değer çok yüksek olmamakla birlikte çölyaklılar için tatmin edici olabilir. Ayrıca maş fasulyesi diyet lifi bakımından piriç unundan en az 2 kat daha zengin

olduğundan [52] glutensiz ürün formülasyonlarında pirinç unu yerine ikame edilerek veya belli oranlarda karıştırılarak kullanılması diyet lifi içeriğini desteklemektedir.

Maş fasulyesi yapısında; anti-diyabetik, anti-oksidatif, anti-inflamatuar, kanser önleyici ve ACE inhibitörü aktivitesi gibi etkiler gösteren birçok biyoaktif bileşen barındırmaktadır [36, 41, 53, 54]. Bu fasulyenin dane ve filizleri rutin, kumarik asit, rezveratrol, kateşin, kafeik asit, ferulik asit gibi doğal antioksidan olan fitokimyasallarca zengindir [35, 55, 56]. Shi ve ark. [35] ortalama toplam flavonoid ve fenolik bileşen içeriğini 22.69 ve 2.21 mg/g; ortalama DPPH ve ABTS+ serbest radikal bağlama kapasitesini 31.77 ve 7.43 µmol/g olarak belirlemiştir. Luo ve ark. [57] danedeki antioksidan (DPPH ve FRAP), anti-inflamatuar, anti-diyabetik etkilerin büyük çoğunluğunun kabuk kısmından geldiğini rapor etmişlerdir. Lifi de büyük bir kısmı yine kabukta bulunduğundan fasulyenin kabuğu ile birlikte öğütülerek un haline getirilmesinin potansiyel faydaları vardır. Ortaya konulan bu özellikler maş fasulyesinin sağlığı destekleyen fonksiyonel gıdalar veya tamamlayıcı ürünler olarak potansiyel kullanımı olduğunu ve bunun çölyaklı bireyler için olumlu katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Diğer baklagillere oranla maş fasulyesinin sindirimi daha kolaydır [34, 58] ve daha az miktarda antibesinsel madde (fitik asit, tripsin inhibitörü, tanin vb) içerir [32, 59, 60]. Mikro besin öğelerinin (özellikle mineraller) vücutta emilimini engelleyen bu antibesinsel maddeler maş fasulyesinin fermentasyon, pişirme, haşlama gibi çeşitli işlemleriyle elimine edilebilmektedir [32, 61] ve ayrıca fitik asit ve polifenoller gibi bazılarının maş fasulyesine antioksidatif ve antikarsinojenik özellikler kattığı da bilinmektedir [34]. Baklagiller içerisinde oldukça iyi sindirilebilirliği (%92.2 sindirilebilirlik katsayısı), midede düşük gaz yapma (29–30 mL/h, flatulans) özelliği ve düşük yağ oranı (1.08%) ile maş fasulyesi [43] bebekler, çocuklar, hastalar ve yaşlıların beslenmesinde olduğu gibi çölyaklı bireyler için katma değerli ürünlerin geliştirilmesinde de kullanılabilir.

Fonksiyonel özellikler, gıda işleme ve gıda ürünleri formülasyonunda önemli bir rol oynamaktadır. Baklagil proteinlerinin iyi emülsifiye edici ve köpürme özellikleri glutensiz ekmek, kek, çörek gibi ürünlerde olumlu pişirme özellikleri sağlayabilir [15]. Maş fasulyesi başta yüksek nişasta ve protein içeriği nedeniyle iyi derecede şişme, su ve yağ absorblama, emülsifikasyon, köpüklenme ve jelleşme gibi özellikler gösterir [33, 62]. Buğday, pirinç, maş fasulyesi ve patates ununun fonksiyonel niteliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada maş fasulyesi en yüksek köpük kapasitesi (%24.23) ve stabilitesi (%14.07), son jelleşme konsantrasyonu (18g/100 mL) ve jelatinizasyon sıcaklığı (62.36°C) değerlerini vermiştir. Şişme kapasitesi (%19.80), su (%196) ve yağ (%160) absorpsiyonu kapasitelerinde patatesten sonra ikinci sırada yer almıştır [63]. Diğer baklagil unlarıyla karşılaştırıldığında iyi su ve yağ absorpsiyon, köpürme, emülsifikasyon aktivite ve stabilitesi ile nispeten düşük suda çözünürlük (amiloz içeriğine bağlı) özellikleri göstermiştir [33, 64]. Beslenme

