

İçerikten / From the content



Effect of Various Biopolymers on Glass Transition Temperature of Chicken Breast Meat
Tavuk Göğüs Etinin Camsı Değişim Sıcaklığı Üzerine Bazı Biyopolimerlerin Etkisi



Reduction of Tissue Maceration in Potatoes by Rose Essential Oil
Patateslerde Yumuşak Çürüklüğün Gülyağıyla Azaltılması



Kırmızı ve Yeşil Mercimekten Elde Edilen Diyet Liflerinin Karakterizasyonu ve Fonksiyonel Özellikleri
Characterization and Functional Properties of Dietary Fibers Isolated from Red and Green Lentils



Geleneksel Tarhana Üretiminde Tam Buğday Unu Kullanımı
Use of Whole Wheat Flour in Traditional Tarhana Production



Kahve Çekirdeği Zarının Diyet Lifi Kaynağı Olarak Kek Formülasyonunda Kullanılması
Use of Coffee Silverskin as Dietary Fiber Source in Cake Formulation



Dut Sirkesinin Mikrobiyolojik, Fiziksel, Kimyasal, Antiradikal ve Antimikrobiyal Özellikleri
Microbiological, Physical, Chemical, Antiradical and Antimicrobial Properties of Mulberry Vinegar

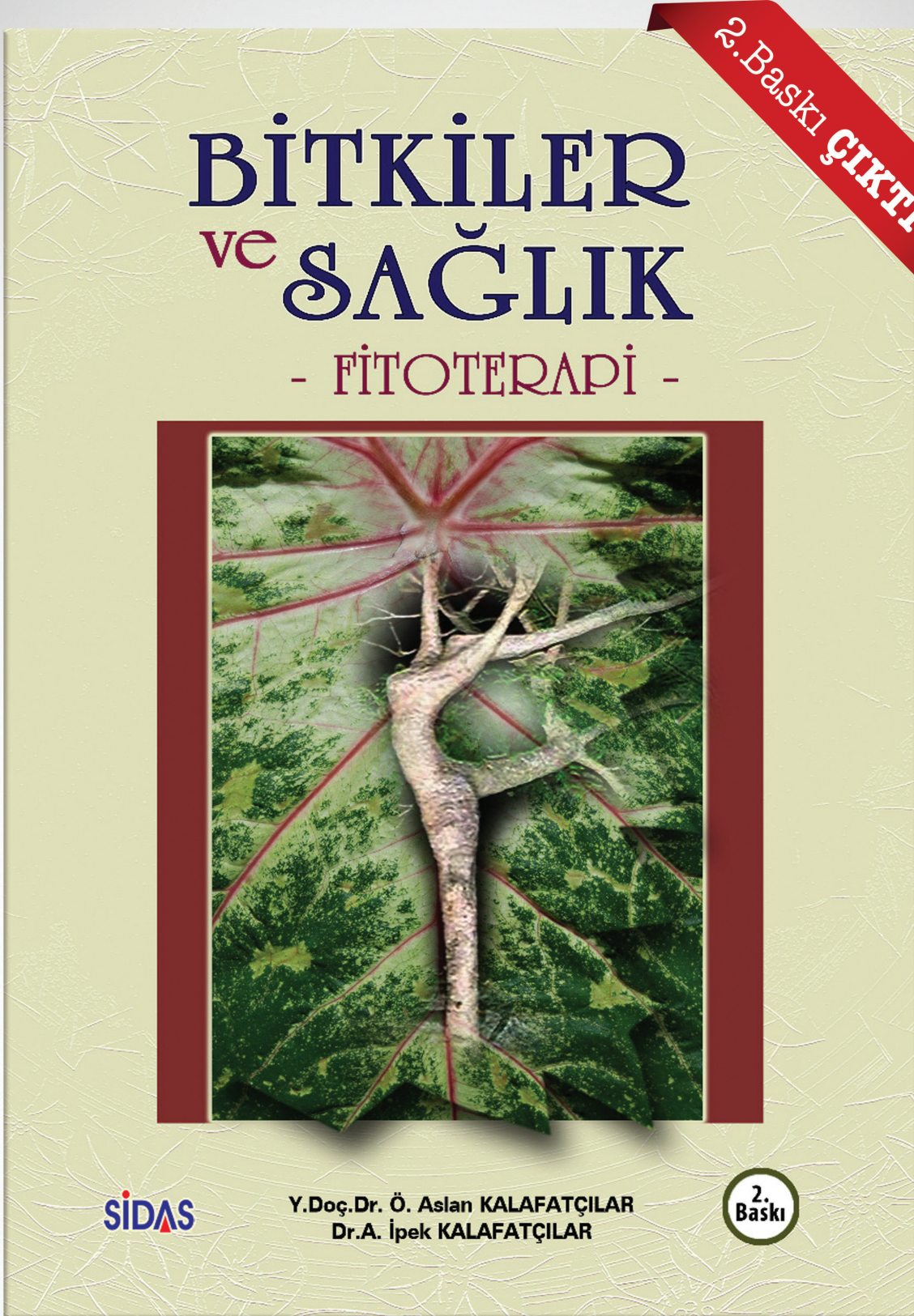


Buğday veya Mısır Nişastası Kullanılarak Üretilen Keklerin Fiziksel, Duyusal ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Çişilendirmenin Etkisi
Effect of Pregelatinization on Physical, Sensory and Textural Properties of Cakes Produced with Wheat or Corn Starches



Eğitilebilir Zihinsel Engelli Çocukların Besin Tüketim Kayıtlarına Göre Beslenme Durumları
Nutritional Status of Educable Mentally Retarded Children Based on Their Food Consumption Records

www.gidakitaplari.com



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

SİDAS MEDYA

www.academicfoodjournal.com
<http://dergipark.gov.tr/akademik-gida>

ISSN Online 2148-015X

ACADEMIC FOOD JOURNAL
AKADEMİK GIDA[®]
Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi

• Cilt/Volume:16 • Sayı/Number:2 • Yıl/Year:2018

www.akademikgida.com
<http://dergipark.gov.tr/akademik-gida>

ACADEMIC FOOD JOURNAL
A JOURNAL ON FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Akademik Gıda® Dergisi Gıda Bilimi ve Teknolojisi alanında hazırlanmış özgün araştırma ve derleme makalelerin yayımlandığı hakemli bir dergidir. Araştırma notu ve editöre mektup gibi yazılar da yayın için değerlendirilmektedir. Dergi 3 ayda bir basılmakta olup 4 sayıda bir cilt tamamlanır. Dergide Türkçe ve İngilizce makaleler yayınlanır.

Akademik Gıda® dergisi CAB Abstracts®, EBSCO, Food Science and Technology Abstracts (FSTA) ve TÜBİTAK ULAKBİM Yaşam Bilimleri Veri Tabanı tarafından indekslenmektedir.

Editör / Editor

Oğuz Gürsoy

(Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)

Yardımcı Editörler / Associate Editors

Özer Kınık (Ege Üniversitesi)

Ramazan Gökçe (Pamukkale Üniversitesi)

Yusuf Yılmaz (Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)

Teknik Editör / Technical Editor

Kübra Kocatürk (Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)

International Editorial Board / Uluslararası Yayın Kurulu

Mohamed H. Abd El-Salam (National Research Center, 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 Pavesi Ariseto (State University of Campinas, Brazil)

Ahmet Ayar (Sakarya University, Turkey)

Zehra Ayhan (Sakarya University, Turkey)

Jurislav Babić (University of Osijek, Croatia)

Chockry Barbana (Canadian Food Inspection Agency, Canada)

Ali Bayrak (Ankara University, Turkey)

Noredine Benkerroum (Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Morocco)

Yavuz Beyatlı (Gazi University, Turkey)

Kamil Bostan (Istanbul Aydın University, Turkey)

Rajka Božanić (University of Zagreb, Croatia)

Cengiz Caner (Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey)

Oana Emilia Constantin (Dunarea de Jos University of Galati, Romania)

Abdullah Çağlar (Afyon Kocatepe University, Turkey)

İbrahim Çakır (Abant İzzet Baysal University, Turkey)

Songül Çakmakçı (Atatürk University, Turkey)

İlyas Çelik (Pamukkale University, Turkey)

Utku Çopur (Uludağ University, Turkey)

Ahmet Hilmi Çon (Ondokuz Mayıs University, Turkey)

Mehmet Demirci (Namık Kemal University, Turkey)

Cynthia Ditchfield (University of Sao Paulo, Brazil)

Maria Elisabetta Guerzoni (University of Bologna, Italy)

Fahrettin Göğüş (Gaziantep University, Turkey)

Şebnem Harsa (Izmir Institute of High Technology, Turkey)

Arif Hepbaşlı (Ege University, Turkey)

Seda Ersus (Ege University, Turkey)

Adnan Hayaloğlu (İnönü University, Turkey)

Yekta Gökşungur (Ege University, Turkey)

Mehmet Güven (Çukurova University, Turkey)

Filiz İçier (Ege University, Turkey)

Kadir Halkman (Ankara University, Turkey)

Hasan Fenercioğlu (Çukurova University, Turkey)

Mükerrem Kaya (Atatürk University, Turkey)

Semra Kayaardı (Celal Bayar University, Turkey)

Yonca Karagül-Yüceer (Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey)

Harun Kesenkaş (Ege University, Turkey)

Meral Kılıç (Istanbul Technical University, Turkey)

Piotr Koczon (Warsaw University of Life Sciences, Poland)

Celalettin Koçak (Ankara University, Turkey)

Ergun Köse (Celal Bayar University, Turkey)

Ahmet Küçükçetin (Akdeniz University, Turkey)

Mine Anđ Küçüker (Istanbul University, Turkey)

Erdoğan Küçüköner (Süleyman Demirel University, Turkey)

Jung Hoon Lee (Fort Valley State University, USA)

Sebahattin Nas (Pamukkale University, Turkey)

Gülden Ova (Ege University, Turkey)

Zümrüt B. 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 (University of York, UK)

Barbaros Özer (Ankara University, Turkey)

Edward Pospiech (Poznan University of Life Sciences, Poland)

Konstantinos Petrotos (Technological Educational Institute of Larissa, Greece)

Pican Prabasanakar (CSIR-Central Food Technological Research Institute, 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)

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 Veliöğlu (Ankara University, Turkey)

Ünal Rıza Yaman (Ege University, Turkey)

Aydın Yapar (Pamukkale University, Turkey)

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

Akademik Gıda 16 (2) (2018)
İÇİNDEKİLER / CONTENTS

■ Editörden / Editorial

■ MAKALELER / PAPERS

■ Araştırma Makaleleri / Research Papers

Effect of Various Biopolymers on Glass Transition Temperature of Chicken Breast Meat / Tavuk Göğüs Etinin Camsı Değişim Sıcaklığı Üzerine Bazı Biyopolimerlerin Etkisi / Ahmet Akköse

120-126

Reduction of Tissue Maceration in Potatoes by Rose Essential Oil / Patateslerde Yumuşak Çürüklüğün Gülyağıyla Azaltılması / Emine Doğuş Sivri, Seyhan Ulusoy

127-134

Kırmızı ve Yeşil Mercimekten Elde Edilen Diyet Liflerinin Karakterizasyonu ve Fonksiyonel Özellikleri / Characterization and Functional Properties of Dietary Fibers Isolated from Red and Green Lentils / Dilara Nilüfer-Erdil, Sinem Gedik

135-147

Geleneksel Tarhana Üretiminde Tam Buğday Unu Kullanımı / Use of Whole Wheat Flour in Traditional Tarhana Production / Mustafa Kürşat Demir

148-155

Kahve Çekirdeği Zarının Diyet Lifi Kaynağı Olarak Kek Formülasyonunda Kullanılması / Use of Coffee Silverskin as Dietary Fiber Source in Cake Formulation / Gizem Ateş, Yeşim Elmacı

156-167

Dut Sirkesinin Mikrobiyolojik, Fiziksel, Kimyasal, Antiradikal ve Antimikrobiyal Özellikleri / Microbiological, Physical, Chemical, Antiradical and Antimicrobial Properties of Mulberry Vinegar / İlkın Yücel Şengün, Gülten Kılıç

168-175

Buğday veya Mısır Nişastası Kullanılarak Üretilen Keklerin Fiziksel, Duyusal ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Çirşlendirmenin Etkisi / Effect of Pregelatinization on Physical, Sensory and Textural Properties of Cakes Produced with Wheat or Corn Starches / Hüseyin Boz

176-182

Türkiye Gıda Endüstrisinde AR-GE Çalışmalarının Durumu ve Geliştirilmesine Yönelik Öneriler / Research and Development (R&D) Status of Food Industry in Turkey and Suggestions for Improvement / Zeynep Bakkaloğlu, Gürbüz Güneş

183-191

Eğitilebilir Zihinsel Engelli Çocukların Besin Tüketim Kayıtlarına Göre Beslenme Durumları / Nutritional Status of Educable Mentally Retarded Children Based on Their Food Consumption Records / Serpil Özbaşı, Ersin Uskun, Büşra Küçüksoğu, Ümmü Hocoğlu, Sümeyra Akalın, Halil Özbaşı

192-196

■ Derleme Makaleler / Review Papers

Possible Protein Sources for the Future / Geleceğin Olası Protein Kaynakları / Ayla Ünver Alçay, Aysun Sağlam, Semiha Yalçın, Kamil Bostan

197-204

Tarımsal-Endüstriyel Atıklardan Katma Değeri Yüksek Pigmentlerin Biyoüretimi / Bioproduction of High Value-Added Pigments from Agro-Industrial Wastes / Derya Dursun, Ali Coşkun Dalgıç

205-209

Gıdalarda Monokloropropandiol Esterlerinin Oluşumu ve Belirlenmesi / Formation and Determination of Monochloropropanediol Esters in Foods / Semra Turan, Rukiye Solak, Şule Keskin

210-217

Beyaz Çay: Üretimi, Bileşimi ve Sağlık Üzerine Etkileri / White Tea: Processing, Composition and Health Benefits / Sinem Salman, Feramuz Özdemir

218-223

Metabolik Sendromla Mücadelede Biyoaktif Gıda Bileşenlerinin Etkileri / Effect of Bioactive Food Components on Metabolic Syndrome / Gülçin Şatır

224-230

Başlıca Mısır Bileşenleri Üzerine Alkali Pişirmenin (Nixtamalizasyon) Etkileri / Effect of Alkaline Cooking (Nixtamalization) on Main Corn Components / Mustafa Şamil Argun

231-240

Bakteriyel Selülozların Üretimi ve Özellikleri ile Gıda ve Gıda Dışı Uygulamalarda Kullanımı / Production and Properties Bacterial Celluloses and Their Use in Food and Non-Food Applications / Melih Güzel, Özlem Akpınar

241-251

Erişenin Farklı Un Katkıları ile Zenginleştirilmesi / Fortification of Noodle with Different Additives of Flour / Merve Mete, Dilek Dülger Altın

252-256

■ Akademik Gıda Dergisi Yazım Kuralları / Guidelines to Authors



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

Editör

Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY
ogursoy@yahoo.com

Yardımcı 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

İrem ŞİMŞEK ÇETİNKAYA

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: 16

Sayı: 80

Nisan - Mayıs - Haziran 2018

ISSN Print 1304-7582

ISSN Online 2148-015X

Akademik Gıda Dergisi

Bir **SİMEYAR** Yayınıdır.

GRUP

Yayın Türü: Yerel Süreli
Akademik Gıda Dergisi Hakemli Dergidir.

Akademik Gıda dergisinin 16. yayın yılının ikinci sayısında sizlerle birlikteyiz. Bu sayımızda 9 araştırma ve 8 derleme çalışması olmak üzere toplam 17 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 önümüzdeki yıllarda 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 atf 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.

Prof. Dr. Oğuz Gürsoy
Editör

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

BİLİMSEL ETKİNLİKLER**2nd International Conference on Scientific Actualities and Innovations in Horticulture 2018**

Litvanya Ziraat ve Orman Araştırmaları Merkezi Bahçe Bitkileri Enstitüsü (Babtai, Litvanya) tarafından 4-6 Haziran 2018 tarihleri arasında Kaunas'ta düzenlenecek olan sempozyum ile ilgili bilgilere <http://lsdi.lt/saih/> adresinden ulaşılabilir.

International Symposium on Food Rheology and Texture (FRTI 2018)

Uluslararası Gıda Reolojisi ve Dokusu Sempozyumu 19-21 Ekim 2018 tarihleri arasında İstanbul'da düzenlenecektir. Sempozyumla ilgili detaylı bilgilere <http://www.foodrheologysymposium.com/> adresinden ulaşılabilir.

13th International Conference of Food Physicists

Uluslararası Gıda Fizikçileri Derneği ve Akdeniz Üniversitesi işbirliği ile düzenlenecek olan 13. Gıda Fizikçileri Uluslararası Konferansı 23-25 Ekim 2018 tarihleri arasında Antalya'da gerçekleştirilecektir. Kongre ile ilgili bilgilere <https://icfp2018.org/> adresinden ulaşılabilir.

13th Egyptian Conference of Dairy Science and Technology

Mısır Süt Bilimi Derneği tarafından 1980 yılından beri düzenlenmekte olan Mısır Süt Bilimi ve Teknolojisi Konferanslarının on üçüncüsü 30-31 Ekim 2018 tarihlerinde Kahire'de düzenlenecektir. Kongre ile ilgili detaylı bilgilere dergimizin bu sayısında ulaşabilirsiniz.

3rd International Congress on Food Technology

Üçüncü Uluslararası Gıda Teknolojisi Kongresi 7-9 Kasım 2018 tarihlerinde Kapadokya'da gerçekleştirilecektir. Kongre ile ilgili bilgilere <http://www.intfoodtechno2018.org/> adresinden ulaşılabilir.

2. International Congress on Food of Animal Origin

Yakın Doğu Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü tarafından Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde 8-11 Kasım 2018 tarihlerinde Kaya Artemis Otel'de düzenlenecek olan 2. Uluslararası Hayvansal Gıdalar Kongresi ile ilgili bilgilere <http://www.foodanimalcongress2018.com/> adresinden ulaşılabilir.

II. International Joint Science Congress of Materials and Polymers

Kimyagerler Derneği öncülüğünde çok sayıda kuruluşun katkısı ve işbirliği ile ikincisi 9-12 Kasım 2018 tarihleri arasında Arnavutluk'ta düzenlenecek olan kongre ile ilgili bilgilere <http://iscmp.org/> adresinden ulaşılabilir.

4th International Conference on Food and Biosystems Engineering

30 Mayıs-2 Haziran 2019 tarihleri arasında Yunanistan'da (Agia Pelagia, Heraklion Crete Island, Greece) dördüncüsü düzenlenecek olan Gıda ve Biyosistem Mühendisliği Uluslararası Konferansı ile ilgili detaylı bilgilere <http://www.fabe.gr> adresinden ulaşılabilir.

Effect of Various Biopolymers on Glass Transition Temperature of Chicken Breast Meat

Ahmet Akköse 

Atatürk University, Department of Food Engineering, Erzurum, Turkey

Received (Geliş Tarihi): 17.05.2018, Accepted (Kabul Tarihi): 19.07.2018

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): akkose@atauni.edu.tr (A. Akköse)

☎ 0 442 231 25 22 📠 0 442 236 09 58

ABSTRACT

In this study, glass transition temperatures (T_g) as well as ice crystallization and melting temperatures and enthalpy values were determined by using Differential Scanning Calorimetry (DSC) for chicken breast meat samples blended with different levels (2, 4, and 8%) of xanthan gum, κ -carrageenan and gum arabic. The water activity (a_w) values, moisture contents and unfreezable water fractions of the samples were also analyzed. While the moisture contents decreased and unfreezable moisture fractions increased, the a_w values of the samples unchanged by addition of the biopolymers. The ice crystallization enthalpies and melting temperatures and enthalpy values decreased with increased levels of biopolymer additions. T_g value of the chicken breast meat was detected as $-17.08 \pm 0.04^\circ\text{C}$ (midpoint). It was observed that T_g values of the samples significantly affected by the biopolymer addition ($P < 0.01$) and increased for the samples including 4% and %8 xanthan gum and 8% κ -carrageenan.

Keywords: Chicken meat, Glass transition, Gum, Carrageenan, Unfreezable water

Tavuk Göğüs Etinin Camsı Değişim Sıcaklığı Üzerine Bazı Biyopolimerlerin Etkisi

ÖZ

Araştırmada, farklı oranlarda (%2, 4 ve 8) ksantan gam, κ -karragenan ve gam arabik ilave edilen tavuk göğüs eti örneklerinin camsı değişim sıcaklıkları (T_g) ile kristalizasyon ve erime sıcaklıkları ve entalpi değerleri Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca örneklere ait su aktivitesi (a_w) değerleri ile nem içerikleri ve dondurulamayan su fraksiyonları da tespit edilmiştir. Biyopolimerlerin ilavesiyle örneklerdeki nem içeriğinin azaldığı, dondurulamayan su fraksiyonunun arttığı, a_w değerlerinin ise değişmediği gözlenmiştir. Örneklere ait kristalizasyon entalpileri ile erime sıcaklıkları ve entalpileri ise ilave edilen biyopolimer oranı arttıkça azalmıştır. Araştırmada, tavuk göğüs eti için T_g değeri $-17.08 \pm 0.04^\circ\text{C}$ olarak (orta nokta) belirlenmiş olup, T_g değerinin biyopolimer ilavesinden çok önemli seviyede ($P < 0.01$) etkilendiği, %4 ve %8 ksantan gam ve %8 κ -karragenan ilave edilen örneklerde ise artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tavuk eti, Camsı değişim, Gam, Karragenan, Dondurulamayan su

INTRODUCTION

The poultry industry performed tremendous growth in the late 20th century, and this growth has been continued in the new century. Chicken meat may be the most universally accepted and consumed meat in the

World with their taste and nutritive value [1-3]. Also, different chicken meat products are produced and consumed in recent years. However, the safety of these products is of major concern to its manufactures as well as end users [4]. In this context, freezing is one of the most important and widely used preservation techniques

in meat industry. However, the stability of frozen meat depends on the state of water in the product and the stability of ice crystals during frozen storage [4, 5]. Hence the formation of glassy state, and glass transition concept are very much relevant during frozen storage [6]. It is pointed that the water activity concept is insufficient to predict shelf stability of frozen foods and some complementary ideas like storing meat below glass transition temperature (T_g), may help to improve the shelf stability [4]. According to Rahman [7, 8] there are two main rules of glass transition concept: (i) the food is most stable at and below its glass transition, and (ii) higher the $T-T_g$ (i.e above glass transition), higher the deterioration or reaction rates.

Phase transitions in foods can be divided into two groups: First and second order phase transitions. At the first order transitions, such as melting, crystallization or evaporation, the physical state of a material changes isothermally from one state to another by release or absorption of latent heat; however, a second-order transition, such as amorphous state to glassy state, occurs without release or absorption of latent heat [8, 9]. Glass transition is a second-order and time-temperature dependent transition, which is characterized by a discontinuity in physical, mechanical, electrical, thermal, and other properties of a material [7]. Glass transition occurs when a super-cooled, malleable liquid/rubbery material is changed into a disordered solid glass upon cooling or vice versa [10]. Levine and Slade [11] and Slade and Levine [12] claimed that T_g influences the stability of foods. The hypothesis has recently been stated that this transition greatly influences food stability, as the water in the concentrated phase becomes kinetically immobilized and therefore does not support or participate in reactions [6, 8].

Glass transition can be influenced by heating/cooling rate, pressure and molecular weight as well as composition of the food material, especially water content. The molecular weight of any food material strongly influences T_g values. Low molecular weight polymers and monomers in their pure form have a low T_g whereas longer chain molecules have higher T_g [13]. It is reported that increasing the molecular weight or the cross-link density for a given polymer will decrease its specific volume, resulting an increase in T_g [14]. Thus the addition of any additive with high molecular weight in food can increase the T_g value. Addition of biopolymers to food systems could increase T_g , and they can therefore be stored at higher temperatures with greater stability and longer storage life [15].

There are several published values for T_g of beef and various fish species [16-26]. However there are only few studies about the T_g of chicken meat [2, 4]. The objective of this study was to determine the effect of various biopolymers (κ -carrageenan, gum arabic and xanthan gum) on the T_g values of chicken breast meats.

MATERIALS and METHODS

Sample Preparation

Chicken breast meat was bought from a local market. After all trimmable fat and connective tissue were removed, the meat was ground once through a 3-mm plate and then mixed separately with biopolymers (κ -carrageenan, gum arabic or xanthan gum (Sigma-Aldrich, Inc., St. Louis, Missouri, USA)) at the levels of 2%, 4% and 8% (w/w) for 2 min using a laboratory type mixer (Waring 8011 EB Blender, Stamford, USA). Each sample (100 g) with and without the addition of different biopolymers were vacuum packaged in PA/PE bags and stored for 24 h at 4°C to allow biopolymer diffusion and then frozen at -40°C. Before the experiments, the meat samples were thawed in a refrigerator at 4±1°C for 12h.

Water Activity (a_w)

Water activity values of the samples were determined with a TH-500 a_w sprint apparatus (Novasina TH-500, Lachen, Switzerland). The system was calibrated with six different salt solutions at 25°C before use. The samples were placed into plastic containers supplied by the manufacturer and then located into the measuring cabinet of the device at 25°C for determining a_w values.

DSC Measurements

Measurements were carried out with Differential Scanning Calorimetry (DSC-60, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan). The DSC was calibrated for temperature and heat flow with indium ($mp = 156.60^\circ\text{C}, \Delta H_m = 28.45 \text{ J/g}$), distilled water ($mp = 0^\circ\text{C}, \Delta H_m = 335 \text{ J/g}$) and heptane ($mp = -91^\circ\text{C}, \Delta H_m = 140 \text{ J/g}$). Meat samples (approximately 10 mg) were weighed into aluminum DSC pans, hermetically sealed, and then loaded onto the DSC instrument at room temperature. An empty pan was used as reference, liquid nitrogen poured into the cooling can of the DSC instrument was used as coolant, and nitrogen gas at a flow rate of 50ml/min was employed in the purge line to control the local environment around the sample. The samples were then cooled at 5°C/min to -80°C, held for 15min, warmed up to the annealing temperature, held for 1h, re-cooled to -80°C at 5°C/min, held for 15min and then scanned at 5°C/min to 20°C. The analysis of the glass transition reports the onset, mid-point and endset temperatures of the step once the start and stop points of the transition are provided. The melting and crystallization temperatures (onset, peak and endset) were also detected from the obtained thermograms.

Thermogravimetric Analysis (TGA)

Thermogravimetric analyzer (TGA-50, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) was used to determine the accurate moisture content in all the samples by plotting percentage weight loss against time under a controlled atmosphere. Initial weight of each sample was approximately 20 mg. Samples were placed in platinum pans and heated in a furnace flushed with N_2 gas at the

rate of 50 mL/min and heated from 20°C to 105°C at a rate of 10°C/min and held isothermally for 60min [4].

Determination of Unfreezable Water

The unfreezable water mass fraction could be calculated from the difference between total water content and the amount of melted ice detected by DSC fusion endotherm. The expression (Eq. 1) is presented as follow:

$$W_u = W_t - (\Delta H_f / \Delta H_w) \quad (\text{Eq. 1})$$

where W_u is the unfreezable water mass fraction (%), W_t is the total water content (%), ΔH_f and ΔH_w are the enthalpy of water fusion (J/g) and latent heat of fusion (J/g) respectively.

Statistical Analysis

This study was conducted according to completely randomized design with three replicates. A one-way analysis of variance (ANOVA) was performed to test significance among treatments. Data was analyzed with the IBM SPSS Statistics 20 packed program. The Duncan's multiple comparison tests were used to separate mean differences.

RESULTS and DISCUSSION

Water Activity Results

The concept of water activity has been used conventionally to study the stability of food products. It has provided a reliable assessment of microbial growth, lipid oxidation, nonenzymatic and enzymatic activities in foods [27]. In this study, it was observed that a_w values for all the samples were between 0.986-0.989 and the biopolymer use had insignificant effect on the a_w values of the samples ($P>0.05$). It was claimed that the concept of water activity alone is insufficient to predict shelf stability of frozen foods and the alternate complimentary ideas like storing meat below T_g , may help to improve the shelf stability [4]. Studies indicated that the concept of T_g should be added along with the existing concept of water activity, to get a better understanding about the factors governing the stability of foods [18, 28, 29].

DSC Results

Ice crystallization and melting are the first order phase transitions occurred at a temperature range by release or absorption of latent heat during the cooling or heating. The ice crystallization and melting temperatures and enthalpies of the samples were measured by DSC. The results of the ice crystallization of the samples are summarized in Table 1.

Table 1. Effect of biopolymers on ice crystallization temperatures and enthalpies of chicken meat samples

Biopolymer	Ratio (%)	Temperature (°C)					Enthalpy (J/g)		
		Peak	Mean	Onset	Mean	Endset	Mean	ΔH	Mean
Control	-	-7.61±0.24 ^a	-7.61±0.24 ^a	-11.83±0.89 ^a	-11.83±0.89 ^a	-15.61±0.41 ^a	-15.61±0.41 ^a	193.89±2.01 ^a	193.89±2.01 ^a
	2	-8.23±1.76 ^a		-12.59±2.87 ^a		-16.10±2.13 ^a		187.00±4.70 ^{ab}	
κ-Carrageenan	4	-7.25±0.38 ^a	-7.69±0.10 ^a	-8.89±0.95 ^a	-10.74±2.21 ^a	-14.25±0.83 ^a	-15.14±1.42 ^a	182.56±1.14 ^{bc}	178.86±9.49 ^b
	8	-7.59±0.05 ^a		-10.72±0.20 ^a		-15.06±0.44 ^a		167.03±2.66 ^d	
Xanthan gum	2	-7.17±0.21 ^a		-9.97±0.26 ^a		-14.89±0.21 ^a		186.10±4.63 ^{abc}	
	4	-8.44±1.86 ^a	-7.68±1.12 ^a	-13.13±3.46 ^a	-10.63±2.75 ^a	-16.82±2.53 ^a	-15.36±1.74 ^a	179.08±5.18 ^c	176.22±11.55 ^b
Gum arabic	8	-7.44±0.46 ^a		-8.77±1.74 ^a		-14.38±0.82 ^a		163.49±9.12 ^d	
	2	-7.23±0.54 ^a		-9.93±0.89 ^a		-14.71±0.66 ^a		188.83±2.65 ^{ab}	
	4	-7.40±0.43 ^a	-7.50±0.46 ^a	-10.29±1.44 ^a	-10.60±1.14 ^a	-14.96±0.99 ^a	-15.18±0.81 ^a	183.97±3.24 ^{bc}	180.49±9.55 ^b
	8	-7.87±0.19 ^a		-11.59±0.17 ^a		-15.89±0.12 ^a		168.67±3.91 ^d	

^{a, b} : Values in the same column with different letters are significantly different ($\alpha=0.05$)

The results of variance analysis for the ice crystallization temperatures (peak, onset and endset) showed that the type and level of biopolymer used were not statistically significant ($P>0.05$). However biopolymer type and level had a significant effect on the ice crystallization enthalpies of the samples ($P<0.01$). Addition of biopolymers caused a decrease in the enthalpy values compared to the control. On the other hand, lower enthalpy values were determined as the biopolymer level increased for all the samples (Table 1). The experimental DSC results of the melting process are shown in Table 2. It was observed that the melting temperatures (peak, onset and endset) and enthalpies of the samples were significantly affected by the biopolymer type and levels ($P<0.01$). As the biopolymer level increased, the lower temperatures and enthalpy values were detected for all the samples. Similarly, addition of biopolymers caused a decrease in the temperature and enthalpy values compared to the control and the lowest peak temperature values were obtained for the samples with xanthan gum.

The moisture contents (%) of the samples measured by TGA and the unfreezable water fractions (%) estimated based on DSC and TGA data are summarized in Table 3. In general, the unfreezable water is defined as the water that cannot be formed into ice even at very low temperatures [30, 31]. The level of unfreezable water fraction in the system is important for understanding the solid-liquid fraction composition at freezing temperatures [32]. The use of biopolymers and usage levels significantly affected the moisture contents and unfreezable water fractions of chicken meat samples ($P<0.01$). It was observed that biopolymer addition caused lower moisture contents and higher unfreezable water fractions in the samples. Also increased biopolymer levels decreased water contents. On the other hand 2% and 4% levels have similar values with the control for unfreezable water contents, which implies that the ratio of biopolymer in meat mixture has a significant effect on this parameter. This might be attributed to the hydration between the free water and the biopolymers, which made the water unfreezable.

Table 2. Effect of biopolymers on melting temperatures and enthalpies of chicken meat samples

Biopolymer	Ratio (%)	Temperature (°C)					Enthalpy (J/g)		
		Peak	Mean	Onset	Mean	Endset	Mean	ΔH	Mean
Control	-	-1.07±0.11 ^a	-1.07±0.11 ^a	-3.98±0.08 ^a	-3.98±0.08 ^a	1.49±0.12 ^a	1.49±0.12 ^a	194.85±1.43 ^a	194.85±1.43 ^a
	2	-1.15±0.17 ^{ab}		-4.28±0.22 ^{abc}		1.27±0.15 ^{ab}		186.58±5.54 ^b	
	4	-1.27±0.09 ^{abc}	-1.29±0.17 ^{bc}	-4.31±0.25 ^{abc}	-4.24±0.21 ^b	1.18±0.23 ^{ab}	1.12±0.26 ^{bc}	181.39±0.39 ^{bc}	177.87±10.02 ^b
κ -Carrageenan	8	-1.46±0.02 ^{cd}		-4.14±0.20 ^{ab}		0.91±0.29 ^{bc}		165.64±3.77 ^d	
	2	-1.28±0.05 ^{abc}		-4.50±0.05 ^c		1.35±0.16 ^a		185.40±4.21 ^b	
	4	-1.35±0.13 ^{bc}	-1.43±0.20 ^c	-4.42±0.34 ^{bc}	-4.41±0.25 ^b	1.13±0.25 ^{ab}	1.01±0.41 ^c	176.14±2.48 ^c	173.16±12.95 ^b
Xanthan gum	8	-1.66±0.15 ^d		-4.32±0.31 ^{abc}		0.56±0.31 ^c		157.93±7.79 ^e	
	2	-1.27±0.23 ^{abc}		-4.32±0.04 ^{abc}		1.36±0.16 ^a		187.75±2.89 ^b	
	4	-1.11±0.11 ^{ab}	-1.23±0.17 ^b	-4.39±0.04 ^{bc}	-4.23±0.19 ^b	1.34±0.20 ^a	1.30±0.25 ^{ab}	182.72±1.87 ^{bc}	178.06±11.43 ^b
Gum arabic	8	-1.32±0.12 ^{abc}		-3.98±0.05 ^a		1.20±0.39 ^{ab}		163.72±5.38 ^{de}	

a, e : Values in the same column with different letters are significantly different ($\alpha=0.05$)

Table 3. Effect of biopolymers on moisture contents and unfreezable water fractions of chicken meat samples

Biopolymer	Ratio (%)	Moisture content (%)	Mean (%)	Unfreezable water (%)	Mean (%)
Control		74.19±0.12 ^a	74.19±0.12 ^a	15.76±0.52 ^c	15.76±0.52 ^b
	2	71.68±2.15 ^{bc}		15.74±2.73 ^c	
	4	71.14±0.33 ^{bc}	70.54±1.72 ^b	16.76±0.31 ^{bc}	17.21±2.10 ^a
κ -Carrageenan	8	68.79±0.16 ^{de}		19.12±1.00 ^a	
	2	71.24±1.32 ^{bc}		15.64±0.55 ^c	
	4	69.85±1.15 ^{cd}	69.36±2.41 ^b	17.04±1.21 ^{bc}	17.44±2.24 ^a
Xanthan gum	8	66.99±2.49 ^e		19.64±2.45 ^a	
	2	72.42±0.14 ^{ab}		16.12±0.97 ^c	
	4	71.95±0.28 ^b	71.03±1.77 ^b	17.16±0.28 ^{bc}	17.63±1.92 ^a
Gum arabic	8	68.71±0.40 ^{de}		19.62±2.01 ^a	

a, e : Values in the same column with different letters are significantly different ($\alpha=0.05$)

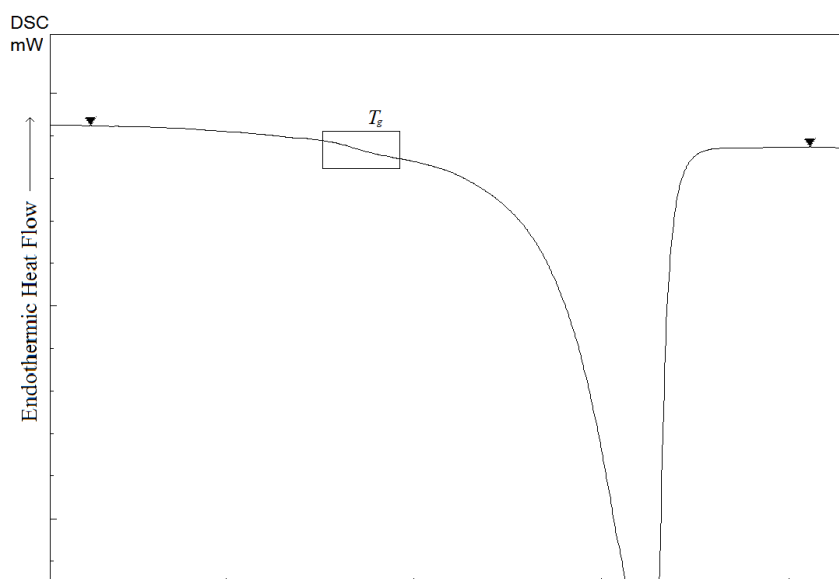
These results revealed that addition of biopolymers to the chicken meat samples provides lower ice crystallization enthalpies, melting temperature and enthalpy values because of the decreased moisture contents and increased unfreezable water fractions. Also, it was reported that polysaccharides such as gums and carrageenan, are added to many frozen food formulations at low concentrations and are effective at stabilizing products against rapid ice crystal growth. During freezing, an unfrozen phase containing a high concentration of dissolved solutes is formed as water is separated from solution in the form of ice. This unfrozen phase is capable of undergoing a glass transition at low temperatures [33].

A glass transition is observed as an endothermic step change (i.e., baseline shift) in a DSC heat flow curve during heating [34]. Such an endothermic step change was observed in heat flow curves in the experiments and it was regarded as the glass transition (Figure 1). The temperature values (onset, endset and midpoint) obtained from the DSC curves about the glass transition are summarized in Table 4. T_g of the chicken breast meat was in the range of $-17.83\pm 0.02^\circ\text{C}$ to $-16.12\pm 0.13^\circ\text{C}$ and determined as $-17.08\pm 0.04^\circ\text{C}$ (midpoint). Similar results were reported by Delgado and Sun [2] and Sunooj et al. [4] for chicken breast meat as -16.83°C and -16.63°C respectively. However, the addition of biopolymers and addition levels significantly affected the transition temperature values (onset, endset and midpoint) ($P<0.01$). The average higher T_g values (midpoint) were obtained for the samples with xanthan gum and κ -carrageenan as $-15.99\pm 0.42^\circ\text{C}$ and $-16.19\pm 0.84^\circ\text{C}$ respectively. Also the addition levels of biopolymers increased the T_g values for xanthan gum

and κ -carrageenan and the higher T_g values were determined for the levels of 4% and %8 xanthan gum and %8 κ -carrageenan.

It was reported that T_g is an important factor for stabilization of frozen foods because it limits the diffusion of water within a frozen food [11]. Because it has recently become evident that the T_g of a food influences its shelf life, increasing the T_g leads to an important technology for extending this period [35]. Brake and Fennema [18] claimed that to achieve a glassy-state condition during commercial storage one could either lower the storage temperature, which may not be economically feasible, or increase T_g of the food by addition of biopolymers. They also stated that the latter approach would be feasible only for fabricated foods.

By adding biopolymers with high molecular weight to food systems, their glass transition temperature can be increased and they can therefore be stored at higher temperatures with greater stability and longer storage life with respect to diffusion-limited reactions [15, 35-37]. Levine and Slade [37] explain the cryoprotective effects of many high molecular weight biopolymers according to "cryostabilization" theory based upon the ability of high molecular weight solutes to reduce water mobility, thereby raising the T_g of a solution. Cryostabilization of food proteins would require addition of a high molecular solute to raise the T_g to a temperature above that of the storage temperature, thereby ensuring that the unfrozen liquid in the food system is in the glass state. This would theoretically halt (on a practical time scale) those deteriorative processes that are diffusion limited [38].

Figure 1. Representation of T_g region in DSC heat flow curveTable 4. Effect of biopolymers on T_g values of chicken meat samples

Biopolymer	Ratio (%)	T_g (°C)					
		Onset	Mean	Endset	Mean	Midpoint	Mean
Control		-17.83±0.02 ^d	-17.83±0.02 ^b	-16.12±0.13 ^{cde}	-16.12±0.13 ^b	-17.08±0.04 ^b	-17.08±0.04 ^b
κ-Carrageenan	2	-17.76±0.12 ^{cd}		-15.63±0.18 ^{cd}		-16.69±0.16 ^b	
	4	-17.76±0.26 ^{cd}	-17.31±0.91 ^{ab}	-15.44±0.14 ^{bc}	-15.17±0.79 ^a	-16.44±0.09 ^b	-16.19±0.84 ^a
	8	-16.42±1.18 ^a		-14.45±1.12 ^a		-15.45±1.22 ^a	
Xanthan gum	2	-17.39±0.22 ^{bcd}		-15.77±0.20 ^{cde}		-16.52±0.17 ^b	
	4	-16.49±0.13 ^a	-16.86±0.52 ^a	-14.79±0.14 ^{ab}	-15.09±0.60 ^a	-15.78±0.07 ^a	-15.99±0.42 ^a
	8	-16.71±0.57 ^{ab}		-14.70±0.57 ^{ab}		-15.69±0.23 ^a	
Gum arabic	2	-18.10±0.13 ^d		-16.20±0.23 ^{cde}		-17.12±0.06 ^b	
	4	-17.77±0.26 ^{cd}	-17.62±0.59 ^b	-16.39±0.32 ^{de}	-16.37±0.41 ^b	-16.99±0.20 ^b	-16.93±0.23 ^b
	8	-16.99±0.56 ^{abc}		-16.51±0.68 ^e		-16.68±0.09 ^b	

^{a, e} : Values in the same column with different letters are significantly different ($\alpha=0.05$)

Auh et al. [39] detected that the T_g of a model solution containing bovine serum albumin increased as the average molecular weight of the added highly concentrated branched oligosaccharides increased. They also found that compared with the control, the amount of unfrozen water increased while decreasing its mobility, which reflected the preservation of proteins in rigid water-highly concentrated branched oligosaccharides structures. Kurozawa et al. [40] determined that the addition of maltodextrin or gum arabic increased the T_g of the chicken meat protein hydrolysate and, consequently, contributed to the stability of the powder. Mitsuiki et al. [41] observed that the T_g of carrageenan containing 24.5% water as 62°C by dynamic mechanical analysis. But, they concluded that the T_g values of agars and carrageenans would be reduced by the severing of inter- and intramolecular interactions, according to the quantity of water molecules interacting with their functional groups. In some cases, the glass transition temperature was strongly influenced by the biopolymer. For example, Kasapis et al. [42] reported that the incorporation of 1% κ-carrageenan and 15mM potassium in 80-85% solids glucose syrup-sucrose increased the rheologically measured T_g from -25 to -1°C. Contrary to the reported increase of the rheologically determined glass transition

temperature, Kumagai et al. [43] observed that in the presence of gelling agents, the addition of 0.9% carrageenan to glucose syrup with and without KCl, had no effect on the DSC measured T_g . In addition, there was no effect on molecular mobility in the glassy region. Also Brake and Fennema [18] found that the addition of 1% gelatin to minced mackerel resulted in no significant change in T_g and they concluded that the T_g of a fabricated food stored at a subfreezing temperature cannot be increased meaningfully by small amounts of added hydrocolloid. In this study, it was observed that T_g of the chicken meat samples were increased for addition level of %8 κ-carrageenan as well as 4% and 8% xanthan gum based on midpoint values.

CONCLUSIONS

The ice crystallization and melting temperatures and enthalpies as well as T_g values were determined for chicken breast meat with addition of different levels of xanthan gum, κ-carrageenan and gum arabic by using DSC. Biopolymer types and addition levels affected these values differently and the most effective biopolymer was observed as xanthan gum compared to others. Addition of high levels of κ-carrageenan and xanthan gum to the chicken breast meat significantly

affected and increased the T_g value, which is regarded as an important factor to protect frozen foods from deteriorative reactions. These results are quite meaningful for the fabricated chicken meat products stored at subfreezing temperatures.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Ataturk University Scientific Research Projects Unit under Grant (Project No: 2014/205).

REFERENCES

- [1] Sebranek, J.G. (1996). Poultry and poultry products. In *Freezing Effects on Food Quality*, Edited by L.E. Jeremiah, Marcel Dekker, USA.
- [2] Delgado, A.E., Sun, D. (2002). Desorption isotherms and glass transition temperature for chicken meat. *Journal of Food Engineering*, 55, 1-8.
- [3] Yıldırım, Z., Ceylan, Ş., Öncül, N. (2015). Tokat piyasasında satışa sunulan tavuk etlerinin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 13(4), 304-316.
- [4] Sunooj, K.V., Radhakrishna, K., George, J., Bawa, A.S. (2009). Factors influencing the calorimetric determination of glass transition temperature in foods: A case study using chicken and mutton. *Journal of Food Engineering*, 91, 347-352.
- [5] Goff, H.D., Sahagian, M.E. (1996). Glass transitions in aqueous carbohydrate solutions and their relevance to frozen food stability. *Thermochimica Acta*, 280/281, 449-464.
- [6] Rahman, M.S. (1999). Glass transition and other structural changes in foods. In *Handbook of Food Preservation*, Edited by M.S. Rahman, Marcel Dekker, New York.
- [7] Rahman, M.S. (2006). State diagram of foods: Its potential use in food processing and product stability. *Trends in Food Science & Technology*, 17, 129-141.
- [8] Rahman, M.S. (2009). Food stability beyond water activity and glass transition: Macro-micro region concept in the state diagram. *International Journal of Food Properties*, 12, 726-740.
- [9] Roos, Y.H. (2003). Thermal analysis, state transitions and food quality. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 71, 197-203.
- [10] Roudaut, G., Simatos, D., Champion, D., Contreras-Lopez, E., Le Meste M. (2004). Molecular mobility around the glass transition temperature: a mini review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 5, 127-134.
- [11] Levine, H., Slade, L. (1986). A polymer physico-chemical approach to the study of commercial starch hydrolysis products (SHPs). *Carbohydrate Polymers*, 6, 213-244.
- [12] Slade, L., Levine, H. (1988). Non-equilibrium behavior of small carbohydrate-water systems. *Pure Applied Chemistry*, 60, 1841-1864.
- [13] Bhandari, B.R., Howes, T. (1999). Implication of glass transition for the drying and stability of dried foods. *Journal of Food Engineering*, 40, 71-79.
- [14] Balasubramanian, S., Devi, A., Singh, K.K., Bosco, S.J.D., Mohite A.M. (2016). Application of glass transition in food processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(6), 919-936.
- [15] Herrera, J.J., Pastoriza, L., Sampedro, G., Cabo, M.L. (1999). Effect of various cryostabilizers on the production and reactivity of formaldehyde in frozen-stored minced blue whiting muscle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 2386-2397.
- [16] Levine, H., Slade, L. (1989). Response to the letter by Simatos, Blond, and Le Meste on the relation between glass transition and stability of a frozen product. *Cryo-Letters*, 10, 347-370.
- [17] Inoue, C., Ishikawa, M. (1997). Glass transition of tuna flesh at low temperature and effects of salt and moisture. *Journal of Food Science*, 62, 496-499.
- [18] Brake, N.C., Fennema, O.R. (1999). Glass Transition Values of Muscle Tissue. *Journal of Food Science*, 64, 10-15.
- [19] Jensen, K.N., Jorgensen, B.M., Nielsen, J. (2003). Low-temperature transitions in cod and tuna determined by differential scanning calorimetry. *LWT - Food Science and Technology*, 36, 369-374.
- [20] Orlien, V., Risbo, J., Andersen, M.L., Skibsted, L.H. (2003). The question of high- or low-temperature glass transition in frozen fish. Construction of the supplemented state diagram for Tuna muscle by differential scanning calorimetry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 211-217.
- [21] Hashimoto, T., Suzuki, T., Hagiwara, T., Takai, R. (2004). Study on the glass transition for several processed fish muscles and its protein fractions using differential scanning calorimetry. *Fisheries Science*, 70, 1144-1152.
- [22] Sablani, S.S., Rahman, M.S., Al-Busaidi, S., Guizani, N.Al-Habsi, N., Al-Belushi R., Soussi B. (2007b). Thermal transitions of king fish whole muscle, fat and fat-free muscle by differential scanning calorimetry. *Thermochimica Acta*, 462, 56-63.
- [23] Akköse, A., Aktaş, N. (2008). Determination of glass transition temperature of beef and effects of various cryoprotective agents on some chemical changes. *Meat Science*, 80, 875-878.
- [24] Akköse, A., Aktaş, N. (2009). Determination of glass transition temperature of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and effects of various cryoprotective biopolymer blends on some chemical changes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33, 665-675.
- [25] Tironi, V., Lamballerie-Anton, M., Le-Bail, A. (2009). DSC determination of glass transition temperature on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) muscle: effect of high-pressure processing. *Food and Bioprocess Technology*, 2, 374-382.
- [26] Tolstorebrov, I., Eikevik T.M., Bantle M. (2014a). A DSC study of phase transition in muscle and oil of the main commercial fish species from the North-Atlantic. *Food Research International*, 55, 303-310.
- [27] Rahman, M.S., Labuza, T.P. (2007). Water Activity and Food Preservation. In *Hand Book of Food Preservation*, Edited by M.S. Rahman, CRC Press, New York.