katkılarına ek olarak, baklagil unları/bileşenlerinden, birçok glutensiz fırın ürününün işlenmesinde önemli etkisi olan viskoelastik hamur özelliklerini sağlamada (gluten proteini yerine) yararlanılmaktadır [15]. Bir çalışmada maş fasulyesi nişastasının glutensiz ekstrüde pirinç eriştisinin kalite ile sıklık ve elastikiyet gibi duyuşsal karakteristiklerini geliştirebileceği belirtilmiştir [44].

Maş fasulyesi çiğ, filizlendirilerek, pişirilerek ya da haşlanarak tüketildiği gibi, noodle/erişte, lapa, ekmek, kek, tatlı, çerez ve şekerleme gibi ürünlerin yapımında yaygın kullanılmaktadır [32, 43]. Glutensiz gıda üretiminde son ürüne bağlı olarak maş fasulyesinin gerek diğer unlarla kombine şekilde gerekse tek başına kullanımı tercih edilmektedir [34, 63]. Bu fasulye teknofonksiyonel olarak, glutensiz unlu mamullerde istenen viskoelastik hamur yapısını sağlayarak final ürünün fonksiyonel, duyuşsal ve genel kabul edilebilirlik özelliklerini geliştirebilir [15]. Baklagil katkısının glutensiz pastalarda düşük pişme kaybı ve artırılmış sıklık/elastikiyet gibi fonksiyonel ve tekstürel özelliklere olumlu katkısı daha önce raporlanmıştır [12]. Yüksek amiloz içeriği, iyi pişme kalitesi ve jel stabilitesi ile glutensiz erişte ve şehriye yapımında maş fasulyesi iyi bir nişasta kaynağıdır [44].

SONUÇ

Çölyak hastalığı, buğday gluteni ve benzeri proteinlerin tüketilmesinden kaynaklanan yaygın bir gıda intoleransıdır ve tek uygun ve güvenli tedavisi, gluten içermeyen gıdalarla beslenmektir. Çölyaklı bireyler için yaşam boyu glutensiz bir diyetle bağlı kalmak zorlu bir adaptasyon süreci gerektirmekte, beslenmelerindeki ürün çeşitliliğini sınırlandırmakta ve yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Piyasadaki glutensiz makarna ve unlu mamuller gibi ürünlerin çoğu hala besin değeri yetersiz olan, düşük kaliteli ürünler olarak algılanmaktadır. Bu nedenle uygun yapılar sunabilecek ve besin ile kalite profillerini geliştirecek yeni bileşenlere ihtiyaç duyulmaktadır. Maş fasulyesi; a) yüksek besinsel içeriği, b) düşük yağ oranı c) tatmin edici işleme ve fonksiyonel özellikleri, d) yüksek antioksidan kapasitesi ve e) diğer baklagillere nispeten iyi sindirilebilirlik, düşük antibesinsel içerik ve daha az gaz yapma özellikleri ile çölyaklı bireyler için glutensiz ürün formülasyonları geliştirmede umut verici ve geçerli bir seçenek olarak dikkat çekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Fasano, A., Catassi, C. (2012). Celiac disease. *New England Journal of Medicine*, 367(25), 2419–2426.
- [2] Niewinski, M.M. (2008). Advances in celiac disease and gluten-free diet. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(4), 661–672.
- [3] Rodrigo, L. (2006). Celiac disease. *World Journal of Gastroenterol*, 12(41), 6585–6593.
- [4] T.C. Sağlık Bakanlığı. (2019). Erişkin Bazı Metabolizma Hastalıkları (Tiroid, Osteoporoz, Gut) ve Çölyak Hastalığı Kontrol Programı, 2019-2023, Ankara.

- [5] Kang, J.Y., Kang, A.H.Y., Green, A., Gwee, K.A., Ho, K.Y. (2013). Systematic review: Worldwide variation in the frequency of coeliac disease and changes over time. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 38(3), 226–245.
- [6] Catassi, C., Fasano, A. (2008). Celiac Disease. In: *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*, Edited by E.K. Arendt, F.D. Bello, Academic Press Inc. (London) Limited, London, 1–27 p.
- [7] Türksoy, S. (2006). Gluten ve çölyak hastalığı. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu, 807-810p.
- [8] İşleröglü, H., Dirim, S.N., Ertekin, F.K. (2009). Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *Gıda*, 34(1), 29–36.
- [9] FAO (2008). Standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten. Codex Standard 118-1979. Adopted in 1979. Revision: 2008. *Codex Alimentarius, International Food Standards*. 118–1979.
- [10] Anonim (2012). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği "Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği". Tebliğ No: 2012/4, RG: 28163.
- [11] Pellegrini, N., Agostoni, C. (2015). Nutritional aspects of gluten-free products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(12), 2380–2385.
- [12] Bouasla, A., Wójtowicz, A., Zidoune, M.N. (2017). Gluten-free precooked rice pasta enriched with legumes flours: Physical properties, texture, sensory attributes and microstructure. *LWT - Food Science and Technology*, 75, 569–577.
- [13] Schoenlechner, R., Siebenhandl, S., Berghofer, E. (2008). Pseudocereals. In: *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*, Edited by E.K. Arendt, F.D. Bello, Academic Press Inc. (London) Limited, 149–190 p.
- [14] Alvarez-Jubete, L., Arendt, E.K., Gallagher, E. (2010). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science and Technology*, 21(2), 106–113.
- [15] Foschia, M., Horstmann, S.W., Arendt, E.K., Zannini, E. (2017). Legumes as functional ingredients in gluten-free bakery and pasta products. *Annual Review of Food Science and Technology*, 8(1), 75–96.
- [16] Gularte, M.A., Gómez, M., Rosell, C.M. (2012). Impact of legume flours on quality and in vitro digestibility of starch and protein from gluten-free cakes. *Food and Bioprocess Technology*, 5(8), 3142–3150.
- [17] Pekşen, E., Artık, C. (2005). Antibesinsel maddeler ve yemeklik baklagillerin besleyici değerleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 110–120.
- [18] Sarıoğlu, G., Veliöglü, Y.S. (2018). Baklagillerin Bileşimi. *Akademik Gıda*, 16(4), 483–496.
- [19] Bazzano, L.A., Thompson, A.M., Tees, M.T., Nguyen, C.H., Winham, D.M. (2011). Non-soy legume consumption lowers cholesterol levels: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 21(2), 94–103.
- [20] Hu, F.B. (2003). Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: An overview. *American Journal of Clinical Nutrition*, 78 (3 SUPPL.), 544–551.
- [21] Tharanathan, R.N., Mahadevamma, S. (2003). Grain legumes - A boon to human nutrition. *Trends in Food Science and Technology*, 14(12), 507–518.
- [22] Herranz, B., Canet, W., Jiménez, M.J., Fuentes, R., Alvarez, M.D. (2016). Characterisation of chickpea flour-based gluten-free batters and muffins with added biopolymers: Rheological, physical and sensory properties. *International Journal of Food Science and Technology*, 51(5), 1087–1098.
- [23] Rocchetti, G., Lucini, L., Rodriguez, J.M.L., Barba, F.J., Giuberti, G. (2019). Gluten-free flours from cereals, pseudocereals and legumes: Phenolic fingerprints and in vitro antioxidant properties. *Food Chemistry*, 271, 157–164.
- [24] Boukid, F., Vittadini, E., Lusuardi, F., Ganino, T., Carini, E., Morreale, F., Pellegrini, N. (2019). Does cell wall integrity in legumes flours modulate physicochemical quality and in vitro starch hydrolysis of gluten-free bread? *Journal of Functional Foods*, 59, 110–118.
- [25] Ruan, Z., Zhang, C., Sun-Waterhouse, D., Li, B., Li, D. (2019). Chiffon cakes made using wheat flour with/without substitution by highland barley powder or mung bean flour: Correlations among ingredient heat absorption enthalpy, batter rheology, and cake porosity. *Food and Bioprocess Technology*, 12(7), 1232–1243.
- [26] Imran, S., Kalsoom, S., Nagra, S.A. (2016). The impact of formulated gluten free flour on the dietary pattern of celiac pakistani patients. *Pakistan Journal of Zoology*, 48(2), 415–422.
- [27] Kittipongpatana, O.S., Sirithunyalug, J., Laenger, R. (2006). Preparation and physicochemical properties of sodium carboxymethyl mungbean starches. *Carbohydrate Polymers*, 63(1), 105–112.
- [28] Tian, Q., Zhang, W., Li, Q., Van, T., Li, N., Dai, S., Pu, Y., Ding, H. (2017). Research progress of quality characteristics and comprehensive utilization of mung beans. *Agricultural Science & Technology*, 18, 127–133.
- [29] Canci, H., Toker, C. (2014). Yield components in mung bean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(2), 258–261.
- [30] Pekşen, E., Toker, C., Ceylan, F.Ö., Aziz, T., Farooq, M. (2015). Determination of promising high yielded mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotypes under Middle Black Sea Region of Turkey. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 30(2), 169-175.
- [31] Toker, C., Çancı, H., Haq, M.A., Çağırğan, M.İ. (2002). Evaluation for agronomic, morphologic and phenologic characters of mung bean [*Vigna Radiata* (L.) Wilczek] genotypes in the Lowland of the West Mediter. *Turkish Journal of Field Crops*, 7(2), 78–83.
- [32] Dahiya, P.K., Linnemann, A.R., Van Boekel, M.A.J.S., Khetarpaul, N., Grewal, R.B., Nout, M.J.R. (2015). Mung bean: Technological and nutritional potential. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(5), 670–688.