- [28] Rahman, M.S., Sablani, S.S., Al-Habsi, N., Al-Maskri, S., Al-Belushi, R. (2005). State diagram of freeze-dried garlic powder by differential scanning calorimetry and cooling curve methods. *Journal of Food Science*, 70, E135-E141.
- [29] Sablani, S.S., Kasapis, S., Rahman, M.S. (2007a). Evaluating water activity and glass transition concepts for food stability. *Journal of Food Engineering*, 78, 266-271.
- [30] Miles, C.A., Mayer, Z., Morley, M. J., Houska, M. (1997). Estimating the initial freezing point of foods from composition data. *International Journal of Food Science & Technology*, 32, 389-400.
- [31] Hamdami, N., Monteau, J., Le Bail, A. (2004). Thermophysical properties evolution of French partly baked bread during freezing. *Food Research International*, 37, 703-713.
- [32] Tolstorebrov, I., Eikevik T.M., Bantle M. (2014b). Thermal phase transitions and mechanical characterization of Atlantic cod muscles at low and ultra-low temperatures. *Journal of Food Engineering*, 128, 111-118.
- [33] Goff, H.D. (1995). The use of thermal-analysis in the development of a better understanding of frozen food stability. *Pure and Applied Chemistry*, 67(11), 1801-1808.
- [34] Levine, H., Slade, L. (1990). Cryostabilization technology: Thermoanalytical evaluation of food ingredients and systems. In *Thermal Analysis of Foods*, Edited by V.R. Harwalkar, C.Y. MA, Elsevier Applied Science, London.
- [35] Slade, L., Levine, H., Reid, D.S. (1991). Beyond water activity: Recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 30, 115-360.
- [36] Roos, Y., Karel, M. (1991). Phase transitions of mixtures of amorphous polysaccharides and sugars. *Biotechnology Progress*, 7, 49-53.
- [37] Levine, H., Slade, L. (1988). Principles of "cryostabilization" technology from structure/property relationships of carbohydrate/water systems. A review. *Cryo-Letters*, 9, 21-63.
- [38] Carvajal, P.A., MacDonald, G.A., Lanier, T.C. (1999). Cryostabilization mechanism of fish muscle proteins by maltodextrins. *Cryobiology*, 38, 16-26.
- [39] Auh, J.H., Kim, Y.R., Cornillon, P., Yoon, J., Yoo, S.H., Park, K.H. (2003). Cryoprotection of protein by highly concentrated branched oligosaccharides. *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 553-563.
- [40] Kurozawa, L.E., Park, K.J., Hubinger, M.D. (2009). Effect of maltodextrin and gum arabic on water sorption and glass transition temperature of spray dried chicken meat hydrolysate protein. *Journal of Food Engineering*, 91, 287-296.
- [41] Mitsui, M., Yamamoto, Y., Mizuno, A., Motoki, M. (1998). Glass transition properties as a function of water content for various low-moisture galactans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 3528-3534.
- [42] Kasapis, S., Al-Marhoobi, I.M.A., Khan, A.J. (2000). Viscous solutions, networks and the glass transition in high sugar galactomannan and κ-carrageenan mixtures. *International Journal of Biological Macromolecules*, 27, 13-20.
- [43] Kumagai, H., MacNaughtan, W., Farhat, I., Mitchell, J.R. (2002). The influence of carrageenan on molecular mobility in low moisture amorphous sugars. *Carbohydrate Polymers*, 48, 341-349.

Reduction of Tissue Maceration in Potatoes by Rose Essential Oil

Emine Doğuş Sivri , Seyhan Ulusoy 

Department of Biology, Suleyman Demirel University, 32260 Isparta, Turkey

Received (Geliş Tarihi): 06.11.2017, Accepted (Kabul Tarihi): 12.01.2018

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

© 0 246 211 40 68 📠 0 246 211 43 99

ABSTRACT

Erwinia carotovora is a phytopathogen which causes soft-rot disease in a wide variety of economically important plants. *E. carotovora* is known to produce a range of exoenzymes that enhance its ability to damage the host tissue and cause disease. A cell to cell communication mechanism called quorum sensing which is mediated by small signalling molecules regulates exoenzymes (cellulase, pectinase and protease) and carbapenem production in *E. carotovora*. Thus the exploration of new strategies to manipulate this communication pathway for the prevention of *E. carotovora* infections is valuable. In this study, the inhibitory effects of the rose, orange, lavender, clove, cinnamon, black pepper and cumin oils on the production of the exoenzymes (cellulase, pectinase and protease) and carbapenem in the *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* ATCC 39048 were investigated. And potato tissue maceration was also tested in the presence of oils. Rose and lavender essential oils markedly inhibited the production of pectinases by 38.7 and 9.7%, cellulases by 36.6 and 31.7% and proteases by 29 and 16.1%, carbapenem by 61.9 and 54%, and maceration of potatoes by 61.4 and 30.7% in the *E. carotovora* respectively without affecting the growth of cells. Although several studies have reported antibacterial effects of rose and lavender essential oils, there is no report describing their antivirulence potential. To the best of our knowledge, this is the first report on the rose and lavender essential oils with potential antivirulence components against soft rot caused by *E. carotovora*.

Keywords: *Erwinia carotovora*, Quorum sensing, Rose essential oil

Patateslerde Yumuşak Çürüklüğün Gülyağıyla Azaltılması

ÖZ

Erwinia carotovora ekonomik açıdan önemli pek çok bitkide yumuşak çürüklük hastalığına neden olan bir fitopatojendir. *E. carotovora*'nın konak dokulara zarar vermesini sağlayan ve hastalığa neden olan bir dizi ekzoenzim ürettiği bilinmektedir. *E. carotovora*'da ekzoenzim (selülaz, pektinaz ve proteaz) ve karbapenem üretimi, küçük sinyal moleküllerinin aracı olduğu çevreyi algılama sistemi adı verilen hücreler arası iletişim mekanizması tarafından düzenlenir. Bu nedenle *E. carotovora* enfeksiyonlarının önlenmesi için, bu iletişim yolunun manipülasyonunu sağlayacak yeni stratejilerin araştırılması değerlidir. Bu çalışmada, gül, portakal, lavanta, karanfil, tarçın, karabiber ve kimyon yağlarının *E. carotovora*'da, ekzoenzim (selülaz, pektinaz ve proteaz) ve karbapenem üretimine inhibitör etkileri araştırılmıştır. Ayrıca patatesten yumuşak çürüklük miktarı, yağların varlığında test edilmiştir. Gül ve lavanta uçucu yağları, bakteriyel hücre büyümesini etkilemeksizin, *E. carotovora*'da pektinaz üretimini sırasıyla %38.7 ve 9.7, selülaz üretimini %36.6 ve 31.7 ve proteaz üretimini %29 ve 16.1, karbapenem üretimini %61.9 ve 54 ve patates yumuşak çürüklüğünü %61.4 ve 30.7 oranlarında önemli ölçüde inhibe etmiştir. Gül ve lavanta uçucu yağlarının antibakteriyel etkileri çeşitli çalışmalarla rapor edilmiş olsa da, virülensi engelleyici potansiyelini açıklayan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bildiğimiz kadarıyla bu çalışma, gül ve lavanta uçucu yağlarının bileşenlerinin, *E. carotovora*'nın neden olduğu yumuşak çürüklük hastalığına karşı potansiyeli hakkındaki ilk rapordur.

Anahtar Kelimeler: *Erwinia carotovora*, Çevreyi algılama, Gül yağı

INTRODUCTION

Erwinia carotovora, a Gram-negative phytopathogen causes soft-rot disease in potatoes, and other economically important plants such as members of the Brassica family [1-4]. Virulence of this bacterium depends on the production of plant cell wall-degrading enzymes such as pectinase, cellulase and protease [5]. In *E. carotovora*, exoenzyme production has been found to be under quorum sensing (QS) control [6]. In addition to these virulence factors, regulation of production of the secondary metabolite, 1-carbapen-2-em-3 carboxylic acid (carbapenem), in *E. carotovora* ATCC 39048 is also subject to control by QS [6, 7]. The critical role of QS system in regulating virulence of *E. carotovora*, makes it an attractive target for blocking or interfering of post-harvest *E. carotovora*-related infections.

Utilization of essential oils (EOs) to control plant pathogens has a potential interest due to their antimicrobial and anti-quorum sensing activities against food borne pathogens [8-10]. Additionally unlike antibiotics, QS inhibitors could prevent pathogenesis without killing the pathogen and, reduce the risk of increasing antibiotic resistance.

Hence in this study we showed that essential oils having antibacterial properties can reduce production of pectinase, cellulase, protease and carbapenem in *E. carotovora*. This may provide an alternative strategy for plant protection against plant pathogen *E. carotovora*.

MATERIALS and METHODS

Seven kinds of natural oils rose (Sebat), orange (Karden), lavender (Mecitefendi), clove (Karden), cinnamon (Karden), black pepper (Ecodab) and cumin (Talya) oils obtained from markets were used in this study. Oils were diluted with ethanol, filter-sterilized using 0.45µm (pore size) filters and stored at +4°C until use.

Bacterial Strains and Media

Erwinia carotovora subsp. carotovora ATCC 39048 and β-lactam super sensitive *E. coli* (ESS) strain were obtained from the Department of Biology, Süleyman Demirel University, Isparta. In this study, Luria Bertani (LB) broth (Difco) or agar medium was used. And the medium was supplemented with antibiotics where appropriate.

Determination of Minimum Inhibitory Concentrations (MIC) using Broth Dilution

Minimum inhibitory concentrations (MIC) of oils were determined according to Broth Dilution Assay. Bacterial strains were grown in Mueller-Hinton (MH) broth and suspended in MH broth to give a final density of 10⁵CFU/mL. Two fold dilutions ranging from 4-0.0156% (v/v) of the oils were prepared in the test tubes, including one growth control (MH broth) and one sterility control (MH broth + test oil). Test tubes were incubated at 30°C for 48 h. The MIC values were

determined as the lowest concentration of oil preventing visible growth of microorganisms.

Estimation of Cellulase, Pectinase and Protease Production

Cellulase and pectinase activities were detected on assay plates as published previously [11]. Protease assays were performed using a method adapted from [12] with or without cinnamon oil (0.0025%: v/v), rose and clove essential oil (0.005%: v/v), orange, lavender, black pepper and cumin oil (0.001%: v/v).

Carbapenem Plate Assays

Carbapenem production assay was carried out as described previously [13], using the β-lactam super sensitive *E. coli* (ESS) strain. Cultures of *E. carotovora* ATCC 39048 were grown in the presence of cinnamon oil (0.0025%), rose essential oil (0.005%), orange, lavender, clove, black pepper and cumin oil (0.001%) and pelleted by centrifugation. Aliquots (100 µL) of filter-sterilized culture supernatants were applied to wells cut into an LB agar plate seeded with a lawn of *E. coli* ESS and incubated overnight at 30°C. Carbapenem production was indicated by a clear zone around the test strain where *E. coli* ESS did not grow.

Potato Tissue Maceration

To evaluate the effectiveness of the selected oils in reducing soft rot infection in storage, potato tissue maceration assay was performed as described in [14]. Potato tubers obtained from a local supermarket were immersed in 10% hypochlorite solution for 10 min then washed with distilled water and allowed to air dried at room temperature. 100 microliters of *E. carotovora* ATCC 39048 culture (10⁸ cfu/mL) treated oils (cinnamon oil (0.0025%), rose essential oil (0.005%), orange, lavender, clove, black pepper and cumin oil (0.001%) was injected on upper surface of potato. Than infected tubers wrapped with tissue paper and cling film to prevent dehydration and incubated in a moist chamber at 30°C for 48 h. After 3 days, the soft, macerated tissue surrounding each injection site was carefully scraped out using a spatula and weighed. Each experiment contained 5 internal replicates.

Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Analysis

The percentage composition of essential oil was determined and identified by GC-MS. Analysis was carried out on a Shimadzu GC-MS QP 5050 (Kyoto, Japan) gas chromatograph-mass spectrometer system equipped with a CP WAX 52 CB capillary column (50 m *0.32 mm ID, df :1.2 lm- Varian) and helium (99.999 %) was used as carrier gas. The mass spectrometer was run in the electron impact mode at 70 eV. The injection volume was 1 µL. GC temperature program; the initial temperature of the oven was 60°C, which is increased from 2°C in this case to 220°C in this minute and left at

220°C for 20 minutes. Detector and injector temperature was 250°C.

RESULTS and DISCUSSION

Determination of Minimum Inhibitory Concentrations (MIC) of Oils against *E. carotovora* ATCC 39048 and β -lactam Super Sensitive *E. coli* (ESS) Strain Broth Dilution Method

MICs of the oils were determined against *E. carotovora* ATCC 39048 and *Escherichia coli* ESS strain. The rose, cinnamon, lavender and clove essential oils exhibited concentration-dependent inhibition of growth. MIC values for *E. coli* ESS strain was higher (i.e., 4.5 mg/mL) than that for *E. carotovora* ATCC 39048 (Table 1).

Cumin, black pepper and orange oils did not exhibited any antibacterial activity against *E. carotovora* ATCC 39048 and *E. coli* ESS strain in tested concentrations.

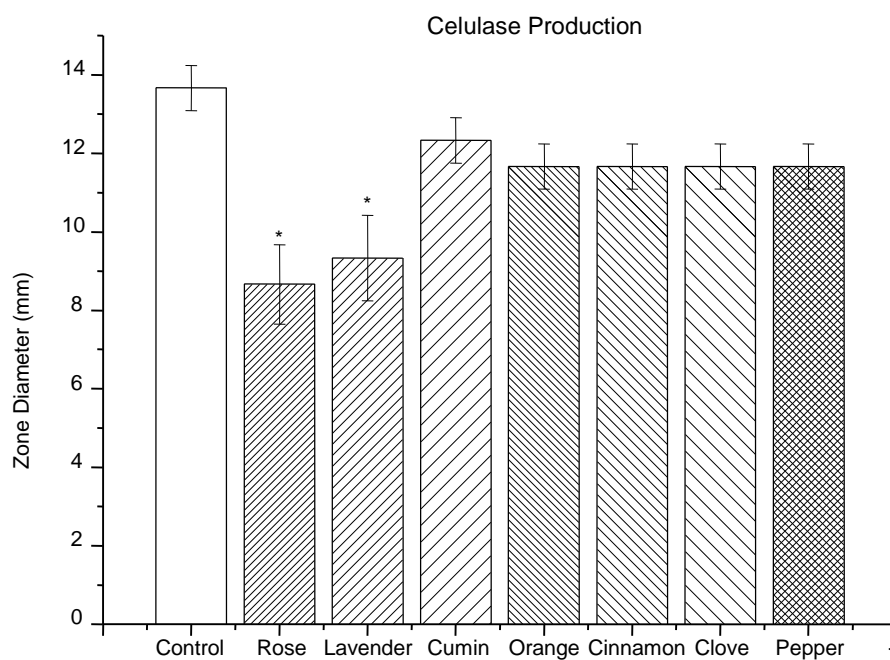
Cellulase, Pectinase and Protease Production of *E. carotovora* ATCC 39048 in the Presence of Oils

To study the impact of oils on exoenzyme production of *E. carotovora* ATCC 39048, the activity of the major virulence determinants (cellulase, pectinase and protease) were measured in the presence of oils. As shown in Figures 1A, B and C, rose essential oil (0.005% v/v) showed statistically significant ($p < 0.05$) decrease in the production of cellulase (36.6%), pectinase (38.1%) and protease (29%).

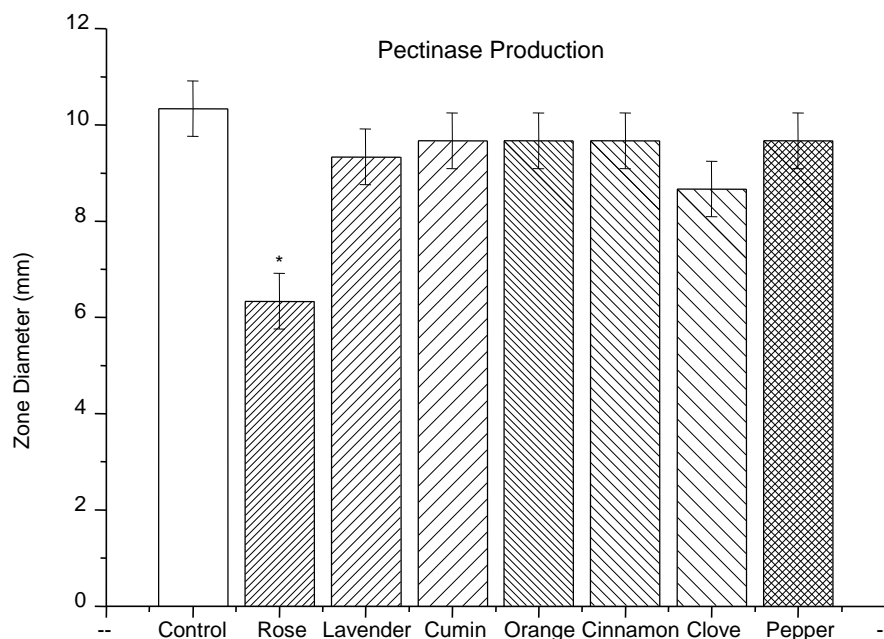
Table 1. Minimum inhibitory concentrations of oils for *E. carotovora* ATCC 39048 and *Escherichia coli* β -lactam super sensitive (ESS) strain.

Oils	Minimum inhibitory concentrations (volume:volume %)	
	<i>E. carotovora</i>	<i>E. coli</i>
Rose	0.06	0.25
Lavender	0.25	2
Cinnamon	0.03	0.125
Clove	0.125	0.25
Cumin	>4*	>4*
Blackpepper	>4*	>4*
Orange	>4*	>4*

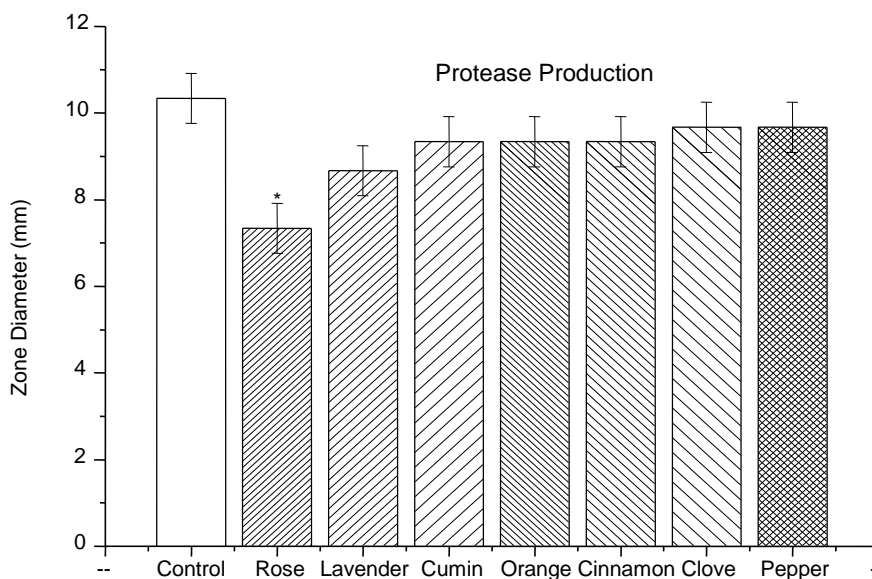
*no antibacterial effect.



a)



b)



c)

Figure 1. Cellulase (a), pectinase (b) and protease (c) activity of *E. carotovora* ATCC 39048 in the presence of oils. Data shows the means of three replicates vertical bar represents +standard error; Values followed by an asterisk denote significant difference (at $p < 0.05$) compared to control.

Carbapenem Plate Assays

To test for the effects of oils on carbapenem production, plate assay was evaluated. Rose essential oil (61.9%),

lavender essential oil (54%), clove essential oil (33.3%) and cumin oil (27%) caused statistically significant ($p < 0.05$) decrease in the carbapenem production (Figures 2. and 3).

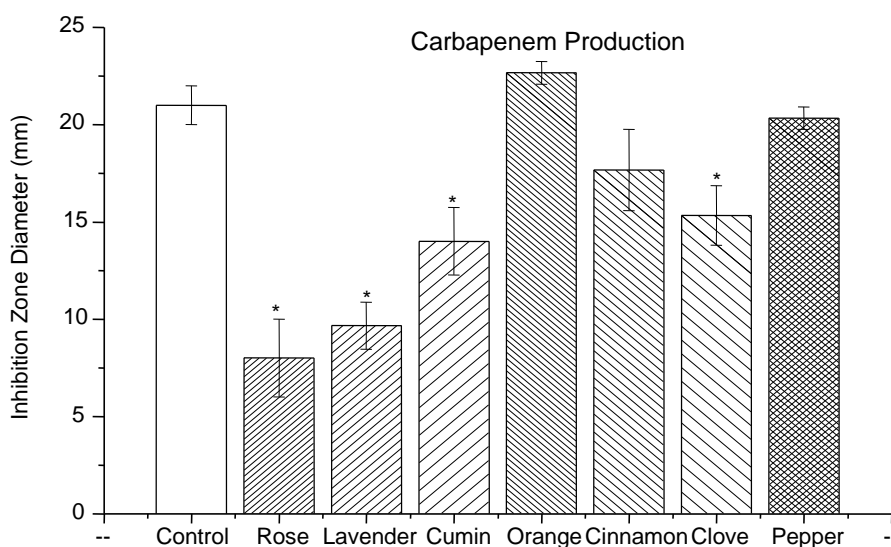


Figure 2. Carbapenem production of *E. carotovora* ATCC 39048 in the presence or absence (control) of oils. Data shows the means of three replicates vertical bar represents +standard error; Values followed by an asterisk denote significant difference (at $p < 0.05$) compared to control.

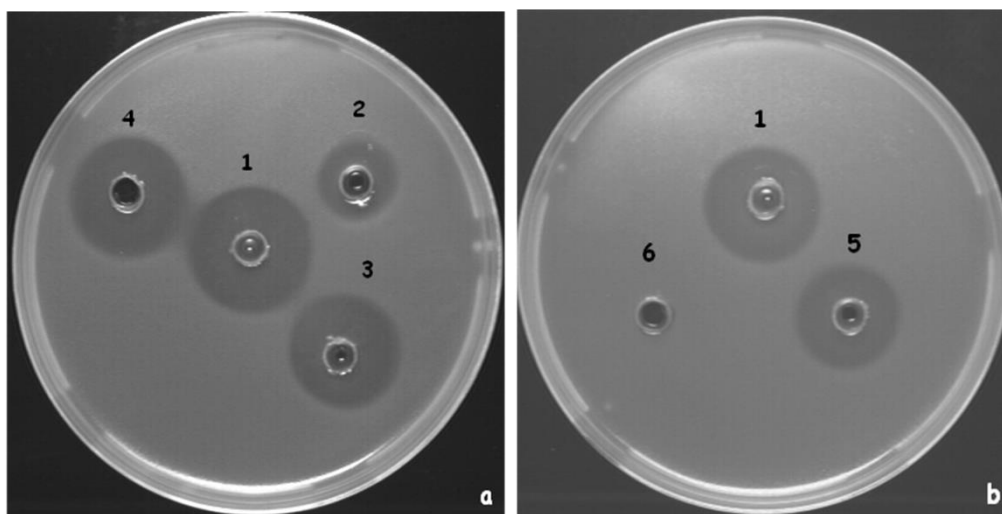


Figure 3. Oils inhibit carbapenem production was assayed using the β -lactam super sensitive *E. coli* (ESS) strain: (1) control, (2) lavender, (3) clove, (4) orange, (5) black pepper and (6) rose oil and incubated overnight at 30°C. The zones of clearing are proportional to the levels of carbapenem secreted by *E. carotovora*. These data are representative of two independent experiments.

Tissue Maceration Assays

Oils were assayed for maceration activity and results showed that tissue maceration were significantly lowered (9.1–61.4%) in treated samples (Figures 4 and

5). Rose essential oil was found to be the most effective to reduce tissue maceration (0.005%) (61.4%) (Figure 5), and the maximum macerated tissue was found in the cinnamon essential oil treated samples (Figure 4).

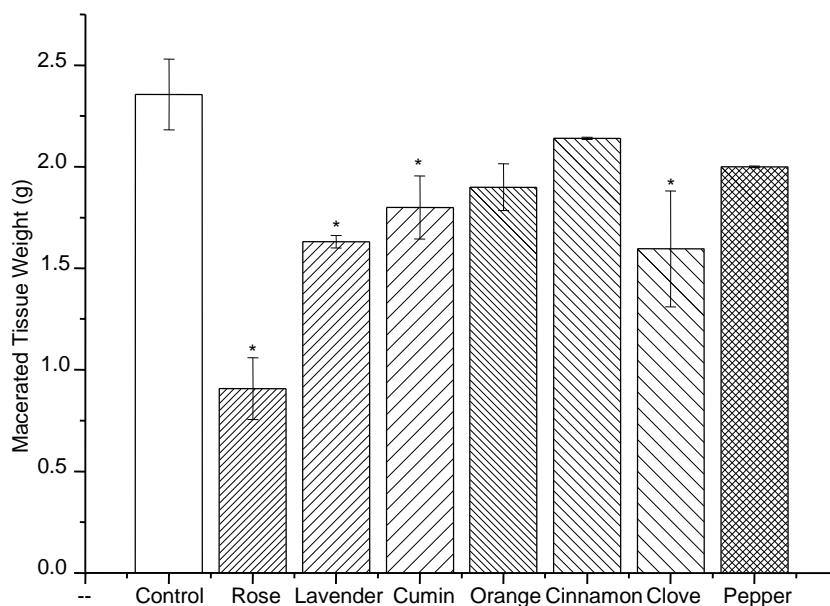


Figure 4. Tissue maceration of *E. carotovora* ATCC 39048 in the presence of oils. Data shows the means of three replicates vertical bar represents +standard error; Values followed by an asterisk denote significant difference (at $p < 0.05$) compared to control.

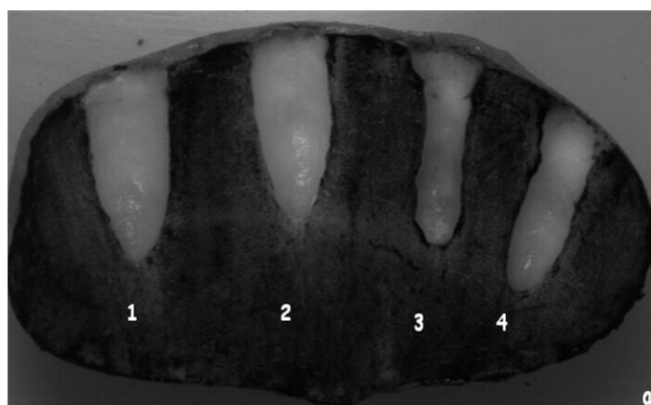


Figure 5. Potato tuber incubated for two days following inoculation with *E. carotovora* ATCC 39048 with or without essential oils. The potato is sliced through the center of inoculation sites and macerated tissue is removed for the assay; *E. carotovora* ATCC 39048 (1-2), *E. carotovora* ATCC 39048 and rose oil 0.005% (3), *E. carotovora* ATCC 39048 and rose oil 0.0025% (4).

GC-MS Analysis of the Essential Oils

GC-MS analysis of the rose and lavender essential oils showed that fifteen and nine components were identified in rose and lavender essential oils, respectively. The major constituents of the rose essential oil were citrenellol (36.2%), nerol (26.5%), geraniol (5.1%) and lavender essential oil were linalool (42.6%), linalyl acetate (40%), camphor (5.25%) and eucalyptol (4.50%). Other components were present in amounts less than 2%.

In recent years, interest in plant extracts and essential oils has increased and numerous studies on the antimicrobial and anti-quorum sensing activity have been reported [15-23]. And using essential oils for

controlling post-harvest diseases is an attractive, effective, environment friendly approach and an alternative to pesticides. Because *E. carotovora* uses QS to regulate virulence, strategies designed to interfere with these signaling systems may provide an opportunity to control of soft rot disease.

Although some studies have shown the efficiency of some chemicals and chitosan to control post-harvest diseases such as soft rot [24-26], the anti-quorum sensing effects of rose and lavender essential oils in *E. carotovora* was firstly demonstrated with this study. The potential therapeutic value of rose and lavender essential oils against soft rot disease inhibiting production of the exoenzymes (cellulase, pectinase and protease), carbapenem and potato tissue maceration in

the *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* ATCC 39048 have been investigated. The GRAS status [27] of essential oils their application to control disease to provide safe food.

It has been reported that the antimicrobial activity of essential oils was most likely due to antimicrobial components present in oil (monoterpenes, sesquiterpenes and aldehydes and alcohols) [28]. Inhibition of QS system can be achieved by either competitive binding of signal-like molecules to cognate receptors, inhibition of reception signal molecules or enzymatic signal degradation [29, 30]. Presently, the exact mechanism underlying inhibitory activity of tested essential oils in the soft rot bacteria *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* ATCC 39048 is unknown and needs to be further elucidated.

CONCLUSIONS

Our results have shown that rose and lavender essential oils showed significant anti-quorum sensing activity against soft rot bacteria *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* ATCC 39048 and effectively reduced the bacterial soft rot disease of potato via inhibiting production of the cellulase, pectinase, protease and carbapenem. The rose and lavender essential oils have noticeable anti-QS activities which may make them an alternative to reduce post-harvest soft rot disease of potato.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was financially supported by a project no 2233-YL-10 from Research Foundation of Suleyman Demirel University, Isparta, Turkey). We thank to Sebat Ltd., Isparta for kindly providing rose oil.

REFERENCES

- [1] Perombelon, M.C., Kelman, A. (1980). Ecology of the soft rot erwinias. *Annual Review of Phytopathology*, 18(1), 361-387.
- [2] Kotoujansky, A. (1987). Molecular genetics of pathogenesis by soft-rot Erwinias. *Annual Review of Phytopathology*, 25(1), 405-430.
- [3] Park, Y., Jeon, M.H., Lee, S., Moon, J.S., Cha, J., Kim, H.Y., Cho, T. (2005). Activation of defense responses in Chinese cabbage by a nonhost pathogen, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 38(6), 748-754.
- [4] Li, Q.Q., Meng, S., Yu, Z.N. (2011). Suppressing *Erwinia carotovora* pathogenicity by projecting N-acyl homoserine lactonase onto the surface of *Pseudomonas putida* cells. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 21(12), 1330-1335.
- [5] Collmer, A., Keen, N.T. (1986). The role of pectic enzymes in plant pathogenesis. *Annual Review of Phytopathology*, 24(1), 383-409.
- [6] McGowan, S.J., Barnard, A.M., Bosgelmez, G., Sebahia, M., Simpson, N.J., Thomson, N.R., Todd, D.E., Welch, M., Whitehead, N.A., Salmond, G.P., 2005. Carbapenem antibiotic biosynthesis in *Erwinia carotovora* is regulated by physiological and genetic factors modulating the quorum sensing-dependent control pathway. *Molecular Microbiology*, 55(2), 526-545.
- [7] Parker, W.L., Rathnum, M.L., Wells, J.J.S., Trejo, W.H., Principe, P.A., Sykes, R.B. (1982). SQ 27,860, A simple carbapenem produced by species of *Serratia* and *Erwinia*. *The Journal of Antibiotics*, 35(6), 653-660.
- [8] Smith-Palmer, A., Stewart, J., Fyfe, L. (1998). Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. *Letters in Applied Microbiology*, 26(2), 118-122.
- [9] Hammer, K.A., Carson, C., Riley, T. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86(6), 985-990.
- [10] Elgayyar, M., Draughon, F., Golden, D., Mount, J. (2001). Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *Journal of Food Protection*, 64(7), 1019-1024.
- [11] Andro, T., Chambost, J.P., Kotoujansky, A., Cattaneo, J., Bertheau, Y., Barras, F., Van Gijsegem, F., Coleno, A. (1984). Mutants of *Erwinia chrysanthemi* defective in secretion of pectinase and cellulase. *Journal of Bacteriology* 160(3), 1199-1203.
- [12] Hankin, L., Anagnostakis, S. (1975). The use of solid media for detection of enzyme production by fungi. *Mycologia*, 67(3), 597-607.
- [13] McGowan, S., Sebahia, M., Porter, L., Stewart, G., Williams, P., Bycroft, B., Salmond, G. (1996). Analysis of bacterial carbapenem antibiotic production genes reveals a novel β -lactam biosynthesis pathway. *Molecular Microbiology*, 22(3), 415-426.
- [14] Walker, D.S., Reeves, P.J., Salmond, G. (1994). The major secreted cellulase, CelV, of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* is an important soft rot virulence factor. *Molecular Plant Microbe Interactions*, 7(3), 425-431.
- [15] Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223-253.
- [16] Khan, M.S.A., Zahin, M., Hasan, S., Husain, F.M., Ahmad, I. (2009). Inhibition of quorum sensing regulated bacterial functions by plant essential oils with special reference to clove oil. *Letters in Applied Microbiology*, 49(3), 354-360.
- [17] Szabó, M.Á., Varga, G.Z., Hohmann, J., Schelz, Z., Szegedi, E., Amaral, L., Molnár, J. (2010). Inhibition of quorum-sensing signals by essential oils. *Phytotherapy Research*, 24(5), 782-786.
- [18] Hyldgaard, M., Mygind, T., Meyer, R.L. (2012). Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. *Frontiers in Microbiology*, 3(12), 1-24.
- [19] Kalia, V.C. (2013). Quorum sensing inhibitors: An overview. *Biotechnology Advances*, 31(2), 224-245.

- [20] Truchado, P., Larrosa, Castro-Ibáñez, M.I., Allende, A. (2015). Plant food extracts and phytochemicals: Their role as quorum sensing inhibitors. *Trends in Food Science & Technology*, 43(2), 189-204.
- [21] Singh, B.N., Pandey, G., Jadaun, V., Singh, S., Bajpai, R., Nayaka, S., Naqvi, A.H., Rawat, A.K.S., Upreti, D.K., Singh, B.R. (2015). Development and characterization of a novel Swarna-based herbo-metallic colloidal nano-formulation - inhibitor of *Streptococcus mutans* quorum sensing. *RSC Advances*, 5(8), 5809-5822.
- [22] Eris, R., Ulusoy, S. (2013). Rose, clove, chamomile essential oils and pine turpentine inhibit quorum sensing in *Chromobacterium violaceum* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16(2), 126-135.
- [23] Kerekes, E.B., Deák, É. Takó, M., Tserennadmid, R., Petkovits, T., Vágvölgyi, C., Krisch, J. (2013). Anti-biofilm forming and anti-quorum sensing activity of selected essential oils and their main components on food-related microorganisms. *Journal of Applied Microbiology*, 115(4), 933-942.
- [24] Cuong, H.N., Tung, H.T., Minh, N.C., Van Hoa, N., Phuong, P.T.D., Trung, T.S. (2017). Antibacterial activity of chitosan from squid pens (*Loligo chensis*) against *Erwinia carotovora* from soft rot postharvest tomato fruit. *Journal of Polymer Materials*, 34(1), 319-330.
- [25] Rahman, M.M., Khan, A.A., Mian, I.H., Akanda, A.M., Alam, M.Z. (2017). Effect of some chemicals on incidence of potato soft rot disease in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 52(2), 135-140.
- [26] Ahmed, F.A., Arif, M., Alvarez, A.M. (2017). Antibacterial effect of potassium tetraborate tetrahydrate against soft rot disease agent *Pectobacterium carotovorum* in tomato. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1728.
- [27] U.F.a.D.A. FDA, FDA. (2014).
- [28] 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.
- [29] Sio, C.F., Otten, L.G., Cool, R.H., Diggle, S.P., Braun, P.G., Bos, R., Daykin, M., Cámara, M., Williams, P. Quax, W.J. (2006). Quorum quenching by an N-acyl-homoserine lactone acylase from *Pseudomonas aeruginosa* PAO1. *Infection and Immunity*, 74(3), 1673-1682.
- [30] Taganna, J.C., Quanicco, J.P., Perono, R.M.G., Amor, E.C., Rivera, W.L. (2011). Tannin-rich fraction from *Terminalia catappa* inhibits quorum sensing (QS) in *Chromobacterium violaceum* and the QS-controlled biofilm maturation and LasA staphylolytic activity in *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Ethnopharmacology*, 134(3), 865-871.
-

Kırmızı ve Yeşil Mercimekten Elde Edilen Diyet Liflerinin Karakterizasyonu ve Fonksiyonel Özellikleri

Dilara Nilüfer-Erdil , Sinem Gedik 

İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul

Geliş Tarihi (Received): 06.04.2018, Kabul Tarihi (Accepted): 08.06.2018

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): niluferd@itu.edu.tr (D.Nilüfer Erdil)

☎ 0 212 285 73 42 📠 0 212 285 73 33

ÖZ

Bu çalışmada, kırmızı ve yeşil mercimeklerin içerdikleri diyet liflerinin taneden izole edilmesi ve mercimek diyet liflerinin gıda ürünlerinde fonksiyonel bileşen olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Mercimekteki diyet liflerini (kabuk diyet lifleri, çözünür olmayan kotiledon diyet lifleri ve çözünür kotiledon diyet liflerini) elde etmek üzere üç farklı yöntem uygulanmıştır. Elde edilen liflerin kompozisyonu ve verimi yanı sıra su tutma kapasitesi, yağ tutma kapasitesi, emülsiyon oluşturma kapasitesi ve şişme kapasitesi gibi fonksiyonel özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca, elde edilen liflerin termal özellikleri de Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) cihazı ile belirlenmiştir. Yeşil mercimek ununun %6.83'ü kabuk diyet lifi, %1.78'i çözünür olmayan kotiledon diyet lifi, %8.00'i ise çözünür kotiledon diyet lifi olarak izole edilmiştir. Kırmızı mercimek ununun ise %5.16'sı kabuk diyet lifi, %0.62'si çözünür olmayan kotiledon diyet lifi, %7.08'i çözünür kotiledon diyet lifi olarak izole edilmiştir. Kotiledon unundan çözünür olmayan diyet lifi eldesinin kırmızı mercimekte yeşil mercimeğe göre daha düşük verimli olduğu görülmüştür. Yeşil mercimekten elde edilen liflerde toplam diyet lifi içerikleri; kabuk lifleri, çözünür kotiledon diyet lifleri ve çözünür olmayan kotiledon diyet lifleri için sırasıyla; %23.76, 11.51 ve 72.81 olarak bulunmuştur. Kırmızı mercimek için ise sırasıyla; %20.30, 11.06 ve 43.68 olarak elde edilmiştir. Diyet liflerinin fonksiyonel özellikleri incelendiğinde, çözünür olmayan kotiledon diyet liflerinin diğer izole diyet liflerine kıyasla daha yüksek su tutma, yağ tutma ve şişme kapasitesi gösterdiği belirlenmiştir. Emülsiyon oluşturma kapasiteleri mercimek diyet lifleri için genel olarak zayıf bulunmuştur, ancak çözünür kotiledon diyet liflerinin emülsiyon oluşturma kapasitelerinin çözünür olmayan kotiledon diyet lifleri ve kabuk diyet liflerine kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Mercimek, Diyet lifi, İzolasyon, Fonksiyonel özellik, Karakterizasyon

Characterization and Functional Properties of Dietary Fibers Isolated from Red and Green Lentils

ABSTRACT

In this study, dietary fiber fractions of red and green lentils were isolated, and their potential uses in food products as functional ingredients were determined. During the isolation of dietary fiber fractions, three different methods were used, and three different dietary fiber fractions (hull fiber, insoluble cotyledon fiber and soluble cotyledon fiber) were obtained. Besides the composition and yield of the isolated fibers, their functional properties such as water holding capacity, oil holding capacity, emulsion formation ability and swelling power were also determined. On the other hand, thermal properties of the isolated fibers were determined by the DSC method. From green lentil flour, 6.83% hull fiber, 1.78% insoluble cotyledon fiber and 8.00% soluble cotyledon fiber were obtained while 5.16%, hull fiber, 0.62% insoluble cotyledon fiber and 7.08% soluble cotyledon fiber were isolated from red lentil flour. Yield for cotyledon insoluble fiber from red lentils were lower than the yield of cotyledon insoluble fiber from green lentils. Total dietary fiber contents for the hull fiber, soluble cotyledon fiber and insoluble cotyledon fiber ingredients isolated from green

lentils were 23.76, 2.51 and 72.81% whereas for red lentils these values were 20.30, 11.06 and 43.68%, respectively. For the functional properties of dietary fibers, insoluble cotyledon dietary fibers showed higher water holding, fat retention and swelling capacities than other dietary fiber fractions. Emulsion forming capacity was generally weak for lentil fibers. But, the emulsion forming capacity of soluble cotyledon fibers were greater than insoluble cotyledon fiber and hull fiber ingredients.

Keywords: Lentil, Dietary fiber, Isolation, Functional properties, Characterization

GİRİŞ

Baklagiller yüksek miktarlarda içerdikleri protein, karbonhidrat, diyet lifi, vitamin, mineral ve fitokimyasal maddeler nedeniyle, pek çok ülkede insanlar için önemli bir besin kaynağı olarak görülmektedirler [1]. Bakliyatlar ülkemizde yaygın olarak tüketilmesine karşın endüstriyel ürünlere işlenmesinde ve ekonomik değerinin artırılmasında istenilen noktaya gelememişlerdir.

Son yıllarda, gıda endüstrisi söz konusu besleyici özellikleri nedeniyle, bakliyatların tek başına veya diğer gıda kaynakları ile birleştirilerek kullanımını arttırmayı hedeflemektedir. Bakliyatların yüksek oranda içerdikleri protein ve diyet lifi gibi faydalı bileşenlerinin izolat formunda elde edilmesi ve endüstride kullanım alanlarının araştırılması bu nedenle önem kazanmaktadır [2].

Baklagillerin diyet lifi içerikleri incelendiğinde; çözünür diyet lifince de zengin oldukları, çözünür olmayan diyet lifini ise tüm diyet lifi miktarı içerisinde daha az oranda içerdikleri görülmektedir [3]. Baklagillerde uzun zincirli çözünebilir polisakkaritler ve çözünür olmayan polisakkaritler başta olmak üzere galaktooligosakkaritler ve dirençli nişasta gibi birkaç çeşit diyet lifine rastlanmaktadır. Baklagil diyet lifleri prebiyotik özellikler göstermekte ve insan sağlığına faydalı oldukları belirtilmektedir [4].

Diyet liflerinin çeşitli gıda formülasyonlarına eklenmesi, eklendiği gıdanın emülsiyon oluşturma, jel oluşturma, su tutma ve yağ tutma kapasiteleri gibi fonksiyonel özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir. Bu nedenle diyet lifleri özellikle fırıncılık ve pastacılık ürünleri, reçel, çorba ve et ürünlerinde tekstürel yapıyı geliştirmek, sinerezisi (su salımını) önlemek ve stabil emülsiyonlar oluşturabilmek açısından önemli gıda bileşenleridir [5].

Birçok gıdanın toplam diyet lifi içeriği araştırmalara uzun yıllardır konu olsa da, son yıllarda baklagillerin diyet lifi içeriği sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle dikkat çekici hale gelmiştir [6]. İçerdiği diyet lifi, sindirim sistemini destekleyici, kolesterol ve kandaki şeker oranını düşürücü fonksiyonel etkilere sahiptir [7-9]. Diyet liflerinin fonksiyonel özelliklerinin anlaşılması ve ileri düzeyde tanımlanabilmesi ile gıda endüstrisinde kullanımını ve diyet lifi içeren yeni ürün formülasyonlarının geliştirilmesini arttırmak mümkündür [10].

Baklagil lifleri de; fırıncılık ürünleri, makarna, şekerleme, çorba, sos ve içecek üretiminde fonksiyonel bileşen olarak kullanılabilir niteliktedir [11]. Baklagillerin unları ve diyet lifi fraksiyonları, işlenmiş gıdaların çözünür ve

çözünür olmayan diyet lifi içeriklerini arttırarak sağlık üzerine olumlu etkiler kazandırabilir niteliktedirler. Ayrıca içerdikleri galaktooligosakkaritler, son dönemdeki çalışmalarla prebiyotik özellikleri kanıtlanmış düşük molekül ağırlıklı diyet lifleri olarak kabul görmektedirler [12].

Diyet lifi baklagil unlarından yaş veya kuru ayırma yöntemleri ile izole edilebilmektedir. Kuru işlemler ezme, öğütme, eleme ile fiziksel olarak yapılan ayırma işlemleridir. Yaş ayırma yöntemleri ise nişasta ve proteinin parçalanarak uzaklaştırılması ile diyet lifinin ayrılması prensibine dayanmaktadır. Yaş ayırma işlemlerinde oligosakkaritler çözünür diyet lifi ekstraktından izole edilebilmektedir [12].

Literatürde baklagillerden diyet lifi eldesi çalışmaları oldukça sınırlıdır. Meuser ve ark. [13] yaptıkları çalışmada, bezelyeden yüksek saflıkta nişasta ve bu esnada yan ürün olarak diyet lifi izole etmişlerdir. Otto ve ark. [14] ise nohut, fasulye ve bezelyeden un eldesi üzerine yaptıkları çalışmada kotiledon dışındaki bölümlerin protein ve lif içeriğinin yüksek, nişasta içeriğinin ise düşük olduğunu gözlemlemişlerdir. Nişastanın eldesi için bugün günümüzde de diyet lifi eldesinde kullanılan benzer yaş ayırma teknikleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerde, çözünür olmayan diyet lifi ikincil nişasta içeriğinden yaş eleme ve alfa amilaz ile muamele edilerek ayrıştırılmaktadır. Çözünür diyet lifi ise izoelektrik protein çöktürmesi ve nişastanın uzaklaştırılması ile elde edilmektedir [15].

Mercimek tanesindeki lifler mercimeğin kabuk kısmında ve embriyonun çenek yaprağı olan kotiledon kısmındadır. Kotiledon lifi ve kabuk lifi arasındaki temel farklılık; selülozik ve selülozik olmayan polisakkaritlerin varlığıdır. Kabuk lifleri çoğunlukla hücre duvarı yapısını oluşturan selülozu, daha az miktarlarda da hemiselüloz ve lignini içerirler. Kotiledon lifleri ise; hemiselüloz, pektin ve gamlar gibi yapısal olmayan polisakkaritleri içerirler [15].

Bu çalışmada; kırmızı mercimek ve yeşil mercimekten kabuk diyet lifleri, çözünür kotiledon diyet lifleri ve çözünür olmayan kotiledon diyet liflerinin ayrı ayrı izole edilerek karakterize edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen diyet liflerinin fonksiyonel özellikleri belirlenerek gıdalarda kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. Ülkemizde yaygın olarak tüketilen yeşil ve kırmızı mercimeğin sağlığa faydalı bir bileşeni olan diyet lifinin izole edilmesi ile katma değeri yüksek bir gıda bileşeni elde edilmesi ve gıda sanayinde kullanım olanaklarının araştırılması hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Kırmızı ve yeşil mercimek taneleri 2016 yılına ait ülkemizde yetişen ve marketlerde satışa sunulan ürünlerden temin edilmiş olup analizlere dek oda sıcaklığında kuru ortamda muhafaza edilmiştir. Analizlerde tek çeşit kırmızı ve yeşil mercimek kaynak olarak kullanılmıştır.

Metot

Mercimek Tanelerinin Kompozisyon Analizleri ve Fiziksel Özellikleri

Yeşil ve kırmızı mercimek taneleri öğütülerek toplam nem, kül, protein, yağ, diyet lifi miktarları ve şeker içerikleri tayin edilmiştir. Mercimek unlarının ayrıca elek analizi yapılmış ve partikül boyutu tespit edilmiştir. Tüm analizler iki tekrarlı olarak yapılmıştır.

Nem Analizi

Nem miktarı tayini Shimadzu marka (Japonya) infrared nem tayin cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihaza özel alüminyum kaplara yaklaşık 1 g örnek tartılarak 130°C'de kurutulmuştur.

Kül Analizi

Kül miktarı tayini AOAC 923.03 no'lu yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öğütülerek un haline getirilen yeşil mercimek ve kırmızı mercimek örneklerinden yaklaşık 3 g alınarak ağırlığı bilinen porselen krozeler içine tartılmıştır. 550°C'de kapak tam kapalı şekilde 16 saat boyunca kül fırınında bekletilmiştir.

Protein Analizi

Protein tayini AOAC 920.87 no'lu yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 1 g örnek yakma tüpüne alınarak üzerine katalizör (bakır sülfat ve potasyum sülfat) ve 25 mL derişik H₂SO₄ eklenmiştir. Berrak açık yeşil renk görüldükten sonra 30 dakika daha yakma işlemine devam edilmiş, soğutulduktan sonra distilasyon aşamasına geçilmiştir. Yakma tüpüne 50 mL distile su eklenerek distilasyon ünitesine (Büchi, K-350, Almanya) yerleştirilmiş, ünitenin distilat toplama bölümüne ise 25 mL %4'lük borik asit ve metil red/metilen mavisi içeren erlen yerleştirilmiştir. Elde edilen distilat 0.2 N HCl çözeltisi ile titre edilmiştir.

Yağ Analizi

Yağ miktarı tayini Gerhardt Soxtherm Otomatik Yağ Tayin Cihazı (Gerhardt Soxtherm, Almanya) kullanılarak AACC 30-25 metodu ile gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık olarak 3 g örnek tartılmış, petrol eteri eklenmiş ve cihaz 200°C'de çalıştırılmıştır. İşlem sonucunda döner buharlaştırıcıya alınan balon içeriğindeki çözgen uçurulmuştur.

Toplam Diyet Lifi Analizi

Toplam diyet lifi (TDL), çözünür olmayan diyet lifi (ÇODL) ve çözünür diyet lifi (ÇDL) analizleri AACC 32-

07/AOAC 991.43 numaralı enzimatik-gravimetrik yöntemle yapılmıştır. Analizlerin uygulanmasında diyet lifi analiz kiti olarak Sigma TDF-100A (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, ABD) kullanılmıştır. Yeşil ve kırmızı mercimek örneklerinden 1±0.01 g tartılan örnekler, alfa-amilaz, proteaz ve amiloglukozidaz enzimleri ile uygun sıcaklık, süre ve pH koşulları sağlanarak hidrolize edilmiş, ardından süzülerek çözünür olmayan diyet lifi içeriği elde edilmiştir.

Kalıntılar ise sırasıyla %78 ve %95 etanol çözeltileri ve aseton ile yıkanmıştır. Süzüntü ise %95 etanol ile 1 saat çöktürülmüş, süzme sonrası elde edilen kalıntı ÇDL içeriği olarak kabul edilmiştir. Bir gece 105°C'de kurutma sonrası tartılmış ve net diyet lifi miktarları kalıntı protein ve kül analizlenip çıkartılarak saptanmıştır. Kalıntıda kül miktarının belirlenmesi için kül fırınında 525°C'de 5 saat bekletilmiştir. TDL ise ÇODL ve ÇDL toplamı alınarak belirlenmiştir.

Elek Analizi

Mercimek taneleri öğütüldükten sonra elek analizi yapılarak beş farklı partikül boyutunda (<38 µm, 38-53 µm, 53 µm-106 µm, 106-212µm, 212-425µm, 425-850 µm, >850 µm) sınıflandırılmıştır. Öğütme sonrası mercimek tanelerinin kütle ortalama çapları kısmi analizi; elek üstünde kalan ağırlığın elek altında kalan ağırlığa bölünmesi ile elde edilmiştir. Kısmi analizi yüksek elek çapı unun tanecik boyutunun yoğun olduğu aralık olarak kabul edilmiştir.

Mercimekten Diyet Lifi Eldesi

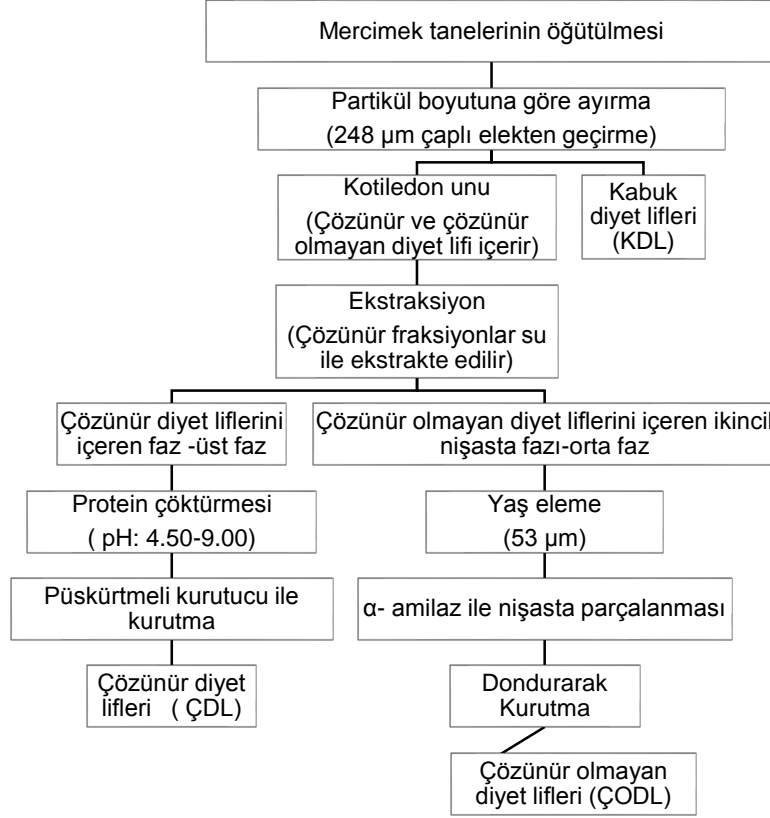
Yeşil ve kırmızı mercimek taneleri (500 g) endüstriyel tip öğütücü ile 15 dakika öğütülerek un haline getirilmiştir. Öğütülen mercimeklerin unlarından 3 farklı yöntem ile diyet lifleri izole edilmiştir. Bu yöntemler; mekanik yöntemler ile kabuk lifi eldesi (KDL), protein çöktürülmesi ile çözünür kotiledon diyet lifi eldesi (ÇDL) ve enzimatik işlemler ile çözünür olmayan kotiledon diyet lifi (ÇODL) eldesi olarak gruplandırılmıştır. Şekil 1'de mercimeklerden diyet lifi eldesi şematik olarak gösterilmiştir.