- [33] Du, S., Jiang, H., Yu, X., Jane, J. (2014). Physicochemical and functional properties of whole legume flour. *LWT - Food Science and Technology*, 55(1), 308–313.
- [34] Nair, R.M., Yang, R.Y., Easdown, W.J., Thavarajah, D., Thavarajah, P., Hughes, Keatinge, J.D.H. (2013). Biofortification of mungbean (*Vigna radiata*) as a whole food to enhance human health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(8), 1805–1813.
- [35] Shi, Z., Yao, Y., Zhu, Y., Ren, G. (2016). Nutritional composition and antioxidant activity of twenty mung bean cultivars in China. *Crop Journal*, 4(5), 398–406.
- [36] Yi-Shen, Z., Shuai, S., Fitzgerald, R. (2018). Mung bean proteins and peptides: Nutritional, functional and bioactive properties. *Food and Nutrition Research*, 62, 1–12.
- [37] Seczyk, L., Swieca, M., Gawlik-Dziki, U. (2016). Effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour on the antioxidant potential, nutritional quality, and sensory characteristics of fortified durum wheat pasta. *Food Chemistry*, 194, 637–642.
- [38] Sciarini, L.S., Ribotta, P.D., León, A.E., Pérez, G.T. (2010). Influence of gluten-free flours and their mixtures on batter properties and bread quality. *Food and Bioprocess Technology*, 3(4), 577–585.
- [39] Ryan, K.J., Homco-Ryan, C.L., Jenson, J., Robbins, K.L., Prestat, C., Brewer, M.S. (2002). Lipid extraction process on texturized soy flour and wheat gluten protein-protein interactions in a dough matrix. *Cereal Chemistry*, 79(3), 434–438.
- [40] Hoover, R., Li, Y.X., Hynes, G., Senanayake, N. (1997). Physicochemical characterization of mung bean starch. *Food Hydrocolloids*, 11(4), 401–408.
- [41] Kaur, M., Sandhu, K.S., Singh, N., Lim, S.T. (2011). Amylose content, molecular structure, physicochemical properties and in vitro digestibility of starches from different mung bean (*Vigna radiata* L.) cultivars. *Starch/Staerke*, 63(11), 709–716.
- [42] Liu, W., Shen, Q. (2007). Studies on the physicochemical properties of mung bean starch from sour liquid processing and centrifugation. *Journal of Food Engineering*, 79(1), 358–363.
- [43] Sharma, C., Singh, B., Hussain, S.Z., Sharma, S. (2017). Investigation of process and product parameters for physicochemical properties of rice and mung bean (*Vigna radiata*) flour based extruded snacks. *Journal of Food Science and Technology*, 54(6), 1711–1720.
- [44] Wu, F., Meng, Y., Yang, N., Tao, H., Xu, X. (2015). Effects of mung bean starch on quality of rice noodles made by direct dry flour extrusion. *LWT - Food Science and Technology*, 63(2), 1199–1205.
- [45] Nakorn, K.N., Tongdang, T., Sirivongpaisal, P. (2009). Crystallinity and rheological properties of pregelatinized rice starches differing in amylose content. *Starch/Staerke*, 61(2), 101–108.
- [46] Chinnaswamy, R., Hanna, M.A. (1990). Macromolecular and functional properties of native and extrusion-cooked corn starch. *Cereal Chemistry*, 67(5), 490–499.
- [47] Thompson, T., Dennis, M., Higgins, L.A., Lee, A.R., Sharrett, M.K. (2005). Gluten-free diet survey: are Americans with coeliac disease consuming recommended amounts of fibre, iron, calcium and grain foods? *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 18(3), 163–169.
- [48] Anwar, F., Latif, S., Przybylski, R., Sultana, B., Ashraf, M. (2007). Chemical composition and antioxidant activity of seeds of different cultivars of mungbean. *Journal of Food Science*, 72(7), 503–510.
- [49] Fasano, A., Catassi, C. (2001). Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: An evolving spectrum. *Gastroenterology*, 120(3), 636–651.
- [50] Sabanis, D., Lebesi, D., Tzia, C. (2009). Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. *LWT - Food Science and Technology*, 42(8), 1380–1389.
- [51] Kritchevsky, D., Bonfield, C., Walker, A.R.P. (1997). *Dietary fiber in health and disease*. 1997, Springer, US.
- [52] Ramsden, L. (2004). Grains other than cereals nonstarch polysaccharides. In: *Encyclopedia of Grain Science*, Edited by C. Colin Wrigley, Harold Corke, E.Walker, Australia, 55–61 p.
- [53] Chandrasiri, S.D., Liyanage, R., Vidanarachchi, J.K., Weththasinghe, P., Jayawardana, B.C. (2016). Does processing have a considerable effect on the nutritional and functional properties of mung bean (*Vigna radiata*)? *Procedia Food Science*, 6, 352–355.
- [54] Zhang, X., Shang, P., Qin, F., Zhou, Q., Gao, B., Huang, H., Yang, H., Shi, H., Yu, L. (2013). Chemical composition and antioxidative and anti-inflammatory properties of ten commercial mung bean samples. *LWT - Food Science and Technology*, 54(1), 171–178.
- [55] Kim, J.K., Kim, E.H., Lee, O.K., Park, S.Y., Lee, B., Kim, S.H., Park, I., Chung, I. (2013). Variation and correlation analysis of phenolic compounds in mungbean (*Vigna radiata* L.) varieties. *Food Chemistry*, 141(3), 2988–2997.
- [56] Gan, R.Y., Lui, W.Y., Chan, C.L., Corke, H. (2017). Hot air drying induces browning and enhances phenolic content and antioxidant capacity in mung bean (*Vigna radiata* L.) sprouts. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1), 1–8.
- [57] Luo, J., Cai, W., Wu, T., Xu, B. (2016). Phytochemical distribution in hull and cotyledon of adzuki bean (*Vigna angularis* L.) and mung bean (*Vigna radiata* L.), and their contribution to antioxidant, anti-inflammatory and anti-diabetic activities. *Food Chemistry*, 201, 350–360.
- [58] Sandhu, K.S., Lim, S.T. (2008). Digestibility of legume starches as influenced by their physical and structural properties. *Carbohydrate Polymers*, 71(2), 245–252.
- [59] Nair, R.M., Thavarajah, D., Thavarajah, P., Giri, R.R., Ledesma, D., Yang, R.Y., Hanson, P., Easdown, W., Hughes, J., Keatinge, J.D.H. (2015). Mineral and phenolic concentrations of mungbean [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek var. *radiata*] grown in semi-arid tropical India. *Journal of Food Composition and Analysis*, 39, 23–32.