Kabuk Diyet Lifi Eldesi

Öğütülen kırmızı ve yeşil mercimekler 248 µm'lik elekten geçirilerek kabuk kısımları kepek fraksiyonu olarak ayrılmış, 4 kez daha aynı öğütücü ile öğütülerek partikül boyutu düşürülmüş ve tekrar 248 µm'lik elekten geçirilmiştir. Kabuk fraksiyonu yüksek düzeyde çözünür olmayan diyet lifi içeriği nedeniyle kabuk diyet lifi (KDL) olarak incelenmiştir.

Çözünür ve Çözünür Olmayan Kotiledon Diyet Liflerinin Eldesi

Öğütülen ve elekten geçirilerek kabuk kısmı ayrıştırılan mercimeklerin kalan bölümleri kotiledon olarak adlandırılmaktadır. Kotiledon kısmından iki çeşit diyet lifi elde edilmiştir. Bunlar; çözünür diyet lifleri (ÇDL) ve çözünür olmayan diyet lifleridir (ÇODL) [15].



Şekil 1. Mercimekten diyet lifi eldesi aşamaları [15].

Kabuğu alınan mercimeklerden (kotiledon unu) 200 g alınarak 500 mL distile su ile laboratuvar tipi blenderda (Waring Commercial 7011 HS, ABD) yüksek hızda 3 dakika karıştırıldıktan sonra 1500xg hızda oda sıcaklığında 15 dakika santrifüjlenmiştir. Üst faz çözünür diyet lifi fraksiyonu olarak ayrılmıştır. Alt faz birincil nişastayı ve orta faz ikincil nişastayı içeren bölümler tekrar toplanmış 500 mL distile su ilave edilerek yüksek hızda 3 dakika blender ile karıştırılmış ve ardından tekrar santrifüj edilmiştir. İkinci santrifüjden sonra 50 mL'lik santrifüj tüpünde üst faz çözünür diyet lifi, alt faz birincil nişasta ve orta faz çözünür olmayan diyet lifini de içinde barındıran ikincil nişasta fraksiyonu olarak ayrılmıştır. Bu fraksiyonlara ayırma işlemi üç tekrarlı olarak yapılmıştır.

Kotiledon unundan ayrılan ikincil nişasta içerisindeki çözünür olmayan diyet lifi fraksiyonu 2 L distile su ile 53 µm'lik elekten geçirilerek yaş eleme metodu ile ayrılmıştır. Yaş eleme sonrasında elek üstünde kalan çözünmeyen diyet lifleri 400 mL distile su içerisinde çözündürülmüş ve sıcaklığa dayanıklı alfa-amilaz (Termamyl 120, Novazyme) ile 100°C'de su banyosunda (Memmert, WNB 14, Almanya) 30 dakika sürekli karıştırılarak nişastanın parçalanması sağlanmıştır. Enzim ile parçalamanın ardından bulamaç 1500xg'de 10 dakika santrifüjlenmiş ve çökelti ayırıştırılıp dondurularak kurutulmuştur.

Çözünür diyet liflerinin eldesi içinse kotiledon unundan ayrılan üst faz olan çözünür fraksiyona izoelektrik protein çöktürme işlemi yapılmıştır. Bu amaçla önce pH

4'e ayarlanmış ve ardından 1500xg'de 15 dakika santrifüjlenerek protein çöktürülmüştür. Sıvı faz tekrar pH 9'a ayarlanarak 1500xg'de 15 dakika daha santrifüjlenmiştir. Çöken protein fraksiyonu atılmış, sıvı faz çözünür diyet lifi olarak ayrılarak suda çözünürlüğü arttırmak için pH 7'ye getirilmiş ve püskürtmeli kurutucu (Büchi Mini Kurutucu, B-290, İsviçre) ile kurutulmuştur. Püskürtmeli kurutucu parametreleri; aspirator %100, püskürtme gazı: %35, pompa: %25, giriş sıcaklığı 180°C, nozul: 2 olarak seçilmiştir [16].

Mercimek Liflerinde Kompozisyon Analizleri

Elde edilen mercimek liflerinde nem, kül, protein, yağ ve toplam diyet lifi içerikleri yukarıda anlatılan metotlara göre yapılmıştır.

Mercimek Unlarının ve İzole Edilen Diyet Liflerinin Şeker Profillerinin İncelenmesi

Mercimek unlarının ve izole edilen diyet liflerinin şeker profili analizi Sanchez-Mata ve ark.'nın [17] metoduna göre yürütülmüştür. 1.5±0.01 g örnek alınarak 40 mL %80'lik etanol çözeltisi ile 55-60°C'de karıştırılmalı su banyosunda 45 dakika bekletilmiş ve ardından 3000 rpm de 30 dakika santrifüjlenmiştir. Sıvı faz ayrılmış, alt faza aynı işlemler tekrarlanarak ekstraksiyon işlemi tamamlanmıştır. Toplanan sıvı fazlar filtre edilmiş ve döner buharlaştırıcı yardımıyla etanol ekstraktan uzaklaştırılmıştır.

Konsantre ürün 7.5 mL'ye su ile tamamlanmış üzerine 2.5 mL asetronitril eklenmiştir. Örnekler 0.45 µm'lik filtreden geçirilerek viallere doldurulmuş ve refraktif indeks (RI) dedektör ile kombine HPLC sistemine (Waters Alliance) verilmiştir.

Mercimek Liflerinin Teknolojik ve Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi

İzole edilen kabuk lifi, çözünen kotiledon lifi ve çözünmeyen kotiledon lifinin yoğunlukları, su ve yağ tutma kapasiteleri, emülsiyon oluşturma kapasiteleri ve dayanıklılığı ve şişme kapasiteleri incelenmiştir.

Yoğunluk ve Birim Yoğunluğu

10 mL'lik mezür içerisine belirli bir hacim ölçü değerine kadar (5 ml) izole liflerden konulmuş, bu mezür tartılarak liflerin yoğunluğu g/mL olarak ifade edilmiştir [15].

Birim yoğunluğu içinse; 2 g diyet lifi şırınga içerisine yerleştirilmiştir. Şırınga içerisindeki lif piston yardımı ile basınç uygulanarak sıkıştırılmıştır. Şırıngada sıkışan lifin volumetrik ölçümü kaydedilmiştir. Birim yoğunluk g/mL cinsinden ifade edilmiştir [15].

Su Tutma Kapasitesi

Örnekler nem içeriklerinin düşürülmesi amacıyla 12 saat süreyle 95°C etüvde bekletilmiş, ardından desikatörde soğutulmuştur. Kurutulan örneklerden 50 ml'lik santrifüj tüpüne 1.00±0.01 g alınmış, 30 mL distile su eklenerek 6 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. 6 saat sonra santrifüj tüpündeki örnekler 14000xg de 1 saat santrifüj edilmiştir. Sıvı faz tartılarak su tutma kapasitesi; örnek miktarı (g) başına tutulan su miktarı (g) olarak ifade edilmiştir [18].

Yağ Tutma Kapasitesi

Örnek (4.00±0.01 g) 24 mL mısır özü yağı ile 30 dakika vorteks karıştırıcıda 1800 rpm'de karıştırılmıştır. Karışım 1600xg'de 25 dakika santrifüjlenerek sıvı kısmın hacmi ölçülmüştür. Yağ bağlama kapasitesi g örnek başına tutulan g yağ olarak ifade edilmiştir [10,19, 20].

Emülsiyon Oluşturma Kapasitesi

Yüzde 7 örnek bileşeni içeren dispersiyonlardan 20 mL alınmış ve 20 mL mısır özü yağı eklenerek 18000 rpm de homojenize (Ultra-Turrax T-25 IKALabortechnik, Staufen, Almanya) edilmiştir. Bu homojen karışımdan temsili bir miktar alınarak 3000xg'de 5 dakika

santrifüjlenerek son emülsiyon hacimleri ölçülmüştür. Emülsiyon oluşturma kapasitesi emülsifiye haldeki hacmin santrifüj tüpü içerisindeki mevcut hacime oranı esas alınarak yüzdesel olarak ifade edilmiştir [21].

Şişme Kapasitesi

Örnek (500 mg) 50 mL'lik mezüre tartılmış ve 12 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Şişme kapasitesi; tutulan su hacminin (mL) örnek ağırlığına (g) oranı olarak ifade edilmiştir [15].

Mercimek Unlarının ve İzole Edilen Diyet Liflerinin Termal Özelliklerinin DSC ile İncelenmesi

Mercimek unlarının ve diyet liflerinin jelleşme özellikleri DSC (Diferansiyel taramalı kalorimetre) (TA Instruments Q10, ABD) cihazı ile incelenmiştir. Termal özelliklerin incelenmesi için alüminyum tavacıklara kuru bazda yaklaşık 3.5 mg örnek tartılmış ve distile su ile %70 su içerek şekilde süspansiyon oluşturulmuştur. Hermetik olarak kapatılan tavacıklar analiz öncesi 1 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra 10°C/dakika ısıtma hızıyla 20°C'den 100°C'a ısıtılarak termogramları elde edilmiştir. Referans olarak boş ve hermetik olarak kapatılmış alüminyum tavacık kullanılmıştır. Elde edilen termogramlarda örneklere ait jelatinizasyon endotermik piklerinden yararlanılmış, başlangıç (T_0), pik (T_p) sıcaklıkları ile pikin altında kalan alandan entalpi değerleri (ΔH) hesaplanarak termogramlar değerlendirilmiştir [22].

İstatiksel Analiz

Tüm istatiksel değerlendirmeler Minitab yazılım programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma verilerine tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış, ortaya çıkan farklılıkların hangi düzeyler arasında önemli olduğunu tespit etmek için ise Tukey testi ile %95 güven düzeyinde çoklu karşılaştırma yapılmıştır. Analizler her bir örnek için üç kez tekrarlanmış ve sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Mercimeklerin Kompozisyonları

Yeşil (YM) ve kırmızı mercimeğe (KM) ait toplam nem, kül, protein ve yağ analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Yeşil ve kırmızı mercimek kompozisyonları (%)

Örnek	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Karbonhidrat*(%)
Yeşil mercimek	8.21±0.27	2.50±0.41	22.43±0.17	1.67±0.17	65.19±0.00
Kırmızı mercimek	8.29±0.06	2.26±0.20	23.85±0.08	2.18±0.17	63.42±0.00

* Hesap yoluyla elde edilmiştir. % Karbonhidrat = 100-(%nem+%kül+%protein+%yağ)

Mercimeklerin nem değerleri %8.21-8.29 aralığında bulunmuştur. Yeşil mercimek protein değeri %22.43, kırmızı mercimek protein değeri ise %23.85 olarak hesaplanmıştır. Yağ miktarı, yeşil mercimek için (%1.67)

kırmızı mercimeğe (%2.18) göre daha düşük bulunmuştur. Kül miktarı ise %2.26-2.50 aralığında değişim göstermiştir. Hesap yoluyla bulunan

karbonhidrat içeriği ise %63.42-65.19 aralığında değişim göstermiştir.

Yeşil mercimek ve kırmızı mercimeklerin çözünür (ÇDL), çözünür olmayan (ÇODL) ve toplam diyet lifi (TDL)

içerikleri incelendiğinde kırmızı mercimeğin ÇDL, ÇODL ve TDL değerlerinin yeşil mercimeğe göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Yeşil ve kırmızı mercimeklerin diyet lifi içerikleri* (%)

Örnek	ÇODL (%)	ÇDL (%)	TDL (%)
Yeşil mercimek	13.07±0.08	1.63±0.02	14.72±0.02
Kırmızı mercimek	15.21±0.07	1.68±0.01	16.89±0.07

*: ÇODL: Çözünür olmayan diyet lifi, ÇDL: Çözünür diyet lifi, TDL: Toplam diyet lifi

De Almedia Costa ve ark. [3] bu değerlere benzer şekilde mercimek tanelerinin içeriğinde %19 ÇODL ve %1.44 ÇDL bulunduğunu belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise Carbonaro [23] mercimek için ÇODL değerini %13.2 ve ÇDL değerini %1.7 olarak belirtmiştir. Mercimek örneklerinin özellikle çözünür olmayan lif içeriği açısından daha zengin olduğu görülmektedir.

Unların Fiziksel Özellikleri

Mercimeklerin öğütülmesi ile elde edilen unların elek analiz sonuçları yüzdesel olarak ifade edilmiştir. Elek analizi iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Tablo 3'te öğütülmüş kırmızı mercimek (KM) ve yeşil mercimek (YM) için elek analiz sonuçları görülmektedir.

Yeşil mercimek unu için en yüksek miktarda un 38-53 µm elekleri arasında toplanmıştır. Kırmızı mercimek unu içinse biraz daha büyük olan 53-106 µm elekleri arasındadır. Buna göre üzerinde birikme olan eleklerin çapları mercimek unlarının boyutlarının dağılım aralığının bir ifadesidir.

Elek analizi ve partikül boyutunun tespiti, diyet liflerinin eldesi aşamalarında tercih edilecek elek çapı için yol gösterici bir analiz olarak değerlendirilebilmektedir. İki çeşit mercimek için ortak partikül boyutu yoğunluklu olarak 53 µm olarak görülmektedir ve diyet liflerinin izolasyon aşamalarında yaş eleme için kullanılan elek boyutu bu nedenle 53 µm olarak seçilmiştir.

Tablo 3. Öğütülerek elde edilen mercimek unlarının elek analizleri

Elek Aralığı (µm)	Elek üstü (g)		Elek Altı (g)		Xi (Kısmi Analiz) %	
	KM*	YM*	KM	YM	KM	YM
850	0.00	0.50	100.00	99.50	0.00	0.50
425	1.50	0.50	98.50	99.00	1.50	0.50
212	12.50	10.00	86.00	89.00	12.69	10.10
106	32.50	33.50	53.50	55.50	37.79	37.64
53	49.00	25.50	4.50	30.00	91.59	45.95
38	4.00	17.00	0.50	13.00	88.89	56.67
0	0.50	13.00	0.00	0.00	100.00	100.00

*YM: Yeşil mercimek, KM: Kırmızı mercimek

Mercimek Liflerinin Eldesi

Kabuk Liflerinin Eldesi

Öğütülen mercimek unlarından kabuk liflerinin eldesi aşamalarında en önemli parametre elek çapı olarak görülmüştür. Diyet liflerinin kuru eleme ile partikül boyutlarına göre ayrılması, mercimek tanelerine uygulanabilir verimi yüksek bir yöntem olarak görülmektedir [15].

Yeşil mercimek unlarının (YMU) yaklaşık %6.83'ü 248 µm'den büyük partikül çapına sahiptir ve kabuk lifi olarak değerlendirilmiştir. Kırmızı mercimek unlarının (KMU) ise yaklaşık %5.16'sı 248 µm'den büyük partikül çapına sahiptir ve kabuk lifi olarak ayrılmıştır. Tablo 4'te mercimek unlarının kabuk lifi ve kotiledon unu yüzdelerini göstermektedir.

Tablo 4. Yeşil mercimek unu ve kırmızı mercimek unu kabuk ve kotiledon içerikleri* (%)

Örnek	Kabuk Lifi (%)	Kotiledon (%)
YMU	6.83 ± 0.98	90.31 ± 2.38
KMU	5.16 ± 0.65	91.03 ± 0.33

*: YMU: Yeşil mercimek unu, KMU: Kırmızı mercimek unu

Kabuk liflerinin eldesi tamamen mekanik yöntemler ile gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle mercimek tanelerinin mercimek ununa öğütülmesi aşamaları kabuk diyet lifi verimini etkiler özelliktedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, mercimek ununun partikül boyutu dağılımı standardize edilmesi gereken önemli bir parametredir.

Bu çalışmada, kabuk liflerinin eldesi olarak tanımlanan ayırma işlemi aslında kabuk diyet liflerini saf bir izolat haline getirmek değil, bütünden ayırarak lifçe zengin bir ürün olarak değerlendirmektir. Söz konusu kabuk diyet lifleri mercimek tanesinin kompozisyon özelliklerini yansıtabilecek şekilde diğer makro bileşenleri içerir özelliktedir. Kabuk liflerinin ayrıştırılması aşamaları tanenin kotiledon bölümünün kabuk bölümünden ayrı değerlendirilebilmesi açısından önemli görülmektedir.

Kotiledon Liflerinin Eldesi

Mercimeklerin kotiledon bölümünden, iki farklı özellikte, çözünür ve çözünür olmayan diyet lifi elde edilmiştir. Mercimek tanesinin kotiledon bölgesinden elde edilen çözünür ve çözünür olmayan diyet lifi miktarları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Yeşil mercimek kotiledonunu (YMKU) ve kırmızı mercimek kotiledonunu (KMKU)'dan elde edilen diyet lifi içerikleri* (%)

Örnek	İkincil Nişasta (%)	ÇODL (%)	ÇDL (%)
YMKU	32.14 ± 1.50 ^a	1.78 ± 0.46 ^a	8.00 ± 0.26 ^a
KMKU	15.62 ± 3.37 ^b	0.62 ± 0.01 ^b	7.08 ± 0.51 ^b

*Değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen değerler birbirlerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklıdır (p<0.05). ÇODL: Çözünür olmayan diyet lifi, ÇDL: Çözünür diyet lifi

Yeşil mercimek kotiledonlarından ayrılan ikincil nişasta miktarı %32.14, kırmızı mercimek unlarından ayrılan ikincil nişasta miktarı ise %15.62'dir. Kırmızı ve yeşil mercimek kotiledonunu örneklerinden ikincil nişasta eldesi arasındaki farklılık istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve farklılığın önemli olduğu görülmüştür (p<0.05). Dalgetty ve Baik [15] çalışmalarında mercimek kotiledonunun elde ettikleri ikincil nişasta oranını %28.0 olarak belirtmişlerdir.

Çözünür olmayan diyet lifi için elde edilen miktarlar YMKU'da daha fazla (%1.78) iken, KMKU'da daha düşüktür (%0.62). Kırmızı ve yeşil mercimek kotiledonunu örneklerindeki çözünür olmayan diyet lifi miktarları arasındaki farklılık istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05).

Çözünür olmayan diyet lifi (ÇODL) eldesi aşamalarında en büyük sorunun baklagil nişastasının düzensiz yapısı ve bu düzensiz yapı içerisinde diyet liflerinin hapsolme ihtimali olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle çözünür olmayan diyet liflerinin eldesinde, 53 µm'lik yaş eleme aşamasında çözünür bileşenlerin ve içerisindeki nişasta ve protein içeriğinin ayrıştırılması sağlanmıştır. Yaş eleme ardından enzim ile uygun pH ve sıcaklık kombinasyonunda nişasta içeriği uzaklaştırılmıştır, dolayısıyla bu aşamada optimum koşulların sağlanması ile izolasyon veriminin arttığı görülmüştür.

Çözünür diyet lifi (ÇDL) için elde edilen miktarlar YMKU'da %8.00 iken, KMKU'da %7.08'dir. KMKU ve YMKU'dan çözünür diyet lifi eldesinde örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve önemli bulunmuştur (p<0.05). Dalgetty ve Baik [15] kotiledon bölümünden çözünür diyet lifi elde ederek miktarı %7.4 olarak raporlamışlardır.

Kotiledon bölümünden çözünür diyet liflerinin eldesi aşamalarında ise en önemli nokta protein fraksiyonlarının diyet lifinden uzaklaştırılması, yani izoelektrik pH'ya göre protein çöktürme aşamaları olmuştur. Dalgetty ve Baik [15] yaptıkları çalışmada; en fazla protein çöktürmesini pH 4.0; 6.0 ve 9.0 değerlerinde yakalamışlardır. Buna uygun olarak lif eldesi aşamalarında aynı pH değerleri kullanılmıştır. pH değerlerinin uygulanmasında uygun sıcaklık, optimum bekleme süresi, protein çöktürme aşamalarında uygulanan santrifüj işleminde uygun süre/sıcaklık koşullarının sağlanması diyet lifi eldesinde verimi artırıcı parametrelerdir.

Protein çöktürme işleminde elde edilen proteinlerin özellikleri ve kullanılabilirliği de ayrıca ileride değerlendirilebilir bir konu olarak görülmektedir. Böylece diyet lifi eldesi aşamalarında yan ürün olarak mercimek

proteinlerinin elde edilebilirliği de ekonomik açıdan önemli görülmektedir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda; mercimek tanesinin kotiledon bölümünün çözünür diyet lifi açısından zengin olduğu sonucuna varılabilir. Mercimek tanesinin kompozisyon analizlerinde tespit edilen yüksek çözünür olmayan diyet lifi içeriğinin ise kabuk diyet liflerinde yoğunlaştığı anlaşılmaktadır.

Mercimekten Elde Edilen Liflerin Kompozisyonları

Mercimeklere elde edilen üç farklı diyet lifinin kompozisyonları incelenmiştir. Elde edilen liflerin kompozisyonu aynı zamanda diyet lifi eldesi aşamalarındaki verimliliğin de bir göstergesidir. Tablo 6'da diyet liflerinin kompozisyonları verilmiştir.

Sonuçlar irdelendiğinde; ÇODL fraksiyonlarında her iki mercimek çeşidi için de daha yüksek miktarlarda diyet lifi eldesi mümkün olmuştur. ÇODL fraksiyonunda, yeşil mercimek örneğinde (%72.81), kırmızı mercimeğe (%43.68) kıyasla daha yüksek oranda toplam diyet lifi elde edilebilmiştir. abuk diyet lifi (KDL) fraksiyonlarında; çoğunluğu ÇODL olmak üzere %20.3-23.76 aralığında toplam diyet lifi elde edilebilmiştir. ÇDL fraksiyonlarında ise; en düşük toplam diyet lifi (~ %11) eldesi mümkün olmuştur. Çözünür diyet lifi içeriğinin daha düşük düzeylerde olması nedeniyle bu verimin düşük olması muhtemeldir. Kompozisyonlarda kalan kısmın, baklagillerde yoğun olarak bulunan oligosakkaritler ve bir miktar nişasta olabileceği düşünülmektedir.

Dalgetty ve Baik [15] yaptıkları çalışmada izole ettikleri KDL'nin kabuk lifi kompozisyonunu kuru madde bazında; %9.7 protein, %2.26 kül ve %86.7 lif olarak, izole ettikleri ÇDL'nin kompozisyonunu ise %24 protein, %11.59 kül ve %64.5 lif olarak vermişlerdir.

Bu kompozisyona sahip, yüksek protein ve kül içeren bir gıda bileşenini izolat olarak tanımlamak yanlış olacağından elde edilen ÇDL ve KDL örneklerinin diyet lifi konsantrisi olarak tanımlanmasının daha doğru olacağı düşünülmektedir. Çözünür olmayan diyet liflerinin diğer bileşen yüzdeleri ise çok daha düşüktür, dolayısıyla kotiledon bölümünden ÇODL eldesi için yapılan işlemlerin başarılı olduğu düşünülebilir. Bu çalışma ile elde edilen üç çeşit diyet lifi arasında sadece çözünür olmayan kotiledon diyet liflerinin izolat olarak değerlendirilebileceği diğer bir ifade ile daha saf bir diyet lifi bileşeni olduğu, KDL ve ÇDL liflerinin ise lif konsantrisi olarak adlandırılabilirliğini ve buna göre değerlendirilebileceğini söylemek mümkündür.

Tablo 6. Elde edilen diyet liflerinin kompozisyonları*

Örnek	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ %	ÇODL (%)	ÇDL (%)	TDL (%)	
YM	KDL	6.33±0.28 ^b	2.28±0.02 ^b	24.64±0.06 ^a	2.74±0.0 ^b	22.29±0.43 ^a	1.47±0.03 ^c	23.76±0.43 ^b
	ÇODL	13.73±0.28 ^a	1.80±0.02 ^c	15.49±0.59 ^c	-	61.75±0.14 ^b	10.93±0.13 ^a	72.81±0.20 ^a
	ÇDL	3.48±0.08 ^c	20.74±0.05 ^a	21.71±0.04 ^a	6.52±0.08 ^a	0.60±0.02 ^c	10.91±0.12 ^a	11.51±0.10 ^c
KM	KDL	6.30±0.17 ^a	2.15±0.05 ^b	19.49±0.59 ^b	3.25±0.23 ^b	19.08±0.1 ^c	1.21±0.11 ^b	20.30±0.02 ^b
	ÇODL	11.98±0.13 ^b	1.06±0.01 ^c	19.29±0.88 ^b	-	43.11±0.11 ^a	0.57±0.02 ^c	43.68±0.14 ^a
	ÇDL	3.93±0.05 ^c	19.29±0.07 ^a	23.09±0.13 ^a	7.25±0.07 ^a	0.48±0.03 ^c	10.58±0.02 ^a	11.06±0.02 ^c

*Değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. İstatistiksel analiz kırmızı mercimek ve yeşil mercimek örnek gruplarında grup içi olarak yapılmış ve aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen değerler birbirlerinden istatistiki olarak önemli düzeyde farklıdır (p<0.05). YM: Yeşil mercimek, KM: Kırmızı mercimek, KDL: Kabuk diyet lifi, ÇODL: Çözünür olmayan diyet lifi, ÇDL: Çözünür diyet lifi

Elde edilen diyet lifi izolatu ve diyet lifi konsantrelerinin kompozisyon özellikleri incelenirken iki farklı mercimek çeşidi arasında da farklılıklar görülmektedir. İzolasyon verimliliği, ÇODL için zaten düşük olan kırmızı mercimekten elde edilen ÇODL'nin de yeşil mercimekten elde edilen ÇODL'ye göre daha az diyet lifi içerdiği görülmektedir.

Mercimek liflerinin kompozisyonu incelendikten sonra lif eldesinin verimliliğini değerlendirmek mümkündür. Yeşil mercimek unu başlangıç diyet lifi içeriği 100 g unda 13.7 g ÇODL ve 1.63 g ÇDL'dir. Kırmızı mercimek için başlangıç diyet lifi içeriği 100 g unda 15 g ÇODL ve 1.68 g ÇDL'dir. Sonuçta izole edilebilen diyet lifi miktarı 100 gr yeşil mercimek unu için 2.55 g ÇODL ve 0.41 g ÇDL iken, 100 g kırmızı mercimek unu için 2.25 g ÇODL ve 0.11 g ÇDL'dir. Verimlilik yeşil mercimekten ÇODL eldesinde %19.5, ÇDL eldesinde ise %25.4'dür. Kırmızı mercimekte ise ÇODL eldesinde verim %14.8 iken, ÇDL

eldesinde ise %6.4'dür. Yeşil mercimekten lif eldesindeki verim, kırmızı mercimekten lif eldesine göre daha yüksek bulunmuştur.

Mercimek Unlarının ve İzole Edilen Diyet Liflerinin Şeker Profilleri

Örneklerin şeker içerikleri HPLC sistemine tanımlan şeker standartları ile kıyaslanarak değerlendirilmiştir. Tespit edilen etanolde çözünür şekerler; monosakkaritler (glikoz, fruktoz), disakkaritler (sakkaroz, maltoz) ve oligosakkaritlerdir (rafinoz, stakiyoz).

Örneklerin etanolde çözünür şeker içeriği g/100 g cinsinden Tablo 7'de gösterilmektedir. Örnekler HPLC sistemine iki paralel olarak verilmiş, sonuçların ortalaması alınmıştır.

Tablo 7. Mercimek unlarının ve izole edilen diyet liflerinin etanolde çözünen şeker içeriği (g/100 g örnek)

Örnek	Fruktoz	Glukoz	Maltoz	Sakkaroz	Rafinoz	
YM	YMU	0.050±0.004	0.003±0.000	0.029±0.002	0.647±0.014	1.978±0.023
	KDL	-	-	-	0.018±0.004	-
	ÇODL	-	-	-	-	0.020±0.000
	ÇDL	-	-	-	0.411±0.042	0.470±0.018
KM	KMU	0.054±0.002	0.002±0.001	0.053±0.042	0.347±0.023	1.513±0.016
	KDL	0.064±0.014	0.001±0.001	0.034±0.014	0.065±0.001	-
	ÇODL	-	-	-	-	0.078±0.023
	ÇDL	-	-	-	0.239±0.005	0.608±0.020

YM: Yeşil mercimek, KM: Kırmızı mercimek, YMU: yeşil mercimek unu, KMU: kırmızı mercimek unu, KDL: Kabuk diyet lifi, ÇODL: çözünür olmayan diyet lifi, ÇDL: çözünür diyet lifi.

Bu çalışmada, örneklerin kromatogramları ve şeker içerikleri arasında farklılıklar görülmektedir. Yeşil mercimek grubu örnekler için YMU ve KDL örneklerinde glikoz, fruktoz, sakkaroz ve maltoz tespit edilirken, ÇODL ve ÇDL örneklerinde ise yalnız rafinoz ve sakkaroz tespit edilmiştir. Bu durumda diyet liflerinin disakkaritleri ve oligosakkaritleri içerdikleri, monosakkarit bileşenleri ise iz miktarda içerdikleri kabul edilebilir. Kırmızı mercimek grubu örneklerde monosakkaritlere daha çok KMU örneğinde rastlanmaktadır.

Fruktoz içeriğine sadece YMU, KMU ve kırmızı mercimek KDL örneklerinde rastlanmıştır. Bu örneklerin tespit edilen fruktoz miktarları g/100 g cinsinden sırasıyla; 0.050, 0.050 ve 0.064'dür. Glikoz içeriği her iki mercimek örnek grubu için de ihmal edilebilecek düzeyde düşüktür. Berrios ve ark. [7] benzer şekilde

mercimek unlarında glikozu iz miktarda tespit etmişlerdir.

Rafinoz ve stakiyoz baklagillerde yüksek oranlarda görülen oligosakkarit çeşitleridir [7,24]. Mercimeklerin oligosakkarit içeriği pek çok araştırmacı tarafından probiyotik özellikleri ile ilişkilendirildiğinden bu çalışmada tespit edilebilen yüksek rafinoz içeriği mercimek unlarının ve izole edilen çözünür diyet liflerinin sağlık üzerine olumlu etkileri hakkında öngörüle bulunabilmeyi sağlar nitelikte görülmektedir. Yeşil mercimek grubu örnekler; YMU, ÇODL ve ÇDL'nin 100 gramında rafinoz içerikleri sırasıyla 1.978 g, 0.020 g ve 0.470 g olarak tespit edilmiştir. Kırmızı mercimek grubu örnekler; YMU, ÇODL ve ÇDL'nin 100 gramındaki rafinoz içerikleri sırasıyla 1.573 g, 0.078 g ve 0.608 g olarak tespit edilmiştir. Her iki örnek grubunda da KDL içeriğinde rafinoza rastlanmamıştır. Bu durumda rafinoz içeriğinin

tanenin kotiledon bölümünde daha yoğun olduğu düşünülmektedir.

Sanchez-Mata ve ark. [17] 100 g mercimek içerisindeki fruktoz, maltoz, sakkaroz ve rafinoz miktarlarını sırasıyla 0.034 g, 0.196 g, 1.425 g ve 0.732 g olarak belirtmişlerdir.

Genel olarak mercimek unlarının ve izole edilen diyet liflerinin iz miktarda monosakkarit, az miktarda disakkarit ve yüksek miktarlarda oligosakkarit içerdiği tespit edilmiştir. Mercimeklerin şeker içeriğinde baskın bileşenlerin sakkaroz ve rafinoz olduğunu da ifade etmek mümkündür. Kabuk diyet liflerinin etanolde çözünür şeker içeriği düşüktür. Bu bulgu, kotiledonunun etanolde çözünür şeker içeriği açısından daha zengin olduğunu göstermektedir.

Mercimek Liflerinin Fonksiyonel ve Teknolojik Özellikleri

Yoğunluk

Elde edilen diyet liflerinin yoğunluk ölçümleri; kabuk lifleri için 0.65 g/mL, çözünür diyet lifleri için 0.47 g/mL ve çözünür olmayan diyet lifleri için 0.18 g/mL olarak bulunmuştur. Dalgetty ve Baik [15] yaptıkları çalışmada bu değerleri kabuk lifleri için 0.69 g/mL, çözünür diyet lifleri için 0.57 g/mL ve çözünür olmayan diyet lifleri için

0.21 g/mL olarak bulmuşlardır. Bu durumda sonuçların literatürdeki değerlere uygun olduğu görülmektedir.

Kütle yoğunluğu ölçüm sonuçlarına göre; kabuk liflerinin kütle yoğunluğu 0.75 g/mL, çözünür diyet liflerinin kütle yoğunluğu 0.77 g/mL ve çözünür olmayan diyet liflerinin kütle yoğunluğu 0.20 g/mL bulunmuştur.

Sonuçlar açıkça göstermektedir ki, kabuk lifleri ve ÇDL'ler daha yüksek yoğunluktadır. Bu farklılığa kabuk lifleri ve çözünebilir diyet liflerinin kompozisyonunda daha yüksek oranda bulunan protein içeriğinin neden olduğu düşünülebilir.

Su Tutma Kapasiteleri

Su tutma kapasitesi liflerin gıda bileşeni olarak kullanılabilirliğinin bir göstergesidir. Yüksek su tutma kapasitesine sahip liflerin fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanımı, gıdanın viskozitesi artırır ve tekstürel yapısını modifiye edici niteliktedir [5].

Mercimek liflerinin su tutma ve yağ tutma kapasiteleri Tablo 8'de gösterilmiştir. Buna göre en yüksek su tutma kapasitesi her iki mercimek çeşidi için de çözünür olmayan diyet liflerinde görülmüştür. Su tutma kapasitelerine göre lifler sıralandığında; ÇODL > KDL > ÇDL'dir.

Tablo 8. Elde edilen diyet liflerinin su tutma ve yağ tutma kapasiteleri* (mL/g)

Örnek		Su tutma kapasitesi (mL/g)	Yağ tutma kapasitesi (mL/g)
YM	KDL	1.46 ± 0.03 ^b	4.26 ± 0.03 ^b
	ÇODL	3.41 ± 0.14 ^a	13.17 ± 0.29 ^a
	ÇDL	1.12 ± 0.11 ^c	0.53 ± 0.06 ^c
KM	KDL	1.59 ± 0.09 ^b	3.30 ± 0.10 ^b
	ÇODL	4.25 ± 0.08 ^a	17.56 ± 0.50 ^a
	ÇDL	0.98 ± 0.13 ^c	0.12 ± 0.04 ^c

*Değerler ortalama ± standart sapması olarak verilmiştir. İstatistiksel analiz kırmızı mercimek ve yeşil mercimek örnek gruplarında grup içi olarak yapılmış ve aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen değerler birbirlerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı görülmüştür (p<0.05). YM: Yeşil mercimek, KM: Kırmızı mercimek, KDL: Kabuk diyet lifi, ÇODL: çözünür olmayan diyet lifi, ÇDL: çözünür diyet lifi.

Su tutma kapasitesi, yeşil mercimek kabuk lifi için 4.26 mL/g, çözünür olmayan diyet lifi için 13.17 mL/g ve çözünür diyet lifi için ise 0.53 mL/g olarak ölçülmüştür. Kırmızı mercimekte ise kabuk lifi için 3.30 mL/g, çözünür olmayan diyet lifi için 17.56 mL/g ve çözünür diyet lifi için ise 0.10 mL/g olarak ölçülmüştür.

Dalgetty ve Baik [15] çalışmalarında mercimeklerin çözünür olmayan diyet lifleri (ÇODL) için su tutma kapasitesini 11.1 mL/g, kabuk diyet liflerini (KDL) 3.6 mL/g olarak belirtmişlerdir. Sonuçlar literatürde elde edilen sonuçlara göre biraz daha yüksektir. Mercimek çeşitleri ve yetiştirilme koşulları bu farklılığa neden olabileceği düşünülmektedir. Yeşil mercimek ÇODL'lerin su tutma kapasitesi kırmızı mercimek ÇODL'lerin su tutma kapasitesine göre düşük kalmaktadır.

Çözünür diyet liflerinin su içerisinde kayıba uğradığı ve düşük su tutma kapasitesine sahip oldukları görülmüştür. Viskozite ve tekstür özelliklerinin

geliştirilmesi için mercimek liflerinin gıda bileşeni olarak kullanımı söz konusu olduğunda çözünür olmayan diyet liflerinin daha iyi sonuçlar vereceği ön görülmüştür.

Yağ Tutma Kapasiteleri

Yağ tutma kapasitesi özellikle porozite ile ilgilidir ancak bunun yanısıra diyet liflerinin hidrofilik yapısı, bileşenlerinin orijini ve elektriksel yük yoğunluğu ile de ilişkilendirmek mümkündür [5].

Baklagil lifleri, et ürünlerinde yağ tutucu veya ikame edici özellikleri nedeniyle kullanılmaktadır. Çözünür olmayan diyet liflerinin yağ tutma kapasitesi kabuk lifleri ve çözünür diyet liflerinden daha yüksektir [15]. Tablo 8 'den görüldüğü üzere yağ tutma kapasitesi her iki mercimek çeşidi için de ÇODL'de daha yüksek bulunmuştur. Yeşil mercimek için yağ tutma kapasitesi KDL, ÇODL ve ÇDL için sırasıyla; 1.46 g/g, 3.41 g/g ve 1.12 g/g olarak bulunmuştur. Kırmızı mercimek için ise

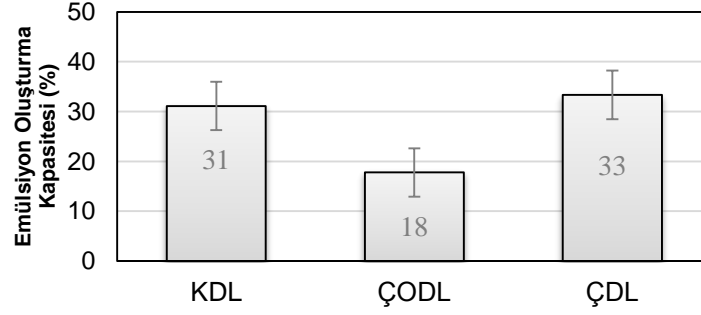
için yağ tutma kapasitesi KDL, ÇODL ve ÇDL için sırasıyla; 1.59 g/g, 4.25 g/g ve 0.98 g/g olarak bulunmuştur.

Mercimek diyet liflerinin yağ tutma kapasitesi su tutma kapasitesinden daha düşüktür. Diyet liflerinin yağ tutma kapasitesi, yüksek yağ içerikli gıdaların stabilizasyonu ve stabil emülsiyon oluşturabilme açısından önemlidir [5]. Mercimek liflerinin söz konusu emulsifiye edici özellikleri geliştirmek amacıyla gıda bileşeni olarak

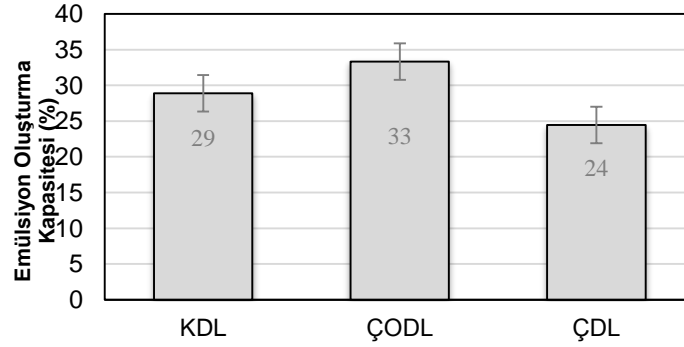
kullanımı için çözünür olmayan diyet liflerinin kullanımının daha uygun olduğu görülmüştür.

Emülsiyon Oluşturma Kapasiteleri

Emülsiyon oluşturma kapasiteleri mercimek liflerinde düşük bulunmuştur. Şekil 2'de verilen değerlere göre çözünür diyet liflerinin emülsiyon oluşturma kapasiteleri çözünür olmayan diyet liflerine ve kabuk liflerine göre daha yüksektir. Emülsiyon oluşturma kapasiteleri; ÇDL > KDL > ÇODL 'dir.



Şekil 2. Elde edilen yeşil mercimek liflerinin emülsiyon oluşturma kapasitesi (%).



Şekil 3. Elde edilen kırmızı mercimek liflerinin emülsiyon oluşturma kapasitesi (%)

Şekil 2 ve 3'te görüldüğü üzere yeşil mercimek örnek grubunda KDL, ÇODL ve ÇDL örneklerinin emülsiyon kapasitesi sırasıyla; %31, 18 ve 33 olarak tespit edilmiştir. Kırmızı mercimek örnek grubunda ise KDL, ÇODL ve ÇDL örneklerinin emülsiyon kapasitesi sırasıyla; %29, 33 ve 24 olarak tespit edilmiştir. Kırmızı mercimekten elde edilen ÇODL'nin emülsiyon oluşturma kapasitesi diğer liflere göre daha yüksek bulunmuştur. Emülsiyon oluşturma kapasiteleri; ÇODL > KDL > ÇDL'dir.

Şişme Kapasiteleri

Şişme özellikleri diyet liflerinin insan sindirim sistemindeki özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Şişme özellikleri incelendiğinde; ÇODL fraksiyonlarının daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Çözünür özellikte olmaları nedeniyle ÇDL'lerin şişme özellikleri incelenememiştir.

Yeşil mercimek ÇODL için şişme kapasitesi 10.2 mL/g, kabuk lifleri için 1.88 mL/g bulunmuştur. Kırmızı

mercimek ÇODL şişme kapasitesi 6.4 mL/g, kabuk lifleri için ise 0.98 mL/g olarak bulunmuştur. Dalgetty ve Baik [15] yaptıkları çalışmada aynı değeri mercimek kabuk lifleri için 2.38 mL/g ve ÇODL için 8.04 mL/g olarak belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar daha önce yapılmış çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur.

Mercimek Unlarının ve İzole Edilen Diyet Liflerinin Termal Özellikleri

Mercimek unlarının ve izole edilen liflerinin termal özellikleri diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) kullanılarak incelenmiştir. DSC termogramlarında iki ayrı endotermik geçiş gözlenmektedir. 59-60°C civarında gözlenen termal geçiş nişasta jelatinizasyonuna ait geçiştir. 70-75°C civarında gözlenen ikinci pik ise lif jelleşmesine ait geçiş piki olarak tespit edilmiştir.

Yeşil mercimek unları ve liflerinin jelleşme sıcaklıkları (T_0 ve T_p) ile jelleşme entalpi değerleri (ΔH) Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Yeşil mercimek unu ve liflerin DSC ile elde edilen jelleşme özellikleri*

Örnek		T ₀	T _p	ΔH (J/g)
YM	YMU	62.60 ± 0.04 ^a	69.29 ± 1.38 ^a	424.10 ± 40.90 ^b
	KDL	70.83 ± 0.08 ^{ab}	71.95 ± 0.41 ^a	38.03 ± 0.52 ^c
	ÇODL	69.50 ± 0.30 ^{ab}	72.37 ± 0.88 ^a	708.80 ± 47.70 ^a
	ÇDL	75.47 ± 0.04 ^b	76.72 ± 6.99 ^a	26.90 ± 2.90 ^c

*Aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen değerler birbirlerinden istatistiki olarak önemli düzeyde farklıdır (p<0.05). T₀: Başlangıç sıcaklığı, °C, T_p: Tepe (pik) sıcaklığı, °C, ΔH: Geçiş entalpisi, J/g, YM: Yeşil mercimek, YMU: Yeşil mercimek unu, KDL: Kabuk diyet lifi, ÇODL: Çözünür olmayan diyet lifi, ÇDL: Çözünür diyet lifi

Yeşil mercimek unu ve liflerinin pik sıcaklıkları 62.50-76.72°C arasında değişkenlik göstermiştir. İstatistiksel olarak jelleşme sıcaklıklarının çeşitler arasında değişimi önemli bulunmazken, geçiş entalpileri arasındaki fark önemli görülmüştür (p<0.05). En yüksek entalpi değeri ÇODL jelleşmesi için elde edilirken, en düşük entalpi

değeri ÇDL jelleşmesinde görülmüştür. ÇDL en geç jelleşme başlangıç sıcaklığını gösteren lif çeşididir.

Kırmızı mercimek unu ve liflerinin jelleşme sıcaklıkları (T₀ ve T_p) ile entalpi değerleri (ΔH) Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Kırmızı mercimek unu ve liflerinin DSC ile elde edilen jelleşme özellikleri*

Örnek		T ₀	T _p	ΔH (J/g)
KM	KMU	76.79 ± 1.71 ^a	78.00 ± 2.14 ^a	36.55 ± 3.46 ^b
	KDL	75.15 ± 0.00 ^a	76.29 ± 0.06 ^a	43.20 ± 5.20 ^b
	ÇODL	71.51 ± 0.04 ^{ab}	75.13 ± 0.35 ^a	384.7 ± 29.6 ^a
	ÇDL	69.50 ± 0.04 ^b	73.90 ± 2.86 ^a	239.10 ± 29.80 ^a

*Aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen değerler birbirlerinden istatistiki olarak önemli düzeyde farklıdır (p<0.05). T₀: Başlangıç sıcaklığı, °C, T_p: Tepe (pik) sıcaklığı, °C, ΔH: Geçiş entalpisi, J/g, KM: Yeşil mercimek, KMU: Kırmızı mercimek unu, KDL: Kabuk diyet lifi, ÇODL: Çözünür olmayan diyet lifi, ÇDL: Çözünür diyet lifi.

Kırmızı mercimek unu ve liflerinin pik sıcaklıkları 69.50-78.00°C arasında değişkenlik göstermiştir. İstatistiksel olarak jelleşme başlangıç sıcaklıkları (T₀) arasındaki fark önemlidir (p<0.05). Kırmızı mercimekten elde edilen ÇDL için jelleşme sıcaklığı önemli düzeyde düşüktür. Jelleşme pik sıcaklıkları (T_p) için sonuçlar arası istatistiksel fark önemsizdir. Entalpi değerlerinde (ΔH) ise fark önemlidir (p<0.05). En yüksek entalpi değeri kırmızı mercimek numunelerinde yeşil mercimek numunelerinde de olduğu gibi ÇODL'lerde görülmektedir, en düşük entalpi değişimi ise KMU'ya aittir.

DSC polisakaritlerin jelleşme özellikleri hakkında yararlı bir termodinamik analiz yöntemidir. Kolloidal bir çözelti (sol veya solution) halinden, kimyasal çapraz bağlarla veya zayıf hidrojen bağları ve elektrostatik etkileşimlerle jel yapısının kurulması haline geçişe, jel/çözelti geçişi denir. DSC 'de jel/çözelti geçişleri sırasında oluşan endotermik piklerin ölçülmesi yapısal alanların erimesinin göstergesidir. Görülen erime entalpi değerleri (ΔH) keşişme noktalarında hidrojen bağlarının bozulması için gerekli enerji miktarıdır ve kesişim veya kavşak bölgelerinin yoğunluğuna bağlıdır. Bu durumda elde edilen endotermik piklerin ve erime sıcaklığının bir materyalin jelleşme özellikleri hakkında bilgi verdiğini söylemek mümkündür [25].

DSC analizlerinde yüksek jelleşme sıcaklıkları daha iyi kristal yapı veya daha uzun zincir ve daha büyük kristal yapıda meydana gelmekteyken, yüksek ΔH; ikili sarmal yapının daha fazla tahrip olmasından meydana gelmektedir [26].

Hücre duvarı polisakaritlerinin düzgün yapısı, molekül ağırlığı ve molekül ağırlıklarının dağılımı onların fiziksel ve fonksiyonel özelliklerinin tanımlanabilmesi açısından önemli görülmektedir. Bu açıdan diyet liflerinin jelleşme özellikleri de detaylı incelenebilir niteliktedir. Literatürde tahıl β-glukan'ı üzerinden yapılan çalışmalarda, diğer bileşenler ile etkileşimi sonrası ürünün konsantrasyonu, yapısal özelliklerini, çözünürlüğünü ve akışkanlığını değiştirdiği gözlemlenmiştir [27].

Li ve ark. [28] buğday içeriğindeki β-glukan'ın termal özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada molekül ağırlığı ile jelleşme entalpilerinin ters orantılı olarak arttığını gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar göre, düşük molekül ağırlığı yüksek erime enerjisi gerektirmektedir ve bu durum düşük molekül ağırlıklı ve kısa zincirli moleküllerin çözelti içerisinde daha yüksek hareket kabiliyetine sahip olmaları ile ilişkilendirilmektedir. Ayrıca, mercimek unlarında düşük, izole edilen liflerde ise yüksek olan erime entalpisini düşen molekül ağırlığı ile de açıklamak mümkündür.

Zhang ve ark. [29] yulaf liflerinin termal özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada çözünür diyet liflerinin jelleşme sıcaklıklarını T₀: 62.3 ve T_p: 72.5 olarak, jelleşme entalpi değerini (ΔH) ise 20.5 j/g olarak vermişlerdir. Literatürde baklagiller veya baklagil liflerinin jelleşme özelliği ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır.

SONUÇ

Yeşil mercimeğin %6.83'ü kabuk diyet lifi, %1.61'i çözünür olmayan kotiledon diyet lifi, %7.23'ü çözünür kotiledon diyet lifi olarak elde edilmiştir. Kırmızı

mercimeğin ise; %5.16'sı kabuk diyet lifi, %0.56'sı çözünür olmayan kotiledon diyet lifi, %6.45'i çözünür kotiledon diyet lifi olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda kırmızı mercimek kotiledon unundan çözünür olmayan diyet lifi eldesinin yeşil mercimek kotiledon unundan çözünür olmayan diyet lifi eldesine göre daha düşük verimli olduğu görülmüştür.

Çözünür baklagil diyet liflerinin püskürtmeli kurutucu ile eldesi literatürde benzeri olmayan bir çalışmadır. Çözünür fraksiyonun püskürtmeli kurutucu öncesi ve sonrasında kompozisyonunun, özellikle diyet lifi içeriği açısından, incelenmesi parametrelerin seçimi açısından ayrıntılı çalışılması gereken bir konu olarak görülmektedir. Püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma işlemleri izolatların eldesinde verimi arttıracak aşamalar olarak ileride yapılacak çalışmalara konu olabilir niteliktedir.

Bu çalışma ile elde edilen üç çeşit diyet lifi arasında sadece çözünür olmayan kotiledon diyet liflerinin izolat olarak değerlendirilebileceği diğer bir ifade ile daha saf bir diyet lifi bileşeni olduğu, KDL ve ÇDL liflerinin ise konsantr olarak adlandırılabilirliğini ve buna göre değerlendirilebileceğini söylemek mümkündür.

Fonksiyonel özelliklerin incelenmesi kapsamında diyet liflerinin; su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, şişme kapasitesi ve emülsiyon oluşturma kapasitesi belirlenmiştir. Çözünür olmayan kotiledon diyet lifleri diğer izole diyet liflerine kıyasla daha yüksek su tutma, yağ tutma ve şişme kapasitesi göstermiştir. Emülsiyon oluşturma kapasiteleri mercimek diyet lifleri için genel olarak zayıf bulunmuş ancak çözünür kotiledon diyet liflerinin emülsiyon oluşturma kapasitelerinin çözünür olmayan kotiledon diyet lifleri ve kabuk diyet liflerine göre daha yüksek belirlenmiştir.

Mercimek liflerinin fonksiyonel özellikleri arasında listelenebilecek olan ve gıda bileşeni olarak kullanımı açısından çok önemli görülen sulu çözeltide jelleşme özelliği tespit edilmiştir. Tahıl lifleri için sıkça karşılaştığımız bu özelliğin mercimek liflerinde de mevcut olduğu ve ileride detaylı araştırılması gereken bir konu olduğu düşünülmektedir.

Ülkemizde mercimeğin ekonomik bir hammadde olması, mercimek tanelerinin lif eldesini zorlaştıracak düzeyde yağ içermemeleri, mercimek diyet liflerinin az düzeyde enzim ve pek çok mekanik yöntem ile bütünden kolayca ayrılabilir olması, çalışmada kullanılan yöntemlerin ve fonksiyonel gıda bileşeni olarak mercimek diyet liflerinin tercih edilebilirliğinin göstergesidir. Mercimek hammaddesinin önemli bileşenlerinin (lif, protein, nişasta gibi) ayrıştırılarak katma değeri yüksek, fonksiyonel özellikler açısından çeşitli gıda formülasyonlarında tercih edilebilecek gıda bileşenlerinin ülkemizde üretilmesi, besleyici özelliği yüksek olan mercimeğin endüstriyel ölçekte kullanım alanını da arttıracaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, "Bakliyat İle Sağlıklı Beslenme Sağlıklı Hayat (Platformu ve Atölyesi)" İSTKA projesi (TR10/15/YNK/004) kapsamında gerçekleştirilmiştir. İstanbul Kalkınma Ajansı'na, Tarım Ürünleri, Hububat, Bakliyat İşleme ve Paketleme Sanayicileri Derneği (PAKDER)'ne, Prof. Dr. Dilek Boyacıoğlu'na ve Gıda Yüksek Mühendisi Nalan Demir'e desteklerinden ötürü teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- [1] Amarowicz, R., Estrella, I., Hernández, T., Robredo, S., Troszyńska, A., Kosińska, A., Pegg, R.B. (2010). Free radical-scavenging capacity, antioxidant activity, and phenolic composition of green lentil (*Lens culinaris*). *Food Chemistry*, 121(3), 705-711.
- [2] Derbyshire, E. (2011). The Nutritional Value of Whole Pulses and Pulse Fractions. In: Pulse Foods Processing, Quality and Nutraceutical Applications, Edited by B. Tiwari, A. Gowen, & B. McKenna. Academic Press; San Diego, CA: pp. 363-383.
- [3] De Almeida Costa, G.E., Da Silva Queiroz-Monici, K., Pissini Machado Reis, S.M., De Oliveira, A.C. (2006). Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. *Food Chemistry*, 94(3), 327-330.
- [4] Brummer, Y., Kaviani, M., Tosh, S.M. (2015). Structural and functional characteristics of dietary fibre in beans, lentils, peas and chickpeas. *Food Research International*, 67, 117-125.
- [5] Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing. *Food Chemistry*, 124(2), 411-421.
- [6] Lee, Y.P., Puddey, I.B., Hodgson, J.M. (2008). Protein, fibre and blood pressure: Potential benefit of legumes. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 35(4), 473-476.
- [7] Berrios, J.D.J., Morales, P., Cámara, M., Sánchez-Mata, M.C. (2010). Carbohydrate composition of raw and extruded pulse flours. *Food Research International*, 43(2), 531-536.
- [8] Anderson, J.W., Story, L., Sieling, B., Chen, W.J.L. (1984). Hypocholesterolemic effects of high-fibre diets rich in water-soluble plant fibres. *Journal of the Canadian Dietetic Association*, 47, 140-148.
- [9] Lattimer, J.M., Haub, M.D. (2010). Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*, 2(12), 1266-1289.
- [10] Abdul-Hamid, A., Luan, Y.S. (2000). Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. *Food Chemistry*, 68(1), 15-19.
- [11] Khan, A.R., Alam, S., Ali, S., Bibi, S., Khalil dan, I.A. (2007). Dietary Fiber Profile of Food Legumes. *Sarhad Journal of Agriculture*, 23(3), 763-766.
- [12] Tosh, S.M., Yada, S. (2010). Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. *Food Research International*, 43(2), 450-460.
- [13] Meuser, F., Pahne, N., Möller M. (1997). Yield of starch and by-products in the processing of

- different varieties of wrinkled peas on a pilot scale. *Cereal Chemistry*, 74, 364-370.
- [14] Otto, T., Baik, B.K., Czuchajowska, Z., 1997. Microstructure of seed, flours, and starches of legumes. *Cereal Chemistry*, 74, 445-451.
- [15] Dalgetty, D.D., Baik, B.K. (2003). Isolation and characterization of cotyledon fibers from peas, lentils, and chickpeas. *Cereal Chemistry*, 80(3), 310-315.
- [16] Chiou, D., Langrish, T.A.G. (2007). Development and characterisation of novel nutraceuticals with spray drying technology. *Journal of Food Engineering*, 82(1), 84-91.
- [17] Sánchez-Mata, M.C.J.P.T.M., Cámara-Hurtado, M., Díez-Marquéz, C., Torija-Isasa, M.E. (1998). Determination of mono-, di-, and oligosaccharides in legumes by high-performance liquid chromatography using an amino-bonded silica column. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(98), 3648-3652.
- [18] McConnell, A.A., Eastwood, M.A., Mitchell, W.D. (1974). Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 25, 1457-1461.
- [19] Chau, C.F., Cheung, P.C.K., Wong, Y.S. (1997). Functional properties of protein concentrates from three Chinese indigenous legume seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(7), 2500-2503.
- [20] Betancur-Ancona, D., Peraza-Mercado, G., Moguel-Ordoñez, Y., Fuertes-Blanco, S. (2004). Physicochemical characterization of lima bean (*Phaseolus lunatus*) and Jack bean (*Canavalia ensiformis*) fibrous residues. *Food Chemistry*, 84(2), 287-295.
- [21] Yasumatsu, K., Sawada, K., Moritaka, S., Misaki, M., Toda, J., Wada, T., Ishii, K. (1972). Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agricultural and Biological Chemistry*, 36(5), 719-727.
- [22] Kaur, A., Singh, N., Ezekiel, R., Sodhi, N.S. (2009). Properties of starches separated from potatoes stored under different conditions. *Food Chemistry*, 114(4), 1396-1404.
- [23] Carbonaro, M. (2011). Role of Pulses in Nutraceuticals. In: Pulse Foods: Processing, Quality and Nutraceutical Applications. Edited by: B. Tiwari, A. Gowen, & B. McKenna. Academic Press; New York: pp.385-418.
- [24] Han, I.H., Baik, B.K. (2006). Oligosaccharide content and composition of legumes and their reduction by soaking, cooking, ultrasound and high hydrostatic pressure. *Cereal Chemistry*, 83, 428-433.
- [25] Vaikousi, H., Biliaderis, C.G., Izydorczyk, M.S. (2004). Solution flow behavior and gelling properties of water-soluble barley (1→3,1→4)-β-glucans varying in molecular size. *Journal of Cereal Science*, 39(1), 119-137.
- [26] Miao, M., Zhang, T. Jiang, B. (2009). Characterisations of kabuli and desi chickpea starches cultivated in China. *Food Chemistry*, 113, 1025-1032.
- [27] Lazaridou, A., Biliaderis, C.G., Izydorczyk, M.S. (2003). Molecular size effects on rheological properties of oat beta-glucans in solution and gels. *Food Hydrocolloids*, 17(5), 693-712.
- [28] Li, W., Cui, S.W., Kakuda Y. (2006). Extraction, fractionation, structural and physical characterization of wheat β-glucans. *Carbohydrate Polymers*, 63, 408-416.
- [29] Zhang, M., Bai, X., Zhang, Z. (2011). Extrusion process improves the functionality of soluble dietary fiber in oat bran. *Journal of Cereal Science*, 54(1), 98-103.

Geleneksel Tarhana Üretiminde Tam Buğday Unu Kullanımı

Mustafa Kürşat Demir 

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Meram, Konya

Geliş Tarihi (Received): 30.01.2018, Kabul Tarihi (Accepted): 14.06.2018

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): mkdemir@konya.edu.tr (M.K. Demir)

☎ 0 332 325 20 24 📠 0 332 223 79 11

ÖZ

Tarhana, tahıl ürünleri içerisinde fazlaca tüketilen ve yöresel olarak farklı formülasyonlarda olsa da genel olarak buğday unu, yoğurt, maya ile çeşitli sebze ve baharatlar ile üretilen geleneksel fermente bir ürünüdür. Zenginleştirme amacıyla kullanılan ürünlerin tarhanaların doğal yapısına uygun olması, son ürünün besinsel özelliklerini geliştirici rol oynaması istenir. Bu çalışmada daha yüksek besinsel özelliklere sahip tahıl bazlı geleneksel bir gıdanın üretimi hedeflenmiş olup, geleneksel tarhana üretiminde alışlagelmiş olarak kullanılan buğday ununun (rafine) yerine tam buğday ununu kullanım imkanının araştırılması projenin ana hatlarını oluşturmuştur. Bu amaçla, Bezostaja-1 buğday örnekleri, laboratuvar tipi çekiçli değirmende öğütülmüş, elde edilen tam buğday unları 5 farklı oranda (%0, 25, 50, 75 ve 100) katkısız buğday unlarına ikame edilmiş ve ardında da tarhana üretiminde kullanılmıştır. Üretilen tarhanalarda da, bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikler incelenmiştir. Tam buğday unu ikamesi ile genel olarak tarhana örneklerinin CIE L^* ve b^* değerlerinin azaldığı, a^* değerlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Kimyasal özellikler bakımından da, tam buğday unu miktarının artmasıyla, tarhana örneklerinin, kül, ham protein, ham yağ, fitik asit ve toplam fenolik madde içeriklerinin arttığı, tespit edilmiştir. Sonuç olarak da, tam buğday ununun (a) sahip olduğu fonksiyonel, besinsel ve kimyasal özellikleri ile tarhana üretiminde kullanılabilecek bir hammadde olduğu, (b) anti-besinsel özellikleri dışında tam buğday ununun tarhana üretiminde rafine una iyi bir alternatif olabileceği ve (c) duyuşal özelliklerin geliştirilmesi için %50 buğday unu: %50 tam buğday unu paçallarının uygun olacağı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tam buğday unu, Tarhana, Sağlık, Beslenme

Use of Whole Wheat Flour in Traditional Tarhana Production

ABSTRACT

Tarhana is a fermented traditional product that is consumed more than other cereal products and, different formulations can be used in its production but it is generally produced using wheat flour, yoghurt, yeast, various vegetables and spices. Ingredients that are used to enrich are required to be appropriate for natural structure of tarhana as well as to improve nutritional and functional properties of final product. In this study, it was aimed to produce a cereal based traditional food with better nutritional properties. Potential use of whole wheat flour (WWF) in replacement of refined wheat flour, which has been readily used in traditional tarhana production was studied. Whole wheat flour was used to improve the chemical, nutritional and sensorial properties of tarhana samples. WWF was obtained by milling Bezostaja-1 wheat samples on a laboratory type hammer mill. The WWF samples were used as the replacement of wheat flour in five different ratios (0, 25, 50, 75 and 100%) in the production of tarhana

samples. Some physical, chemical and sensory properties of tarhana samples were determined. CIE L^* and b^* values of the tarhana samples decreased while a^* values increased when refined wheat flour was replaced by WWF. In terms of chemical properties, ash, crude protein, crude fat, phytic acid and total phenolic contents increased with an increase of WWF in the formulation. In conclusion, (a) WWF can be used a raw material in tarhana production due to its functional, nutritional and chemical properties, (b) WWF may be an alternative in tarhana production except anti-nutritional properties, and (c) for better sensorial properties, flour blends with 50% refined wheat flour: 50% WWF ratio could be more convenient.

Keywords: Whole wheat flour, Tarhana, Health, Nutrition

GİRİŞ

Tarhana; buğday unu ya da kırmasının yoğurt, domates, biber, soğan ve çeşitli baharatlarla yoğurulup bir süre fermente ettirilerek ve daha sonra kurutulup öğütülerek saklanılan geleneksel bir Türk lezzetidir [1, 2]. İçeriğindeki buğday unundan gelen bitkisel proteinler ve yoğurttan gelen hayvansal proteinlerin birbirini tamamlaması ve tarhananın fermente bir ürün olması tarhananın sindirilebilirliğini ve biyoyararlılığını arttırmaktadır [3-5]. Besinsel yararlılığı bu derece yüksek olan tarhana son ürünü, bebekler ve yaşlıların beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. İçeriğindeki un ve yoğurt sayesinde zengin bir aminoasit kaynağı olan tarhana aynı zamanda iyi bir kalsiyum, demir ve çinko kaynağıdır [4, 6]. Üretildiği yörenin damak zevkine göre içeriğinde farklılıklar görülse de tarhananın iki temel bileşeni buğday unu ya da kırması ve yoğurttur. İçerisine konulan nane, maydanoz, acı biber, kekik gibi baharatlarla; soğan, domates gibi sebzeler ve nohut gibi bakliyatlarla da tarhananın yöresine özgü tat ve aroması elde edilmiş olur [5]. Fermente ürünler ilk çağlardan bu yana üretilerek güvenli bir şekilde tüketildiği için insanların beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Ayrıca fermentasyon sonucu oluşan metabolitlerin, gıdalar içerisinde gıda bozucu ve patojen mikroorganizmaların birçoğunun gelişmesini engellediği veya öldürdüğü düşünüldüğünde ise bu tip gıdalar güvenli gıda olarak da tanımlanabilir. Bu fermente gıdaların güvenilirliğinin yanı sıra zengin besleyici özellikleri ve aromaları da tüketimlerine teşvik edici yöndedir [7].

Son yıllarda fonksiyonel gıda üretimi ve tüketiminin artmasında; tüketicilerin hayat beklentilerinin yükselmesi, sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi, obezite ve diğer sağlık sorunlarında meydana gelen artışlar nedeniyle tüketicilerin aldıkları gıdalardan besleyici özelliğın yanı sıra çeşitli faydalar sağlamayı beklemesi etkili olmuştur [8]. Gıdalardaki zenginleştirme çalışmaları farklı nedenlerle gıdalardan kaybedilen besin elementlerini yerine koymak ve gıdalara daha fazla besin ögesi ekleyerek beslenme yetersizliği sorunlarını önlemek amacıyla yapılmaktadır [9]. Karbonhidratça zengin, ancak protein miktarı ve amino asit dengesi yönüyle zayıf sayılan tahıl ürünlerinin daha çok proteince zengin gıdalarla birlikte tüketilmesi önerilmektedir [10, 11].

Rafine gıdaların medeniyet hastalıkları denilen birçok rahatsızlığa neden olduğunun anlaşılmasından sonra, tüm Dünya az girdili ekolojik gıdalara ilgisini arttırmış, bunlardan erişilebilirliği en kolay ve ucuz olduğu bilinen tane tahıl ve baklagiller büyük önem kazanmıştır [12]. Bu arada tüm tahıl çeşitleri ekmekten bisküviye, makarnadan kahvaltılık tahıl ürünlerine kadar, çok değişik formlarda kullanılmaya başlanmış, tanenin tüm morfolojik tabakaları bir arada, çok değişik ürünlere işlenmiştir [13]. Son yıllarda, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de, beslenme tarzındaki değişiklikler, stres ve fiziksel hareket azlığı gibi faktörlerin bir araya gelmesi ile kalp hastalıkları, kanser, diyabet, obezite, bağırsak rahatsızlıkları, yüksek kolesterol ve tansiyon görülme oranları oldukça yükselmiştir. Beslenme alışkanlıklarındaki değişiklikler, özellikle çalışan kesim ve öğrencilerin “fast food” ve atıştırmalık gıdalara eğiliminin artmasıyla ortaya çıkmıştır. Her geçen gün değişen beslenme alışkanlıklarına rağmen tahıl ve ürünleri dünya nüfusunun beslenmesinde önemli bir yer tutmaya devam etmektedir [14, 15]. Tam buğday unu, besinsel lif, mineral maddeler, B kompleks vitaminler, antioksidanlar (fitik asit, glutatyon ve tokoferol vb.) ve elzem aminoasitler bakımından çok ucuz bir kaynaktır. Aynı zamanda, iyi azot dengesine sahip proteini ve yüksek nişasta içeriği ile de uygun ve çok ucuz bir enerji kaynağıdır [16, 17]. Kalp hastalıkları, yüksek tansiyon, kolon kanseri, diyabet ve obezite riskini azaltıcı etkisinden dolayı tam buğday ununa olan talep yıldan yıla artış göstermektedir. Bu çalışmada da, tahıl bazı gıdalarımızdan olan tarhana ürünü hedef alınmış, daha kaliteli ve yüksek besin değerine sahip yeni son ürünlerin üretilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Denemelerde kullanılan ekmeçlik buğday unu ve Bezostaja-1 buğday örnekleri Konya ilinde faaliyet gösteren bir un fabrikasından (Selva Un Fabrikası, Konya) temin edilmiştir. Tarhanaların üretiminde kullanılan olan konsantre tam yağlı (%8.1) torba yoğurdu (Enka Süt, Konya), domates salçası (Öncü, Gaziantep) kuru soğan, kırmızı toz biber, pres yaş maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ve sofraya tuzu ise Konya piyasasından temin edilmiştir.

Tarhana üretiminde kullanılan temizlenmiş Bezostaja-1 buğday örnekleri, çekiçli değirmende (Falling Number-3100 Laboratuvar Değirmeni, Perten Instruments, AB, Huddinge, İsveç) öğütülmüş ve 500 µ göz açıklığına sahip elek sistemi kullanılarak belirli bir boyuta indirgenmiştir. Boyut kontrolü amacıyla da, öğütülmüş tüm buğday örnekleri, 500 µ'luk bir elek yardımıyla elenmiş, elek üstü materyaller ise tekrar öğütülmüştür. Denemelerde buğday örneğinin tümü 500 µ'nun altına indirgenmek suretiyle "tam buğday unu" olarak kullanılmıştır.

Geleneksel tarhana üretiminde; temin edilen buğday örneklerinin öğütülmesi sonucunda elde edilen tam buğday unları, buğday unlarına, 5 farklı ikame oranında (%0, 25, 50, 75 ve 100) ilave edilerek farkı un kombinasyonları oluşturulmuş ve bu un kombinasyonları da tarhana üretiminde kullanılmıştır. Denemeler; tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre, 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür [18].

Tarhana Üretimi

Tarhana üretiminde buğday unu (%0-100), tam buğday unu (%100-0), yoğurt (%40), domates salçası (%10), kuru soğan (%5), yaş maya (%2.5), kırmızı toz biber (%2), tuz (%1) ve su (~%40) kullanılmıştır. Formülasyonda belirtilen malzemeler karıştırıcıda (kMix KMX50, Kenwood, İngiltere) 5 dakika süre ile yoğurulmuştur. Elde edilen hamur partileri plastik kaplar içerisinde 30°C'de 72 saat süre ile fermentasyona bırakılmış ve süre içerisinde sürekli asitlik kontrolleri yapılmıştır. Fermentasyon işlemi sırasında, hamur partileri, her on iki saatte bir, buldukları kap içerisinde karıştırılmıştır. Fermentasyon sonunda; tarhana hamuru örnekleri küçük parçalara (yaklaşık 2 cm çapı ve kalınlığında) bölünerek, 55°C'de 72 saat süre ile kurutma fırınında (Nüve KD-200, Türkiye) kurutulmuştur. Kurutulmuş tarhana örnekleri çekiçli değirmende (LM 3100, Perten Instruments AB, İsveç) 500µ göz açıklığına sahip elek sistemi kullanılarak öğütülmüştür. Öğütülen kuru tarhana örnekleri, ağız kapalı cam kaplarda oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

Kimyasal ve Fizikokimyasal Analizler

Denemelerde kullanılan un örneklerinin Zeleny sedimentasyon değerleri ICC-Standart No:116/1 metoduna göre [19] belirlenmiştir. Yaş gluten miktarı ile gluten indeks değerinin (AACC 38-12) tespitinde Glutomatic-2200 yıkama cihazı ve Centrifuge 2015 santrifüj sistemlerini içeren cihazlar (Perten Instruments AB, Huddinge, İsveç) ve kuru gluten miktarının belirlenmesinde ise Glutork 2020 cihazı (Perten Instruments AB, Huddinge, İsveç) kullanılmıştır [20].

Örneklerin nem miktarı, 135°C'de 2.5 saat kurutma normu uygulanarak belirlenmiş (AACC 44-19.01), ayrıca bu örneklerin ham protein tayini Kjeldahl metoduyla

yapılmış (AACC 46-12.01), kuru madde esasına göre verilmiştir. Kül tayini AACC 08-01.01 metodu kullanılarak, ham yağ miktarı ise AACC 30-25.01'e göre yapılmıştır [20]. Fitik asit değerleri, kolorimetrik metot kullanılarak Haug ve Lanzsch [21]'e göre belirlenmiştir. Örneklerden, hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edilen fitik asit, Demir III çözeltisi ile çöktürülmüş, serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik yolla belirlenerek fitik asit miktarı hesaplanmıştır.

Tarhanaların toplam fenolik madde içeriği, Folin-Ciocalteu metodu Beta ve ark. [22]'na göre modifiye edilerek uygulanmıştır. Örnekler (200 mg), asitlendirilmiş metanol (HCl/metanol/su, 1:80:10, h/h) içerisinde (4 mL), 2 saat süre ile çalkalamalı su banyosunda (24±1°C) bekletilmiştir. Daha sonra 3000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenerek elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiştir. Analizde 0.1 mL ekstrakt, 0.5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi (%10'luk, h/h, suda) ve 1.5 mL sodyum karbonat çözeltisi (%20'lik, a/h, suda) deney tüpünde karıştırılarak, 10 mL'ye saf su ile tamamlanmış ve 2 saat oda sıcaklığında (24±1°C) inkübe edilmiştir. Süre sonunda çözeltilerin absorbans değerleri spektrofotometrede (Libra S60, Biochrom, İngiltere) 760 nm'de okunmuş ve sonuçlar galik asit (mg GAE/100g) cinsinden hesaplanmıştır [23].

Renk Analizleri

Buğday unları ve tarhana örneklerinin renk değerleri ise; otomatik renk tayin cihazı (Konica-Minolta, CR-400, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar CIE L* [(0) siyah- (100) beyaz], a* [(+) kırmızı-(-) yeşil] ve b* [(+) sarı- (-) mavi] değeri olarak belirlenmiştir [24].

Duyusal Analizler

Tarhana örnekleri; Bilgiçli [25]'ye göre pişirilerek, yaşları 20-55 arasında değişen ve konu ile ilgili aynı koşullar altında kısa bir eğitime tabi tutulan, 8 kişilik panelist grubu tarafından duyu analize tabi tutulmuştur. Tarhana örnekleri panelistlere 45-50°C'de çorba olarak sunulmuştur. 1-5 arasında bir hedonik skala (1-kötü, 3-kabul edilebilir ve 5-oldukça iyi) kullanılarak renk, tat-koku, kıvam, ekşilik, kumluluk ve genel kabul edilebilirlik bakımından değerlendirilmeleri istenmiştir.

İstatistiksel Analizler

Denemeler 2 tekerrürlü olarak yürütülmüş olup, araştırma sonucunda elde edilen veriler varyans analize tabi tutulmuş; farklılıkları istatistiksel olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analiz sonuçları tablolar halinde özetlenmiş ve tartışılmıştır [18].

BULGULAR ve TARTIŞMA

Hammaddelerin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Denemelerde kullanılan buğday ve tam buğday unu örneklerine ait analitik analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Bu sonuçlar göre; tarhana yapımında kullanılan tam buğday unu örneklerinin, buğday unlarına göre, yüksek ham protein, ham yağ ve ham kül içerdikleri tespit edilmiştir.

Tablo 1’e göre; tam buğday unlarının zengin kimyasal kompozisyonu ile son ürünün besinsel kalitesinin artırılması açısından elverişli katkılama materyali olduğunu görülmektedir. Tam buğday unlarının, buğday unlarından yaklaşık 2.6 kat daha fazla fitik asit içeriğine sahip olduğu ise besinsel açıdan tek olumsuz veridir. Ayrıca tam buğday unu örneklerinin, buğday unundan daha koyu (düşük L^* değeri ile), daha kırmızı (yüksek a^* değeri ile) ve daha sarı (yüksek b^* değeri ile) renkli olduğu belirlenmiştir. Bu durum, tam buğday unlarının, %100 buğday tanesini temsil etmesi ile bileşimdeki kepekli fraksiyonlarda bulunan doğal pigmentasyondan kaynaklanmaktadır.

Tablo 1. Tam buğday ve buğday unu örneklerine ait analitik kalite değerleri¹

Bileşen		Buğday Un	Tam Buğday Unu
Renk	L^*	88.77	81.30
	a^*	1.12	2.01
	b^*	13.12	13.88
Kül (%) ¹		0.60	1.81
Su (%)		10.44	12.04
Ham protein (%) ^{1,2}		11.24	13.79
Ham yağ (%) ¹		0.82	2.56
Fitik asit (mg/100g) ¹		401.78	1039.12
Yağ gluten miktarı (%) ¹		32.0	28.2
Kuru gluten miktarı (%) ¹		11.3	9.4
Gluten indeks (%) ³		85.4	72.1
Zeleny sedimantasyon (cc) ³		33	25

¹ Kuru madde üzerinden verilmiştir. ² N x 5.7. ³ %14 su esasına göre verilmiştir.

Renk Özellikleri

Tam buğday unu ikamesiyle üretilen tarhana örneklerinin renk ölçüm verileri olan L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 2’de özetlenmiştir.

Farklı oranlarda tam buğday unu ikamesiyle üretilmiş tarhanaların; “ L^* ” değerleri 70.61±0.40 ile 80.51±0.52, “ a^* ” değerleri 8.08±0.06 ile 9.53±0.02 ve “ b^* ” değerleri ise 27.47±0.24 ile 31.89±0.17 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 2. Tam buğday unu ikame edilmiş tarhana örneklerinin renk değerleri¹

Örnek ²	Renk		
	L^*	a^*	b^*
%100 BU (Kontrol)	80.51 ^a ±0.52	8.08 ^a ±0.06	31.89 ^a ±0.17
% 25 TBU: % 75 BU	78.32 ^b ±0.33	8.43 ^b ±0.04	30.28 ^b ±0.23
% 50 TBU: % 50 BU	75.31 ^c ±0.36	8.90 ^c ±0.01	29.54 ^c ±0.10
% 75 TBU: % 25 BU	72.42 ^d ±0.39	9.16 ^d ±0.06	28.64 ^d ±0.33
% 100 TBU	70.61 ^e ±0.40	9.53 ^e ±0.02	27.47 ^e ±0.24

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ²BU: Buğday unu, TBU: Tam buğday unu

Elde edilen bu sonuçlara göre; tam buğday unu ikamesiyle üretilen tarhana örneklerinin genel olarak L^* (parlaklık) ve b^* (sarılık) değerlerinin azaldığı, a^* (kırmızılık) değerlerinin ise arttığı tespit edilmiştir. Jayasena ve ark. [26], besinsel kaliteyi geliştirmek amacıyla buğday ununa farklı oranlarda lüpen unu ikame ederek ürettikleri eriştelelerde, artan lüpen unu oranı ile eriştelelerin L^* değerinin azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Chevallier ve ark. [27], parlaklık (beyazlık) değeri ile protein içeriği arasında negatif ilişki olduğunu

bildirmişlerdir. Tarhana yapımında kullanılan tam buğday unun protein içeriklerinin buğday ununa göre yüksek olması sebebiyle, formülasyona ilave edildiklerinde örneklerin parlaklık değerinin de düşük çıkmasına yol açtığı söylenebilir. Demir [28], kinoa unu, pirinç unu ve patates nişastasını 3 farklı (%40:30:30, %50:25:25 ve %60:20:20) kombinasyonda kullanarak ürettiği glutensiz tarhana örneklerinde; kinoa oranındaki artışlara bağlı olarak L^* (parlaklık) değerlerinin 77.74’den 74.92’ye, b^* (sarılık) değerlerinin

ise 36.52'den 32.29'a azaldığını tespit etmiştir. Genel olarak da, tam buğday unu ikamesi ve ikame oranlarında artışa gidilmesi, son ürün renginde değişimlere sebep olmuş, daha mat ve koyu kırmızı renkli ürünlerin eldesini mümkün kılmış ve albenisini arttırmıştır.

Kimyasal Özellikler

Farklı oranlarda tam buğday unu ile ikame edilerek üretilen tarhana örneklerinin bazı kimyasal özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Tarhanaların ortalama nem içeriklerinin %4.37 ile %4.55 arasında değiştiği ve tam buğday unu oranında artışa gidilmesiyle de nem içeriklerinin istatistiksel olarak değişiklik ($p<0.05$) göstermediği tespit edilmiştir. En yüksek kül değerleri, %100 tam buğday unu ile üretilen tarhana örneklerinde

(%2.85±0.04) elde edilmiş olup, en düşük kül verileri ise %100 (%2.23±0.06) beyaz un ile üretilen kontrol gurubu tarhana örnekleri takip etmiştir. Demir [28] yapmış olduğu glutensiz kinoa tarhana denemelerinde, kinoa oranı arttıkça kül oranlarının %3.01'den %3.41'e arttığını tespit etmiştir. Çevik [5] farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30 ve 40) karabuğday unu, kinoa unu ve lüpen unu içeren tarhana örneklerinin içerdikleri kül değerlerinin %1.37- 2.26 arasında değiştiğini bildirmiştir. Yapılan bir başka çalışmada da; tam buğday unu ile üretilen ekmeklerin kül içeriğinin yüksek olduğu bildirilmiştir [29]. Tam buğday unun, buğday ununa göre daha zengin ham kül sahip olması, son ürünün kimyasal kompozisyonunu etkilemiş ve ilgili olarak bu değerlerin artmasına neden olmuştur. Aynı zamanda bu artış tam buğday unu ilavesi ile mineral madde artışlarına da işaret etmektedir.

Tablo 3. Tam buğday unu ilave edilmiş tarhana örneklerinin bazı kimyasal ve besinsel özellikleri¹

Örnek ²	Nem (%)	Kül (%)	Ham Yağ (%)	Ham Protein (%)	Fitik asit (mg/100g)	Fenolik madde (mg GAE/100g)
%100 BU (Kontrol)	4.53 ^a ±0.12	2.23 ^a ±0.06	2.53 ^a ±0.02	15.29 ^d ±0.11	33.50 ^e ±1.48	714.31 ^e ±14.13
% 25 TBU: % 75 BU	4.53 ^a ±0.04	2.39 ^d ±0.01	2.64 ^d ±0.04	15.91 ^c ±0.05	42.07 ^d ±1.67	856.03 ^d ±7.90
% 50 TBU: % 50 BU	4.37 ^a ±0.05	2.52 ^c ±0.04	2.79 ^c ±0.01	16.41 ^b ±0.08	57.51 ^c ±2.60	926.92 ^c ±9.23
% 75 TBU: % 25 BU	4.42 ^a ±0.08	2.66 ^b ±0.06	2.96 ^b ±0.07	16.85 ^a ±0.07	80.05 ^b ±2.01	1193.61 ^b ±11.07
% 100 TBU	4.55 ^a ±0.05	2.85 ^a ±0.04	3.18 ^a ±0.01	17.19 ^a ±0.02	102.04 ^a ±0.52	1521.08 ^a ±15.65

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). ² BU: Buğday unu, TBU= Tam Buğday Unu

Ayrıca üretilen tarhanaların ham yağ oranları ise %2.53-3.18 arasında değişim göstermiştir. En yüksek ham yağ içeriği %3.18±0.01 ile %100 tam buğday unu ile üretilen tarhana örneklerinde elde edilmişken, en düşük ham yağ değerleri (%2.53±0.02) ise kontrol grubu (%0 tam buğday unlu) örneklerde elde edilmiştir. Bilgiçli (2009) farklı oranlarda (%0, 20, 40, 60, 80 ve 100) karabuğday ile zenginleştirdiği tarhanaların ham yağ içeriklerinin ikame oranına bağlı olarak arttığını (%6.11'den %8.20'ye) rapor etmiştir. Tam buğday ununu yağ içeriğinin yüksek olması ve doğal antioksidan özellikli tokoferollerinde (Vitamin-E) yüksek miktarda olması [29], tarhanaların besinsel açıdan özelliklerini oldukça olumlu yönde etkilemiştir. Dolayısıyla ikame oranında artış gidilmesi, son ürünleri besinsel özelliklerinin gelişmesi açısından önemli katkı sağlamıştır.

Tablo 3'teki Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde de; tarhana örneklerinin ortalama protein değerlerinin %15.29 ile %17.19 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En düşük ortalama ham protein değerlerinin kontrol grubu örneklerinde, en yüksek değerlerinin ise %100 tam buğday unu ikame edilen tarhana örneklerinde elde edilmiştir. Demir [28] yapmış olduğu glutensiz tarhana üretimlerinde, tarhanaların ham protein içeriklerinin %16.26-16.99 arasında değişim gösterdiğini rapor etmiştir. Çevik [5] de üretmiş olduğu tarhanaların ortalama protein değerlerinin %12.86 ile 13.33 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu sonuçlar bizim değerlerimizi desteklemektedir. Elde edilen bu sonuçlara

göre, tarhana formülasyonunda tam buğday unu miktarında artışa gidilmesi, son ürünlerin ham protein değerlerini beklediği gibi arttırmıştır. Bu artışa sebep olarak, tam buğday ununun protein miktarının (%13.79), buğday ununun protein miktarından (%11.24) yüksek olması gösterilebilir (Tablo 1). Demir [30] farklı oranlarda tam buğday unu ikamesi ile üretmiş olduğu bisküvi çalışmalarında da, tam buğday unu katkısının son ürünlerin protein oranlarını arttırdığını bildirmiştir. Bu da, bizim sonuçlarımızı desteklemektedir.

Üretilen tarhana örneklerinin fitik asit miktarları 33.50 ile 102.04 mg/100g arasında değişmiştir (Tablo 3). Bilgiçli ve ark. [31] buğday ruşeymi ile zenginleştirdikleri tarhana örneklerinin fitik asit içeriğinin 20.2- 39.8 mg/100g arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Yapılan farklı bir çalışmada da; farklı oranlarda (%0, 20, 40, 60, 80 ve 100) karabuğday ile zenginleştirilerek üretilmiş tarhanalardan karabuğday içermeyenlerin (kontrol grubu) 21.20±0.88 mg/100 g fitik asit içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir [25]. Bu literatür bilgileri de, bizim sonuçlarımızı desteklemektedir. Tablo 3'e göre; tam buğday unu kullanılarak tarhanaların üretilmesi, fitik asit içeriğini bariz bir şekilde arttırmıştır. En düşük fitik asit miktarı kontrol grubu örneklerde tespit edilmiş iken, artan tam buğday unu oranı fitik asit miktarını arttırmış ve en yüksek fitik asit miktarı ise %100 tam buğday unu ile üretilen tarhana örneklerinde elde edilmiştir. Tahıl tanelerinin kepekli fraksiyonları ve ruşeym tabakaları, fitik asit yapısında bulunan fitat fosforunca zengindir

[32]. Dolayısıyla una karışan kepek miktarı arttıkça bu undaki fitik asit miktarı da artmaktadır [33]. Son yıllarda fitik asidin antioksidan ve anti-karsinojenik etkilerinin olduğunun ortaya çıkması ile insan beslenmesinde daha da önemli hale gelmiştir [34].

Tarhana örneklerinin toplam fenolik madde içeriği ortalama değerleri 714.31±14.13 ile 1521.08±15.65 (mg GAE/100g) arasında değişim göstermiştir. Değirmencioglu ve ark. [34] yulaf unu katkılı tarhana denemelerinde toplam fenolik madde içeriğinin 1810.23-4231.00 mg GAE/100 g arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Elde edilen verilere göre (Tablo 3), tarhana üretiminde kullanılan tam buğday unu miktarındaki artışlara gidilmesi, toplam fenolik madde miktarlarına da artmıştır. Bu sonuçlarda, tam buğday ununun buğday ununa göre daha yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle de buğdayın dış kısımlarında yoğunlaşan fenolik bileşikler [29, 30] bunda etkili olmuştur.

Duyusal Özellikler

Tarhana örneklerinin 1-5 puan skalası ile değerlendirmeye tabi tutulan bazı duyusal özelliklerine

Tablo 4. Tam buğday unu ilave edilmiş tarhana örneklerinin duyusal özellikleri¹

Örnek ²	Renk (1-5 puan)	Tat-Koku (1-5 puan)	Kıvam (1-5 puan)	Ekşilik (1-5 puan)	Kumluluk (1-5 puan)	Genel Beğeni (1-5 puan)
%100 BU (Kontrol)	4.11 ^b ±0.13	4.46 ^{ab} ±0.08	4.27 ^a ±0.08	4.24 ^a ±0.18	4.00 ^a ±0.02	4.40 ^b ± 0.14
% 25 TBU: % 75 BU	4.28 ^{ab} ±0.08	4.56 ^a ±0.08	4.28 ^a ±0.10	4.43 ^a ±0.31	3.75 ^a ±0.21	4.50 ^a ± 0.08
% 50 TBU: % 50 BU	4.62 ^a ±0.05	4.43 ^{abc} ±0.02	4.39 ^a ±0.04	4.26 ^a ±0.15	3.85 ^a ±0.07	4.58 ^a ± 0.11
% 75 TBU: % 25 BU	4.18 ^b ±0.04	4.32 ^{bc} ±0.05	4.45 ^a ±0.15	4.38 ^a ±0.25	3.80 ^a ±0.14	4.34 ^{ab} ± 0.03
% 100 TBU	4.07 ^b ±0.07	4.30 ^c ±0.05	4.38 ^a ±0.04	4.22 ^a ±0.11	3.91 ^a ±0.05	4.15 ^b ± 0.07

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² BU: Buğday unu, TBU= Tam buğday unu

Genel beğeni değerlendirmeleri açısından da en yüksek puanlama değerlerini %25 ve %50 tam buğday unu ikamelerinin verdiği, katkılama oranı arttıkça bu puanlama değerlerinin azaldığı fakat önemli bir düşüklüğe sebep olmadığı ve kontrole eş değer verilerin elde edildiği belirlenmiştir. Sonuç olarak; duyusal özelliklerinin korunması ve/veya geliştirilmesi açısından, tarhana üretiminde tam buğday unu kullanımı ve kullanılan oranlarda artışlara gidilmesinin olumsuz bir etkiye sahip olmadığı, %50'ye kadar tam buğday unu ikamesi ile de tarhanaların duyusal olarak daha beğenilir hale gelebileceği belirlenmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada, buğday unlarına belirli oranlarda (%0, 25, 50, 75 ve 100) tam buğday unu ikamesi ve hazırlanan bu paçallarının tarhana üretiminde kullanıma imkanları incelenmiş olup, üretilen bu tarhanaların bazı fiziksel, kimyasal, besinsel ve duyusal özelliklerindeki değişimler, araştırılarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Tam

ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Tablo 4'te verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; tarhana örneklerinin ortalama, renk, tat-koku, kıvam, ekşilik, kumluluk ve genel beğeni puanlama değerleri (1-5 puan) sırasıyla, 4.11-4.62, 4.30-4.56, 4.27-4.45, 4.22-4.43, 3.75-4.00 ve 4.15-4.58 arasında değişmiştir (Tablo 4). Renk puanlama değerleri açısından; kontrol grubu, %75 ve %100 tam buğday unu içeren tarhanalar en düşük renk puanlama değerleri almışken, %25 ve %50 içerenlerin bu puanlarının yükseldiği belirlenmiştir. Dolayısıyla tam buğday unu katkılanan tarhana çorbası örneklerinin %50'ye kadar ikamesinin renk açısından daha çok beğeni kazandığı tespit edilmiştir. %50 tam buğday unu ikamesini üzerinde ise kontrole eş değer bir renk puanlama verileri vermiştir. Buda rengin tam buğday unu ikamesi ile geliştiği veya korunduğu göstermiştir. Kıvam, ekşilik ve kumluluk puanlama değerlerine açısından, kontrol grubu ile tam buğday unu ikameli tarhanaların kıyaslanabilir ölçüde oldukları belirlenmiş olup, yapılan değerlendirme bu puanlarının istatistiki açıdan farklı olmadığı (p<0.05) tespit edilmiştir. Ayrıca tat- koku değerleri de; renk değerlerine paralellik göstermiştir.

buğday unu ikamesiyle üretilen tarhananın örneklerinin istatistiki olarak (p<0.05) *L** (parlaklık) ve *b** (sarılık) değerlerinin azaldığı, *a** (kırmızılık) değerlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, tarhana formülasyonunda tam buğday unu miktarında artışa gidilmesi ile son ürün olan tarhanaların kül, ham protein, ham yağ, fitik asit ve toplam fenolik madde içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına açısından da, tam buğday ununun olumsuz bir etkiye sahip olmadığı, %50'ye kadar tam buğday unu ikamesi ile de daha beğenilir hale geldiği belirlenmiştir. Elde edilen bu veriler ışığında, toplumun her kesimi tarafından her öğünde sevilerik tüketilen tarhana ürününde, buğday unlarının yerine, sağlık açısından üstünlüğü ispatlanan tam buğday unu kullanımının daha uygun olacağı kanısına varılmıştır.

TEŞEKKÜR



Bu çalışma Necmettin Erbakan Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi (Proje No: 161219008) tarafından maddi olarak desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Anonim. (1981). TS 2282 Tarhana Standardı, T1: Nisan 2003, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [2] Temiz, A., Yılmaz, N. (1998). Identification of lactic acid bacteria isolated from tarhana during fermentation. *Acta Alimentaria*, 27, 277-291.
- [3] Özbilgin, S. (1983). The chemical and biological evaluation of tarhana supplemented with chickpea and lentil, Ph.D. theses, Cornell University, Ithaca, New York.
- [4] Gül, T. (2010). Bayat Ekmeklerin Tarhana Üretiminde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- [5] Çevik, A. (2016). Tarhananın Besinsel Zenginleştirilmesinde Kinoa, Karabuğday Ve Lüpen Unlarının Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- [6] Dağlıoğlu, O. (2000). Tarhana as a traditional turkish fermented cereal food, its recipe, production and composition. *Nahrung*, 44(2), 85-88.
- [7] Erbaş, M. (2003). Yaş Tarhananın Üretim Ve Farklı Saklama Koşullarında Bileşimindeki Değişmeler. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya.
- [8] Meral, R., Doğan, İ.S. (2009). Fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin unlu mamüllerin üretiminde kullanımı. *Gıda Dergisi*, 34(3), 193-198.
- [9] Yücecan, S. (1991). Besinlerin zenginleştirilmesi. *Gıda Dergisi*, 16(4), 269-275.
- [10] Eyidemi, E. (2006). Kayısı çekirdeği ilavesinin eriştenin bazı kalite kriterlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği A.B.D., Malatya.
- [11] Hummel, C. (1966). Macaroni Products: Manufacture, Processing and Packing. Food Trade Press: London.
- [12] Lai, C.S., Davis, A.B., Hosney, R.C. (1989). Production of whole wheat bread with good loaf volume. *Cereal Chemistry*, 66, 224-227.
- [13] Pomeranz, Y. (1988). Wheat Chemistry and Technology, AACC. St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- [14] Özkaya, B. (1999). Tahılların neden olduğu alerjiler ve önemi-2. *Food Hi-Tech Mart*, 82-88.
- [15] Battais, F., Courcoux, P., Popineau, Y., Kanny, G., Moneret-Vautrin, D.A., Denery-Paini, S. (2005). Food allergy to wheat: differences in immunoglobulin E-binding proteins as a function of age or symptoms. *Journal of Cereal Science*, 42, 109-117.
- [16] Thompson, L.U. (1994). Antioxidants and hormone-mediated health benefits of whole grains. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34(5-6), 473-497.
- [17] Slavin, J.L. (2000). Mechanisms for the impact of whole grain foods on cancer risk. *Journal of American College of Nutrition*, 19(3), 300-307.
- [18] Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistiksel Metodları-II), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1021, Ankara.
- [19] ICC. (2002). International Association for Cereal Science and Technology, ICC- Vienna.
- [20] AACC. (2000). American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC The Association: St. Paul, MN.
- [21] Haug, W., Lantzsch, 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.
- [22] Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E., Sapirstein, H.D. (2005). Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry*, 82, 390-393.
- [23] Slinkard, K., Singelton, V.L. (1977). Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1), 49-55.
- [24] Francis, F.J. (1998). Colour Analysis. In: Food analysis, Edited by S.S. Nielsen, An Aspen Publishers, Gaithersburg, USA., 599-612p.
- [25] Bilgiçli, N. (2009). Effect of buckwheat flour on chemical and functional properties of tarhana. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 514-518.
- [26] Jayasena, V., Leung, P.P.Y., Nasar-Abbas, S.M. (2010). Effect of lupin flour substitution on the quality and sensory acceptability of instant noodles, Food Science and Technology, School of Public Health Curtin University of Technology, Perth, Australia.
- [27] Chevallier, S., Colonna, P. A., Della Valle, G. Lourdin, D. (2000). Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. *Journal of Cereal Science*, 3, 241-252.
- [28] Demir, M.K. (2014). Use of quinoa flour in the production of gluten-free tarhana. *Food Science and Technology Research*, 20(5), 1087-1092.
- [29] Demir, M.K. (2010). Bazı Fiziksel Uygulamaların Tam Buğday Ununun Depolama Stabilitesi, Ekmekçilik Kalitesi Ve Besinsel Özelliklerine Etkisi Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- [30] Demir, M.K. (2015). Tam buğday ununun bisküvi üretiminde kullanım imkanları, Necmettin Erbakan Üniversitesi, BAP Proje No: 131219005, Konya.
- [31] Bilgiçli, N., Elgün, A., Herken, E.N., Ertaş, N., İbanoğlu, Ş. (2006). Effect of wheat germ/bran addition on the chemical, nutritional and sensory quality of tarhana, a fermented wheat flour-yoghurt product. *Journal of Food Engineering*, 77(3), 680-686.

- [32] Hosney, R.C. (1994). Principles of Cereal Science and Technology. (2nd Edition), American Association of Cereal Chemists Inc., St Paul, Minnesota.
- [33] Özkaya, B. (2004). Ekmeğin fitik asit miktarına çeşit ve ekstraksiyonun etkisi, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No: 2002-07-11-064, Ankara.
- [34] Kanmaz, Ö.E. (2017). Fonksiyonel Antioksidan Gıdalar: Yenilebilir Tohum Filizleri. Sidas Medya Yayınları. Yayın No: 057-1B, İzmir.
- [35] Değirmencioğlu, N., Gürbüz, O., Herken, E.N., Yıldız, A.Y. (2016). The impact of drying techniques on phenolic compound, total phenolic content and antioxidant capacity of oat flour tarhana. *Food Chemistry*, 194, 587-594.
-

Kahve Çekirdeği Zarının Diyet Lifi Kaynağı Olarak Kek Formülasyonunda Kullanılması

Gizem Ateş , Yeşim Elmacı 

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 27.11.2017, Kabul Tarihi (Accepted): 06.06.2018

✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): yesim.elmaci@ege.edu.tr (Y. Elmacı)*

☎ 0 232 311 13 16 📠 0 232 342 75 92

ÖZ

Bu çalışmada, işlem görmemiş ve su ile işlem görmüş kahve çekirdeği zarı %20, 25 ve 30 oranlarında kek formülasyonunda kullanılmış ve kahve çekirdeği zarı kullanımının kek kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Kahve çekirdeği zarı un ikamesi olarak kullanıldığında ikame oranına bağlı olarak kekin spesifik hacminin ve pişme kaybının azaldığı, yağ ikamesi olarak kullanıldığında ise spesifik hacminin ve pişme kaybının değişmediği belirlenmiştir. İşlem görmüş kahve çekirdeği zarı ikamesi ile kekin nem içeriği artmış, kahve çekirdeği zarlı keklerin iç rengi kontrol örneğe kıyasla daha koyu, daha kırmızımsı ve daha az sarımsı bulunmuştur. Kahve çekirdeği zarlı keklerin kek içi sertliğinin ve çiğnenebilirliğinin daha yüksek, iç yapışkanlığının ise daha düşük olduğu saptanmıştır. Keklerin duyu özellikleri değerlendirildiğinde lif ikamesinin keklerin iç rengini koyulaştırdığı, sertlik, liflilik, kahve tadı ve acı tadı arttırdığı saptanmıştır. İşlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerin fiziksel ve duyu kalitesinin işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerle kıyasla daha iyi olduğu ve %30 oranında kek formülasyonunda kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kahve çekirdeği zarı, Diyet lif ile zenginleştirilmiş kek, Un ikamesi, Yağ ikamesi, Duyusal değerlendirme

Use of Coffee Silverskin as Dietary Fiber Source in Cake Formulation

ABSTRACT

In this study, untreated and water-treated coffee silverskins were used in cake formulation at 20, 25 and 30% and the effect of coffee silverskin on cake quality was investigated. It has been determined that when coffee silverskin was used as flour substitution, the specific volume and baking loss of cakes decreased, depending on the substitution level, when it was used as a fat substitution, specific volume and baking loss did not change. Moisture content of cakes increased with the substitution by water-treated coffee silverskin, crumb color of cakes with coffee silverskin was darker, reddish and less yellowish compared to control cakes. Crumb hardness and chewiness of cakes with coffee silverskin was higher, and cohesiveness value of cakes was lower than control cakes. Sensory characteristics of cakes revealed that as fiber substitution, crumb color become darker, hardness, fibrousness, coffee taste and bitter taste increased. The physical and sensory qualities of cakes with water-treated coffee silverskin were better than cakes with untreated coffee silverskin, and it can be used as 30% in cake formulation.

Keywords: Coffee silverskin, Dietary fiber enriched cake, Flour substitution, Fat substitution, Sensory evaluation

GİRİŞ

Günümüzde, kalp hastalıkları, diyabet, obezite gibi bazı kronik hastalıkların artması ile tüketiciler daha sağlıklı, kalori değeri azaltılmış gıdalara yönelmiş; sağlık ile ilişkilendirilen ve birçok hastalığın önlenmesinde etkili bileşenlerden biri olan diyet lifine duyulan ilgi giderek artmıştır. Diyet lifi, insan ince bağırsağında emilime ve sindirime dirençli, kalın bağırsakta ise tamamen veya kısmen fermente olabilen, bitkilerin yenilebilir kısımları olarak tanımlanabilmektedir. Yeterli diyet lifi tüketiminin kabızlık, hemoroit gibi bağırsak hastalıklarını ve kalın bağırsak kanserini önleyebileceği, göğüs, prostat ve diğer kanser türlerine karşı ise koruyucu olabileceği belirtilmektedir. Sağlığa faydalı etkilerinin yanı sıra diyet lifinin gıdanın su bağlama ve jelleşme kapasitesini artırma, doku oluşumuna katkı sağlama gibi teknolojik özelliklere sahip olmasından dolayı gıda endüstrisinde kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir [1-3]. Yüksek diyet lifi içeriği nedeniyle birçok gıda formülasyonunda önemli bir gıda bileşeni olarak yer alabilecek ürünlerden biri de kahve çekirdeği zarıdır.