- [60] Lee, J.H., Jeon, J.K., Kim, S.G., Kim, S.H., Chun, T., Imm, J.Y. (2011). Comparative analyses of total phenols, flavonoids, saponins and antioxidant activity in yellow soy beans and mung beans. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(12), 2513–2519.
- [61] Onwurafor, E.U., Onweluzo, J.C., Ezeoke, A.M. (2014). Effect of fermentation methods on chemical and microbial properties of mung bean (*Vigna radiata*) flour. *Nigerian Food Journal*, 32(1), 89–96.
- [62] Liu, H., Liu, H., Yan, L., Cheng, X., Kang, Y. (2015). Functional properties of 8S globulin fractions from 15 mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) cultivars. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(5), 1206–1214.
- [63] Chandra, S. (2013). Assessment of functional properties of different flours. *African Journal of Agricultural Research*, 8(38), 4849–4852.
- [64] Du, M., Xie, J., Gong, B., Xu, X., Tang, W., Li, X., Li, C., Xie, M. (2018). Extraction, physicochemical characteristics and functional properties of mung bean protein. *Food Hydrocolloids*, 76, 131–140.
-

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 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 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 gerekiyorsa 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. 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.

- 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 dağıtmalarına izin verilmez. Suiistimal şüphesi olduğunda, hakemlerin derhal gizli bir şekilde yayın ofisine başvurmaları önerilir. Hakemler ayrıca, Dergi Editörleri için Davranış Kuralları ve En İyi Uygulama Kuralları ile Dergi Yayıncıları için Davranış Kuralları'nı ([Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers](#)) takip ederek editöre gizli yorumlarında belirli bir eylem önerebilirler.

Akademik Gıda, çift-kör bir hakem inceleme süreci yürütür, yani çalışmanın eleştirel değerlendirmesini sağlamak için hakemlerin isimleri gizlidir. Hakemlerden, raporlarında adlarını veya irtibat bilgilerini açıklamamaları istenir. Hakem raporları yazarlara gönderilemeden önce bu açıdan kontrol edilir.

Yazarlık

Bir yazar, bir araştırmanın fikrine veya tasarımına, verilerin elde edilmesine, verilerin analizine veya yorumlanmasına büyük ölçüde katkıda bulunan, makalenin hazırlanmasında, yazılmasında veya gözden geçirilmesinde entelektüel içeriğe eleştirel katkı yapan bireydir. Katkıda bulunanlar diğer kişiler makalenin Teşekkür bölümünde belirtilmelidir ve çalışmanın yazarı olarak kabul edilemez. Tüm yazarların doğru ve tam isimleri ile ORCID kimlikleri dergiye gönderilen

makalenin başlık sayfasında yer almalıdır. Yazarların isimlerinin yanında çalıştıkları kurumlar ve yazışmalardan sorumlu yazarın geçerli bir adresi verilmelidir. Yazışmalardan sorumlu yazarın telefon ve faks numaraları ile e-posta adresi makalenin ilk sayfasında belirtilmelidir. Tüm yazarlar, gönderilen makalenin daha önce herhangi bir yerde yayınlanmadığını ve makale hakkında Akademik Gıda dergisi nihai bir karar vermeden önce makaleyi başka bir dergiye göndermeyeceklerini garanti etmelidir.