Kahve çekirdeği zarı, kahve çekirdeğini saran ve yeşil kahve çekirdeğinin kavrulması sırasında oluşan bir yan üründür [4]. Kahvenin işlenmesi sırasında meydana gelen kahve çekirdeği zarı içerdiği kafein, tanen ve polifenollerden dolayı toprakta yaşayan mikroorganizmalara ve bitkilere karşı toksik etkiye sahip olduğundan ciddi çevresel problemlere yol açmaktadır [5-6]. Ancak, kahve çekirdeği zarının yüksek oranda protein (%19) ve kül (%7), düşük oranda yağ (%2) ve indirgen şeker (%0.2) içeriğine sahip olması ve yüksek oranda lif içermesi (%62) gıda formülasyonlarında fonksiyonel bir bileşen olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir [5]. Ayrıca, yapılan çalışmalarda kahve çekirdeği zarının insan sağlığı üzerine pozitif etkiye sahip olan polifenollere ve antioksidan maddelere sahip doğal kaynak olduğu, prebiyotik etkiye sahip olan *Bifidobakteriyum* türlerinin metabolik aktivitesini arttırdığı, yüksek lif, düşük kalori içermesi nedeniyle gıda formülasyonlarında aşırı kilo ve yağ birikimini önleyici bir bileşen olarak kullanılabilirliği ifade edilmektedir [7]. Kahve çekirdeği zarının değerlendirilmesi ile çevreye verdiği olumsuz etkinin azalması ve katma değere sahip bir ürün elde edilmesi ekonomik ve çevresel açıdan önem taşımaktadır. Bu yüzden son zamanlarda kahve çekirdeği zarının geri kazanımına duyulan ilginin arttığı ve bu konuda daha fazla çalışma yapılması gerektiği görülmektedir.

Unlu mamüller alanında çeşitli diyet lifi kaynaklarının un ve yağ ikamesi olarak kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde, elma posasının [8] kek formülasyonunda, portakal pulpundan elde edilen lif [9] ile elma, limon ve buğday kepeğinden elde edilen lifin [10] kurabiye formülasyonlarında, mango kabuğu tozunun [11] bisküvi formülasyonunda, limon lifinin [12] ekmekek formülasyonunda un ikamesi olarak; kakao lifinin [13] ve şeftali lifinin [14] muffin formülasyonlarında, elma posasından elde edilen pektinin [15] kurabiye formülasyonunda yağ ikamesi olarak kullanıldığı görülmektedir. Kahve çekirdeği zarı ile ilgili yapılan çalışmaların ise ekmekek formülasyonu ile sınırlı olduğu

[16], çalışmada kahve çekirdeği zarının un yerine düşük oranda ikame edildiği ve kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak herhangi bir gıda formülasyonunda kullanılmadığı görülmüştür.

Bu nedenle bu çalışmada; lifçe zenginleştirilmiş kek üretiminin gerçekleştirilmesi için yüksek oranda lif içeren kahve çekirdeği zarının, un ikamesi ve yağ ikamesi olarak kek formülasyonunda kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kahve çekirdeği zarı işlem görmemiş ve işlem görmüş kahve zarı olmak üzere %20, 25 ve 30 oranlarında kek formülasyonda ayrı ayrı un ve yağ ikamesi olarak kullanılmış, keklerin fiziksel ve duyu kalitesi incelenmiştir. Çalışma sonucunda lif oranı artırılmış, kalori değeri azaltılmış, duyu özellikleri ve diğer kalite özellikleri açısından tüketicilerin tercih edebileceği, daha sağlıklı kek formülasyonları geliştirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada kek yapımı için materyal olarak marketten temin edilen buğday unu, toz şeker, ayçiçek yağı, yumurta, sütün tozu, tuz, su, hamur kabartma tozu ve İlyas Gönen Dibek Kuru Kahvecisi'nden temin edilen arabica türü kahve çekirdeği zarı kullanılmıştır.

Kahve Çekirdeği Zarının Hazırlanması

Kahve çekirdeği zarı laboratuvar tipi öğütücü kullanılarak öğütüldükten sonra, partikül çapı 283 mikronun altında olacak şekilde elenmiştir. Öğütülüp elenen kahve çekirdeği zarının bir kısmı herhangi bir işlem görmeksizin diyet lifi kaynağı olarak kullanılmış ve işlem görmemiş kahve çekirdeği zarı olarak adlandırılmış; bir kısmı ise Garcia-Serna ve ark. [17] tarafından önerildiği gibi su ile işleme tabi tutulmuş ve işlem görmüş kahve zarı çekirdeği zarı olarak adlandırılmıştır. Yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak 3.3 g kahve çekirdeği zarı 100 mL kaynamış su ile 10 dakika muamele edilmiştir. Ekstraksiyon işleminden sonra gravimetrik filtre kâğıdı kullanılarak süzülüp elde edilen katı kalıntı oda sıcaklığında 24 saat, daha sonra da etüvde 60°C sıcaklıkta 8 saat kurutulmuştur. Elde edilen katı kalıntı partikül çapı 283 mikron olan elekten geçirilmiş ve diyet lifi kaynağı olarak kullanılmıştır.

Kek Formülasyonlarının Geliştirilmesi

Çalışma 2 aşamalı olarak yürütülmüştür. Birinci aşamada kahve çekirdeği zarı un ikamesi olarak; 2. aşamada ise yağ ikamesi olarak kek formülasyonunda kullanılmıştır. Formülasyonlarda kullanılan kahve çekirdeği zarı işlem görmemiş ve işlem görmüş olarak ele alınmıştır. Kahve çekirdeği zarının un ikamesi ve yağ ikamesi olarak kullanıldığı kek formülasyonları için yapılan ön denemeler sonucunda işlem görmemiş ve işlem görmüş kahve çekirdeği zarının %20, 25 ve 30 oranlarında kek formülasyonlarında kullanılması uygun görülmüştür. Kahve çekirdeği zarı eklenmemiş kek kontrol örneği olarak kullanılmıştır.

Kek Hazırlama

Kekler, Un, Değirmencilik ve Araştırma Birliği (Flour, Milling and Research Association-Chorleywood, İngiltere) standart prosedüründe bazı modifikasyonlar yapılarak hazırlanmış olup bu amaçla kullanılan bileşenler Tablo 1'de gösterilmiştir [18].

Tablo 1. Un, Değirmencilik ve Araştırma Birliği (Chorleywood, İngiltere) standart formülasyonuna göre modifiye edilmiş kek formülasyonu [18]

Bileşenler	Ağırlık (g)
Un	170
Şeker	195.5
Yağ	110.5
Yumurta	144.5
Süt tozu	8.5
Tuz	1.7
Su	59.5
Kabartma tozu	5.95

Kontrol keki hazırlamak için; oda sıcaklığındaki yumurta ve şeker düşük hızda 1 dakika çırpılmış; sırasıyla yağ, suda çözüldürülmüş süttozu, un, kabartma tozu ve tuz eklenerek yüksek hızda 3 dakika karıştırılmıştır. Söz konusu bileşenlerin karıştırma ve çırpma işlemleri el tipi mikser (Tefal, Mastermix), pişirme işlemi ise ev tipi mini fırın (SUF 5000 MEB, Arçelik) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kahve çekirdeği zarının un ikamesi olarak kullanıldığı kekleri hazırlamak için işlem görmemiş ve işlem görmüş kahve çekirdeği zarı formülasyonda kullanılan un miktarının %20, 25 ve 30 oranlarında un yerine ikame edilmiştir. Kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak kullanıldığı kekleri hazırlamak için ise işlem görmemiş ve işlem görmüş kahve çekirdeği zarı formülasyonda kullanılan yağ miktarının %20, 25 ve 30 oranlarında yağ yerine ikame edilmiştir. Kahve çekirdeği zarlı kekler kontrol kekin hazırlanmasında tarif edildiği şekilde hazırlanmış; elde edilen hamur baton kek kalıbında (21 x 11 cm), önceden ısıtılmış 170°C'deki ev tipi fırında 55 dakika pişirilmiştir, pişen kek oda sıcaklığında 1 saat soğutulmuştur [18]. Elde edilen kekler, üretildikleri gün oda sıcaklığında 1 saat bekletilmiş, fiziksel ve duyu analizler gün içinde gerçekleştirilmiştir.

Keklerin Fiziksel Analizi

Keklerin hacmi, kolza tohumuyla yer değiştirme metodu (Rapeseed displacement method) kullanılarak AACCC'de belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir [19]. Sonuçlar, kek hacmi/kek ağırlığı (cm³/g) (spesifik hacim) olarak verilmiştir. Keklerin pişme kaybı değeri başlangıçtaki hamur ağırlığının kekin pişme öncesi ve sonrasının ağırlık farkına bölünmesiyle g/100 g olarak ifade edilmiştir [20]. Keklerin nem içeriği vakumlu etüv yöntemi kullanılarak AACCC'de belirtildiği şekilde belirlenmiş, sonuç g/100 g olarak ifade edilmiştir [19]. Keklerin iç rengi Konica Minolta CR-400 markalı renk tayin cihazı kullanılarak 5 ayrı noktadan CIE L*, a*, b* değerlerinin ölçülüp ortalaması alınarak saptanmıştır. Keklerin enstrümental doku ölçümleri, TA.XT.plus doku analizörü (TA.XT.plus Texture Analyser, Stable Microsystems) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her

formülasyonun ölçümü 2 paralel 2 tekrar olacak şekilde gerçekleştirilmiş, elde edilen 4 değer ortalaması alınarak sonuçlar ifade edilmiştir. Keklerin iç sertliği, ortadaki 2 dilim kullanılarak AACCC standart metodunda belirtildiği şekilde, 25 mm kalınlığındaki keklere 36 mm çapındaki silindirik başlık ile 5 kg yük uygulanarak keklerin %40 oranında sıkıştırılmaya karşı gösterdikleri direncin ölçülmesiyle belirlenmiştir [21]. Elde edilen grafikten keklerin esneklik, iç yapışkanlık ve çignenebilirlik değerleri ölçülmüştür.

Keklerin Duyusal Analizi

Kekler görünüş, doku ve lezzet açısından 10 puanlık skala kullanılarak değerlendirilmiştir [13, 22-24]. Keklerin duyu analizi değerlendirilmesi, kekler pişirildikten 1 saat sonra 2 tekrar olacak şekilde, Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Duyusal Test Laboratuvarında 8 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Eğitim panellerinden sonra asıl panellere geçilmiş, 25 mm kalınlığında kesilmiş kekler, rastgele seçilmiş 3 basamaklı sayılarla kodlandıktan sonra beyaz plastik tabaklarda rastgele sırayla panelistlere sunulmuştur. Her kek formülasyonu iki kez pişirilmiştir, kahve çekirdeği zarının un ikamesi olarak kullanıldığı kek formülasyonları iki farklı günde, yağ ikamesi olarak kullanıldığı kek formülasyonları da iki farklı günde değerlendirilmiştir. Kahve çekirdeği zarının un ve yağ ikamesi olarak kullanıldığı kek formülasyonlarının duyu analizinde kullanılan tanımlar Tablo 2'de verilmektedir.

İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler SPSS Statistics 23 paket programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Farklı oranlarda un ve yağ yerine ikame edilen kahve çekirdeği zarı içeren kek örneklerinin fiziksel ve duyu özellikleri açısından istatistiksel farklılıkları kıyaslamak amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma yöntemi uygulanmıştır [15]. Sonuçlar %95 güven aralığında değerlendirilmiştir. Ayrıca keklerin duyu analizlerinin belirlenmesinde çok değişkenli veri analiz yöntemlerinden temel bileşenler analizi (PCA) kullanılarak kek formülasyonlarının duyu özellikleri arasındaki farklılıklar belirlenmiştir [13].

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kahve Çekirdeği Zarının Un İkamesi Olarak Kullanıldığı Keklere Ait Bulgular

Keklerin Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular

Tablo 3'ten görüldüğü gibi kahve çekirdeği zarının un ikamesi olarak kek formülasyonlarında kullanılması ile kekin spesifik hacim değerinde azalmanın olduğu belirlenmiştir. Kahve çekirdeği zarlı kekler arasında kahve çekirdeği zarı oranı arttıkça spesifik hacim artmış; ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p<0.05). Kahve çekirdeği zarının su ile muamele edilmesinin kekin spesifik hacminde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye neden olmadığı saptanmıştır (p<0.05). Spesifik hacimde azalma, çözünmeyen diyet lifince

zengin olan kahve çekirdeği zarının kek formülasyonuna ikame edilmesi ile hamur viskozitesinde artışın meydana gelmesi, bu durumun da genişlemeyi olumsuz etkilemesi ve bunun sonucunda kek hacminin azalması ile yorumlanabilmektedir. Nitekim, Sudha ve ark. [8] tarafından unun %10, 20 ve 30 oranlarında elma posası ile ikame edildiği kek çalışmasında, elma posasının kek formülasyonunda kullanılması ile kekin spesifik hacminde azalma meydana geldiği saptanmıştır. Dhen

ve ark. [20] tarafından mısır nişastasının farklı partikül boyutlarındaki (<132 mm, 132-156 mm, >156 mm) soya unu ile %15 ve 30 oranlarında ikame edildiği sponge ve layer kek çalışmasında ise, soya unu ikame edilmiş layer kekler ile kontrol örneği arasında spesifik hacim değeri açısından anlamlı bir farkın olmadığı ifade edilmiştir.

Tablo 2. Panelist eğitiminde kullanılan tanımlar [13, 22-24].

Özellikler	Tanım
<u>Görünüş</u>	
Kek içi rengi	Kek içi kahverengin derecesi
Kek içi gözenek homojenliği	Hava kabarcıklarının kek içinde gösterdiği homojenlik derecesi
<u>Elle doku</u>	
İç yapışkanlık	Bir parça kek içini top haline getirebilme kolaylığı
Sertlik	Parmakla keki sıkıştırmak için uygulanan kuvvet
<u>Ağız hissi</u>	
Sertlik	Dişler arasındaki keki parçalamak için gerekli olan minimum kuvvet
Nemlilik	Kekte bulunan suyun neden olduğu his
Yağlılık	Keki yuttuktan sonra ağız boşluğunda kalan kalıntı yağlılık derecesi
Liflilik	Çiğnemenin sonra ağızda parçalanmayan kalıntı
<u>Lezzet</u>	
Kahve tadı	Karakteristik kahve lezzetinin şiddeti
Acı tat	Acılık şiddeti
Tatlı tat	Tatlılık şiddeti

Tablo 3. Un ikamesi olarak kahve çekirdeği zarı içeren kekler ile kontrol örneğine ait fiziksel analiz sonuçları

Özellikler	İşlem görmemiş kahve çekirdeği zarı				İşlem görmüş kahve çekirdeği zarı		
	Kontrol	%20	%25	%30	%20	%25	%30
Spesifik hacim ¹	2.51±0.15 ^b	2.27±0.05 ^a	2.39±0.08 ^{ab}	2.37±0.05 ^{ab}	2.26±0.18 ^a	2.28±0.15 ^a	2.30±0.00 ^{ab}
Pişme kaybı ²	9.07±0.80 ^b	7.02±0.54 ^a	6.84±0.09 ^a	7.61±1.05 ^a	7.45±0.41 ^a	7.67±0.24 ^a	7.72±0.06 ^a
Kek içi nem ²	23.72±0.87 ^b	24.61±0.21 ^c	23.05±0.87 ^b	21.51±0.29 ^a	27.06±0.52 ^d	26.52±0.18 ^d	27.22±0.48 ^d
L*	70.34±0.32 ^g	35.86±0.36 ^c	34.33±0.19 ^b	33.44±0.35 ^a	44.81±0.1 ^f	42.84±0.47 ^e	39.68±0.14 ^d
a*	0.21±0.16 ^a	6.54±0.09 ^f	6.23±0.06 ^e	6.02±0.16 ^d	5.50±0.07 ^b	5.73±0.02 ^c	5.90±0.10 ^d
b*	21.10±0.58 ^f	12.29±0.26 ^b	11.04±0.69 ^a	10.63±0.25 ^a	17.08±0.30 ^e	16.36±0.18 ^d	15.32±0.11 ^c
Sertlik (N)	7.49±0.27 ^a	11.85±0.42 ^c	13.55±0.26 ^d	15.04±0.40 ^e	8.01±0.44 ^a	9.09±0.49 ^b	8.86±0.33 ^b
Esneklik (cm)	0.91±0.01 ^a	0.89±0.03 ^a	0.90±0.03 ^a	0.91±0.01 ^a	0.91±0.02 ^a	0.90±0.01 ^a	0.89±0.00 ^a
İç yapışkanlık	0.72±0.00 ^f	0.58±0.01 ^c	0.56±0.00 ^b	0.50±0.00 ^a	0.68±0.01 ^e	0.68±0.00 ^e	0.66±0.01 ^d
Çiğnenebilirlik ³	4.95±0.19 ^a	6.12±0.21 ^c	6.85±0.33 ^d	6.92±0.28 ^d	4.91±0.19 ^a	5.55±0.35 ^b	5.19±0.20 ^{ab}

Her değer ± standart sapma ile ifade edilmektedir. ^{a-g}: Bu indisler farklı oranlarda işlem görmemiş ve işlem görmüş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği keklerin ve kontrol örneğin istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0.05). ¹: cm³/g, ²: g/100 g, ³: N x cm

Kahve çekirdeği zarının un ikamesi olarak kek formülasyonlarında kullanılması ile kekin pişme kaybı değerinin azaldığı belirlenmiştir (Tablo 3). Bu durum, yüksek oranda lif içeren kahve çekirdeği zarı ikamesinin kek hamurunun su tutma kapasitesinde artışa neden olması ile açıklanabilmektedir. Kahve çekirdeği zarının su ile muamele edilmesinin ise keklerin pişme kaybı değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişime neden olmadığı saptanmıştır (p<0.05). Nitekim, Gómez ve ark. [25] tarafından sponge ve layer kek formülasyonundaki unun bezelye unu ile %25, 50 ve 100 oranlarında ikame edildiği bir çalışmada kek formülasyonları arasında pişme kaybı değeri açısından fark olmadığı belirtilmiştir. Benzer olarak, Jongsutjarittam ve Charoenrein [26] tarafından unun mumsu pirinç unu ile %10, 15 ve 20 oranlarında ikame edildiği taze ve dondurulmuş kek çalışmasında da mumsu pirinç ikamesi artışının taze

fırınlanmış kekin pişme kaybını etkilemediği saptanmıştır.

Tablo 3'ten görüldüğü gibi işlem görmemiş kahve çekirdeği zarının %30 oranında ikame edilmesi ile kekin nem içeriğinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma belirlenmiştir (p<0.05). Nitekim, Rosli ve ark. [27] tarafından unun olgunlaşmamış mısır koçanı ile %10, 20 ve 30 oranlarında ikame edildiği kek çalışmasında lif ikamesi ile kekin nem değerinde azalma olduğu saptanmıştır. İşlem görmüş kahve çekirdeği zarının un ikamesi olarak kek formülasyonlarında kullanılması ile kek içi nem değerinin arttığı belirlenmiştir. Bu artışın, kahve çekirdeği zarının su ile muamele edilmesi sonucu lifin su tutmasından ve su ile muamele edilmiş kahve çekirdeği zarının nem içeriğinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kahve çekirdeği zarlı keklerin iç rengi kontrol örneğine kıyasla daha koyu, daha kırmızı ve daha az sarı bulunmuştur (Tablo 3). İşlem görmemiş kahve çekirdeği zarı oranı arttıkça, kek içi L*, a* ve b* değerleri azalmış; yani kek içi rengi daha koyu, daha az kırmızı ve daha az sarı bulunmuştur. İşlem görmüş kahve çekirdeği zarı oranı arttıkça a* değerinde artış, L* ve b* değerinde azalış gözlenmiştir; yani kek içi rengi daha koyu, daha kırmızı ve daha az sarı olarak bulunmuştur. İşlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerin iç rengi, işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerle kıyasla daha açık, daha az kırmızı ve daha sarı olarak belirlenmiştir.

Keklerin doku analizi sonuçları değerlendirildiğinde kahve çekirdeği zarının un ikamesi olarak kek formülasyonlarında kullanılmasının genel olarak kek içi sertliğinde artışa ve iç yapışkanlık değerinde azalışa neden olduğu gözlenmiştir (Tablo 3). Kahve çekirdeği zarı ikamesi keklerin esneklik değerini değiştirmekten, işlem görmemiş kahve çekirdeği zarı ikamesi ile keklerin çignenebilirlik değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artışın olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Kahve çekirdeği zarının su ile muamele edilmesinin keklerin doku özellikleri üzerine olumlu etkiler gösterdiği belirlenmiş; işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerle kıyaslandığında, işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı kekler daha yumuşak, iç yapışkanlığı daha yüksek ve çignenebilirliği daha düşük bulunmuştur. Singh ve ark. [28] tarafından unun mısır kepeği ile %5, 10, 15, 20, 25 ve 30 oranlarında ikame edildiği kek çalışmasında, %25 ve %30 oranında mısır kepeği ile ikame edilen keklerin sertlik değeri, kontrol kekin sertlik değerinden yüksek bulunmuştur. Sertlik değerindeki artış mısır kepeğinin su absorblama özelliğinden dolayı kek hamurunun özgül ağırlığının artışı ile yorumlanmıştır. Segundo ve ark. [29] tarafından unun farklı partikül boyutlarındaki (ince, orta ve kaba öğütülmüş) yeşil muz unu ile %15 ve 30 oranlarında ikame edildiği sponge ve layer kek çalışmasında lif ikamesinin layer kekin esneklik değerinde önemli bir değişime neden olmadığı belirtilmiştir. Benzer olarak, Grigelmo-Miguel ve ark. [30] tarafından unun şeftali lifi ile %2, 3, 4, 5 ve 10 oranlarında ikame edildiği muffin çalışmasında da, kontrol örneği de dahil olmak üzere 6 kek formülasyonu arasında esneklik açısından fark bulunmamıştır. Gómez ve ark. [31] tarafından 3 farklı lif türünün (buğday kepeği, yulaf kepeği ve mikrokristalin selüloz) %12, 24 ve 36 oranında un ikamesi olarak kullanıldığı layer kek çalışmasında lif ikamesi ile iç yapışkanlığın azaldığı, çignenebilirliğin arttığı görülmüştür.

Keklerin Duyusal Özelliklerine Ait Bulgular

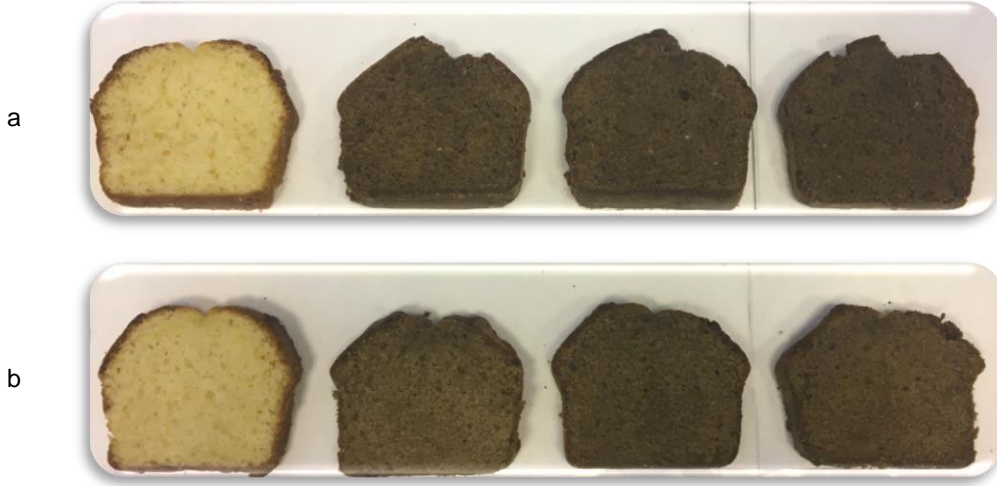
Kahve çekirdeği zarının un ikamesi olarak kullanıldığı kek formülasyonlarına ait görseller şekil 1a ve 1b'de görülmektedir. Kekler görünüş açısından değerlendirildiğinde, kahve çekirdeği zarının un ikamesi olarak kek formülasyonunda kullanılması ile keklerin iç renginin değiştiği, kahve çekirdeği zarlı keklerin kahverenginde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Şekil 2a ve b). Su ile

muamele edilmiş kahve çekirdeği zarlı keklerde kahverengin, işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerden daha az olduğu saptanmıştır (Şekil 2a ve b). Elde edilen sonuçlar enstrümental renk ölçümleriyle benzerlik göstermiştir. Kekler gözenek homojenliği açısından değerlendirildiğinde, kontrol örneği ile kahve çekirdeği zarlı kekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış, kahve çekirdeği zarı ikamesinin kekin gözenek homojenliğini etkilemediği saptanmıştır ($p<0.05$) (Şekil 2a ve b).

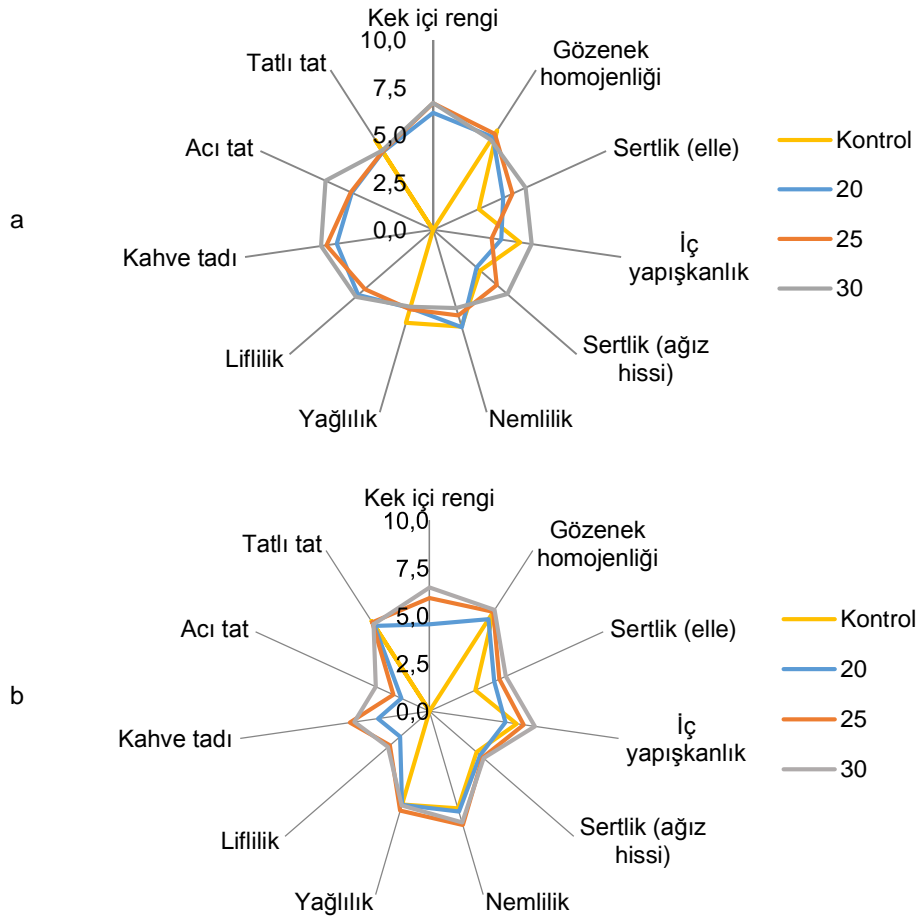
Keklerin elle doku değerlendirmesinde enstrümental analiz sonucunun aksine kahve çekirdeği zarı ikamesinin keklerin iç yapışkanlık değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farka yol açmadığı saptanmıştır ($p<0.05$) (Şekil 2a ve b). Su ile işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerin iç yapışkanlık değeri, işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerin iç yapışkanlık değerinden daha yüksek bulunmuş; ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p<0.05$) (Şekil 2a ve b). Keklerin sertlik değerlerine bakıldığında, kahve çekirdeği zarı ikamesinin kek sertliğini arttırdığı, enstrümental analiz sonuçlarının aksine kahve çekirdeği zarının su ile muamele edilmesinin genel olarak keklerin elle sertlik değerinde anlamlı bir farka yol açmadığı görülmüştür ($p<0.05$) (Şekil 2a ve b).

Keklerin ağızdaki sertliği değerlendirildiğinde, elle sertlik sonuçlarının aksine kahve çekirdeği zarı ikamesinin genel olarak keklerin ağız sertliğini etkilemediği belirlenmiştir (Şekil 2a ve b). Su ile işlem görmüş kahve çekirdeği zarı %20 ve 25 oranlarında ikame edildiğinde keklerin sertliğinde anlamlı bir değişime neden olmadığı, ancak %30 oranında ikame edildiğinde keklerin sertlik değerinde azalmaya neden olduğu saptanmıştır ($p<0.05$) (Şekil 2b). Keklerin nemlilik ve yağlılık değerlerine bakıldığında, kek formülasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı saptanmıştır ($p<0.05$) (Şekil 2a ve b). Su ile işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı kekler nemlilik ve yağlılık açısından kontrol örneği ve işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerle kıyasla daha yüksek puan almış ancak kekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p<0.05$) (Şekil 2a ve b). Lifliliğin ise kahve çekirdeği zarı ikamesi ile arttığı belirlenmiştir (Şekil 2a ve b). Kahve çekirdeği zarının su ile muamele edilmesi keklerin lifliliğini azaltmış ve işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı kekler liflilik açısından kontrol örneğe yakın bulunmuştur (Şekil 2b).

Kekler lezzet açısından değerlendirildiğinde, işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerle kıyasla, işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerde kahve tadı ve acı tatın daha az olduğu saptanmıştır (Şekil 2a ve b). Tüm keklerde şeker miktarı aynı olmasına rağmen işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerin tatlılığı, işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerden ve kontrol örneğinden daha az olarak algılanmıştır (Şekil 2a ve b).



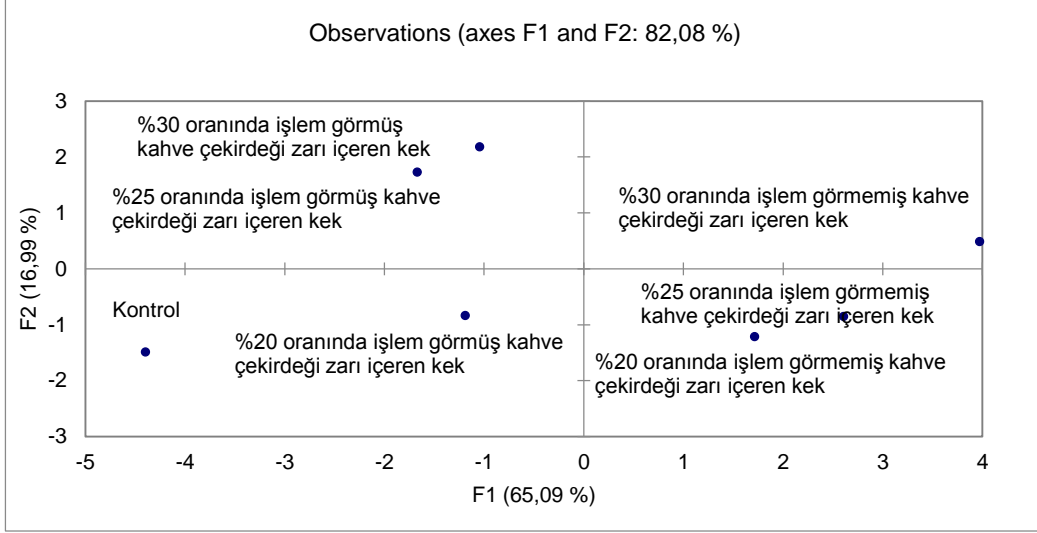
Şekil 1.a) Kontrol, %20, 25 ve 30 oranında işlem görmemiş kahve çekirdeği zarının un ikamesi olarak kullanıldığı keklerin görseli, b) Kontrol, %20, 25 ve 30 oranında işlem görmüş kahve çekirdeği zarının un ikamesi olarak kullanıldığı keklerin görseli



Şekil 2. a) %20, 25 ve 30 oranlarında işlem görmemiş kahve çekirdeği zarını un ikamesi olarak içeren keklerle ve kontrol örneğe ait duyu analiz sonuçlarının örümcek ağı diyagramı ile gösterimi, b) %20, 25 ve 30 oranlarında su ile işlem görmüş kahve çekirdeği zarını un ikamesi olarak içeren keklerle ve kontrol örneğe ait duyu analiz sonuçlarının örümcek ağı diyagramı ile gösterimi

Keklerin duysal özellikleri temel bileşen analizi (PCA) ile değerlendirildiğinde, kahve çekirdeği zarının %20, 25 ve 30 oranlarında ikame edildiği kek formülasyonları arasında iki grubun oluştuğu; işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerin bir grupta, işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerin ise başka bir grupta toplandığı görülmektedir (Şekil 3). %20, 25 ve 30 oranlarında işlem görmemiş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği kekler arasında, %20 ve 25 oranlarındaki kekler birbirleriyle benzer duysal özellik göstermiş; %20, 25 ve 30

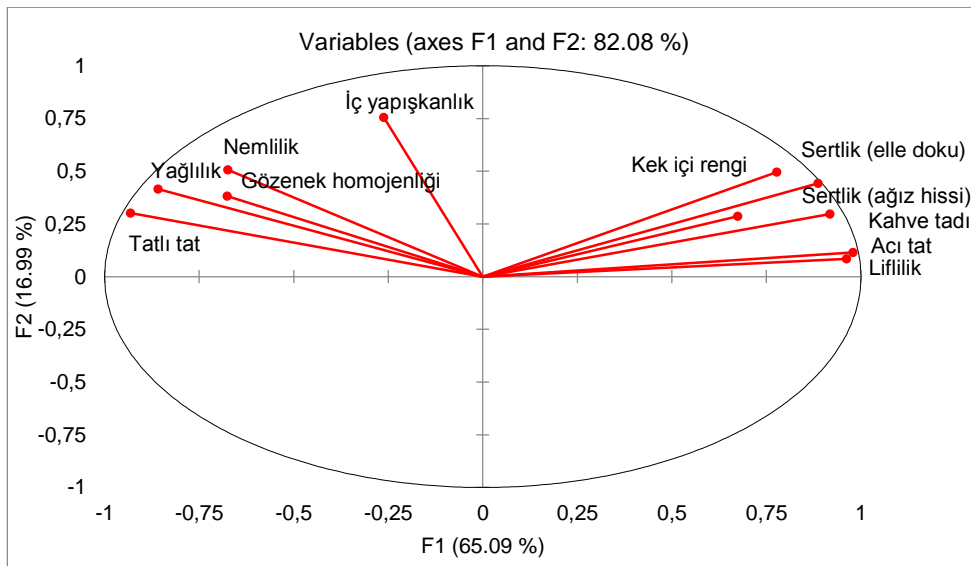
oranlarında işlem görmüş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği kekler arasında ise %25 ve 30 oranlarındaki kekler birbirleriyle benzer duysal özellik göstermiştir. Kontrol örneğine duysal olarak %20 oranında işlem görmüş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği kek yakın bulunmuş, bunu sırasıyla %25, 30 işlem görmüş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği kekler ile %20, 25 ve 30 oranında işlem görmemiş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği kekler izlemiştir.



Şekil 3. Un ikamesi olarak kahve çekirdeği zarı içeren keklerin ve kontrol örneğinin PCA analizi sonucunda elde edilen örnek haritası

Grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin saptanması için örneklerle uygulanan PCA sonucunda toplam varyasyonun % 65.09'unu oluşturan F1 ve % 16.99'unu oluşturan F2 olmak üzere 2 temel bileşen elde edilmiştir (Şekil 4). F1 ve F2 temel bileşenleri kullanılarak çizilen değişkenler diyagramında görüldüğü gibi, işlem görmemiş ve işlem görmüş kahve çekirdeği

zarlı keklerin birbirleri içinde duysal farklılığa neden olan özelliğin iç yapışkanlık olduğu belirlenmiştir. İşlem görmemiş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği kek formülasyonlarında lifliliğin, kahve tadının ve acı tadın öne çıktığı; işlem görmüş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği kek formülasyonlarında ise tatlı tadın öne çıktığı saptanmıştır.



Şekil 4. Un ikamesi olarak kahve çekirdeği zarı içeren keklerin ve kontrol örneğinin PCA analizi sonucunda elde edilen değişkenler arasındaki korelasyon grafiği

Kahve Çekirdeği Zarının Yağ İkamesi Olarak Kullanıldığı Keklere Ait Bulgular

Keklerin Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular

Tablo 4'te kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak kek formülasyonunda kullanılmasının kekin spesifik hacmini etkilemediği görülmektedir. Ancak, Borneo ve ark. [32] tarafından yapılan chianın %25, 50 ve 75 oranlarında yağ ve yumurta ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada kek formülasyonunda chia kullanımının kekin hacmini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Kahve çekirdeği zarına uygulanan su ile muamelenin de kekin spesifik hacminde değişikliğe neden olmadığı saptanmıştır. Su ile işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı

keklerin spesifik hacim değerleri, işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerin spesifik hacim değerinden daha düşük bulunmuş; ancak kek formülasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p < 0.05$).

İşlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerin nem içerikleri kontrol örneğinden ve işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerin nem içeriğinden daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4). Nitekim, Grigelmo-Miguel ve ark. [14] tarafından yağın %2, 3, 4, 5 ve 10 oranlarında şeftali lifi ile ikame edildiği muffin çalışmasında, şeftali lifi içeren keklerin nem içeriğinin kontrol örneğe kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4. Yağ ikamesi olarak kahve çekirdeği zarı içeren kekler ile kontrol örneğine ait fiziksel analiz sonuçları

Özellikler	Kontrol	İşlem görmemiş kahve çekirdeği zarı			İşlem görmüş kahve çekirdeği zarı		
		%20	%25	%30	%20	%25	%30
Spesifik hacim ¹	2.51±0.15 ^b	2.35±0.03 ^a	2.47±0.05 ^a	2.51±0.02 ^a	2.33±0.10 ^a	2.34±0.15 ^a	2.37±0.23 ^a
Pişme kaybı ²	9.07±0.80 ^b	7.46±0.14 ^a	7.73±0.59 ^a	7.33±1.85 ^a	7.87±1.48 ^a	8.50±0.58 ^a	8.29±0.18 ^a
Kek içi nem ²	23.72±0.87 ^b	22.58±0.52 ^a	24.29±0.21 ^b	23.59±0.34 ^b	25.87±0.29 ^c	25.99±0.26 ^c	27.31±0.44 ^d
L*	70.34±0.32 ^g	43.57±0.22 ^c	40.39±0.04 ^b	38.85±0.11 ^a	52.26±0.22 ^f	50.81±0.21 ^e	47.47±0.02 ^d
a*	0.21±0.16 ^a	6.88±0.04 ^e	6.82±0.03 ^e	6.82±0.17 ^e	4.56±0.13 ^b	4.76±0.15 ^c	5.13±0.04 ^d
b*	21.10±0.58 ^f	17.53±0.11 ^c	15.05±0.15 ^b	14.05±0.43 ^a	18.35±0.27 ^d	18.39±0.31 ^d	17.34±0.07 ^c
Sertlik (N)	7.49±0.27 ^a	10.77±0.00 ^c	12.58±0.62 ^d	13.93±0.60 ^e	8.49±0.54 ^b	10.20±0.57 ^c	10.18±0.32 ^c
Esneklik (cm)	0.91±0.01 ^a	0.87±0.02 ^a	0.88±0.00 ^{ab}	0.87±0.00 ^a	0.89±0.01 ^{bc}	0.90±0.02 ^{cd}	0.90±0.00 ^{cd}
İç yapışkanlık	0.72±0.00 ^f	0.64±0.00 ^b	0.62±0.03 ^a	0.60±0.00 ^a	0.68±0.02 ^c	0.68±0.02 ^c	0.69±0.02 ^c
Çiğnenbilirlik ³	4.95±0.19 ^a	6.04±0.18 ^b	6.77±0.10 ^c	7.31±0.36 ^d	5.16±0.34 ^a	6.27±0.16 ^b	6.28±0.38 ^b

Her değer ± standart sapma ile ifade edilmektedir. ^{a-g}: Bu indisler farklı oranlarda işlem görmemiş ve işlem görmüş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği keklerin ve kontrol örneğin istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p < 0.05$). ¹: cm³/g, ²: g/100 g, ³: N x cm

Kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak kek formülasyonlarında kullanılması kekin iç renginde istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olmuştur ($p < 0.05$) (Tablo 4). Kahve çekirdeği zarlı keklerin iç rengi kontrol örneğine kıyasla daha koyu, daha az sarı ve daha az kırmızı bulunmuştur. İşlem görmüş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği keklerin iç rengi, işlem görmemiş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği keklerin iç rengine kıyasla daha açık, daha sarı ve daha az kırmızı bulunmuştur.

Keklere uygulanan doku analizleri sonucunda, kahve çekirdeği zarı ile ikame edilmiş tüm keklerin sertlik değerinin kontrol kekinin sertlik değerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Genel olarak, kek formülasyonundaki kahve çekirdeği zarı oranı arttıkça keklerin sertlik değeri artmıştır. Sertlikteki artış, yağın lif ile ikame edilmesi sonucu hamur yoğunluğu artışı, oluşan hava paketleri sayısında azalma, başka bir deyişle, hamura uygulanan kuvvetin artması ile açıklanabilmektedir. Su ile işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerin sertlik değeri ise işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerin sertlik değerinden daha düşük bulunmuştur. Martínez-Cervera ve ark. [13] tarafından yapılan muffin formülasyonundaki yağın kakao lifi ile %25, 50 ve 75 oranlarında ikame edildiği çalışmada kakao lifinin ikame oranı arttıkça keklerin iç sertlik değerinin arttığı saptanmıştır. Ancak, kakao lifi ile ikame edilen keklerin sertlik değerleri kontrol örneğinin

sertlik değerinden daha düşük bulunmuştur. Kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak kek formülasyonlarında kullanılması kekin iç yapışkanlık değerinde azalmaya neden olduğu, işlem görmemiş kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak kek formülasyonlarında kullanılması ise kekin esneklik değerinde azalma olduğu saptanmıştır. Benzer sonuçlara Martínez-Cervera ve ark. [13] tarafından yapılan çalışmada rastlanılmıştır. Kahve çekirdeği zarına uygulanan su ile muamelenin keklerin esneklik ve iç yapışkanlık değerini olumlu etkilediği, su ile işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerin esneklik ve iç yapışkanlık değerinin işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Keklerin çiğnenbilirlik sonuçları kek içi sertlik değerleriyle benzerlik göstermiş; kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak kek formülasyonlarında kullanılması kekin çiğnenbilirlik değerinde artışa neden olduğu görülmüştür. Nitekim, Grigelmo-Miguel ve ark. [14] tarafından yağın %2, 3, 4, 5 ve 10 oranlarında şeftali lifi ile ikame edildiği muffin çalışmasında, şeftali lifinin kekin çiğnenbilirlik değerini arttırdığı belirlenmiştir.

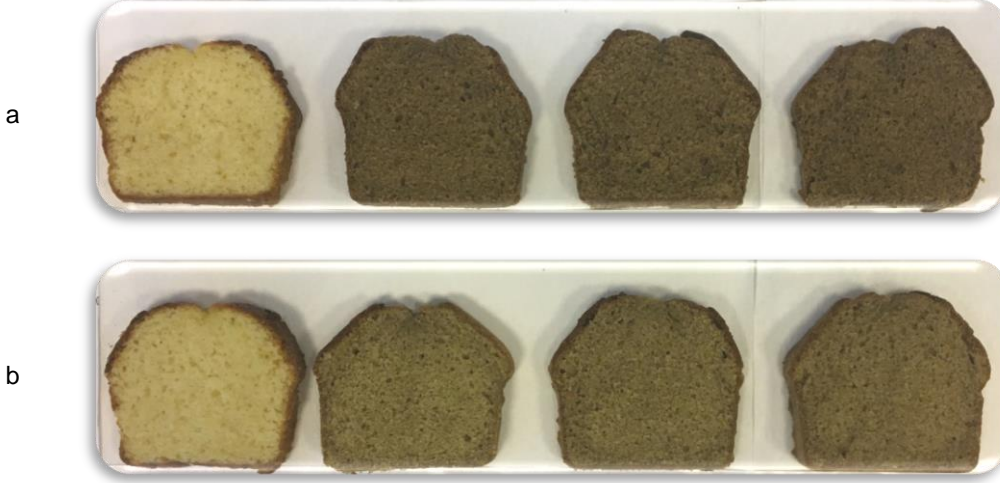
Keklerin Duyusal Özelliklerine Ait Bulgular

Kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak kullanıldığı kek formülasyonlarına ait görseller şekil 5a ve 5b'de görülmektedir. Kekler görünüş açısından değerlendirildiğinde, kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak kek formülasyonunda kullanılması keklerin iç kahverenginde istatistiksel olarak anlamlı bir

artış belirlenmiştir ($p<0.05$) (Şekil 6a ve b). İşlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerde kahverenginin işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerden daha yoğun olduğu görülmüştür (Şekil 6a ve b). İşlem görmemiş kahve çekirdeği zarı ikamesinin keklerin gözenek homojenliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalmaya neden olduğu saptanmıştır ($p<0.05$) (Şekil 6a).

Keklerin elle doku değerlendirmesinde, işlem görmemiş kahve çekirdeği zarı ikamesi ile keklerin iç yapışkanlık değerinde azalma görülmüş, sonuçlar enstrümental

analiz sonuçları ile benzerlik göstermiştir (Şekil 6a). Su ile işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerin iç yapışkanlık değerinin ise, enstrümental analiz sonuçlarının aksine kontrol örneğinin iç yapışkanlık değeri ile istatistiksel olarak farklı olmadığı saptanmıştır ($p<0.05$) (Şekil 6b). Kahve çekirdeği zarının yüksek oranlarda kek formülasyonlarında kullanılmasıyla keklerin sertlik değerinde artış görülmüş, işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerin sertlik değerleri ile işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerin sertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir ($p<0.05$) (Şekil 6a ve b).

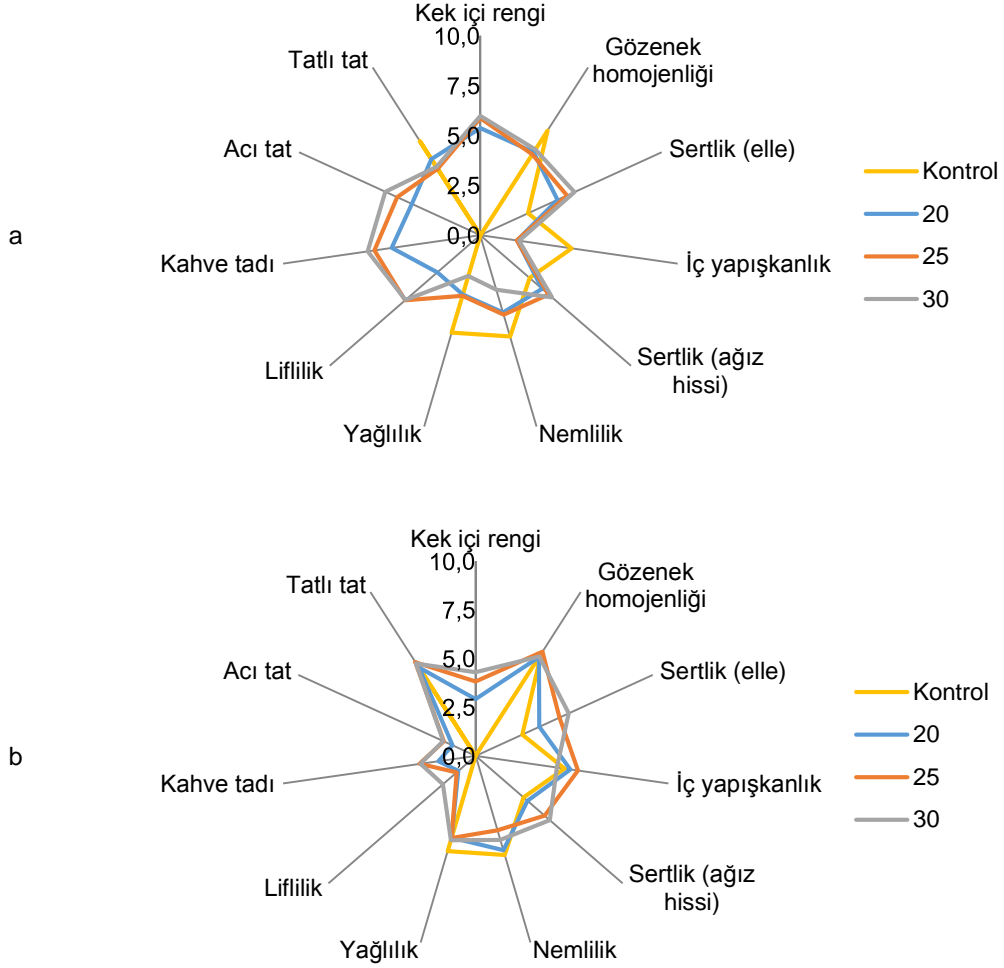


Şekil 5. a) Kontrol, %20, 25 ve 30 oranında işlem görmemiş kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak kullanıldığı keklerin görseli, b) Kontrol, %20, 25 ve 30 oranında işlem görmüş kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak kullanıldığı keklerin görseli

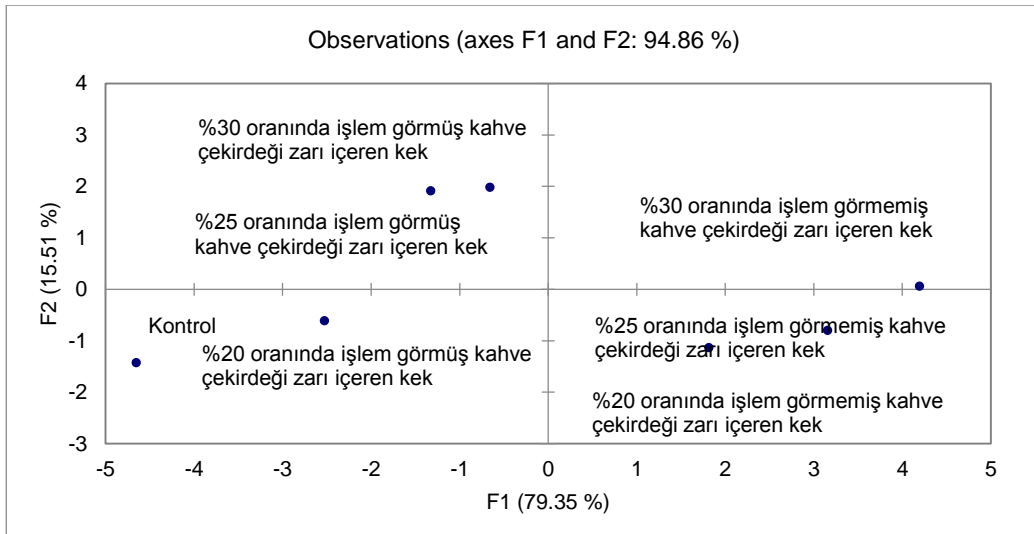
Keklerin ağızdaki sertliği değerlendirildiğinde, elle sertlik sonuçları ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Yüksek oranlarda kahve çekirdeği zarı ikamesi keklerin sertliğini arttırmış, kahve çekirdeği zarının su ile muamele edilmesi keklerin sertliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farka yol açmamıştır ($p<0.05$) (Şekil 6a ve b). Su ile işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerin nem içeriğinin kontrol örneğinden ve işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerden daha yüksek olmasına rağmen kek formülasyonları arasında nemlilik açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p<0.05$) (Şekil 6a ve b). Benzer olarak, kahve çekirdeği zarı ikamesi ile keklerin yağ içeriğinin azaltılmasına rağmen işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı kekler ile kontrol örneği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p<0.05$) (Şekil 6b). İşlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerin yağlılık değeri ise düşük bulunmuş, başka bir deyişle yağlılıktaki azalma panelistler tarafından fark edilmiştir. Kontrol örneğinde liflilik algılanmamış, su ile işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerin liflilik değeri kontrol örneğine yakın bulunmuştur (Şekil 6b). İşlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerin liflilik değeri ise, işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerle kıyasla daha yüksek bulunmuştur (Şekil 6a ve b).

Kekler lezzet açısından değerlendirildiğinde, işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerde kahve tadının ve acı tadın, diğer keklerle kıyasla daha yoğun olduğu saptanmıştır (Şekil 6a ve b). Tüm keklerde şeker miktarı aynı olmasına rağmen işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerde tatlılık, işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerden ve kontrol örneğinden daha az algılanmıştır (Şekil 6a ve b).

Keklerin duyu özellikleri temel bileşen analizi (PCA) ile değerlendirildiğinde, işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı kekler ile kontrol örneğinin bir grupta, işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerin ise başka bir grupta yer aldığı görülmektedir (Şekil 7). İşlem görmemiş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği kekler arasında, %20 ve 25 oranlarındaki keklerin birbirleriyle benzer duyu özellik gösterdiği saptanırken; işlem görmüş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği kekler arasında %25 ve 30 oranlarındaki keklerin birbirleriyle benzer duyu özellik gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol örneği ile %20 oranında işlem görmüş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği kek yakın bulunmuş, bunu sırasıyla %25, 30 işlem görmüş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği kekler, %20, 25 ve 30 oranında işlem görmemiş kahve çekirdeği zarının ikame edildiği kekler izlemiştir.



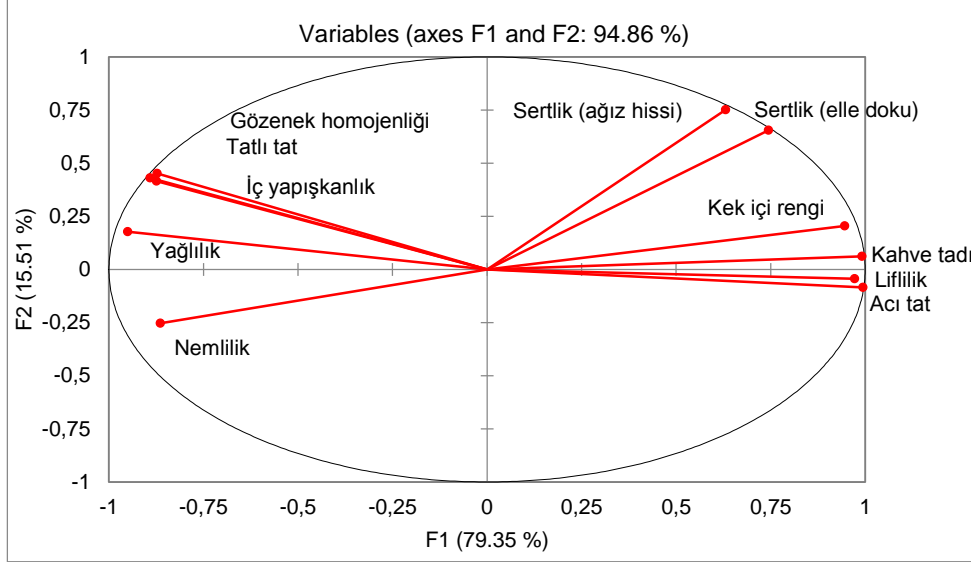
Şekil 6. a) %20, 25 ve 30 oranlarında işlem görmemiş kahve çekirdeği zarını yağ ikamesi olarak içeren keklere ve kontrol örneğe ait duyu analizi sonuçlarının örümcek ağı diyagramı ile gösterimi, b) %20, 25 ve 30 oranlarında su ile işlem görmüş kahve çekirdeği zarını yağ ikamesi olarak içeren keklere ve kontrol örneğe ait duyu analizi sonuçlarının örümcek ağı diyagramı ile gösterimi



Şekil 7. Yağ ikamesi olarak kahve çekirdeği zarı içeren keklere ve kontrol örneğinin PCA analizi sonucunda elde edilen örnek haritası

Grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin saptanması için örneklere uygulanan PCA sonucunda toplam varyasyonun % 65.09'unu oluşturan F1 ve % 16.99'unu oluşturan F2 olmak üzere 2 temel bileşen elde edilmiştir (Şekil 8). F1 ve F2 temel bileşenleri kullanarak çizilen değişkenler diyagramında, işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı kekler ile işlem görmüş

kahve çekirdeği zarlı keklerin iç rengi (kahverenklik), kek içi gözenek homojenliği, iç yapışkanlık, nemlilik, yağlılık, liflilik, kahve tadı, acı tat ve tatlı tat gibi duyu özellikleri açısından farklılık gösterdiği; işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerde iç rengi (kahverenklik) ile liflilik, kahve tadı ve acı tadın öne çıktığı saptanmıştır.



Şekil 8. Yağ ikamesi olarak kahve çekirdeği zarı içeren keklerin ve kontrol örneğinin PCA analizi sonucunda elde edilen değişkenler arasındaki korelasyon grafiği

SONUÇ

Çalışma sonucunda, kahve çekirdeği zarının un ve yağ ikamesi olarak kek formülasyonlarında kullanılabilir olduğu saptanmıştır. Kahve çekirdeği zarının su ile muamele edilmesi keklerin fiziksel ve duyu kalitesini geliştirmiş, kontrol örneğine benzer duyu kaliteye sahip kek üretimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, kek formülasyonunda yağ içeriğinin azaltılmasına rağmen işlem görmüş kahve çekirdeği zarlı keklerde yağlılıktaki azalmanın algılanmaması işlem görmüş kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak kek formülasyonlarında etkili olarak kullanılabileceğini göstermiştir. İşlem görmüş kahve çekirdeği zarının un ve yağ ikamesi olarak %20, 25 ve 30 oranlarında kullanıldığı kekler arasında duyu özellikleri açısından önemli bir farklılık görülmediğinden işlem görmüş kahve çekirdeği zarının %30 oranında kek formülasyonunda kullanılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 16-MÜH-027 no'lu Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında vermiş olduğu maddi destek için Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Şube Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1] Işık, F., Urgancı, Ü., Turan, F. (2017). Yaban mersini ilaveli muffin keklerin bazı kimyasal, fiziksel

ve duyu özellikleri. *Akademik Gıda*, 15(2), 130-138.

- [2] Chung, C., Degner, B., McClements, D.J. (2014). Reduced calorie emulsion-based foods: Protein microparticles and dietary fiber as fat replacers. *Food Research International*, 64, 664-676.
- [3] Moraes-Crizel, T.M., Jablonski, A., Rios, A.O., Rech, R., Flôres, S.H. (2013). Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. *LWT-Food Science and Technology*, 53, 9-14.
- [4] Ballesteros, L.F., Teixeira, J.A., Mussatto, S.I. (2014). Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin. *Food Bioprocess Technology*, 7, 3493-3503.
- [5] Borrelli, R.C., Esposito, F., Napolitano, A., Ritieni, A., Fogliano, V. (2004). Characterization of a new potential functional ingredient: Coffee silverskin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(5), 1338-1343.
- [6] Costa, A.S.G., Alves, R.C., Vinha, A.F., Barreira, S.V.P., Nunes, M.A., Cunha, L.M., Oliveira, M.B.P.P. (2014). Optimization of antioxidants extraction from coffee silverskin, a roasting by-product, having in view a sustainable process. *Industrial Crops and Products*, 53, 350-357.
- [7] Toschi, T.G., Cardenia, V., Bonaga, G., Mandrioli, M., Rodriguez-Estrada, M.T. (2014). Coffee silverskin: Characterization, possible uses, and safety aspect. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 10836-10844.
- [8] Sudha, M.L., Baskaran, V., Leelavathi, K. (2007). Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological

- characteristics and cake making. *Food Chemistry*, 104, 686-692.
- [9] Larrea, M.A., Chang, Y.K., Martinez-Bustos, F. (2005). Some functional properties of extruded orange pulp and its effect on the quality of cookies. *LWT- Food Science and Technology*, 38, 213-220.
- [10] Bilgiçli, N., İbanoğlu, Ş., Herken, E.N. (2007). Effect of dietary fibre addition on the selected nutritional properties of cookies. *Journal of Food Engineering*, 78, 86-89.
- [11] Ajila, C.M., Leelavathi, K., Rao, U.J.S. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48, 319-326.
- [12] Fu, J.T., Chang, Y.H., Shiau, S.Y. (2015). Rheological, antioxidative and sensory properties of dough and Mantou (steamed bread) enriched with lemon fiber. *Food Science and Technology*, 61, 56-62.
- [13] Martínez-Cervera, S., Salvador, A., Muguerza, B., Moulay, L., Fiszman, S.M. (2011). Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins. *LWT- Food Science and Technology*, 44, 729-736.
- [14] Grigelmo-Miguel, N., Carreras-Boladeras, E., Martín-Belloso, O. (2001). Influence of the addition of peach dietary fiber in composition, Physical properties and acceptability of reduced-fat muffins. *Food Science and Technology International*, 7(5), 425-431.
- [15] Min, B., Bae, I.Y., Lee, H.G., Yoo, S.H., Lee, S. (2010). Utilization of pectin-enriched materials from apple pomace as a fat replacer in a model food system. *Bioresource Technology*, 101, 5414-5418.
- [16] Pourfarzad, A., Mahdavian-Mehr, H., Sedaghat, N. (2013). Coffee silverskin as a source of dietary fiber in bread-making: Optimization of chemical treatment using response surface methodology. *LWT- Food Science and Technology*, 50, 599-606.
- [17] Gacia-Serna, E., Martinez-Saez, N., Mesias, M., Morales, F.J., del Castillo, M.D. (2014). Use of coffee silverskin and stevia to improve the formulation of biscuits. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 64(4), 243-251.
- [18] Kocer, D., Hicsasmaz, Z., Bayindirli, A., Katnas, S. (2007). Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar-and fat-replacer. *Journal of Food Engineering*, 78, 953-964.
- [19] AACC. (2000). Approved methods of the American association of cereal chemists. 10th ed. St. Paul, MN, ABD.
- [20] Dhen, N., Román, L., Rejeb, I.B., Martínez, M.M., Garogouri, M., Gómez, M. (2016). Particle size distribution of soy flour affecting the quality of enriched gluten-free cakes. *LWT- Food Science and Technology*, 66, 179-185.
- [21] AACC. (1995). Bread firmness by Universal testing machine, in approved methods AACC. vol II, 9th ed. St Paul, MN, ABD.
- [22] Jia, C., Kim, Y.S., Huang, W., Huang, G. (2008). Sensory and instrumental assessment of Chinese moon cake: Influences of almond flour, maltitol syrup, fat, and gums. *Food Research International*, 41, 930-936.
- [23] Heenan, S.P., Dufour, J.P., Hamid, N., Harvey, W., Delahunty, C.M. (2010). The influence of ingredients and time from baking on sensory quality and consumer freshness perceptions in a baked model cake system. *LWT- Food Science and Technology*, 43, 1032-1041.
- [24] Volpini-Rapina, L.F., Sokei, F.R., Conti-Silva, A.C. (2012). Sensory profile and preference mapping of orange cakes with addition of prebiotics inulin and oligofructose. *LWT- Food Science and Technology*, 48, 37-42.
- [25] Gómez, M., Doyagüe, M.J., Hera, E. (2012). Addition of pin-milled pea flour and air-classified fractions in layer and sponge cakes. *LWT- Food Science and Technology*, 46, 142-147.
- [26] Jongsutjarittam, C. (2013). Influence of waxy rice flour substitution for wheat flour on characteristics of batter and freeze-thawed cake. *Carbohydrate Polymers*, 97, 306-314.
- [27] Rosli, W.I., Jauharah, C.M.Z., Robert, S.D., Aziz, A.I. (2014). Young corn ear enhances nutritional composition and unchanged physical properties of chiffon cake. *APCBEE Procedia*, 8, 277-281.
- [28] Singh, K., Liu, S.X., Vaughn, S.F. (2012). Effect of corn bran as dietary fiber addition on baking and sensory quality. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 1, 348-352.
- [29] Segundo, C., Román, L., Gómez, M., Martínez, M.M. (2017). Mechanically fractionated flour isolated from green bananas (*M. cavendishii* var. nanica) as a tool to increase the dietary fiber and phytochemical bioactivity of layer and sponge cakes. *Food Chemistry*, 219, 240-248.
- [30] Grigelmo-Miguel, N., Carreras-Boladeras, E., Martín-Belloso, O. (1999). Development of high-fruit-dietary-fibre muffins. *European Food Research Technology*, 210, 123-128.
- [31] Gómez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz, E., Caballero, P.A. (2010). Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes. *LWT-Food Science and Technology*, 43, 33-38.
- [32] Borneo, F., Aguirre, A., León, A.E. (2010). Chia (*Salvia hispanica* L) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. *Journal of the American Dietetic Association*, 110, 946-949.

Dut Sirkesinin Mikrobiyolojik, Fiziksel, Kimyasal, Antiradikal ve Antimikrobiyal Özellikleri

İlkin Yücel Şengün  , Gülden Kılıç 

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 35100, Bornova, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 12.04.2017, Kabul Tarihi (Accepted): 25.07.2017

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): ilkin.sengun@ege.edu.tr (İ. Y. Şengün)

☎ 0 232 311 30 28 📠 0 232 342 75 92

ÖZ

Bu çalışmada farklı yöntemlerle üretilen dut sirkelerinin (ev yapımı ve ticari) mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal, antiradikal ve antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla örneklerde asetik asit bakterisi, laktik asit bakterisi, küf-maya, pH, toplam asitlik, briks, renk, toplam fenolik madde ve antiradikal aktivite analizleri yapılmıştır. Geleneksel yöntemlerle ev koşullarında üretilen sirkenin asetik asit ve laktik asit bakterisi sayıları, ticari sirkeye kıyasla daha yüksek, küf-maya sayıları ise daha düşük bulunmuştur. Ev yapımı dut sirkesinde pH, toplam asitlik ve briks değerleri sırasıyla 2.87, %4.07 ve 5.60 iken ticari sirkede bu değerler sırasıyla 3.30, %4.64 ve 3.50 olarak tespit edilmiştir. Sirke örnekleri renk özellikleri (CIE L^* , a^* , b^*) açısından da değerlendirilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı ev yapımı sirkede 557.5 mg GAE/L ve ticari sirkede 523 mg GAE/L olarak belirlenmiştir. DPPH serbest radikali giderme aktivitesi, örneklerin toplam fenolik madde miktarı ile pozitif korelasyon göstermiştir. Geleneksel ev yapımı dut sirkesine karşı en hassas mikroorganizmanın *E. faecalis* ve *E. coli* O157:H7 (10.5 mm) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *L. monocytogenes*'in (13.5 mm) ticari dut sirkesine karşı en hassas mikroorganizma olduğu, ancak ev yapımı sirkenin bu bakteri üzerine antimikrobiyal etki göstermediği belirlenmiştir. Ticari dut sirkesi tüm test bakterileri üzerine antimikrobiyal aktivite göstermiş, ev yapımı sirke örneği ise incelenen sekiz bakteri kültüründen sadece beşi üzerinde (*E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium*, *B. subtilis*, *E. faecalis*, *P. acidilactici*) etki gösterebilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dut sirkesi, Kalite, Toplam fenolik madde, Antiradikal, Antimikrobiyal

Microbiological, Physical, Chemical, Antiradical and Antimicrobial Properties of Mulberry Vinegar

ABSTRACT

In this study, the microbiological, physical, chemical, antiradical and antimicrobial properties of mulberry vinegar produced by different techniques (homemade and commercial) were determined. For this purpose, acetic acid bacteria, lactic acid bacteria, mold-yeast, pH, total acidity, brix, color, total phenolic content and antiradical activity analyses were performed. The numbers of acetic acid and lactic acid bacteria in the traditional homemade vinegar were found higher than commercial vinegar, while the counts of yeast-mount were lower in homemade vinegar. pH, total acidity and brix values in homemade mulberry vinegar were 2.87, %4.07 and 5.60, respectively, while these values were 3.30, %4.64 and 3.50 in commercial vinegar. Color properties (L^* , a^* , b^*) of vinegar samples were also investigated. Total phenolic content was 557.5 mg GAE/L in homemade vinegar and 523 mg GAE/L in commercial vinegar. The DPPH free radical scavenging activity had positive correlation with the total phenolic content of samples. The most sensitive bacteria to the traditional homemade mulberry vinegar were determined as *E. faecalis* and *E. coli* O157:H7 (10.5 mm). Furthermore, *L. monocytogenes* (13.5 mm) was the most sensitive microorganism to the commercial mulberry vinegar, but homemade vinegar did not show antimicrobial effect against this bacteria. The

commercial vinegar had antimicrobial activity against all test bacteria while homemade vinegar sample was shown to effect only five of the eight bacteria (*E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium*, *B. subtilis*, *E. faecalis*, *P. acidilactic*).

Keywords: Mulberry vinegar, Quality, Total phenolic content, Antiradical, Antimicrobial

GİRİŞ

Sirke, karbonhidrat içeren çeşitli hammaddelerden mayalar ve asetik asit bakterileri aracılığıyla üretilen özel bir üründür. Gıdalarda aroma verici ve koruyucu olarak yaygın şekilde kullanılan sirke aynı zamanda çeşitli hastalıkların tedavisinde de çok eski dönemlerden bu yana geleneksel olarak kullanılan bir üründür. Sirkenin, içeriğinde bulunan çeşitli fenolik bileşikler, aminoasitler, vitaminler, organik asitler ve melanoidinler sayesinde, başta antimikrobiyal, antioksidan, antidiyabetik ve antikarsinogenik etkiler olmak üzere sağlık üzerine yararlı birçok etkileri bulunmaktadır [1].

Sirke üretimi sırasında asetik asit bakterileri tarafından üretilen ve sirkenin temel duyuşsal özelliğini oluşturan asetik asit, %0.5 konsantrasyonda birçok mikroorganizma üzerine antimikrobiyal etki gösterebilmekte ve bu nedenle çeşitli ekipmanların ve gıda hazırlama yüzeylerinin dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır [2]. Sebzelerde bulunan bazı patojenlerin inhibisyonunda da sirkeli su uygulamasının etkili olduğu bildirilmektedir [3-8]. Yapılan çalışmalar sirkenin *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella* Enteritidis, *S. Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus* gibi gıda kaynaklı mikroorganizmalar ile *Micrococcus catarrhalis*, *Staphylococcus albus*, *Diplococcus pneumonia* ve *Alpha streptococcus* gibi solunum yolu patojenleri üzerine antimikrobiyal etkisi olduğunu ortaya koymuştur [9, 10].

Üretim sırasında kullanılan hammaddeye bağlı olarak sirkeler, tahıl ve meyve sirkeleri olarak gruplandırılmaktadır [11]. Meyve sirkeleri üretiminde yaygın olarak üzüm ve elma kullanılmasına karşın yöresel olarak hindistancevizi (Güneydoğu Asya), çilek (İspanya), erik (Japonya), vişne (Avrupa, USA), incir (Türkiye), hurma (Orta Doğu), cennet hurması (persimmon) (Japonya, Güney Kore) gibi farklı meyveler de sirke üretiminde kullanılabilir [12]. Meyveler önemli miktarda fenolik bileşikler içermekte olup bu bileşikler meyve varyete veya cinsinden, yetiştirildiği iklim koşullarından, olgunluk düzeyinden, meyvenin büyüklüğünden veya meyvenin ürüne işlenmesi sırasında uygulanan sıcaklık, oksijen ya da ışık varlığından etkilenmektedir [13]. Türkiye'de yaygın olarak yetişen meyvelerden biri olan dut (*Morus alba*), ülkemizde geleneksel olarak dut suyu, pekmez, pestil, reçel, dut ezmesi, cevizli sucuk, meyve suyu konsantresi ve sirke gibi ürünlere işlenmektedir [14, 15]. Dut sirkeleri geleneksel olarak üretilen sirke çeşitlerinden olup yaygın olmamakla birlikte endüstriyel olarak da üretilmektedir. Dut sirkelerinin fenolik maddeler açısından önemli bir kaynak olduğu, antioksidan ve antimikrobiyal potansiyelinin bulunduğu bildirilmektedir [16, 17].

Son yıllarda sağlık üzerine etkileri ile dikkat çeken sirkenin tüketimine yönelik artış olduğu gözlemlenmektedir. Sirke üretimi sırasında kullanılan yöntemlerin sirke içerisindeki biyoaktif bileşenleri etkilediği, geleneksel yöntemlerle üretilen sirkelerin, fonksiyonel özelliklerinin, endüstriyel sirkelere kıyasla daha fazla olabileceği bildirilmektedir [1, 18]. Kullanılan hammaddeye ve üretim yöntemine bağlı olarak değişim gösteren fenolik maddeler, sirkenin antioksidan ve antimikrobiyal potansiyelini etkilemektedir [1]. Yapılan çalışmaların birçoğunda üzüm ve elma sirkelerinin incelendiği, bununla birlikte geleneksel olarak üretilen farklı sirkelerin özelliklerinin incelendiği sınırlı sayıda çalışma bulunduğu görülmektedir (2, 7, 8, 16, 17, 19, 20).

Bu çalışmada, farklı yöntemlerle (ev yapımı ve ticari) üretilen dut sirkelerinin bazı mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal özelliklerinin yanı sıra antimikrobiyal ve antiradikal özelliklerini de incelemek amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmada materyal olarak geleneksel yöntemlerle evde üretilen dut sirkeleri (Kars, Türkiye) ve ticari olarak üretilen yapıp satışı sunulan dut sirkeleri (Yedier, Türkiye) kullanılmıştır. Ticari dut sirkeleri örneği doğal fermantasyonla katkısız olarak üretilmiş ve pastörizasyon işlemi uygulanmadan şişelenerek satışı sunulmuştur. Her iki sirke örneği de analiz öncesinde soğuk koşullarda muhafaza edilmiştir.

Metot

Mikrobiyolojik Analizler

Sirke örneklerinde asetik asit bakterisi sayımı amacıyla uygun dilüsyonlardan Glucose Yeast Extract Calcium Carbonate Agar (GYC, %10 glucose, %1 yeast extract, %2 calcium carbonate, %1.5 agar, pH 6.8±0.2) besiyerine yayma plak yöntemine göre ekim yapılmış ve petripler 30°C'de 5-10 gün inkübe edilmiştir [21].

Laktik asit bakterisi sayımı için uygun dilüsyonlardan Man Rogosa and Sharp Agar (MRS, pH 6.2±0.2, Oxoid) besiyerine dökme plak yöntemine göre çift katlı ekim yapılmış ve petripler 30°C'de 3-5 gün inkübasyona bırakılmıştır [22, 23].

Küf ve maya sayımı amacıyla uygun dilüsyonlardan %10'luk tartarik asit (Merck) ile asitlendirilmiş Potato Dextrose Agar (PDA, pH 5.6±0.2, Oxoid) besiyerine dökme plak yöntemine göre ekim yapılmış ve petripler 25°C'de 3-5 gün inkübe edilmiştir [24].

Kimyasal Analizler

Sirke örneklerinin pH değerleri pH metre (Nel Mod 821) kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerin toplam asitlik değerleri titrimetrik metot kullanılarak belirlenmiş, sonuçlar yüzde asetik asit cinsinden hesaplanmıştır [25]. Uçmayan asit miktarı, sirke örneklerinde mevcut bulunan uçar asidin, destilasyon yöntemiyle uçurulmasından sonra kalan asidin titrimetrik olarak belirlenmesi ile saptanmıştır. Uçar asit miktarı, toplam asit miktarından, uçmayan asit miktarı çıkarılarak hesaplanmıştır [25]. Suda çözünür kuru madde (briks) değerleri refraktometrik yöntem ile saptanmıştır [26]. Kül tayini 525°C'de kül fırınında yapılmış, sonuçlar g/L olarak verilmiştir [27].

Renk Analizi

Sirke örneklerinde renk özelliklerini belirlemek amacıyla HunterLab Colorflex (Management Company, USA) renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. Örneklerin CIE L*, a*, b* değerleri, cihazın beyaz ve siyah standart levhaları ile kalibre edilmesinin ardından ölçülmüştür [28].

Toplam Fenolik Madde

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiştir [26]. 75 mL saf su, 1 mL sirke örneğiyle karıştırılmış ve karışıma 5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi (%10) eklenip oda sıcaklığında 3 dakika bekletilmiştir. Daha sonra hazırlanan karışıma 10 mL doymuş Na₂CO₃ (75 g/L) çözeltisi eklenerek karışım saf su ile 100 mL'ye tamamlanmış ve oda sıcaklığında, karanlıkta 90 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda spektrofotometrede (Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis) 720 nm dalga boyunda şahide karşı okuma yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri (mg GAE/L) olarak ifade edilmiştir.

DPPH Analizi

Singh ve arkadaşlarının [29] belirlediği DPPH yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Filtreden geçirilmiş 0.1 mL sirke örneği ile 5 mL 0.1 mM DPPH çözeltisi vortekle karıştırılmış, elde edilen karışım karanlıkta, oda sıcaklığında 15 dakika bekletilmiştir. Okumalar çift ışık yollu spektrofotometrede (Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis) 517 nm dalga boyunda yapılmıştır. Sonuçlar aşağıda verilen formülle hesaplanarak yüzde absorpsiyon olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Abs (\%)} = (A_k - A_0) \times 100 / A_k$$

A_k: kontrol absorpsiyon değeri; A₀: örnek absorpsiyon değeri

Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesi

Sirke örneklerinin antimikrobiyal etkisinin belirlenmesinde Deng ve arkadaşlarının [30] uyguladığı disk difüzyon yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Çalışmada test kültürü olarak *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895, *Listeria monocytogenes* Scott A, *Salmonella* Typhimurium NRRLB4420 ve

Staphylococcus aureus 6538P gibi önemli gıda kaynaklı patojenlerin yanı sıra, gıda mikrobiyolojisi açısından önemli diğer grupları da temsil etmek üzere *Bacillus subtilis* ATCC 6037, *Escherichia coli* ATCC 1103, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 ve *Pediococcus acidilactici* ATCC 8042 kullanılmıştır. Bakteri kültürleri Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarından temin edilmiştir. Stok kültürlerin aktivasyonu amacıyla kültürler Mueller-Hinton Broth (MHB, pH 7.3±0.2, Oxoid) besiyerine transfer edilmiş ve 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Kültürlerin yoğunluğu DEN-1 Mc Farland Densitometer (Grant-bio) cihazında, Mc Farland standart bulanıklık derecesine göre 0.5 olacak şekilde ayarlandıktan sonra analizde kullanılmıştır.

Aktive edilen bakteri kültürleri Muller Hilton Agar besiyerine yayma plak yöntemine göre ekilmiş ve inokulumun besiyeri tarafından absorbe edilmesi için 20 dakika bekletilmiştir. Sirke örnekleri, 0.2 µm'lik filtreden (Minisart Syringe Filter, Cellulose Acetate, Sartorius Stedim Biotech) geçirildikten sonra 6 mm çapındaki steril boş disklerle (Oxoid) 20 µL olacak şekilde emdirilmiştir. Yüzeyi test mikroorganizmaları ile inokule edilmiş besiyerlerinin üzerine sirke emdirilmiş diskler birbirleriyle aralıkları en az 24 mm, petri kenarına uzaklığı 18 mm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Pozitif kontrol olarak ampisilin (AMP, 10 µg/disk, Oxoid) ve gentamisin (CN, 10 µg/disk, Oxoid) diskleri, negatif kontrol olarak steril su emdirilmiş diskler kullanılmıştır. Ekim yapılan petri 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Süre sonunda oluşan inhibisyon zonlarının çapları ölçülmüştür.

İstatistiksel Değerlendirme

Denemeler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, SPSS 15.0.1 [31] paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklar Duncan's Multiple Range ve Paired Samples T testleri ile p<0.05 önem seviyesinde tespit edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Sirke örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Ev yapımı sirke örneğinde asetik asit bakterisi sayısı 2.84 log kob/mL iken ticari sirke örneğinde bu sayı 1.65 log kob/mL olarak tespit edilmiştir (p>0.05). Benzer şekilde ev sirkesinin laktik asit bakterisi sayısı (3.17 log kob/mL) ticari sirke örneğine kıyasla daha yüksek (1.03 log kob/mL) bulunmuştur (p<0.05). Bununla birlikte ev sirkesi ve ticari sirke örnekleri için küf-maya sayıları sırasıyla 1.32 ve 1.47 log kob/mL olarak tespit edilmiştir (p>0.05). Bizim bilgilerimize göre literatürde dut sirkesinin mikrobiyolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte, geleneksel ve endüstriyel olarak üretilen farklı sirke çeşitlerinin mikrobiyolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, geleneksel olarak üretilen sirkelerde asetik asit bakterisi, laktik asit bakterisi ve küf-maya sayılarının endüstriyel sirkelere kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir [19]. Elde edilen sonuçlar, üretimde kullanılan yöntem ve

uygulamaların, sirkelerin mikrobiyolojik kalitesini etkilediğini ortaya koymaktadır. Sirkede meydana gelen bozulmalar, genellikle sirkede küf ve maya gibi istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesi sonucunda, ortam asitlik değerinin düşmesi neticesinde gerçekleşmektedir [32]. Günümüzde piyasaya sunulan sirkeler genellikle pastörize edilmektedir. Şişeleme öncesinde sirkede meydana gelebilecek herhangi bir bozulmayı önlemek ve özellikle de asetik asit

bakterilerinin aşırı gelişimi engellemek amacı ile uygulanan pastörizasyon işlemi genellikle plakalı ısı değiştiricilerde 65-85°C'lerde uygulanmakta, bununla birlikte şişelenmiş ürünün 60°C'de pastörizasyonu veya membran filtrasyon uygulamaları ile soğuk sterilizasyon da kullanılabilir. Pastörizasyon işlemi ile mikrobiyal bozulmaların yanı sıra şişeleme sonrasında oluşabilecek mikrobiyal kaynaklı olmayan bulanıklıklar da engellenebilmektedir [32, 33].

Tablo 1. Dut sirkelerinin mikrobiyolojik özellikleri

	Ev Sirkesi (log kob/mL)	Ticari Sirke (log kob/mL)
AAB Sayısı	2.84±0.08 ^a	1.65±0.06 ^a
LAB Sayısı	3.17±0.04 ^a	1.03±0.11 ^b
Küf-Maya Sayısı	1.32±0.07 ^a	1.47±0.02 ^a

AAB: Asetik asit bakterisi, LAB: Laktik asit bakterisi. Aynı satırda yer alan farklı harfler (a, b) ortalama değerler arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Ev yapımı dut sirkesinde toplam asitlik (asetik asit cinsinden) ve pH değerleri sırasıyla %4.07 ve 2.87 iken ticari sirkede bu değerler sırasıyla %4.64 ve 3.30 olarak tespit edilmiştir. Uçar ve uçmayan asitlik değerleri ev sirkesinde sırasıyla %2.24 ve %1.83 iken ticari sirke örneğinde %3.81 ve %0.83 olarak belirlenmiştir (p<0.05). Bununla birlikte ev yapımı sirke örneğinin kül miktarı ve briks değeri, ticari sirkeye kıyasla daha yüksek bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 2). Kül miktarının üzüm sirkelerinde 0.74-3.56 g/L arasında [34], geleneksel yöntemlerle üretilen incir sirkelerinde ise 1.11-5.60 g/L [20] olduğu bildirilmiştir. Budak [16] tarafından yapılan bir çalışmada, dut sirkesinin toplam asitlik (asetik asit cinsinden), pH ve briks değerleri sırasıyla %5.72, 3.08 ve 3.10 olarak tespit edilmiştir. Üzüm sirkelerinde uçar asit ve uçmayan asit miktarlarının sırasıyla, 3.56 ile 5.21 g asetik asit/100 mL ve 0.07 ile 0.45 g asetik asit/100 mL arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir [34]. Meyve sirkelerinde pH değerinin 2.36-3.73 aralığında değişim gösterdiği, bu sirkelerde düşük pH değerinin (<3.5), istenmeyen aroma maddelerinin oluşumuna neden olan laktik asit bakterisi ve/veya anaerobik basil fermantasyonlarının önlenmesi açısından önem taşıdığı bildirilmektedir [20, 32, 34].

Farklı üretim yöntemlerinin sirkelerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerini etkilediği bildirilmektedir [35, 36]. Bu çalışma kapsamında, ev yapımı sirkede toplam fenolik madde miktarı 557.5 mg GAE/L iken ticari sirkede 523 mg GAE/L olarak tespit edilmiştir (p>0.05). Ayrıca örneklerin DPPH serbest radikali giderme kapasitesi değerleri de incelenmiş ve ev yapımı sirkelerde bu değer (%76.74) ticari sirke örneğine (%40.52) kıyasla daha yüksek bulunmuştur

(p<0.05) (Tablo 2). Laboratuvar şartlarında üretilen dut sirkesinde toplam fenolik madde düzeyinin 972.71 mg GAE/L, antioksidan aktivitesinin ise ORAC yöntemine göre 19.06 µmol/mL, TEAC yöntemine göre 7.72 mM olduğu, ayrıca dut sirkesinden elde edilen bu değerlerin dut suyuna kıyasla daha yüksek olduğu ve dolayısıyla meyvelerin sirkeye işlenmesi ile fenolik bileşiklerce zengin, doğal antioksidan aktivitesi artırılmış ürünlerin elde edilebileceği bildirilmiştir [16]. Şarap sirkesi üretimine yönelik olarak Kore'de yürütülen benzer bir çalışmada, sirke üretiminde kullanılan hammaddede toplam fenolik madde içeriği 58.23 mg GAE/100 mL iken sirkede bu değerlerin 84.15 mg GAE/100 mL seviyelerine ulaştığı belirlenmiştir [37]. Dut sirkesi ile ilgili olarak yürütülen çalışmalar sınırlı sayıda olmasına karşın literatürde çeşitli sirkelerin biyoaktif özelliklerinin incelendiği çalışmalar bulunmaktadır. Farklı sirke çeşitlerinin incelendiği bir çalışmada, toplam fenolik madde (2228.79 mg GAE/L) ve antiradikal aktivite (DPPH) (%89.53) açısından en yüksek değerlerin, geleneksel olarak evde üretilen üzüm sirkelerinde bulunduğu belirlenmiştir [19]. Ubeda ve arkadaşları [36] tarafından yapılan bir çalışmada, iki farklı alkol fermantasyonu ile üretilen hurma sirkeleri karşılaştırılmış, spontan alkol fermantasyonuyla üretilen sirkelerin, starter kültür inokülasyonu ile üretilen sirkelerden daha yüksek oranda klorojenik asit ve şirinjik asit içerdiği, ve geleneksel olarak üretilen sirkelerin daha antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca, üretilen hurma sirkelerinin antioksidan ve toplam fenolik madde içeriklerinin, beyaz ve kırmızı şarap sirkelerinin antioksidan ve toplam fenolik madde içeriklerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir [36].

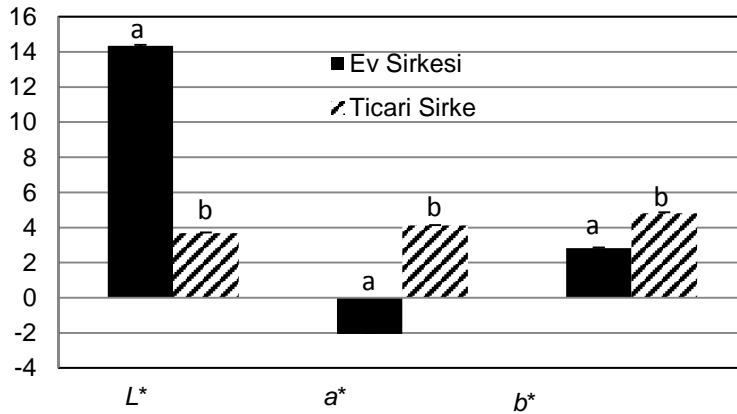
Tablo 2. Dut sirkelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri

Analizler	Ev Sirkesi	Ticari Sirke
pH	2.87±0.43 ^a	3.30±0.02 ^a
Toplam Asitlik (g/100mL)*	4.07±0.16 ^a	4.64±0.08 ^a
Uçar Asit (g/100mL)*	2.24±0.16 ^a	3.81±0.08 ^b
Uçmayan Asit (g/100mL)*	1.83±0.00 ^a	0.83±0.00 ^b
Briks	5.60±0.00 ^a	3.50±0.00 ^b
Kül (g/L)	3.81±0.00 ^a	2.06±0.00 ^b
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/L)	557.5±28.99 ^a	523±22.62 ^a
DPPH (%)	76.74±4.56 ^a	40.52±2.39 ^b

*: Asetik asit cinsinden. Aynı satırda yer alan farklı küçük harfler (a, b) ortalama değerler arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Ev yapımı sirke örneğinde parlaklığı gösteren L^* değeri 14.35 iken ticari sirkede bu değer 3.68 olarak bulunmuştur ($p<0.05$). Bununla birlikte ev sirkesinde kırmızılık ve yeşilliği gösteren a^* değeri ile sarılık ve maviliği gösteren b^* değeri ticari sirkeye kıyasla daha düşük bulunmuştur ($p<0.05$) (Şekil 1). Chang ve arkadaşları [38] tarafından yapılan bir çalışmada dut sirkesi için renk değerlerinin L^* 17.1-22.0, a^* 2.1-15.8, b^* -0.3-5.5 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Geleneksel olarak üretilen üzüm ve elma sirkelerinde L^* değerlerinin 0,28 ile 20,15 arasında, a^* değerlerinin 0,09 ile 14,88 arasında ve b^* değerlerinin ise 0,43 ile 14,11 arasında değişen değerlere sahip olduğu belirlenmiştir [19]. Bal sirkesi üzerine yapılan diğer bir çalışmada, örneklerin L^* değerlerinin 0,58 ile 33,00 arasında, a^* değerlerinin 0,17 ile 15,76 arasında ve b^* değerlerinin ise 2,91 ile 28,35 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir [39]. Yapılan çalışmalar, farklı sirkelerin renk özelliklerinin önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Sirke renginin başta hammadde rengi olmak üzere sirke üretim aşamaları ve kullanılan üretim şekli ile de

yakından ilişkili olduğu bildirilmektedir [32, 40]. Marangoz [41] tarafından yürütülen tez çalışmasında, karadut meyve suyu, alkol fermantasyonu ürünü ve asetikasyon sonunda elde edilen sirke ışık geçirgenliğini temsil eden L^* ve sarı/mavi eksenini temsil eden b^* değerleri açısından karşılaştırılmış ve örnekler arasında önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ancak sirke örneğinin kırmızı/yeşil eksenini temsil eden a^* değerinde, meyve suyu ve sadece alkol fermantasyonu uygulanan örnekler göre yaklaşık %40 azalma olduğu, bu azalmanın antosiyaninlerdeki parçalanmadan kaynaklandığı ve sirke üretiminde antosiyanince zengin ürünlerdeki renkli bileşenlerin korunması amacıyla alternatif üretim yöntemlerinin geliştirilmesi gerektiği bildirilmiştir. Renkli meyvelerden sirke üretiminde infüzyon sirke üretim yönteminin kullanımı sayesinde renkli bileşenlerin daha fazla sirke sıvısına geçebileceği ve korunacağı düşünülmektedir [41]. Yürütmüş olduğumuz çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar da bu verileri destekleyen niteliktedir.



Şekil 1. Dut sirkelerinin renk özellikleri (Çubuklar üzerinde yer alan farklı harfler (a, b) ortalama değerler arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir ($p<0.05$). L^* , a^* , b^* değerleri istatistiksel olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir).

Geleneksel ev yapımı dut sirkesine karşı en hassas mikroorganizmaların *E. faecalis* ve *E. coli* O157:H7 (10.5 mm) olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ev yapımı sirke ile ticari sirkenin *E. faecalis* ve *E. coli* O157:H7 üzerine göstermiş oldukları antimikrobiyal etkinin, istatistiksel olarak farklı olmadığı tespit edilmiştir

($p>0.05$). Ticari dut sirkesine karşı en hassas mikroorganizma *L. monocytogenes* (13.5 mm) olarak belirlenmiştir ($p<0.05$). Bununla birlikte ev sirkesinin *L. monocytogenes* üzerine antimikrobiyal etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Dut sirkelerinin antimikrobiyal etkileri

Mikroorganizmalar	Ev Sirkesi (mm)	Ticari Sirke (mm)	Pozitif Kontrol, AMP (mm)	Pozitif Kontrol, CN (mm)	Negatif Kontrol (mm)
<i>L. monocytogenes</i>	-	13.5 ± 0.70 ^{c,A*}	28 ± 2.82 ^{c,B}	28.5 ± 2.12 ^{d,B}	-
<i>E. faecalis</i>	10.5 ± 2.12 ^{b,A}	12 ± 0.00 ^{b,c,A}	28 ± 2.82 ^{c,B}	14.5 ± 0.70 ^{a,A}	-
<i>B. subtilis</i>	7.5 ± 0.70 ^{a,A}	11 ± 0.00 ^{b,B}	29 ± 1.41 ^{c,C}	29.5 ± 0.70 ^{d,C}	-
<i>S. aureus</i>	-	11.5 ± 0.70 ^{b,c,A}	35.5 ± 0.70 ^{d,C}	22.5 ± 0.70 ^{c,B}	-
<i>E. coli</i> O157:H7	10.5 ± 2.12 ^{b,A}	11.5 ± 0.70 ^{b,c,A}	11.5 ± 0.70 ^{a,A}	18 ± 0.00 ^{b,B}	-
<i>S. Typhimurium</i>	7.5 ± 0.70 ^{a,A}	12 ± 1.41 ^{b,c,B}	18 ± 2.82 ^{b,C}	20 ± 0.00 ^{b,C}	-
<i>E. coli</i>	-	7.5 ± 0.70 ^{a,A}	20.5 ± 0.70 ^{b,B}	21.5 ± 2.12 ^{c,B}	-
<i>P. acidilactici</i>	7.5 ± 0.70 ^{a,A}	13 ± 1.41 ^{b,c,B}	31 ± 1.41 ^{c,C}	29 ± 1.41 ^{d,C}	-

*AMP: ampicilin, CN: gentamisin. Aynı sütunda yer alan farklı küçük harfler (a, b, c, d) ve aynı satırda yer alan farklı büyük harfler (A, B, C), ortalama değerler arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

Genel bir değerlendirme yapıldığında, ticari sirke örneğinin test mikroorganizmalarının tamamı üzerine

antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir (7.5-13.5 mm). Ticari sirke örneği *E. coli* üzerine inhibitif etki

göstermiş olmasına karşın, bu etki diğer mikroorganizmalara kıyasla düşük çıkmıştır ($p < 0.05$). Ev yapımı sirke örneği, incelenen sekiz bakteri kültüründen sadece beşi üzerinde (*E. faecalis*, *B. subtilis*, *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium*, *P. acidilactici*) antimikrobiyal etki gösterebilmiş (7.5-10.5 mm), bununla birlikte *E. coli*, *L. monocytogenes* ve *S. aureus* üzerinde herhangi bir inhibitif etki gösterememiştir. Sonuç olarak *E. coli*'nin her iki sirke türüne karşı en dirençli mikroorganizma olduğu belirlenmiştir. Aynı hammaddeden farklı yöntemlerle üretilen ve başta asitlik değerleri olmak üzere birçok özelliği farklılık gösteren sirke örnekleri antimikrobiyal etki açısından da farklı bulunmuştur (Tablo 3). Karaağaç ve arkadaşları [17] tarafından yürütülen bir çalışmada, dut sirkesinin *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Candida albicans*, *E. faecalis*, *Erwinia carotovora*, *E. coli*, *Klebsiella oxytoca*, *S. aureus* ve *Streptococcus pyogenes* üzerine antimikrobiyal etki gösterdiği, dut sirkesine karşı en hassas mikroorganizmanın *S. aureus* (28 mm), en dirençli mikroorganizmanın ise *E. coli* (5.3 mm) olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar *E. coli*'nin sirkeye karşı en dirençli mikroorganizma olduğunu ortaya koymuş ve bu kapsamda bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara paralellik göstermektedir. Farklı hammaddelerden geleneksel ve endüstriyel yöntemlerle üretilen sirkelerin *B. cereus*, *E. coli*, *E. coli* O157:H7, *Klebsiella pneumoniae*, *L. monocytogenes*, *P. aeruginosa*, *Proreus vulgaris*, *S. Typhimurium*, *S. aureus*, *Y. enterocolitica* (6.18-23.56 mm) karşı antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir [19]. Choi ve ark. [42] tarafından yürütülen bir çalışmada, %4.22-4.95 seviyelerinde asetik asit içeren siyah sirkenin, test mikroorganizmaları (*E. coli*, *L. monocytogenes*, *Lodderomyces elongisporus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. aureus*, *S. Typhimurium*, *Yersinia enterocolitica*) üzerine antimikrobiyal etkisinin (inhibisyon zonu: 12-22 mm), ticari antibiyotiklere (tetrasiklin ve karbenisillin) kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, organik asit içeriği daha yüksek olan ticari sirkede antimikrobiyal etkinin de daha yüksek çıkması beklenen bir sonuç olarak görülmektedir. Ancak sirkelerde antimikrobiyal etkiden temel olarak organik asitler sorumlu olsa da, sirkelerin fenolik madde içeriklerinin de antimikrobiyal etkiyi destekleyen etkilerinin bulunduğu bildirilmektedir [1]. Farklı sirkelerde kullanılan hammaddeye bağlı olarak değişmekle birlikte kateşin, epikateşin, gallik asit, kafeik asit, klorojenik asit, şirinjik asit, ferulik asit, vanilik asit, kumarik asit, elajik asit gibi çeşitli fenolik bileşikler bulunmaktadır [1]. Budak [16] tarafından yapılan çalışmada, beyaz dut sirkesinde gallik asit, klorojenik asit, şirinjik asit, kumarik asit ve kateşinin bulunduğu, bunlardan gallik asit ve klorojenik asidin baskın fenolik bileşenler olduğu belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, balsamik sirkenin sahip olduğu kuvvetli antimikrobiyal etkinin, içeriğinde bulundurduğu vanilik asit, gallik asit ve kafeik asit gibi antimikrobiyal etkili fenolik maddelerden kaynaklandığı bildirilmektedir [8].

SONUÇ

Bu çalışmada geleneksel yöntemlerle ev koşullarında üretilen dut sirkesi ile ticari olarak üretilip satışa sunulan

dut sirkesinin bazı özellikleri incelenmiştir. Analiz sonuçları, farklı yöntemlerle üretilen sirkelerin kalite özelliklerinin yanı sıra biyoaktif özelliklerinin de farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Geleneksel ev sirkesi toplam fenolik madde ve antiradikal aktivite açısından, ticari sirke örneği ise asit içeriği ve antimikrobiyal aktivite açısından ön plana çıkan örnekler olmuştur. Ticari sirke örneği incelenen test mikroorganizmalarının tamamı üzerinde antimikrobiyal etki göstermiş, ancak ev sirkesinin antimikrobiyal etkisi sınırlı seviyede kalmıştır. Elde edilen sonuçlar, dut sirkesinin antimikrobiyal ve antiradikal aktivite açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. İlerleyen aşamalarda dut sirkesinde bulunan biyoaktif bileşenlerin tanımlanmasına yönelik çalışmaların yapılması planlanmaktadır.


KAYNAKLAR

- [1] Karabiyikli, S., Sengun, I.Y. (2017). Beneficial Effects of Acetic Acid Bacteria and Their Food Products. Chapter 13. In Acetic Acid Bacteria: Fundamentals and Food Applications (Ed. Sengun, I.Y.). CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 221-242p.
- [2] Şengün, İ.Y., Kılıç, G. (2016). Geleneksel olarak üretilen incir ve dut sirkelerinin antimikrobiyal etkileri. *Türkiye 12. Gıda Kongresi*, 05-07 Ekim, 2016, Trakya Üniversitesi, Edirne, Türkiye 81p.
- [3] Vijayakumar, C., Wolf-Hall, C. (2002). Evaluation of household sanitizers for reducing levels of *E. coli* on iceberg lettuce. *Journal of Food Protection*, 65, 1646-1650.
- [4] Sengun, I.Y., Karapinar, M. (2004). Effectiveness of lemon juice, vinegar and their mixture in elimination of *Salmonella Typhimurium* on carrots. *International Journal of Food Microbiology*, 96, 301-305.
- [5] Sengun, I.Y., Karapinar, M. (2005a). Effectiveness of household natural sanitizers in the elimination of *Salmonella Typhimurium* on rocket (*Eruca sativa* Miller) and spring onion (*Allium cepa* L.). *International Journal of Food Microbiology*, 98, 319-323.
- [6] Sengun, I.Y., Karapinar, M. (2005b). Elimination of *Yersinia enterocolitica* on carrots (*Daucus carota* L.) by using household sanitizers. *Food Control*, 16, 845-850.
- [7] Chang, J.M., Fang, T.J. (2007). Survival of *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella enterica* serovars Typhimurium in iceberg lettuce and the antimicrobial effect of rice vinegar against *E. coli* O157: H7. *Food Microbiology*, 24(7), 745-751.
- [8] Ramos, B., Brandão, T.R.S., Teixeira, P., Silva, C. L. M. (2014). Balsamic vinegar from Modena: An easy and effective approach to reduce *Listeria monocytogenes* from lettuce. *Food Control*, 42, 38-42.
- [9] Entani, E., Asai, M., Tsujihata, S., Tsukamoto, Y., Ohta, M. (1998). Antibacterial action of vinegar against food-borne pathogenic bacteria including *Escherichia coli* O157: H7. *Journal of Food Protection*, 61(8), 953-959.