Destekleyen/Finans Sağlayan Kuruluşlar

Araştırmanın tüm finans kaynaklarına ilişkin detaylar, Teşekkür bölümünde belirtilmelidir. Yazarlar, resmi finansman kurum/larının tam isimlerini ve proje/hibe numaralarını belirtmelidir.

Yazarlarda Değişiklik

Makalenin Akademik Gıda'ya sunulmasından sonra yazar isimlerinde değişiklik ancak revizyon sırasında gerekli olan ek çalışmalar durumunda olabilir. Makalenin yayına kabul edilmesinden sonra herhangi bir değişikliğe izin verilmez. Yazarlıktaki değişiklik, hakem görüşlerine verilen cevaplar sırasında yazışmalarda belirtilmeli ve tüm yazarlar tarafından kabul edilmelidir. Yazışmalardan sorumlu yazar, yazarların sırası da dahil olmak üzere makalenin revize edilmiş versiyonundaki değişikliklerden sorumludur.

Çalışma Verilerinde Düzeltme

Yayınlanan verilerin doğruluğundan tüm yazarlar sorumlu olmalıdır. Verilerin düzeltilmesi için, yazışmalardan sorumlu yazardan yayın öncesi taslağı (galley proof) incelemesi ve makalenin yayınlanmasından 4 gün önce dikkatlice düzeltilmesi istenir.

Makalenin Geri Çekilmesi

Bir makalenin geri çekilmesi, gönderim veya yayın hatalarını düzeltmek için kullanılır. Yazarlar makaleyi geri çekebilir ve bu durumda Yayın Etiği Komitesi (COPE) Geri Çekme Kurallarına [(COPE) retraction guidelines] uymalıdır. Tekrarlanan veya benzerlik oranı yüksek bir yayın, verilerin hileli 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 atıf yapılmalı ve ilgili makaleye bir link [yazarlar, dergi unvanı, el yazması adı, cilt, yıl ve sayfa numaraları ve yayınlanan link] Derginin web sitesinde sürüm] sağlanmalıdır. Telif hakkı bildirimleri ve feragatnameler silinmemelidir.

Ethics and Publication Malpractice Statement

Akademik GIDA® is a peer-reviewed journal where original research and review articles are published quarterly by Sidas Media Agency Advertisement Consultation Ltd. (Cankaya, Izmir, Turkey) in the field of food science and technology. In order to improve the overall scientific quality of the journal, following guidelines have been established by the publisher.

Editorial Policy

General Guidelines stated in the [Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers](#) are followed by all papers submitted to Academic GIDA. Prior to submission, authors are highly recommended to read the [Journal's Instructions to Authors](#). Authors should also follow the [European Association of Science Editors \(EASE\) Guidelines for Authors and Translators of Scientific Articles to be Published in English](#). For any research involving human or animal data, the recommendations of the [International Committee of Medical Journal Editors](#) should be followed by the authors of the manuscripts.

Peer Review

All contributions are evaluated according to the criteria of originality and quality of their scientific content.

- All manuscripts pass through an initial screening process (technical and overall quality evaluation) in the editorial office followed by an internal review by the technical and scientific editors.
- After the first evaluation, editors have the right to decline formal review of a manuscript if it is (i) on a topic outside the scope of the Journal, (ii) lacking technical merit, (iii) fragmentary and providing marginally incremental results or (iv) poorly written.
- If the manuscript is considered suitable for further evaluation, manuscripts are double-blind-reviewed by a peer review system involving at least two independent reviewers to ensure high quality of manuscripts accepted for publication.
- If requested, the revised version is evaluated by the reviewers, and editors make a decision about final acceptance based on their suggestions. If necessary, further revision can be asked for to fulfil all the requirements of the reviewers.
- The final version is then sent to the technical editor in order to produce a galley proof, and the authors receive this proof for final check before publishing.
- All manuscripts are posted online as pdf files in their final form, indexed in databases with the assigned DOI numbers.

Publication Fee

Akademik GIDA welcomes article submissions and does not charge any publication fee.