- [10] Hindi, N.K. (2013). In vitro antibacterial activity of aquatic garlic extract, apple vinegar and apple vinegar-garlic extract combination. *American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics*, 1, 42-51.
- [11] Chen, H., Chen, T., Giudici, P. Chen, F., (2016). Vinegar functions on health: Constituents, sources, and formation mechanisms. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15, 1124-1138.
- [12] Sengun, I.Y. (2015). Acetic Acid Bacteria in Food Fermentations. Chapter 5. In *Fermented Foods: Part 1. Biochemistry and Biotechnology* (Eds. Montet, D., Ray, R.C.). CRC Press, 91-111p.
- [13] Çapanoğlu, E., Boyacıoğlu, D. (2009). Meyve ve sebzelerin flavonoid içeriği üzerine işlemenin etkisi. *Akademik Gıda*, 7(6), 41-46.
- [14] Karadeniz, T., Şişman, T. (2003). Beyaz ve karadutun meyve özellikleri ve çelikle çoğaltılması. *I. Ulusal Kivi ve Üzümü Meyveler Sempozyumu*, 23-25 Ekim, 2003, Ordu, Türkiye, 428-432p.
- [15] Erdoğan Ü., Pırlak L., (2005). Ülkemizde dut (*Morus spp.*) üretimi ve değerlendirilmesi. *Alatırım*, 4(2), 38-43.
- [16] Budak, N.H., (2015). Dut sirkesi oluşum sürecinde ileri analitik tekniklerle toplam antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşenleri. *Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, 2(2), 27-31.
- [17] Karaagac, R.A., Aydoğan, M.N., Koseoglu, M.S. (2016). An investigation on antimicrobial and antioxidant activities of naturally produced mulberry vinegar. *Journal of Pharmaceutical Biology*, 6, 34-39.
- [18] Budak, H.N., Aykin, E., Seydim, A.C., Greene, A.K., Guzel-Seydim, Z.B. (2014). Functional properties of vinegar. *Journal of Food Science*, 79(5) 757-764.
- [19] Öztürk, I., Caliskan, O., Tornuk, F., Sagdic, O. (2015). Antioxidant, antimicrobial, mineral, volatile, physicochemical and microbiological characteristics of traditional homemade Turkish vinegars. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 63, 144-151.
- [20] Sengun, I.Y. (2013). Microbiological and chemical properties of fig vinegar produced in Turkey. *African Journal of Microbiology Research*, 7(20), 2332-2338.
- [21] De Vere, L., Gala, E., Gullo, M., Solieri, L., Landi, S., Giudici, P. (2006). Application of denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) analysis to evaluate acetic acid bacteria in traditional balsamic vinegar. *Food Microbiology*, 23, 809-813.
- [22] Sharpe, M.E., Fryer, E., Smith, D.G. (1966). Identification of Lactic Acid Bacteria, Identification Method for Microbiologists Part A, (Eds. Gibbs B.M., Skinner F.A.), London: Academic Press. 65-67p.
- [23] Kandler, O., Weiss, M. (1986). Regular, Nonsporing Gram - Positive Rods. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* Vol. 2 (Eds. Sneath, P.H.A., Mair, N.S., Sharpe, M.E., Hold, J.G.). William and Wilkins, Baltimore. 1208-1219p.
- [24] FDA-BAM (Food and Drug Administration-Bacteriological Analytical Manual). (2001). Yeasts, molds and mycotoxins. Chapter:18, January 2001. <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM064948> (Erişim Tarihi: Mart 2017)
- [25] AOAC. (1995). Official Methods of Analysis, 16th edition, 930-935p.
- [26] Cemeroğlu, B. (2013). Gıdalarda Uygulanan Bazı Özel Analiz Yöntemleri. Bölüm 2. Gıda Analizleri (Ed. Cemeroğlu, B.). 3. Baskı, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, 87-157p.
- [27] Anonymous. (1983). Examination and Analysis of Food Materials. T.R. Ministry of Forest and Village Affairs. General Directorate of Food Affairs. General Public, No: 65, Ankara.
- [28] Rommel, A., Heatherbell, D.A., Wrolstad, R.E. (1990). "Red raspberry juice and wine: Effect of processing and storage on anthocyanin pigment composition, colour and appearance". *Journal of Food Science*, 55, 1011-1017.
- [29] Singh, R.P., Chidambara Murthy, K.N., Jayaprakasha, G.K. (2002). Studies on antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel extract using in vivo models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(17), 4791- 4795.
- [30] Deng, Y., Yang, G., Yue, J., Qian, B., Liu, Z., Wang, D., Zhong, Y. Zhao, Y. (2014). Influences of ripening stages and extracting solvents on the polyphenolic compounds, antimicrobial and antioxidant activities of blueberry leaf extracts. *Food Control*, 38, 184-191.
- [31] SPSS. (2006). Statistical Package, SPSS for Windows, Ver. 15.0, Chicago, SPSS, Inc.
- [32] Giudici, P., De Vere, L., Gullo, M. (2017). Vinegars. Chapter 10. In *Acetic Acid Bacteria: Fundamentals and Food Applications* (Ed. Sengun, I.Y.). CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 261-287p.
- [33] Rosma, A., Nadiyah, A.H.S., Raj, A., Supwat, T., Sharma, S., Joshi, V.K. (2016). Acetic Acid Fermented Product. In *Indigenous fermented Foods of South Asia* (V.K. Joshi (Eds.), CRC Press, Taylor & Francis Group, Florida, 598-635p.
- [34] Akbaş, M., Cabaroğlu, T. (2010). Ülkemizde üretilen bazı üzüm sirkelerinin bileşimleri ve gıda mevzuatına uygunlukları üzerine bir araştırma. *Gıda*, 35(3), 1-6.
- [35] Budak, N., Güzel-Seydim, Z.B. (2010). Sirke üretimi ve bazı fonksiyonel özellikleri. *Gıda Teknolojisi*, 14(11), 85-88.
- [36] Ubeda, C., Hidalgo, C., Torija, M.J., Mas, A., Troncoso, A.M., Morales, M.L. (2011). Evaluation of antioxidant activity and total phenols index in persimmon vinegars produced by different processes. *LWT-Food Science and Technology*, 44, 1591-1596.
- [37] Jo, Y., Baek, J.Y., Jeong, I.Y., Jeong, Y.J., Yeo, S.H., Noh, B.S., Kwon, J.H. (2015). Physicochemical properties and volatile components of wine vinegars with high acidity based on fermentation stage and initial alcohol concentration. *Food Science and Biotechnology*, 24(2), 445-452.

- [38] Chang, R.C., Lee, H.C., Ou, A.S.M. (2005). Investigation of the physicochemical properties of concentrated fruit vinegar. *Journal of Food and Drug Analysis*, 13(4), 348-356.
- [39] Alak, G.D. (2015). Bal ve Bal Sirkelerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, 113s.
- [40] Palacios, V., Valcarcel, M., Caro, I., Perez, L. (2002). Chemical and biochemical transformations during the industrial process of sherry vinegar aging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(15), 4221-4225.
- [41] Marangoz, F.İ. (2016). Sirke Üretim Prosesinin Karadut Meyvesinin Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 61s.
- [42] Choi, H., Gwak, G., Choi, D., Park, J., Cheong, H. (2015). Antimicrobial efficacy of fermented dark vinegar from unpolished rice. *Microbiology and Biotechnology Letters*, 43, 97-104.
-

Buğday veya Mısır Nişastası Kullanılarak Üretilen Keklerin Fiziksel, Duyusal ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Çişilendirmenin Etkisi

Hüseyin Boz 

Atatürk Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Erzurum

Geliş Tarihi (Received): 14.08.2017, Kabul Tarihi (Accepted): 04.12.2017✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): huseyinboz@atauni.edu.tr (H. Boz)*

☎ 0 442 231 54 21 📠 0 442 231 53 48

ÖZ

Bu araştırmada buğday veya mısır nişastası kullanılarak üretilen keklerin fiziksel, duyusal ve tekstürel özellikleri üzerine çişilendirmenin etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kontrol kek üretiminde buğday unu kullanılmıştır. Nişasta çeşitleri muffin kek örneklerinin kabuk renklerine ait L ve a renk değerlerini istatistiksel olarak $p<0.01$, b renk değerlerini ise $p<0.05$ düzeyinde etkilemiştir. Nişasta çeşitlerinin keklerin hacim, spesifik hacim ve hacim indeksi değerlerini kontrole kıyasla artırdığı tespit edilmiş, çişilendirme işleminin hem buğday nişastasından yapılan keklerde hem de mısır nişastasından yapılan keklerde kek hacmini önemli düzeyde artırdığı belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre üretilen keklerin tamamı panelistler tarafından kabul görmüştür. Duyusal parametreler olan renk, aroma ve tekstür açısından panelistlerden en yüksek puanı çişilendirilmiş buğday nişastasından üretilen kek örnekleri almıştır. Nişasta çeşitlerinden üretilen keklerin sertliği kontrole kıyasla artmış; elastikiyet, kohesivlik ve yapışkanlık değerleri ise azalma göstermiştir. Sonuç olarak sadece nişasta kullanılarak kek üretiminin tüketiciler açısından günlük tüketim için bir alternatif olabileceği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nişasta, Çişilendirilmiş nişasta, Tekstür, Muffin kek

Effect of Pregelatinization on Physical, Sensory and Textural Properties of Cakes Produced with Wheat or Corn Starches

ABSTRACT

The present study aimed to determine the physical, sensory and textural properties of cakes were produced from wheat starch, corn starch, pregelatinized wheat starch and pregelatinized maize starch. Wheat flour is used in control cake production. Starch varieties affected L and a color values of crust color of muffin the cake samples statistically at $p < 0.01$ and b color values at $p < 0.05$ level. It has been found that starch varieties increase the volume, specific volume and volume index values of the cakes compared to the control. It was determined that the pregelatinization process significantly increased the cake volume in both the cakes made from wheat starch and the cakes made from corn starch. According to the results of sensory analysis, all of the cakes produced were accepted by panelists. In terms of sensory parameters such as color, aroma and texture, the highest score was obtained from the cakes produced from pregelatinized wheat starch. The hardness of the cakes produced from the starch varieties increased, the values of elasticity, cohesiveness and stickiness decreased compared to the control. As a result, it has been understood that starch cake production for daily consumption may be an alternative for consumers.

Keywords: Starch, Pregelatinized starch, Texture, Muffin cake

GİRİŞ

Kekler dünyanın birçok yerinde yaygın bir şekilde tüketilen fırın ürünleri arasındadır. Özellikle üretiminin ve kullanımının kolay olması, çeşitliliğinin fazla olması kek tüketimini artıran en önemli sebepler arasındadır. Un, şeker, yumurta, süt, yağ, kabartma tozu, vanilya ve tuz kek üretiminde kullanılan başlıca bileşenler arasındadır. Kek hamurlarında; un ve yumurta kekin yapısını düzenleyici, şeker tatlandırıcı ve gevrekleştirici, süt nemlendirici, kabartma tozu gaz üretici ve yüzey aktif maddeler ise kek hamuru bileşenlerinin birbirleriyle homojen bir şekilde karışmasını sağlayıcı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [1, 2].

Nişasta keklerde yüksek düzeyde sıvı içeren ve kek hamuru olarak ifade edilen sıvı eğilimli dolgunun katı, gözenekli bir kek yapısına dönüşümünden sorumludur. Ayrıca pişirme esnasında kek yapısı nişastanın jelatinizasyonu ve yumurta proteinlerinin koagülasyonunun bir sonucu olarak belirlenir [3]. Günümüzde un yerine nişasta kullanılarak kek üretimi özellikle ailelerde her geçen gün biraz daha yaygınlaşmaktadır. Nişastadan kek üretimi tüketiciler için bir alternatif olabilir. Bu çalışmada normal ve çirşlendirilmiş nişasta kullanılarak üretilen keklerin fiziksel, duyuusal ve dokusal özelliklerini belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırmada %10.5 protein, %0.55 kül ve %14 nem içeren buğday unu kullanılmıştır. Kek üretiminde kullanılan buğday nişastası (Selva), mısır nişastası (Güneş, Sakarya), yumurta, şeker ve kabartma tozu dâhil tüm bileşenler yerel bir marketten temin edilmiştir.

Çirşlendirilmiş Nişasta Üretimi

Çirşlendirilmiş nişasta üretimi Karaoğlu ve ark. [4]'a göre yapılmıştır. Özetle nişasta 1:1 oranında (750 g nişasta+750 mL deiyonize su) su ile karıştırılıp $63\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 5 dakika tutulduktan sonra serilerek oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kurutulan çirşlendirilmiş buğday ve mısır nişastaları inceltilmiş ve 315 mikronluk ipek elekten geçirilerek elek altı materyal kek üretiminde kullanılmıştır.

Kek Üretimi

Kek formülasyonları 210 g un veya nişasta, 210 g bütün yumurta, 160 g şeker, 160 g yağ, 0.2 g tuz ve 2.5 g kabartma tozu ile hazırlanmıştır. Buğday unu (BU) sadece kontrol kek üretiminde kullanılmış, diğer keklerin üretiminde buğday unu yerine buğday nişastası (BN), mısır nişastası (MN), çirşlendirilmiş buğday nişastası (ÇBN) ve çirşlendirilmiş mısır nişastası (ÇMN) kullanılmıştır.

Kek hamuru hazırlanırken hamur bileşenlerinin karıştırılmasında belirli bir sıra takip edilmiştir. Önce bütün yumurta ve tuz 2 dakika, şeker ilave edildikten

sonra 1 dakika, yağ ilavesinden sonra 1 dakika ve son olarak un/nişasta/ çirşlendirilmiş nişasta ve kabartma tozu ilave edilip 4 dakika bir mikser yardımıyla orta devirde çırpılmıştır. Elde edilen kek hamurları metal muffin kek kalıplarına 30'ar g olacak şekilde konulmuş, bir elektrikli fırında (Bosch HBG635BS1/05, Münih, Almanya) 180°C 'de 26 dakika süre ile pişirilmiştir.

Kek Analizleri

Üretilen kekler oda sıcaklığında 40 dakika bekletilip soğutulduktan sonra tartılmış (g), kolza tohumu kullanılarak yer değiştirme esasına göre hacimleri (mL) ve spesifik hacimleri (ml/g) belirlenmiştir [5]. Kek örneklerinin hacim indeksi, büzülme değeri ve üniformite indeksi AACC-10-91'e göre hesaplanmıştır [6]. Keklerin kabuk rengi ölçümleri Minolta Colorimeter CR-200 (Minolta Camera Co., Osaka, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir [7].

Tekstür Analizleri

Keklerde tekstür analizleri TA-XT Plus tekstür analiz cihazı (Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, İngiltere) ile yapılmıştır. Pişirilip soğutulduktan sonra streç filmle sarılarak oda sıcaklığında 4 saat bekletilmiş keklerde, keklerin tam orta noktasından alınmış 2.3 cm çapında ve 1.5 cm yüksekliğindeki silindir şeklindeki örneklerde 50 mm'lik prob (P/50) kullanılarak yapılmıştır. Test parametreleri olarak ön test, test hızı ve test sonrası hız olarak 1 mm/s olarak belirlenmiş, sıkıştırma oranı olarak %40 uygulanmıştır. Sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çignenebilirlik değerleri elde edilen TPA kurvesinden Carr ve Tadini [8]'e göre belirlenmiştir. Deformasyon için gerekli olan güç olan sertlik; ilk sıkıştırma çevrimi esnasındaki pik gücü, elastikiyet; ikinci sıkıştırmadaki mesafenin (2.uzunluk) ilk sıkıştırmadaki mesafeye (1.uzunluk) oranı, kohesivlik; her iki çevrim için de sıkıştırmanın olmadığı alanlar hariç, ikinci sıkıştırma anındaki pozitif güç alanının birinci sıkıştırmadaki alana oranı (Alan 2/Alan 1) ve çignenebilirlik; sertlik \times kohesivlik \times elastikiyet olarak belirlenmiştir [8].

Duyusal Analiz

Kek örneklerinin duyuusal analizleri Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde Tahıl laboratuvarında gerçekleştirilmiş, panelistler Gıda Mühendisliği bölümü lisansüstü öğrencilerinden seçilmiştir. Üretilen kek örnekleri dört eşit parçaya bölünerek, her biri rastgele üç haneli rakamlar olacak şekilde kodlanarak tabaklarda içme suyu ve örnek geçişlerinde kullanılmak üzere tuzsuz kraker eşliğinde 10 paneliste sunulmuş ve duyuusal olarak değerlendirmeleri istenmiştir. Üretilen kek örneklerinin oda sıcaklığında 5 saat bekletildikten sonra sunulmalarına özen gösterilmiştir. Kek örnekleri renk, aroma, tekstür ve genel kabul edilebilirlik özellikleri açısından değerlendirmeye tabi tutulmuşlardır. Parametrelerin değerlendirilmesinde 9 puanlı hedonik skala (1=çok kötü, 9=çok iyi) kullanılmış ve panelistlerden kek örneklerinin birden dokuza kadar puanlandırılması istenmiştir [9].

İstatistiksel Analiz

Kontrol (buğday unu, BU), buğday nişastası (BN), mısır nişastası(MN), çirşlendirilmiş buğday nişastası (ÇBN) ve çirşlendirilmiş mısır nişastası (ÇMN) kullanılarak beş farklı formülasyonda hazırlanan deneme 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırma neticesinde elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programı ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine tabi tutularak karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analizler neticesinde aralarındaki farklılıklar $p<0.05$ güven aralığına göre önemsiz bulunan değerler tablo ve grafiklerde aynı harflerle gösterilmiştir. Bütün değerler ortalama \pm standart hata olarak sunulmuştur.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı nişastalar kullanılarak üretilen muffin kek örneklerinin kabuk renklerine ait L, a ve b renk değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Nişasta çeşidinin kek örneklerinin yüzey rengi L ve a değerlerini istatistiksel olarak $p<0.01$ (**), b değerini ise $p<0.05$ (*) düzeyinde etkilediği görülmektedir. Normal ve çirşlendirilmiş nişastalardan üretilen keklerin L ve b değerleri kontrol kek örneğine kıyasla daha yüksek olarak ölçülmüştür. Bir başka ifadeyle nişasta kullanılarak üretilen keklerin kabuk rengi kontrole kıyasla daha açık renge sahip oldukları belirlenmiştir. a renk değerleri ise kontrole kıyasla azalma göstermiş, nişasta çeşitlerinden üretilen keklerde kırmızılık azalmıştır. Kontrol kek örneğine en yakın L, a ve b değerleri normal buğday nişastasından üretilen keklerde elde edilmiştir.

Tablo 1. Farklı nişastalardan üretilen muffin kek örneklerinin kabuk renk değerleri^a

Örnek	L	a	b
BU	47.98 \pm 0.78d	16.36 \pm 0.27a	25.53 \pm 0.75b
BN	53.27 \pm 0.25bc	12.66 \pm 0.24b	27.12 \pm 0.11a
MN	57.63 \pm 0.13a	12.39 \pm 0.04bc	27.86 \pm 0.18a
ÇBN	52.25 \pm 0.16c	11.72 \pm 0.20cd	27.95 \pm 0.26a
ÇMN	54.50 \pm 0.20b	11.03 \pm 0.36d	27.23 \pm 0.31a
P	**	**	*

a: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farksızdır.** $p<0.01$, * $p<0.05$, BU: (Buğday unu, kontrol), BN: Buğday nişastası, MN: Mısır nişastası, ÇBN: Çirşlendirilmiş buğday nişastası ve ÇMN: Çirşlendirilmiş mısır nişastası

Diğer birçok fırın ürünüde olduğu gibi kek üretiminde de dış görünüş bakımından en önemli ölçütlerden biri hacimdir. Hacim indeksi, büzülme değeri ve üniformite indeksi de keklerin değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerdir [10]. Farklı nişastalar kullanılarak üretilen keklerin tamamının hacim, spesifik hacim ve hacim indeksi değerleri kontrole kıyasla daha yüksek

olarak belirlenmiştir. Üretilen kek örnekleri arasında en yüksek hacim, spesifik hacim ve hacim indeksi değerleri çirşlendirilmiş buğday nişastasından üretilen keklerde belirlenmiştir. Çirşlendirilmiş buğday nişastasını çirşlendirilmiş mısır nişastası ve normal mısır nişastası takip etmiştir. En düşük hacim değerleri ise buğday unu kullanılarak üretilen kontrol kekte ölçülmüştür.

Tablo 2. Farklı nişastalardan üretilen muffin kek örneklerinin hacim, büzülme ve üniformite indeksi^a değerleri

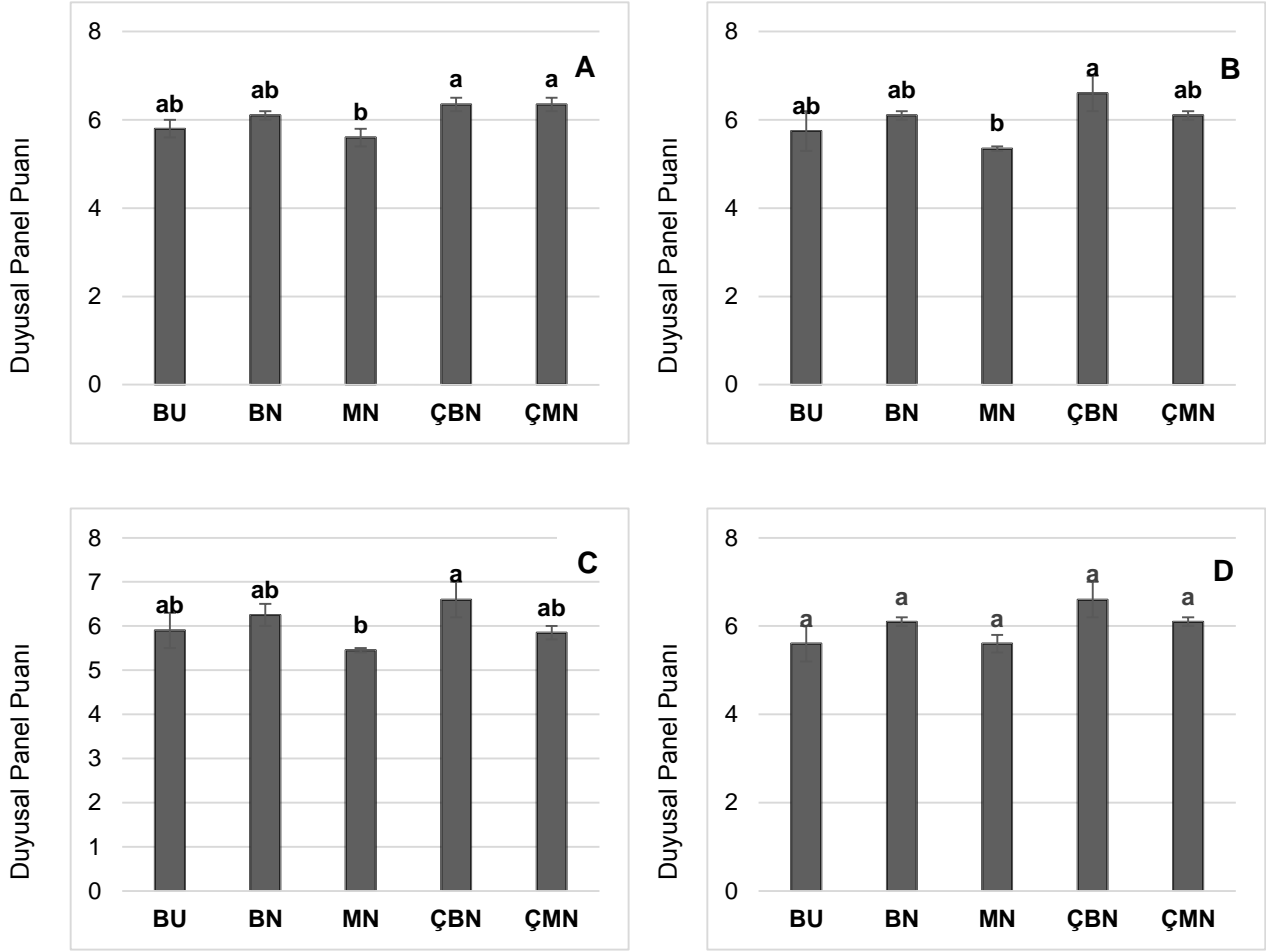
Örnek	Hacim (mL)	Spesifik Hacim (mL/g)	Hacim İndeksi (mm)	Büzülme Değeri (mm)	Üniformite İndeksi (mm)
BU	74.50 \pm 0.50d	3.10 \pm 0.03b	81.50 \pm 0.50c	5.50 \pm 0.50a	1.0 \pm 0.00ab
BN	90.00 \pm 0.00c	3.58 \pm 0.01b	96.50 \pm 0.50a	3.50 \pm 0.50b	1.5 \pm 0.50a
MN	91.00 \pm 1.00c	3.72 \pm 0.11b	87.00 \pm 1.00b	0.00 \pm 0.00c	0.5 \pm 0.50ab
ÇBN	107.5 \pm 2.50a	4.25 \pm 0.15a	99.00 \pm 1.00a	1.00 \pm 0.00c	0.5 \pm 0.50ab
ÇMN	98.50 \pm 1.50b	3.80 \pm 0.14b	98.50 \pm 0.50a	0.00 \pm 0.00c	0.0 \pm 0.00b
P	**	*	**	**	*

a: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farksızdır.** $P<0.01$, * $p<0.05$, BU: (Buğday unu, kontrol), BN: Buğday nişastası, MN: Mısır nişastası, ÇBN: Çirşlendirilmiş buğday nişastası ve ÇMN: Çirşlendirilmiş mısır nişastası

Kaliteli keklerin; olabildiğince hacimli, simetrik ve üniform bir yapı sergilemesi gerektiği belirtilmekte ve yüksek kaliteli keklerin, hafif dairesel (yuvarlak), mümkün mertebe simetrik, büyük hacim ve düşük büzülme değerine sahip olması gerektiği vurgulanmaktadır [10-12]. Kek kalıbının çapından kekin taban uzunluğunun çıkarılmasıyla elde edilen büzülme değeri en yüksek kontrol kek örneğinde, en düşük büzülme değeri ise mısır nişastalarından üretilen keklerde belirlenmiştir. Buğday nişastasından üretilen

keklerde ise kontrol keke en yakın büzülme değerleri elde edilmiştir.

Keklerin yanal olarak simetrisini gösteren bir parametre olan üniformite indeksi değerleri kek örneklerinde 0 ile 1.5 mm arasında değişiklik göstermiştir. Keklerde arzu edilen üniformite değerinin 0 olduğu düşünülürse ideal üniformite indeksi değerlerinin çirşlendirilmiş mısır nişastasından üretilen keklerde olduğu Tablo 2'de görülecektir.



Şekil 1. Farklı nişastalardan üretilen muffin kek örneklerinin duyu özellikleri. A: Renk, B: Aroma, C: Tekstür, D: Genel Kabul Edilebilirlik. BU: (Buğday unu, kontrol), BN: Buğday nişastası, MN: Mısır nişastası, ÇBN: Çiğirtilmiş buğday nişastası ve ÇMN: Çiğirtilmiş mısır nişastası

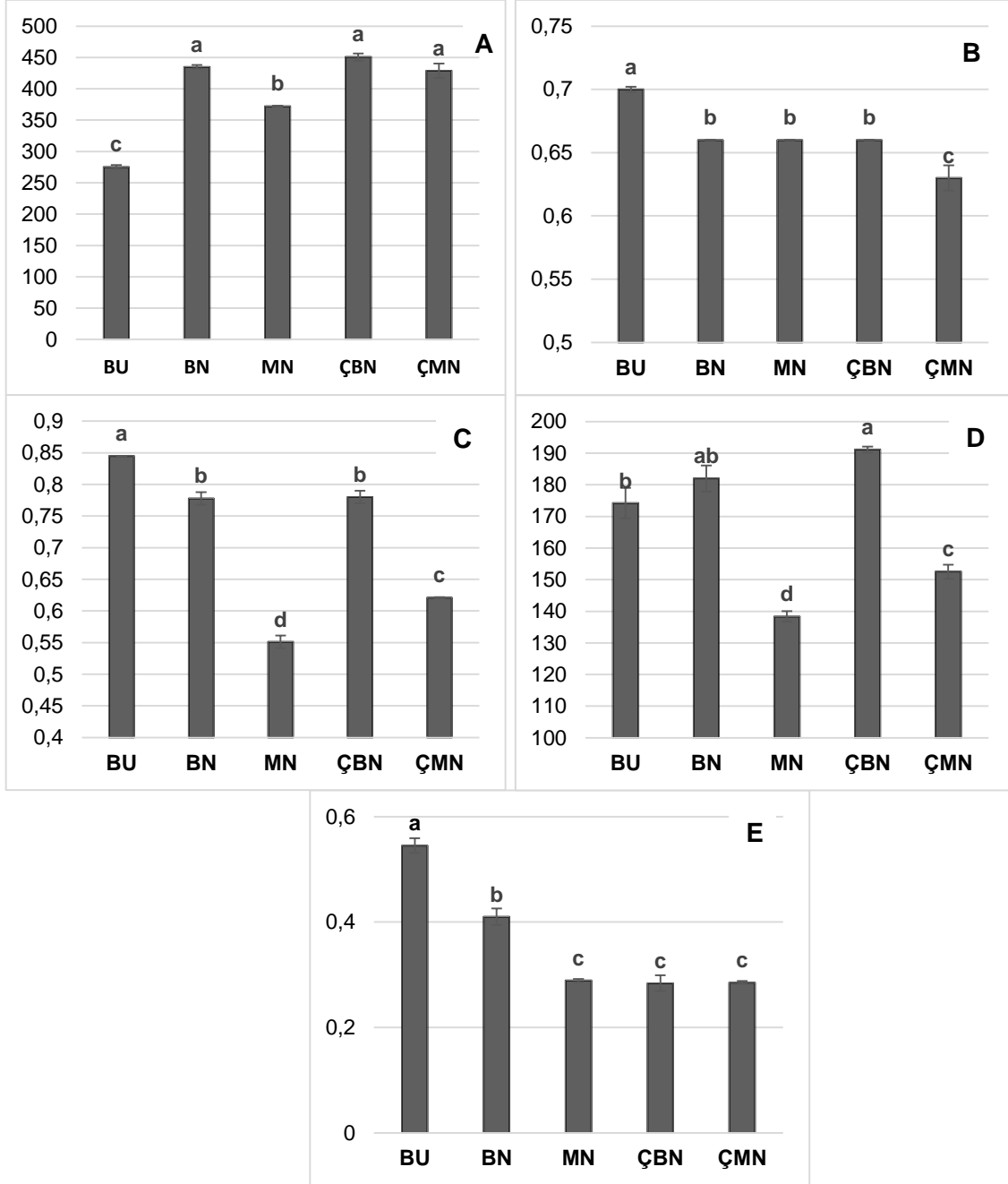
Gıdaların duyu özellikleri tüketici tercihlerinin önemli bir indikatörü olarak değerlendirilmektedir. Çünkü tüketiciler herhangi bir ürünü satın alırken ürünün duyu özelliklerini test ederler [13]. Yapılan duyu analizler neticesinde panelistlerin nişasta çeşitlerinden üretilen kekleri genel olarak beğendikleri anlaşılmaktadır (Şekil 1). Renk açısından çirşendirilmiş nişastalardan üretilen keklerin normal nişastadan üretilenlere kıyasla daha yüksek puanlar aldıkları anlaşılmaktadır. Üretilen tüm kekler içerisinde aroma ve tekstür açısından en beğenilen formülasyon çirşendirilmiş buğday nişastasından üretilen kekler olmuştur. Nişasta kullanılarak üretilen kekler içerisinde renk, aroma ve tekstür açısından en yüksek puanı alan formülasyon çirşendirilmiş buğday nişastası içeren formülasyon olmuştur. Üretilen keklerin tamamı panelistler tarafından kabul görmüş ancak genel kabul edilebilirlik açısından istatistiksel olarak kekler arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Nişasta çeşitleri değerlendirildiğinde genel olarak çirşendirilmiş nişastalardan üretilen keklerin normal nişasta çeşitlerinden üretilen keklerle kıyasla panelistlerden daha yüksek puanlar aldıkları görülmektedir.

Sertlik veya yumuşaklık, insanların tazelik algısı ile yakından ilişkili olması nedeniyle fırın ürünlerinin değerlendirilmesinde en dikkat çeken tekstürel özellikler arasındadır [14, 15]. Farklı nişastalar kullanılarak üretilen kek örneklerinin sertliğinin kontrol keke kıyasla daha yüksek olduğu Şekil 2A'da görülmektedir. Çiğirtilmiş buğday nişastası ile normal buğday nişastasından üretilen kekler arasında sertlik açısından anlamlı bir farklılık oluşmamıştır. Diğer taraftan çirşendirilmiş mısır nişastasından üretilen keklerin sertlik değerlerinin normal mısır nişastasından üretilenlere göre daha yüksek çıkmıştır. Nişasta çeşitlerinden üretilen keklerin tamamında sertlik kontrol kekten yüksek olarak belirlenmiştir. Bu durum sadece nişasta kullanılarak üretilen keklerin nişasta haricinde unun diğer bileşenlerini içermemesinden kaynaklanabilir.

Fırın ürünleri için elastikiyet, ürünün birinci sıkıştırımdan sonra eski haline ne düzeyde döndüğüne bir göstergesidir. Bu nedenle elastikiyetin yüksek olması arzu edilen bir durumdur [16]. Üretilen kek örneklerinin elastikiyet değerleri 0.632 ile 0.705 arasında değişmiştir. En yüksek elastikiyet değerlerine buğday unundan üretilen kontrol kek, en düşük elastikiyet değerlerine

ise çirşlendirilmiş buğday nişastasından üretilen keklerde ulaşılmıştır. Çirşlendirme işleminin ise buğday nişastasından üretilen keklerde elastikiyeti artırdığı,

ancak mısır nişastasında önemli bir değişiklik oluşturmadığı anlaşılmıştır (Şekil 2B).



Şekil 2. Farklı nişastalardan üretilen muffin kek örneklerinin tekstürel özellikleri. A: Sertlik (g), B: Elastikiyet, C: Kohesivlik, D: Çiğnenabilirlik, E: Yapışkanlık. BU: (Buğday unu, kontrol), BN: Buğday nişastası, MN: Mısır nişastası, ÇBN: Çirşlendirilmiş buğday nişastası ve ÇMN: Çirşlendirilmiş mısır nişastası

Kohesivlik kek için birbirine ne kadar tutunduğunu yâda bütünlüğünü ifade eden bir tekstürel parametredir. Fırın ürünleri bileşenlerinin moleküler interaksyonu ile ilişkili olduğu ifade edilen kohesivliğin düşük olması ürünün tutulması ve dilimlenmesinin zorluğuna işaret ettiği belirtilmektedir [17, 18]. Nişasta çeşitlerinin keklerin kohesivlik değerlerini istatistiksel olarak $p < 0.01$ çok önemli düzeyde etkilediği Şekil 2C'de görülmektedir. Kohesivlik kontrol kekta en yüksek, normal mısır

nişastasından üretilen keklerde ise en düşük olarak belirlenmiştir. Nişasta çeşitlerinden üretilen keklerde buğday nişastasından üretilen keklerin kohesivlik değerleri mısır nişastasından üretilen keklerle kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Çirşlendirme işlemi buğday nişastasından üretilen keklerde önemli bir değişiklik oluşturmazken, mısır nişastasından üretilen keklerde kohesivliğı artırmıştır.

Çiğnenebilirlik, fiziksel olarak katı bir ürünün parçalara ayrılıp yutmaya hazır hale getirebilmek için gerekli olan enerji olarak tanımlanmakta, ürünün yutmaya hazır hale gelinceye kadar gerekli olan çiğneme sayısı olarak ta ifade edilmektedir [19]. Üretilen kek örneklerinde buğday nişastasından üretilen keklerin çiğnenebilirlik değerlerinin mısır nişastasından üretilen keklerle kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 2D). En düşük çiğnenebilirlik değerlerine mısır nişastasından üretilen keklerde, en yüksek çiğnenebilirlik değerlerine ise buğday nişastasından üretilen keklerde ulaşılmıştır. Çirişlendirme işlemi ise gerek buğday nişastasında gerekse mısır nişastasında çiğnenebilirlik değerlerini artırıcı yönde etkilemiştir.

Üretilen kek örneklerinin yapışkanlık değerleri 0.284 ile 0.545 arasında değişiklik göstermiştir. Kontrol örneğe en yakın yapışkanlık değerleri normal buğday nişastasından üretilen keklerde tespit edilmiştir (Şekil 2E). Çirişlendirme işleminin buğday nişastasından üretilen keklerde yapışkanlığı azalttığı belirlenirken, mısır nişastasından üretilen keklerde önemli bir değişiklik oluşturmadığı gözlemlenmiştir.

SONUÇ

Elde edilen bulgular neticesinde normal ve çirişlendirilmiş nişastalardan üretilen keklerin L ve b renk değerlerinin buğday unundan üretilen kontrol kek örneğine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Nişasta çeşitlerinin keklerin hacim, spesifik hacim ve hacim indeksi değerlerini kontrole kıyasla artırdığı tespit edilmiştir. Çirişlendirme işleminin hem buğday nişastasından yapılan keklerde hem de mısır nişastasından yapılan keklerde kek hacmini önemli düzeyde artırdığı belirlenmiştir. Yapılan duyu analizlerde nişasta çeşitlerinden elde edilen keklerin tamamı panelistlerden kabul görmüştür. Duyusal parametreler olan renk, aroma ve tekstür açısından panelistlerden en yüksek puanı çirişlendirilmiş buğday nişastasından üretilen kek örnekleri almıştır. Nişasta çeşitlerinden üretilen keklerinin tamamında sertlik kontrol kekten yüksek olarak belirlenmiştir. Çirişlendirme işleminin buğday nişastasından üretilen keklerde elastikiyeti artırdığı, ancak mısır nişastasından üretilen keklerde önemli bir değişiklik oluşturmadığı anlaşılmıştır. Buğday nişastasından üretilen keklerin kohesivlik değerleri mısır nişastasından üretilen keklerle kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Sonuç olarak sadece nişasta kullanılarak kek üretiminin tüketiciler için bir alternatif olabileceği anlaşılmıştır. Ancak sadece nişastadan kek üretiminde nişastanın özellikle retrogradasyonu dikkate alınır ise daha erken bayatlama olacağı ve keklerin duyu kalitesinin azalacağı kaçınılmaz olacaktır. Bu nedenle nişastadan kek üretiminin özellikle kekin duyu özellikleri açısından günlük tüketim olarak uygun olacağı düşünülmektedir. Nişastadan üretilen keklerin bayatlamasının geciktirilmesi için bu konu da yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

[1] Yücel, R. (2009). Glutensiz kek üretiminde kullanılan bazı zamların kalite üzerine etkisi.

Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Adana.

- [2] Süfer, Ö., Kumcuoğlu, S., Tavman, Ş. (2016). Kek ve diğer unlu mamullerin fırında pişirilmesi sırasında ısı ve kütle transferinin modellenmesi ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) uygulaması. *Akademik Gıda*, 14(1), 61-66.
- [3] Hesso, N., Loisel, C., Chevallier, S., Marti, A., Le-Bail, A., Seetharaman, K. (2015). The role of ingredients on thermal and rheological properties of cake batters and the impact on microcake texture. *LWT-Food Science and Technology*, 63, 1171-1178.
- [4] Karaoğlu, M.M., Kotancılar, H.G., Çelik, İ. (2001). Effects of utilization of modified starches on the cake quality. *Starch/Stärke*, 53, 162-169.
- [5] AACC. (1983). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. St Paul, MN. USA.
- [6] AACC. (1995). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 9th edition. 10-91. St Paul, MN. USA.
- [7] Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G. (1999). Tahıl ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 335, Erzurum.
- [8] Carr, L.G., Tadini, C.C. (2003). Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked French bread. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 36, 609-614.
- [9] Land, D.G., Shepherd R. (1984). Scaling and ranking methods. In: Piggott J.R. (ed.): Sensory Analysis of Food. Elsevier Applied Science, London, pp. 141-177.
- [10] Dizlek, H., Özer, M.S., Gül, H. (2008). Keklerin yapısal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan ölçütler. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum, 371-374p.
- [11] Stinson, C.T. (1986). Effects of microwave/convection baking and pan characteristics on cake quality. *Journal of Food Science*, 51(6), 1580-1582.
- [12] Mercan, N., Boyacıoğlu, M.H., Boyacıoğlu, D. (2000). Kek kalitesi üzerine bazı emülgatörlerin etkilerinin araştırılması. *Dünya Gıda Dergisi*, 57, 75-76.
- [13] Yousif, E.I., Gadallah, M.G.E., Sorour, A. (2012). Physico-chemical and rheological properties of modified corn starches and its effect on noodle quality. *Annals of Agricultural Science*, 57(1), 19-27.
- [14] Giannou, V., Tzia, C. (2007). Frozen dough bread: Quality and textural behavior during prolonged storage - Prediction of final product characteristics. *Journal of Food Engineering*, 79, 929-934.
- [15] Karaoğlu, M.M., Kotancılar, H.G., Gerçekaslan, K.E. (2008). The effect of par-baking and frozen storage time on the quality of cupcake. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1778-1785.
- [16] Gupta, R.K., Sharma, A., Sharma, R. (2007). Instrumental texture profile analysis (TPA) of

shelled sunflower seed caramel snack using response surface methodology. *Food Science and Technology International*, 13(7), 455-46.

- [17] Esteller, M.S., Zancanaro, O., Lannes, S.C.S. (2006). Bolo de "chocolate" produzido com pó de cupuaçu e kefir. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 42(3), 447-454.
- [18] Rosa, C.S., Tessele, K., Prestes, R.C., Silveira, M., Franco, F. (2015). Effect of substituting of cocoa

powder for carob flour in cakes made with soy and banana flours. *International Food Research Journal*, 22(5), 2111-2118.

- [19] Karaoğlu, M.M. (2010). Yusufeli'nde üretilen pekmez, pestil ve kömelerin dokusal özellikleri. *Geçmişten Geleceğe Yusufeli Sempozyumu*, 10-12 Haziran 2010, Yusufeli, Artvin, Türkiye. 271-278 p.

Türkiye Gıda Endüstrisinde AR-GE Çalışmalarının Durumu ve Geliştirilmesine Yönelik Öneriler

Zeynep Bakkaloğlu , Gürbüz Güneş 

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

Geliş Tarihi (Received): 23.08.2017, Kabul Tarihi (Accepted): 12.06.2018

✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): gunesg@itu.edu.tr (G. Güneş)*

☎ 0 212 285 71 65 📠 0 212 285 73 33

ÖZ

Dünyanın tek pazar haline geldiği günümüz piyasa koşullarında AR-GE (araştırma-geliştirme) faaliyetleri gıda sektörü açısından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada Türkiye gıda endüstrisinde AR-GE faaliyetlerinin mevcut durumunun belirlenmesine ve AR-GE faaliyetlerinin geliştirilmesine yönelik paydaşlar düzeyinde yapılması gereken aksiyonların belirlenmesi amaçlanmıştır. Türkiye gıda sanayi genelinde 127 firmanın katılımıyla bir anket çalışması yapılmış, elde edilen veriler Microsoft Excel ve SPSS analiz programları kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, Türkiye gıda endüstrisindeki firmaların %35'inin AR-GE faaliyeti yürüttüğü belirlenmiştir. AR-GE faaliyeti yürüten firmaların çeşitli AR-GE desteklerinden faydalandıkları, bunlardan kendi öz kaynaklarından AR-GE'ye pay ayıranların ticarileşen çıktılar açısından daha başarılı oldukları belirlenmiştir. Firmaların AR-GE faaliyetlerinde ve AR-GE destek ve teşviklerinin başvuru, değerlendirme, yürütme aşamasında karşılaştıkları zorluklar ve sorunlar belirlenmiştir. Bu sorunlar, firmaların ve destek veren kurumların alacağı önlemler ve aksiyonlar ile çözülerek gıda endüstrisindeki AR-GE faaliyetleri nitelik ve nicelik olarak iyileştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: AR-GE, Gıda sanayi, AR-GE destekleri

Research and Development (R&D) Status of Food Industry in Turkey and Suggestions for Improvement

ABSTRACT

Research and development (R&D) activities are important for food industry especially in today's globalized market. In this study, it was aimed to determine the current situation of R&D activities in the Turkish food industry and to determine the actions to be taken at the situations of stakeholders for the development of R&D activities. A questionnaire study with 127 participants in the Turkish food industry was conducted and the data were evaluated using Microsoft Excel and SPSS analysis programs. According to the results, 35% of the companies in the Turkish food industry are conducting R&D activities. Companies that carry out R&D activities benefit from various R&D supports, and those who also use their own resources are more successful in terms of commercialization of the R&D outputs. Difficulties and problems on R&D supports at various stages such as application, evaluation, and execution phases were outlined in this study. These problems can be solved by the measures and actions taken by companies and supporting institutions, and R&D activities in food industry can be improved by both qualitative and quantitative ways.

Keywords: R&D, Food industry, R&D supports

GİRİŞ

Araştırma ve geliştirmenin kısaltılmış hali olan AR-GE kavramının araştırma kısmı, bilinmeyen bir şeyin öğrenilmesine yönelik yürütülen tüm bilimsel çalışmalardır. Geliştirme kısmı ise mevcut bir bilginin veya yeni bir teknolojinin yeniden düzenlenerek daha iyiye doğru yönlendirilmesi faaliyeti olarak tanımlanmaktadır [1]. AR-GE faaliyetleri uluslararası arenada rekabet edebilmek, sektörde önde gelen bir firma olmak ve bunu devam ettirebilmek, rakip firmalara karşı mamul-ürün-hizmet geliştirmek, sektöründe yenilikçi olarak isim yapmak ve bunu korumak, değişiklik ve yenilik bekleyen müşterileri memnun etmek gibi birçok açıdan fayda sağlamaktadır [2].

Ülkemizde gıda firmalarının AR-GE faaliyetleri sonucu geliştirdikleri yenilikler daha fazla müşteriye sahip olmalarına ve gelirlerinin artmasına neden olmuştur [3]. Firmalar AR-GE faaliyetleri neticesinde daha hızlı büyümekte, istihdamı arttırmakta ve ülke ekonomisine daha fazla katkıda bulunmaktadır.

Avrupa Birliği (AB) gıda ve içecek sanayi, 2014 verilerine göre; 1.089 milyar avro ciro, 289 bin işletme sayısı, 4.25 milyon çalışanı ve 9.81 milyar avroluk dış ticaret büyüklüğü ile Avrupa'nın en büyük sektörlerinden biridir [4]. Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı Türkiye Gıda Sektörü Raporu'na (2010) göre ülkemizde gıda sektörü gerek istihdam gerekse ekonomiye katkı açısından Türkiye'deki en büyük ilk beş sektörden birisidir [5]. Uzantılı olarak birçok faaliyet kolu olan Türkiye Gıda Sanayi 157.603 işletme sayısına sahip olup, 1.127.230'u aşkın kişiye istihdam sağlamaktadır [6]. Alt sektörler göz önüne alındığında ise en fazla yoğunlaşma fırın ve unlu mamuller imalatı grubunda gerçekleşmektedir. Bunu tahıl işleme ve süt işleme sektörlerinin takip ettiği görülmektedir. En az işletmeye sahip olan grubun ise balık, kabuklu deniz hayvanları ve yumuşakçaların işlenmesi ve muhafazası olduğu belirlenmiştir [7].

2014 yılına ait gıda ve içecek sanayi ciro endeksi dikkate alındığında bu yıla ait cironun 153.327.779.877 TL olduğu görülmektedir [8]. TÜİK tarafından yapılan AR-GE Faaliyetleri Araştırması sonuçlarına göre; Gıda ve İçecek Sanayi 2014 yılı AR-GE harcamaları 131.307.665 TL'dir [9]. Buradan, gıda ve içecek sanayimizin 2014 yılına ait AR-GE harcamaları yıllık cirosunun yalnızca %0.09'ini oluşturduğu anlaşılmaktadır. Bu değer beklenenin çok altında olduğu açıktır. Ar-GE harcamaların 51.80 milyon TL'si personel, 48.60 milyon TL'si diğer cari, 20.20 milyon TL'si makine ve teçhizat ve 10,60 milyon TL'si ise sabit tesis harcamalarıdır. AR-GE çalışmalarında istihdam edilen personellerin %53.90'u (709 kişi) araştırmacı, %30.70'si (404 kişi) teknisyen ve dengi personel ve %15.36'sı (202 kişi) diğer destek personeli olarak görev yapmaktadır [9].

Türkiye'de AR-GE faaliyeti yürüten Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (TGB)'ne bakıldığında 56 tanesi faaliyette bulunup 15 tanesi henüz faaliyette bulunmamaktadır [10]. TGB'de yer alan firmaların içerisinde gıda

firmalarının oranı ise %2'dir [10]. Bununla beraber Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının desteklediği AR-GE merkezlerinde (5746 sayılı Kanun, 2008) gıda sektörü 33 firmayla (%4.28) 8. sırada yer almaktadır [11,12]. AR-GE merkezleri arasında yer alan gıda firmaları; ulusal ve uluslararası firmalar olup ülkemizde sanayinin yoğun olduğu Marmara Bölgesi- İstanbul içinde bulunmaktadır [12].

Ülkemiz gıda sanayinin AR-GE faaliyetlerini gerçekleştirmesi için çeşitli kurum ve kuruluşların destekleri bulunmaktadır. TÜBİTAK sahip olduğu geniş destek programlarıyla önde gelen destek kuruluşudur. KOSGEB, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Uluslararası AR-GE Destek ve Fonları ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı da firmalar için önemli AR-GE desteği sağlamaktadırlar.

Bu çalışmada Türkiye gıda sektöründeki firmaların genel yapısının, AR-GE ve yenilik anlayışlarının ve AR-GE faaliyetlerinin boyut ve niteliklerinin belirlenerek düşük düzeyde olan AR-GE yatırım ve çıktılarının ana nedenlerinin araştırılması amaçlanmıştır. AR-GE finansman ve desteklerinin nitelik ve nicelik bakımından değerlendirilerek iyileştirilmesine yönelik tüm paydaşları ilgilendiren öneriler geliştirilmesi hedeflenmiştir.

METOT

Gıda sanayi firmalarına uygulanmak üzere hazırlanan anket, firmaların genel profilini belirlemeye yönelik sorular, firmaların AR-GE ve yeniliklere bakış açısı ve yaklaşımını belirlemeye yönelik sorular, kullanılan AR-GE destekleri ve karşılaştıkları sorunlarla ilgili sorular olmak üzere üç kısımdan oluşmuştur. Çalışmaya katılacak olan firmalar belirlenirken Türkiye gıda endüstrisindeki ölçek fark etmeksizin bütün gıda alt sektörünü ve yan faaliyet kollarını kapsayan ve Türkiye coğrafyasında faaliyet gösteren firmaları temsil edecek bir örneklem alınması hedeflenmiştir. Çalışmada çeşitli mesleki dernek, kurum ve birliklerin de desteği alınarak Türkiye genelinde 72 ilde toplam 127 firma ile yüz yüze, telefonla, e-posta ile iletişim kurularak anket uygulanmıştır. Çalışmada elde edilen veriler Microsoft Excel ve SPSS analiz programları kullanılarak değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmaya Katılan Firmaların Genel Özellikleri

Bu çalışmaya ülkemizde tüm bölgeleri kapsayacak şekilde 72 ilde faaliyet gösteren toplam 127 firma katılmıştır. Bölgelerdeki iller ve ankete katılan firma sayılarının; bölgede bulunan il sayısı, sanayi gelişmişliği ve gıda işletmelerinin sayıları dikkate alındığında anket çalışmasına katılan firmaların nitelik ve nicelik olarak gıda sanayini tüm alt sektörleri de kapsayacak şekilde önemli ölçüde temsil ettiği düşünülmektedir. Anket çalışmalarında örneklem büyüklüğünün fazla olması sonuçların güvenilirliğini arttırırken [13], en uygun örneklem büyüklüğü, araştırmanın amaçlarına göre ve mevcut sınırlandırıcı faktörlere göre değişmektedir [14].

Bu çalışmada 127 firma ile ankete katılım düzeyinin bütünü temsil açısından önemli olduğu (%81 güven düzeyi) görülmektedir [15].