Confidentiality

Editors handle all papers submitted to Akademik GIDA in strict confidence. With the exception of reviewers, they do not disclose any information regarding submissions to third parties, unless in case of a suspected misconduct, where COPE recommendations are followed. Submissions are also confidential for reviewers and they are not allowed to share or distribute any part of the manuscripts which they receive for evaluation to third parties. For a case of suspected misconduct, reviewers are encouraged to contact the editorial office immediately in a confidential manner. Reviewers can also recommend a particular course of action in their confidential comments to the editor, following [Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers](#).

Akademik GIDA conducts a double-blind peer review process, i.e. the names of the reviewers are confidential to ensure the critical evaluation of the work. Reviewers are asked not to disclose their names or contact details in their comments for authors.

Authorship

An author is an individual who substantially contributed to the idea or design of a research, acquisition of data, analysis or interpretation of data, was involved in drafting, writing or revising the manuscript critically for important intellectual content. Other contributors should be mentioned in the Acknowledgements section of the manuscript and cannot be considered as authors of the study. Correct and full names of all authors and their [ORCID](#) IDs should be on the title page of the manuscript. Names of authors must be supplemented with their affiliations and a valid address of the corresponding author. The phone and fax numbers and e-mail address of the corresponding author should be stated in the first page of the manuscript. All authors must guarantee that the submitted manuscript is not published anywhere previously and will not be submitted to anywhere before the editorial board makes a final decision on the manuscript.

Funding Sources

Details for all funding sources of the research should be stated in the Acknowledgements. Authors should provide

the full official funding agency name(s) and grant number(s).

Alteration in Authorship

Alteration in authorship after the submission of the manuscript to Akademik GIDA can be justified only by the additional work required during the revision. Any change is not allowed after the acceptance of the manuscript for publication. Alteration in authorship should be indicated in the responses to reviewers, and should be accepted by all authors. The corresponding author is primarily responsible for any alteration in the revised version of the manuscript, including the order of authors.

Correction of Data

All authors should be responsible for the accuracy of the published data. For the correction of data, the corresponding author receives the galley proof of the paper and is asked to correct it carefully within 4 days before publication.

Retraction of an Article

A retraction of an article is used to correct errors in submission or publication. Authors can retract the paper and should follow the Committee on Publication Ethics (COPE) [retraction guidelines](#). In case of a duplicate or overlapping publication, fraudulent use of data, plagiarism or unethical research, the paper will be retracted by the editor, and a retraction notice will be included into the electronic database while all links to the retracted article will be maintained.

Ethical Considerations

Conflict of interest:

- Authors should declare any conflict of interest in their submission form. Authors are requested to suggest at least three potential reviewers before submission, and these reviewers cannot be their colleagues, collaborators or members of their institutions.
- Reviewers should notify the editors on any conflict of interest which prevents them from reviewing the paper, and they are recommended to follow the [COPE guidelines](#).
- For the manuscripts submitted by the members of the Editorial Board or their collaborators, peer reviewing is modified to exclude them from the entire evaluation process in order to minimize any bias during the evaluation.
- During revision, the editors follow the [Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers](#).

Research involving human subjects, animals or plants:

- If the research involves humans or animals, the authors are recommended to follow the guidelines of the [International Committee of Medical Journal Editors](#).

- In studies involving human subjects, their informed consent to participate in the study should be supplied by the authors. For subjects under the age of 18, their parents or guardians should give the permission for their participation in the study. For all tested subjects, the manuscript must accompany with a statement detailing compliance with relevant guidelines and/or appropriate permissions or licenses.
- Any research on animals must comply with institutional, national or international guidelines and, where possible, should be approved by an ethics committee.
- Any experimental research on plants, including collection of plant materials, must comply with institutional, national, or international guidelines.
- Field studies should be conducted in compliance with local legislation, and a statement specifying the appropriate permissions and/or licences should be included in the manuscript.

Publication misconduct:

- The Journal follows the [Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers](#).
- In a case of a suspected misconduct such as redundant or duplicate submission, plagiarism, text recycling, violation of ethical norms, etc., researchers, reviewers or readers are encouraged to contact the Editorial Office (ogursoy@yahoo.com).
- 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

SIDAS MEDYA