Çalışmada Uluslararası Gıda Standart Sanayi Sınıflandırma (ISIC-3) Sistemi [16] göz önüne alınarak beş ana gıda alt sektörünün yanında diğer gıda alt sektörleri de yer almıştır. Firmaların birçoğunun birden fazla alt sektörde üretim yapması alt sektör sayısını (178) fazla göstermektedir (Tablo 1). Çalışma sonucu elde edilen verilere göre sebze ve meyvelerin işlenmesi ve muhafazası (%16), kakao, çikolata, şekerleme, helva, pekmez vb. imalatı (%12), öğütülmüş tahıl ürünleri, nişasta ve nişastalı ürünlerin imalatı (%11), süt ürünleri imalatı (%10) ve fırın ve unlu mamuller imalatı (%10) önde gelen alt sektörlerdir.

Tablo 1. Alt sektör bazında çalışmaya katılan firma sayısı

Gıda Alt Sektörleri	Firma Sayısı
Sebze ve meyvelerin işlenmesi ve muhafazası	28
Kakao, çikolata, şekerleme, helva, pekmez vb. imalatı	22
Öğütülmüş tahıl ürünleri, nişasta ve nişastalı ürünlerin imalatı	20
Süt ürünleri imalatı	17
Fırın ve unlu mamuller imalatı	17
Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağların imalatı	14
İçecek sanayi	12
Etin işlenmesi ve saklanması ile et ürünlerinin imalatı	9
Kuruyemiş	5
Perakende	5
Dondurulmuş gıda maddeleri imalatı	5
Bal hasatı ve ambalajlama	5
Yemek üretimi	4
Gıda ambalaj imalatı	4
Fermantasyon-maya üretimi- gıda katkıları-nanolif üretimi	4
Şeker imalatı	3
Yem üretimi	2
Tuz imalatı	2

Çalışmamıza katılan firma profilleri değerlendirildiğinde, firmaların %96'sının özel sektöre ait olduğu ve %70'inin 12 yıldan uzun bir süredir faaliyette olduğu ve %78'inin yıllık satış cirolarının 1 milyon TL'nin üzerinde olduğu görülmüştür. Yıllık satış ciroları incelendiğinde 1 milyon TL'den az olan firmalar yeni kurulmuş ve yeni gıda alt sektörlerinde (fermantasyon, maya üretimi, biyoteknolojik gıda katkıları, nanolif üretimi) faaliyet

sürdüren şirketler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca firmaların %45.60'sunun uluslararası alanda faaliyet göstermesi gıda sektörünün Türkiye ihracatında da pay sahibi olduğunu göstermektedir. Bu oran yıllık satış cirosu 1 milyon TL'nin üzerinde olan firmalar için ise %50 oranındadır. Orandaki bu büyüme; sürdürülen AR-GE çalışmalarının ihracat faaliyetleri ve yıllık ciro üzerinde etkili olduğunu işaret etmektedir.

Çalışmada 10.09.2012 tarihli ve 2012/3834 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı Eki Kararın 9 uncu maddesiyle revize edilen Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren, "Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin Tanımı, Nitelikleri ve Sınıflandırılması Hakkında Yönetmelik" göz önüne alınarak firma büyüklüklerine bakıldığında %17 mikro işletme (<10 işçi), %32 küçük işletme (10-49 işçi), %29 orta büyüklükteki işletme (50-250 işçi) ve %19 büyük ölçekli (>250 işçi) firmalar yer almaktadır [17].

Gıda Sektöründe AR-GE Faaliyetleri

Çalışmaya katılan firmaların %35'inin (44 firma) halen AR-GE faaliyetleri yürüttüğü, %33'ünün (42 firma) ise önümüzdeki 5 yıl içerisinde (2015-2020) AR-GE birimi kurmayı düşündükleri tespit edilmiştir (Tablo 2). Firmaların %32 sinin ise AR-GE birimi kurma planının olmadığı belirlenmiştir.

Çalışmaya katılan firmaların AR-GE birimi kurmama gerekçelerin başında AR-GE birimine ihtiyaç duyulmaması (%38) gelmektedir (Tablo 3). Bununla beraber finansman yetersizliği (%11), üst yönetimin talep etmemesi (%8) ve geleneksel ticari sistemi tercih etme (%8) gibi nedenler AR-GE biriminin kurulmamasında önemli rol oynamaktadır. Bu sonuçlar yönetici yaklaşımlarının firmaların inovasyon faaliyeti gerçekleştirme üzerinde etkili olduğu sonucunu desteklese de [18], firmaların geneli göz önüne alındığında, Therrien'e (2000) göre, yöneticilerin görüşleri inovasyon üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmamaktadır [19]. Bu bilgiler değerlendirildiğinde ise inovasyonu etkileyen faktörler arasında farklılıklar olabileceği görülmektedir. AR-GE birimi kurmamaya yönelik diğer gerekçeler arasında destek ve teşviklerin yetersiz olması (%6), AR-GE'nin işbirlikçi firmalar tarafından yürütülüyor olması (%6), kalifiye personel azlığı (%5), pazara dair bilgi eksikliği (%4), destek ve teşviklerden haberdar olmama (%4) görülmüştür (Tablo 3).

Tablo 2. Çalışmaya katılan firmaların AR-GE faaliyeti gerçekleştirme durumu

AR-GE Faaliyeti Gerçekleştirme Durumu	Firma Sayısı	Oran (%)
AR-GE faaliyeti olan (AR-GE birimi olan)	44	35
AR-GE faaliyeti olmayan	83	65
AR-GE birimi kurmayı düşünen	42	33
AR-GE birimi kurmayı düşünmeyen	41	32

Tablo 3. AR-GE birimi olmayan firmaların AR-GE birimi kurmama nedenleri

Nedenler	Firma Sayısı	Oran (%)
AR-GE birimine bugüne kadar ihtiyaç duyulmaması	32	38
Finansman yetersizliği	9	11
Firma üst yönetiminin talep etmemesi	7	8
Geleneksel ticari sistemi tercih etme	7	8
Destek ve teşviklerin yetersiz olması	5	6
AR-GE'nin işbirlikçi firmalar tarafından yapılıyor olması	4	5
Kalifiye personel azlığı	4	5
Pazara dair bilgi eksikliği	3	4
Destek ve teşviklerden haberdar olmama	3	4
İşbirliği yapılamaması	1	0
Başka firmaların piyasaya hâkimiyeti	0	0
Tüketicinin yeniliklere talebinin olmayışı	0	0
Talebi belirleyememe	0	0
Diğer	8	10

Türkiye'deki gıda firmalarının AR-GE yapmaması birçok nedene bağlı olmakla birlikte finansman ihtiyacının etkili olduğu belirlenmiştir. Yapılan AR-GE çalışmalarının maddi açıdan geriye dönüşünün olmadığı düşüncesinin firmaların AR-GE çalışması yürütmesini olumsuz yönde etkilemektedir. AR-GE faaliyeti yapmamanın önündeki diğer etmenlerden biri olan destek ve teşviklerden haberdar olmama, destek ve teşviklerin yetersiz görülmesi ise son sıralarda kalmıştır. Verilen destek ve teşviklerden haberdar olunmasına karşın finansman yetersizliğinin yüksek olması, destek ve teşviklerin yetersiz olması sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

AR-GE faaliyetlerinin temelini oluşturan yeni fikirler elde edilirken, şirket çalışanlarının yeni fikirler geliştirmek için desteklenmesi firma için fayda sağlamaktadır. Şirket bünyesinde yenilik yapan ve yeni fikirler üreten çalışanların çoğunluğunun parasal olarak veya parasal ödülün beraberinde belge-plaket ve terfi alımları ile ödüllendirildiği belirlenmiştir. AR-GE faaliyeti sürdüren firmaların ödüllendirme sistemi ile ticarileşen AR-GE çıktı sayıları arasında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. AR-GE faaliyeti sürdüren firmaların çalışanlarını ödüllendirme sistemi ve ticarileşen AR-GE çıktısı ile ilişkisi

Ödüllendirme	Ticari Çıktı Durumu		Toplam Firma Sayısı
	0	≥1	
Var (parasal, terfi, plaket)	6	32	38
Yok	4	2	6
Toplam	10	34	44

Yapılan AR-GE faaliyetlerinin maddi kazanç sağlaması için AR-GE çıktılarının patent alınarak en iyi ve güvenli şekilde gelir getirecek ticari kaynaklara dönüştürülmesi gerekmektedir [20]. Patent almanın özellikle küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin gerçekleştirdiği yenilikçi ürün ve yöntemlerin rakipleri tarafından taklit edilmemesi için önemlidir. Firmaların kuruldukları günden bugüne kadar patent başvuruları ve tescilleri değerlendirildiğinde %57'sinin patent başvurusunda bulunduğu, %52'sinin tescil sahibi olduğu belirlenmiştir. Firmaların patent tescil (patent sahibi olma) sayılarının patent başvurularına göre daha düşük olması patent almaya yetecek düzeyde ürün geliştiremediklerini göstermektedir. Bunun sebebi firmaların KOBİ ölçeğinde olup, patent alma hakkında bilgi sahibi olunmaması ve patent alınmasını gerektirecek ürün veya yöntem geliştirilmemesinden kaynaklanmaktadır.

Türkiye'de teknolojik gelişmenin sağlanması için kullanım amaçlarına göre farklılar taşıyan AR-GE potansiyelinin artırılarak diğerlerine oranla daha fazla ve hızlı gelişmesini sağlamak amacıyla kamu tarafından çeşitli yöntemler ile verilen maddi veya teknik dış destek ve teşvikler bulunmaktadır [21]. AR-GE destek ve teşvikleri kapsamı bakımından mali ve teknik destekler

olarak ikiye ayrılmaktadır. Teknik destekler kapsamında verilen hizmetler; firmalara eğitim verilmesi, proje hazırlanmasında yardımcı olunması, uzman görevlendirme, danışmanlık sağlama ve uluslararası ilişkiler kurma gibi faaliyetleri kapsamaktadır. Mali destekler ise başvuru rehberinde belirtilen nitelikteki projelerin yürütülmesi için yapılan harcamaların karşılandığı bir destek türüdür [22]. Mali ve teknik dış destekler karşılaştırılacak olursa teknik desteklerin kullanımının mali desteklere göre daha fazla tercih edildiği görülmektedir (Tablo 5). Bunun nedeninin firmaların destekler ve AR-GE faaliyetleri konusunda öncelikle bilgi sahibi olmak ve bu doğrultuda hareket etmek istemeleri olabilir.

AR-GE faaliyeti sürdüren firmaların kullandıkları teknik desteklere bakıldığında alınan dış teknik desteklerin üniversitelerden (%35) ve özel danışmanlık firmalarından (%26) karşılandığı belirlenmiştir (Tablo 6). Teknik destekler başlangıçta firmalara en uygun destek programına ilgili zamanda başvurulması, sunulan projenin minimum kesinti ile onaylanması, doğru destek kalemlerinin doğru hibe programlarına sunumu gibi konuları kapsamakla beraber projenin takibi, raporlaması gibi süreçlerde de fayda sağlamaktadır.

Tablo 5. AR-GE faaliyeti yürüten firmaların mali ve teknik dış destekleri kullanarak yürüttüğü proje sayıları

Firma sayısı	Proje Sayıları			Toplam
	<2	2-5	>5	
Mali destek alan	10	9	7	26 (%44)
Teknik destek alan	11	7	15	33 (%56)

AR-GE faaliyetlerindeki harcamalar ve kaynakları oluşturan destekler incelediğinde Türkiye genelinde en çok TÜBİTAK bünyesinde yer alan TEYDEB projelerinin tercih edildiği görülmektedir (Tablo 7). TÜBİTAK AR-GE destek ve teşviklerinin tercih edilmesindeki en önemli faktör, TÜBİTAK'ın firmalara sağlamış olduğu desteklerin geniş yelpazeye sahip olmasıdır. AR-GE çalışmaları için dış destek ve teşviklerin yanında firmaların (%29.1) öz kaynaklarından da harcama yaptığı belirlenmiştir.

Tablo 6. Çalışmaya katılan AR-GE faaliyeti yürüten firmaların kullandığı AR-GE teknik dış destekleri

Teknik Destekler	Kullanım Oranları (%)
Üniversiteler	35
Özel Danışmanlık Firmaları	26
KOSGEB	13
Özel AR-GE Kuruluşları	11
Kamu AR-GE Kuruluşları	8
Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	7

Tablo 7. Çalışmaya katılan firmaların AR-GE destek ve teşviklerden yararlanma durumu

AR-GE Desteği/Teşviki Veren Kurum	Haberdarım (%)	Başvurdum (%)	Kullanıyorum/Kullandım (%)
TÜBİTAK-TEYDEB	80.30	2.36	17.30
Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	85.80	3.90	12.50
KOSGEB	81.10	7.10	11.80
Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı	96.10	0.70	3.14
Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı	88.10	2.36	9.40
Kalkınma Bakanlığı/Ajansları	88.90	3.14	7.80
Uluslararası Kuruluşlar	92.10	1.50	6.30

AR-GE faaliyetlerinde dış destekli projelerde önemli düzeyde ticari çıktı potansiyeli olduğu görülmektedir (Tablo 8). Öz kaynaklardan karşılanan AR-GE faaliyetlerinde bu potansiyelin daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, dış destekli AR-GE faaliyetlerinin hakem izleme sürecinden geçen ve daha

disiplinli ve isabetli projelerden oluşması ile açıklanabilir. Dolayısıyla dış destekli projeler AR-GE faaliyetlerinde firmalara finansman ve teknik destek yanında yüksek ticarileşme potansiyeli olan çıktılarla da katkı sağlamaktadır.

Tablo 8. AR-GE faaliyeti yürüten firmaların kullanmış olduğu AR-GE mali dış desteklere göre AR-GE faaliyeti sonucu ticari çıktı sayıları

Destekler	Ticari Çıktı Durumu	
	Yok	Var
TÜBİTAK-TEYDEB	1	17
KOSGEB-TEKMER	2	9
Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	-	6
Kalkınma Bakanlığı/Ajansları	1	5
Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı	1	4
Uluslararası Kuruluşlar	-	2
Öz kaynak	6	9

AR-GE faaliyetlerinde elde edilen sonuçların ticarileşmesi ve AR-GE faaliyetlerinin süreklilik arz etmesi için AR-GE personeli seçimi de önemlidir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre AR-GE faaliyeti yürüten firmaların beyaz yaka düzeyinde personeli tercih

ettiği görülmektedir (Tablo 9). Beyaz yaka personel sayısının ticarileşen AR-GE çıktısı üzerinde ve destek-teşvik kullanımında etkili olduğu belirlenmiştir (Tablo 10).

Tablo 9. AR-GE faaliyetlerinde beyaz ve mavi yaka personel çalıştıran firma sayısı (değerler firma sayısını göstermektedir)

Personel Kategorisi	AR-GE Personel Sayısı Aralığı			
	0	1-10	11-30	>30
Mavi Yaka	22	15	6	1
Beyaz Yaka	1	32	5	6

Tablo 10. Firmaların beyaz yaka personel sayılarının ticarileşen AR-GE çıktısı sayısı ve AR-GE destek ve teşvikleri kullanımı ile ilişkisi (değerler firma sayısını göstermektedir)

Beyaz Yaka Personel Sayısı	Ticari AR-GE Çıktısı		Destek Kullanan Firma Sayısı
	Var	Yok	
<10	15	56	12
≥10	37	19	27

AR-GE harcamalarına cirodan ayrılan pay firmaların AR-GE'ye verdiği önemin bir göstergesidir. Bu açıdan yapılan değerlendirmede firmaların %29'unun AR-GE faaliyetlerine cirolarının %0.50'inden fazla pay ayırdığı belirlenmiştir (Tablo 11). AR-GE faaliyetlerine cirolarının %0.50'inden fazla pay ayıran firmaların %23 ünün yıllık satış cirosu 1 milyon TL'nin üzerindedir. Bu sonuç yıllık satış ciroları yüksek firmaların AR-GE çalışmalarına daha çok önem verdiğini ortaya koymaktadır. Cirodan

AR-GE'ye hiç pay ayırmayan firmaların oranı %46.40 olarak belirlenmiştir. Firmalar hem cirolarından pay ayırarak hem de destek ve teşviklerden yararlanarak AR-GE faaliyeti gerçekleştirmektedir. Cirolarından pay ayırmayan firmalar içerisinde sadece desteklerle AR-GE faaliyeti yürütmeye çalışan firmaların oranı ise %2'dir. Ayrıca firmaların AR-GE faaliyetlerinde dış destek kullanım durumlarının da yeterince yüksek olmadığı görülmektedir (Tablo 11 ve Tablo 12).

Tablo 11. Firmaların yıllık satış cirolarındaki AR-GE harcamalarının payı ve dış destek kullanımı ile ilişkisi

Cirodan ayrılan pay	Firma oranı (%)	Yıllık ciro grupları içinde firma oranı (%)			Dış destek kullanım durumu	
		<500 bin TL	500 bin-1 milyon TL	>1 milyon TL	var(%)	yok (%)
%0	46.40	4.70	8.70	33.00	2.00	98.00
<%0.50	24.40	0.80	1.60	22.00	30.00	70.00
>%0.50	29.10	4.70	1.60	22.80	36.00	64.00

Firmaların Ar-Ge faaliyetlerine verdiği önemin bir diğer göstergesi Ar-Ge harcamaları içindeki öz kaynak payıdır, bu durum dış destek kullanım durumuyla ilişkili olarak Tablo 12 de gösterilmiştir. Çalışmaya katılan firmaların %35 inin (44 firma) Ar-Ge harcamalarındaki öz kaynak payının %75 ve üzerinde olduğu, bu firmaların da yaklaşık %55 inin dışdestek kullandığı görülmektedir (Tablo 12). Genel olarak firmaların Ar-Ge harcamalarında öz kaynak payı arttıkça destek kullanım

oranlarının da arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, Tablo 13'te de görüldüğü gibi AR-GE için harcanan öz kaynak payının artması ile ticari olarak gelir sağlayan AR-GE çıktı sayısının artmıştır. Dolayısıyla firmaların AR-GE harcamalarında yüksek düzeyde öz kaynak kullanımları Ar-Ge faaliyetlerinin önemsenmesine, daha fazla ticari çıktı potansiyeli elde edilmesine ve ticarileşen çıktılarının hem yurt içi hem de yurt dışı pazarda yer almasıyla firmaların rekabet gücüne katkı sağlamaktadır.

Tablo 12. AR-GE harcamalarındaki öz kaynak payı ile AR-GE destek ve teşvik kullanan firma sayısı arasındaki ilişki (değerler firma sayısını göstermektedir)

Destek Kullanımı	AR-GE harcamalarındaki öz kaynak payı (%)				Toplam
	<25	25-49	50-74	≥75	
Kullanıyorum/Kullandım	6	5	8	20	39
Kullanmıyorum/Kullanmadım	60	3	1	24	88
Toplam	66	9	8	44	127

Tablo 13. Firmaların AR-GE harcamalarındaki öz kaynak payı ile ticarileşen AR-GE çıktısı arasındaki ilişki (değerler firma sayısını göstermektedir)

Ticari AR-GE Çıktısı	AR-GE Harcamalarındaki Öz kaynak Payı (%)				Toplam
	<25	25-49	50-74	>75	
Yok	60	2	2	11	75
Var	6	6	7	33	52
Toplam	66	8	9	44	127

Gıda Sektöründe AR-GE Faaliyetlerinde Karşılaşılan Sorunlar

Proje Başvuru Aşaması

Firmaların %31 AR-GE destek ve teşviklerden faydalandığı belirlenmiştir (Tablo 12). Destek ve teşviklerden faydalanan firmaların ise %73'ü başvuru

aşamasında zorluk yaşadığını belirtmiştir. AR-GE birimi olmayan firmalar destek ve teşviklere başvuru aşamasında AR-GE birimi olanlara göre daha fazla zorluk yaşadıkları belirlenmiştir (Tablo 14). Dolayısıyla firmaların AR-GE birimlerinin olması AR-GE faaliyetlerinin sürdürülmesi için gerekli desteğin sağlanmasında önemli fayda sağlamaktadır.

Tablo 14. AR-GE destek ve teşviklere başvuru aşamasında zorluk yaşama durumu ile firmalarda AR-GE birimi bulunması arasındaki ilişkisi (değerler firma sayısını göstermektedir)

Zorluk Durumu	AR-GE Birimi Olan	AR-GE Birimi Olmayan
Zorluk yaşadım	19	16
Zorluk yaşamadım	10	3
Faydalanmadım	15	64

AR-GE faaliyeti yürüten firmaların desteklere başvuru aşamasında en çok karşılaştıkları sorunlar Tablo 15'te incelenmiştir. Yapılan incelemede AR-GE desteklerine başvuru aşamasında en çok karşılaşılan sorunun proje fikirlerine uygun desteğin olmaması tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla başvuru kriterlerinin bazı alt sektörlere ve başvuru sahiplerine uygun olmaması, başvuru

rehberinin yeterince anlaşılır olmaması, desteklerin hibe yerine kredi olarak verilmesi takip etmiştir (Tablo 15). Ayrıca başvuru tarihlerinin kısa olması, yürütücülerde aranan şartlar, teklif çağrısı yöntemi kullanılması ve formların anlaşılır olmaması da belirlenen diğer sorunlar arasında yer almıştır.

Tablo 15. Çalışmaya katılan AR-GE faaliyeti yürüten ve yürütmek isteyen firmaların başvuru aşamasında karşılaştıkları zorluklar

Zorluklar	Firma Sayısı	Oran(%)
Proje fikrine uygun desteğin olmaması	15	21
Başvuru kriterlerinin bazı alt sektörlere ve başvuru sahiplerine uygun olmaması	11	15
Başvuru rehberlerinin yeteri kadar anlaşılır olmaması	10	14
Desteklerin hibe yerine kredi olarak verilmesi	9	13
Proje başvuru tarihlerinin kısa tutulması	6	8
Proje görev yürütücülerinde belirli şartlar aranması	4	6
Teklif çağrısı yöntemi kullanılması	3	4
Başvuru form ve belgelerinin anlaşılır olmaması	3	4
Yurt dışı alan çalışmasına izin verilmemesi	1	1

AR-GE destek ve teşvikleri başvuru aşamasında karşılaşılan zorluklar ile beyaz yaka çalışan sayısı arasındaki ilişki Tablo 16'da verilmiştir. Firmaların AR-GE birimlerinde beyaz yaka çalışanlara sahip olmasıyla

başvuru aşamasında karşılaşılan zorlukların azaldığı görülmektedir. Bu durum AR-GE faaliyetlerinde nitelikli çalışanların önemini göstermektedir.

Tablo 16. AR-GE destek ve teşvik başvuru aşamasında karşılaşılan zorluklar ile beyaz yaka çalışan sayısı arasındaki ilişki (değerler firma sayısını göstermektedir)

Başvuru Zorluk	Beyaz Yaka Çalışan Sayısı			
	<10	10-49	50-250	>250
Başvuruda zorluk yaşadım	13	11	5	6
Başvuruda zorluk yaşamadım	4	6	3	0

Proje Başvuru Değerlendirme Aşaması

AR-GE faaliyeti yürüten firmalarının proje başvurularının değerlendirilmesi aşamasında en çok karşılaştıkları sorunların başında proje değerlendirme süresinin uzun olması ve önerilen projenin başvuru kriterlerine uygun görülmemesi yer almaktadır (Tablo 17). Özellikle proje değerlendirme süresinin uzun olması teknolojinin hızlı gelişmesiyle beraber rakip firmalara karşı bir dezavantaj oluşturmaktadır. Ayrıca projenin başka firmalar tarafından uygulanması ve proje gizliliği gibi nedenlerden dolayı da projelerin değerlendirme sürelerinin minimum zamanda gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Projenin başvuru kriterlerine uygun görülmemesi, proje çağrısının anlaşılır olmaması veya proje sahibinin çağrı

kapsamını tam olarak anlayamaması ile ilişkili olabilir. Başvuru değerlendirme aşamasında karşılaşılan diğer sorunlar arasında hakemlerin olumsuz/önyargılı tutumları ve yeterli uzmanlıkta olmamaları, proje hedeflerinin gerçeği yansıtmadığının düşünülmesi de yer almıştır. Proje değerlendirme hakemlerinin doğru seçimi ve değerlendirme kriterlerinin somut olarak tanımlanması hakemlerle ilgili sorunun çözümü için önemlidir. Proje hedeflerinin proje sahibi tarafından gerçekçi ve somut olarak ifade edilmesi proje sahibi kurumun AR-GE deneyim ve kültürü ile ilişkili olup firmanın bu yönde destek ve aksiyon alması önemlidir. Değerlendirme aşamasında düşük düzeyde de olsa belgelerin yanlış/eksik doldurulması ve proje ekibinin yetersiz görülmesi de sorun olarak belirtilmiş olup firmaların bu yönde önleyici adımlar atması gerekmektedir.

Tablo 17. AR-GE faaliyeti yürüten ve yürütmek isteyen firmaların başvuru değerlendirme aşamasında karşılaştıkları zorluklar

Zorluklar	Firma Sayısı	Oran (%)
Proje değerlendirme süresinin uzun olması	11	19
Projenin başvuru kriterlerine uygun görülmemesi	10	18
Hakemlerin firmaya karşı olan olumsuz/önyargılı davranışları	7	12
Proje hedeflerinin gerçeği yansıtmadığının düşünülmesi	7	12
Hakemlerin proje hakkında yeterli uzmanlıkta olmaması	7	12
Başvuru belge ve formlarının yanlış/eksik doldurulmuş olması	3	5
Proje ekibinin yetersiz görülmesi	2	4

Proje Yürütme Aşaması

AR-GE faaliyeti yürüten firmaların proje yürütme aşamasında, başvuru ve başvuru değerlendirme aşamalarına göre daha az problemle karşılaştıkları görülmektedir (Tablo 18). Yürütme aşamasında karşılaşılan sorunlar genel olarak ödemelerle ilgili olup; bazı harcama kalemlerinin kapsam dışı bırakılması veya kabul edilmemesi, ön ödemelerin yetersiz olması, dönemsel ödemelerde gecikme olması, kriter ve formatlarına uyma zorunluluğu en sık karşılaşılan sorunlar olarak tespit edilmiştir. Dolayısıyla AR-GE

destek ve teşvikleri yürütme aşamasında proje harcama kalemlerinin kapsamlarının genişletilmesi, ara dönemlerde yapılan dönemsel ilerleme raporlarının değerlendirilmesi ve sonrasında yapılacak ödemelerin daha kısa sürede tamamlanması, raporlamalarla ilgili kriter ve formatların basitleştirilmesi de proje yürüten firmaların motivasyonu açısından önemli hususlardır. Ayrıca yürütme aşamasında da hakemlerle ilgili güvensizlik, firmaya karşı önyargı ve olumsuz yaklaşım ve teknik desteğin yeterli olması da karşılaşılan sorunlar arasındadır.

Tablo 18. AR-GE faaliyeti yürüten ve yürütmek isteyen firmaların proje yürütme aşamasında karşılaştıkları zorluklar

Zorluklar	Firma Sayısı	Oran (%)
Bazı kalem harcamalarının kapsam dışı bırakılması/kabul edilmemesi	13	20
Kriter ve formatlarına uyma zorluğu	10	16
Dönemsel ödemelerin onay sonrasında gecikmesi	9	14
Ön ödemelerin yetersiz olması	8	13
İzleme heyetindeki hakemler ve firma arasında karşılıklı güvenin olmayışı	4	6
İzleme sürecinde hakemlerin önyargı ve negatif tutum sergilemesi	4	6
Süreçte yurtiçinden verilen teknik desteğin yetersiz olması	4	6

Ödemelerle ilgili olarak AR-GE desteği alan firmaların yararlandıkları finansal sistemler genel muhasebe sisteminden farklı olduğu için firmaların muhasebe departmanları bu alanlarda uzmanlaşmış olmalıdır. Bunun yanında proje takibinde teknik ve muhasebe birimlerinin senkronizasyonu yapılmalıdır. Birden fazla projenin eş zamanlı yürütüldüğü firmalarda özellikle AR-GE departmanları ve muhasebe çalışanlarının uyum içinde çalışması gerekmektedir. Bütün bu sorunların çözümünde firmaların teknik destek alma konusunda üniversite-sanayi işbirliğini geliştirmesi fayda olacaktır. Üniversite ve benzeri araştırma kurumlarında tüm alanlarda yetkin araştırmacı ve bilim insanlarının bulunması ve tüm ihtiyaç duyulan alanlarda faaliyetlerin olması işbirliği için önem arz etmektedir. Ayrıca destek ve teşvik sağlayan kurum ve kuruluşların AR-GE destek ve teşviklerinin kriter ve kapsamını genişleterek, yeniden düzenleyerek veya yeni destekler oluşturarak; firmaların sunduğu proje fikirlerine, tüm ölçekteki ve gıda alt sektörlerindeki firmalara ve başvuru sahiplerine uygun hale getirecek şekilde destekleri yeniden düzenlemeleri gerekmektedir.

SONUÇ

AR-GE ve inovasyonun her sektör için vazgeçilmez olduğu tartışılmaz bir gerçektir. Gıda sanayinde de

sürdürülebilir bir üretim için yeni teknolojilerin takip edilmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir. Ancak bu konuda önemli bir potansiyele sahip olan gıda sektörü bu potansiyeli yeterince değerlendirememektedir.

Ülkemiz gıda endüstrisinde yer alan firmaların AR-GE faaliyeti gerçekleştirme oranı %35 olarak belirlenmiştir. Firmalarda nitelikli beyaz yaka personel çalıştırılması AR-GE projelerinin tüm aşamalarında ve proje çıktılarının ticarileşmesinde etkin rol almaktadır. AR-GE destek ve teşviklerinde firmaların daha fazla hibe oranı beklentisi olmasına karşın, desteklerin yanında öz kaynak kullanımı arttıkça firmaların ticarileşen proje çıktısı elde etme başarısının arttığı görülmüştür. Bu açıdan destek programlarında belirli düzeyde öz kaynak kullanımının zorunlu tutulması önemlidir.

AR-GE destek ve teşvikleri başvuru, değerlendirme ve yürütme aşamasında karşılaşılan ve bulgular kısmında belirtilen sorunlar destek veren kuruluşların ve proje sahibi firmaların alacakları aksiyonlarla çözülebilir ve böylece sektörde AR-GE faaliyetleri artırılabilir. Firmaların AR-GE faaliyeti sürdürme konusunda karşılarına birçok engel çıktığı sonucuna ulaşılsa da doğru ve etkin politikaların uygulanması ile ülkemizde gıda sanayinde AR-GE çalışmalarının yaygınlaştırılması mümkündür. Bunun için gıda endüstrisinde AR-GE

farkındalığının oluşturulmasına yönelik faaliyetlerin gerçekleştirilmesi, şirket içi eğitim ve teşviklere önem verilmesi ve AR-GE destek ve teşviklerinin tüm ülkemiz coğrafyasında etkin bir şekilde kullanımının sağlanmasına yönelik düzenlemelerin ve bilgilendirmelerin yetkili kurumlar tarafından yapılması gerekmektedir.

Türkiye gıda endüstrisindeki firmaların AR-GE yaklaşımları ve karşılaştıkları sorunlarla ilgili her bir alt sektörden daha geniş katılımlı bir çalışmanın yapılarak alt sektörler için sorunların daha kapsamlı belirlenmesi ve çözüm önerilerinin oluşturulması faydalı olacaktır.







TEŞEKKÜR

Bu çalışma İTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 38452). Çalışmaya katılan tüm firmalara ve firmalara erişim için destek veren bütün kurumlara teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Ayhan, A. (2002). Dünden Bugüne Türkiye' de Bilim ve Teknoloji ve Geleceğin Teknolojileri. *Beta Basım Yayım*, s:254, 264.
- [2] Özsağır, A. (2007). Bilgi Üretimi ve Bilginin Üretime Dönüştürülmesinde Teknoparkların Önemi. 6.Uluslararası Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Sempozyumu, Aralık 26-28, 2007, İstanbul, Türkiye, Bildiriler Kitabı, s. 298.
- [3] Çalıpınar, H., Baç, U. (2007). Kobi'lerde inovasyon yapmayı etkileyen faktörler ve bir alan araştırması. *Ege Akademik Bakış*, 7(2), 445-458.
- [4] Food Drink Europe. (2016). Data & Trends of the European Food and Drink Industry 2016.
- [5] http://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/publication_s_documents/Data_and_trends/Interactive_PDF_NEW.pdf (Erişim Tarihi: 27.01.2017).
- [6] Türkiye Gıda Sektörü Raporu. (2010). Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı. <https://www.investingaziantep.gov.tr/upload/yazilar/Turkiye-Gida-Sektoru-Raporu-79778.pdf> (Erişim Tarihi: 27.12. 2015).
- [7] SGK (Sosyal Güvenlik Kurumu). (2014). 2014 SGK İstatistik Yıllığı. http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/tr/kurumsal/istatistikler/sgk_istatistik_yilliklari!/ut/p/b1 (Erişim Tarihi: 24.08.2016).
- [8] TGDF. (2013). Türkiye Gıda ve İçecek Dernekleri Federasyonu 2013 Gıda Envanteri. <http://tgdf.org.tr/pdf/2013envanter.pdf> (Erişim Tarihi: 15.07.2014).
- [9] TÜİK (2014-a). Türkiye İstatistik Kurumu Merkezi Dağıtım Sistemi. Sanayi Ciro ve Sipariş Endeksleri, Sanayi Ciro Endeksi Yurtiçi (2010=100), Gıda Ürünleri ve İçecek İmalatı. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/menu.zul> (Erişim Tarihi: 21.08.2016).
- [10] TÜİK. (2014-b). Türkiye İstatistik Kurumu Merkezi Dağıtım Sistemi. Sanayi Hizmet Kuruluşları Araştırma Geliştirme Faaliyetleri İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/menu.zul> (Erişim Tarihi: 21.08.2016).
- [11] Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2017-a). Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Bilim ve Teknoloji Müdürlüğü Teknoloji Geliştirme Bölgeleri, İstatistikler. <http://teknopark.sanayi.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 19.02.2018).
- [12] 5746 sayılı Kanun. (2008). Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun. Ankara, Resmi Gazete (26814), <http://www.gib.gov.tr/index.php?id=1295> (Erişim Tarihi: 02.09.2016).
- [13] Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2017-b). Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Bilim ve Teknoloji Müdürlüğü AR-GE Merkezleri Güncel ve İstatistik Bilgileri. <https://agtm.sanayi.gov.tr/Home/Index> (Erişim Tarihi: 19.02.2018).
- [14] Arlı, M., Nazik, M.H. (2001). Bilimsel Araştırmaya Giriş. Gazi Kitabevi, Ankara.
- [15] Arıkan, R. (2004). Araştırma Teknikleri Ve Rapor Hazırlama. Asil Yayın, Ankara.
- [16] Özdamar, K. (2003). Modern Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- [17] UNSD. (2014). ISIC-3 International Standard Industrial Classification. REV.3, D.15. <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcs.asp?Cl=2&Lg=1&Co=01> (Erişim Tarihi: 27.12.2014).
- [18] Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin Tanımı, Nitelikleri ve Sınıflandırılması Hakkında Yönetmelik. (2012). T.C. Resmi Gazete, 790, 04 Kasım 2012.
- [19] Verhees, F.J.H.M. (2005). Market-Oriented Product Innovation in Small Firms, PhD-thesis, Wageningen University, Nederland.
- [20] Therrien, P. (2000). What Distinguishes Innovative Firms from Other Firms: Results from the 1999 Innovation Survey. Innovation System Researchs Network, Working Paper National Meeting.
- [21] Aksoy, A., Demirel, E.T. (2008). Yenilik faaliyetleri açısından Kobi'ler. *e-Journal of New World Sciences Academy, Social Sciences*, 3(3), C0064, 390-408.
- [22] Akdeve E., Karagöl E.T. (2013). Geçmişten günümüze Türkiye'de teşvikler ve ülke uygulamaları. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 37, 329-350.
- [23] Çelebi, A. K., Kahrıman, H. (2011). Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'de AR-GE faaliyetlerine yönelik vergi teşvikleri ve bunların karşılaştırmalı analizi. *Maliye Dergisi*, 161, 33-63.

Eğitilebilir Zihinsel Engelli Çocukların Besin Tüketim Kayıtlarına Göre Beslenme Durumları*

Serpil Özbaş^{1,2} , Ersin Uskun² , Büşra Küçüksoku² , Ümmü Hocaoğlu² , Sümeyra Akalın² ,
Halil Özbaş³ 

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Anabilim Dalı, Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Isparta

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Genetik Anabilim Dalı, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 20.12.2017, Kabul Tarihi (Accepted): 06.05.2018

✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): serpilozbas@sdu.edu.tr (S. Özbaş)*

☎ 0 246 211 32 28 📠 0 246 237 16 10

*Bu çalışma 18. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi'nde (Konya) poster bildiri olarak sunulmuştur.

ÖZ

Bu çalışmada eğitilebilir zihinsel engelli çocukların beslenme durumlarının besin tüketim kayıtları kullanarak belirlenmesi ve temel besin öğelerinin alımındaki eksiklikleri veya fazlalıkları tespit edilmesi amaçlanmıştır. Eğitilebilir zihinsel engelli 45 öğrencinin 3 gün boyunca tükettiği bütün besin maddelerini besin tüketim kaydı formuna kaydedildi. Kayıtları tam ve doğru olan 32 kişi değerlendirmeye alınmıştır. Her çocuğun aldığı enerji, protein, vitamin ve minerallerin miktarları hesaplanmıştır. Besin maddelerinin alımı çocuğun yaşına ve cinsiyetine göre değerlendirilmiştir. Çocukların %43.8'inde beslenme ile ilgili sorun olduğu, %28.1'inin öğün atladığı belirlenmiştir. Çocukların %90.6'sının ana öğünler dışında ara öğün tükettiği belirlenmiş ve çocukların alması gereken enerjiden günlük ortalama 1004±435 kkal daha fazla enerji aldığı tespit edilmiştir. Zihinsel engelli çocuklarda özellikle şekerli gıdalara aşırı yönelim ve tüketimi sağlıklı büyüme gelişme için gerekli olan elementlerin karşılanamaması ve aşırı zayıflık ya da obeziteye neden olabilmektedir. Zihinsel engelli çocukların beslenme sorunlarının çözümünde bireysel özelliklere göre yaklaşım sağlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Zihinsel engelli, Beslenme, Besin tüketim kaydı

Nutritional Status of Educable Mentally Retarded Children Based on Their Food Consumption Records

ABSTRACT

In this study, the aims were to determine the nutritional status of educable mentally retarded children by using their food consumption records and to determine the deficiencies or redundancies in the intake of basic nutrients. All foods consumed by educable mentally retarded 45 students for 3 days were recorded in their food consumption forms. Full and accurate 32 records were assessed. Quantities of energy, protein, vitamins, minerals consumed by each child were calculated. The intake of nutrients was assessed by the age and gender of children. 43.8% of the children had problems with nutrition, and 28.1% of the children had missed their meal. 90.6% of the children consumed snacks except in their main meals, and children received 1004±435 kcal more energy than the average energy needed per day. In mentally retarded children, particularly sugary food consumption can lead to inability to meet the elements required for healthy growth and development, and to excessive weakness or obesity. An approach should be provided according to individual characteristics in the solution of nutritional problems of children with mental retardation.

Keywords: Mental retardation, Nutrition, Food consumption record

GİRİŞ

Beslenme, insanın büyüme, gelişme, sağlıklı ve üretken olarak uzun süre yaşaması için gerekli olan öğeleri vücuduna alıp kullanabilmesidir [1]. Bu besin öğelerinin yeterli miktarlarda alınması ve vücutta uygun şekilde kullanılması durumu yeterli ve dengeli beslenme olarak tanımlanmaktadır [2]. Yaşam döngüsünün herhangi bir döneminde yetersiz ve dengesiz beslenme nedeni ile karşılaşılabilecek sağlık sorunları ilerleyen yaşlarda sağlık durumunu, bireylerin üretkenliğini, verimliliğini, yaşam kalitesini olduğu kadar sağlık harcamaları ve insan gücü kullanımını da yakından etkilemektedir. Bu nedenle her yaş döneminde yeterli ve dengeli beslenme oldukça önemlidir [3]. Engelli (yeti-yitimli) çocuklarda başta malnütriyon ve obezite olmak üzere çeşitli beslenme sorunları görülebilmektedir. Zihinsel engelli çocuklara yaşlarına uygun yeterli enerji içeren, iyi kalite proteinlerin ve vücutta yapılmayan elzem yağ asitlerinin eklendiği dengeli bir diyet verilmesi, gerekirse günlük öğün sayısının artırılması, vitamin ve mineral desteğinin verilmesi önerilmektedir [4]. Dengeli beslenme ile enfeksiyonlara karşı direnç artırılabilmekte, bağışıklık sistemi güçlendirilmekte ve malnütriyon gelişiminin önüne geçilebilmektedir [5].

Bu araştırmanın amacı; eğitilebilir zihinsel engelli çocukların beslenme durumlarını besin tüketim kayıtları kullanarak belirlemek ve temel besin öğelerinin alımındaki eksiklikleri veya fazlalıkları tespit etmektir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Kesitsel tipteki bu araştırmanın evreni Akdeniz Bölgesi'nde bir ilde bulunan Zihinsel Engelliler Okulu'nda eğitim gören eğitilebilir zihinsel engelli öğrencilerden okula düzenli devam eden ve ebeveyni araştırmaya katılmayı kabul eden 45 öğrencidir. Çalışmada örnekleme yapılmaksızın evrenin tamamına ulaşılması hedeflenmiş ve zihinsel engelli çocuğun annesi ile yüz yüze görüşülerek sosyodemografik özellikleri sorgulayan bir anket uygulanmıştır. Ek olarak anneler kendilerine verilen ve nasıl doldurulacağı anlatılan besin tüketim kaydı formunu kullanarak çocuklarının 3 gün boyunca (perşembe, cuma, cumartesi) tükettiği bütün besin maddelerini kaydetmiştir. Aynı günlerde çocukların okulda tükettikleri besinler sınıf öğretmenleri tarafından kaydedilerek üç günün sonunda tüketim kayıt formları birleştirilmiştir. Kayıtları tam ve doğru olan formlar (n=32) değerlendirmeye alınmıştır. Çocukların aynı ölçüm aletleri ile aynı araştırmacı tarafından boy ve ağırlıkları ölçülmüş ve Beden Kitle İndeksleri (BKİ) hesaplanmıştır. Besin tüketim kayıtları BeBİS (Beslenme Bilgi Sistemi) programında değerlendirilerek her çocuğun aldığı enerji (kcal), protein (g), diyet posası (g), vitaminler [A (µg), D (µg), E (mg), K (µg), C (mg), riboflavin (mg), niacin (mg), B6 (mg), folat (µg), B12 (µg), pantotenik asit (mg) ve biotin (µg)], mineraller [kalsiyum (mg), fosfor (mg), demir (mg), çinko (mg), iyot (µg), flor (mg), magnezyum (mg), manganez (mg), selenyum (µg)], n-3 ve n-6 yağ asidi (g) miktarları hesaplanmıştır. Besin maddelerinin alımının

çocuğun yaşına ve cinsiyetine göre yeterli olup olmadığı Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi'ne [3] göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme SPSS 15.0 programında tanımlayıcı istatistikler kullanılarak yapılmıştır. Araştırma öncesi ilde bulunan üniversitenin Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan gerekli izin alınmıştır.

BULGULAR

Araştırma grubunun tanımlayıcı özelliklerine ait veriler Tablo 1'de ve araştırma grubunun aileleri ile ilgili özellikleri Tablo 2'de sunulmuştur. Araştırma grubunun %56.3'ünün erkek, %40.6'sının ilk çocuk ve çocukların yaş ortalamasının 12.9±4.3 olduğu belirlenmiştir (Tablo1). Çocukların annelerinin %59.4'ünün ve babalarının %43.8'inin ilkökul mezunu olduğu görülmüştür. Ailelerin %78.1'inin orta gelir düzeyine sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2).

Çocukların %43.8'inde beslenme ile ilgili sorun olduğu, %28.1'inin öğün atladığı belirlenmiştir. En çok atlanan öğünün öğlen öğünü (%55.6) olduğu görülmüştür. Çocukların %90.6'sının ana öğünler dışında ve çoğunlukla (%86.2) öğlen ile akşam öğünleri arasında ara öğün tükettikleri belirlenmiştir (Tablo 3).

BKİ'ye göre çocukların %50.0'ı normal, %28.1'i zayıf, %21.9'u aşırı kilolu/obezdir (Tablo 1). Çocukların %21.9'una vitamin ve/veya özel mama takviyesi verilmekteyken, çocukların aldığı ortalama günlük enerji miktarı 1360.2±388.6 kkal, protein miktarı 48.3±11.7 g, posa miktarı 14.5±5.9 g olarak hesaplanmıştır. Çocukların tamamının yaşa ve cinsiyete göre günlük alması gereken enerjiden günlük ortalama 1004±435 kkal daha fazla enerji aldığı tespit edilmiştir. Çocukların %28.1'i proteini, %87.5'i diyet posasını, %50.0'ı A vitaminini, %40.6'sı E vitaminini, %90.6'sı tiamini, %34.4'ü riboflavini, %28.1'i niyasinini, %87.5'i pantotenik asidi, %75.0'ı B6 vitaminini, %28.1'i biotini, %90.6'sı folatı, %34.4'ü B12 vitaminini, %75.0'ı C vitaminini, %28.1'i mangani, %78.1'i fosforu, %71.9'u demiri, %75.0'ı magnezyumu, %87.5'i çinkoyu, %59.4'ü iyotu, %25.0'ı n-3 yağ asitlerini ve %53.1'i de n-6 yağ asitlerini günlük alım için önerilen yeterli düzeyde almadığı görülmüştür. Araştırma grubunun tamamının D ve K vitaminleri yeterli miktarda aldığı; kalsiyum ve selenyum ise yeterli miktarda almadığı belirlenmiştir (Tablo 4).

TARTIŞMA

Zihinsel engelli çocukların beslenme durumlarının belirlendiği bu çalışmada çocukların yarıya yakınında beslenme ile ilgili herhangi bir sorun yaşandığı tespit edilmiştir. Literatürde zihinsel engelli çocukların beslenme durumlarıyla ilgili araştırmaların sayısı az olmakla birlikte genellikle yaşanan sorunların beslenme merkezli olduğu görülmektedir [6]. Zihinsel engelli çocuklarda beslenme ile ilgili öğün atlama, belli gıdalara özellikle şekerli gıdalara aşırı yönelim, aşırı şekerli/asitli içecek tüketimi gibi sorunlar yaşanabildiği literatürde yer almaktadır [7, 8].

Tablo 1. Araştırma grubunun tanımlayıcı özellikleri

Özellikler	Değer
Çocuğun yaşı*	12.9 ± 4.3
Engelli Kardeş sayısı*	1.8 ± 0.4
Cinsiyeti [n(%)]	Kadın Erkek
	14(43.8) 18(56.3)
Kilo durumu [n(%)]	Zayıf (BKİ<18.4) Normal (BKİ=18.5–24.9) Kilolu (BKİ>25)
	9(28.1) 16(50.0) 7(21.9)
Kaçıncı çocuk olduğu [n(%)]	İlk-tek Ortanca Son
	13(40.6) 10(31.3) 9(28.1)
Toplam [n(%)]	32(100.0)

*: Değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

Tablo 2. Araştırma grubunun aile ile ilgili özellikleri

Özellikler	n=32
Bakımı üstlenen kişi [n(%)]*	Anne Baba Bakıcı
	31(96.9) 2(6.3) 2(6.2)
Ailenin gelir düzeyi [n(%)]	Kötü Orta İyi
	3(9.4) 25(78.1) 4(12.5)
Ailenin gelir-gider dengesi [n(%)]	Geliri giderine eşit Geliri giderinden az Geliri giderinden fazla
	12(37.5) 12(37.5) 8(25.0)
Annenin yaşı (Ort ± SS)	40.9±7.0
Annenin eğitim durumu [n(%)]	Lise ve altı Üniversite ve üstü
	31(97.0) 1(3.1)
Annenin çalışma durumu [n(%)]	Çalışmıyor Çalışıyor
	27(84.4) 5(15.6)
Babanın yaşı**	44.5±7.2
Babanın eğitim durumu [n(%)]	Lise ve altı Üniversite ve üstü
	29(90.7) 3(9.3)
Babanın çalışma durumu [n(%)]	Çalışmıyor Çalışıyor
	12(37.5) 20(62.5)
Toplam [n(%)]	32(100.0)

*Uç çocuğun bakımını üstlenen kişi sayısı birden fazladır. **Bir çocuğun babası vefat etmiş olduğundan n=31, Uygun veriler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

Tablo 3. Araştırma grubunun beslenme ile ilgili özellikleri

Özellikler	Değer
Beslenmede sorun [n(%)]	Var Yok
	14(43.8) 18(56.3)
Ana öğün atlama [n(%)]	Var Yok
	9(28.1) 23(71.9)
Atlanan ana öğün [n(%)]	Sabah Öğlen Akşam
	3(33.3) 5(55.6) 1(11.1)
Ara öğün alma durumu [n(%)]	Alıyor Almıyor
	29(90.6) 3(9.4)
Alınan ara öğün [n(%)]*	Sabah-öğlen arası Öğlen-akşam arası Akşam yemeğinden sonra
	9(30.9) 25(86.2) 10(34.4)
Ek mineral vitamin desteği alma durumu [n(%)]	Alıyor Almıyor
	7(21.9) 25(78.1)

*Birden fazla ara öğün yapan 12 çocuk bulunmaktadır.

Tablo 4. Araştırma grubunun besin tüketim kayıtlarına göre aldıkları besin öğelerinin dağılımı

Besin öğeleri	Günlük Alım Miktarı*	Yeterli düzeyde almayan [n(%)]**
Günlük enerji (kcal)	1360.2±388.6	0(0.0)
Protein (g)	48.3±11.7	9(28.1)
Diyet posası (g)	14.5±5.9	28(87.5)
Vitaminler		
A (µg)	892.6±688.1	16(50.0)
D (µg)	1.27±1.072	0(0.0)
E (mg)	12.9±4.6	13(40.6)
K (µg)	233.2±92.8	0(0.0)
C (mg)	58.2±38.7	24(75.0)
Riboflavin (mg)	1.0±0.3	11(34.4)
Niasin (mg)	15.1±3.8	9(28.1)
B6 (mg)	0.9±0.2	24(75.0)
Folat (µg)	184.2±62.7	29(90.6)
B12 (µg)	2.9±2.3	11(34.4)
Pantotenik asit (mg)	3.1±0.8	28(87.5)
Biotin (µg)	26.1±8.0	9(28.1)
Mineraller		
Kalsiyum (mg)	538.6±170.5	32(100.0)
Fosfor (mg)	820.5±239.6	25(78.1)
Demir (mg)	8.0±2.7	23(71.9)
Çinko (mg)	7.2±2.1	28(87.5)
İyot (µg)	119.3±41.3	19(59.4)
Flor (mg)	277.9±72.2	0(0.0)
Magnezyum (mg)	194.7±79.3	24(75.0)
Manganez (mg)	2.2±0.7	9(28.1)
Selenyum (µg)	0.2±0.7	32(100.0)
n-3 yağ asidi (g)	1.6±0.7	8(25.0)
n-6 yağ asidi (g)	12.0±5.6	17(53.1)

*: Günlük alım miktarları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. **: Besin öğesini Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi'nde yaşa ve cinsiyete göre alınması gereken miktarın altında alanlar.

Bu çalışmada da literatürle [7, 9] uyumlu biçimde öğün atlamanın yaygın olduğu, günlük alınan kalori miktarının fazla olduğu belirlenmiştir. Literatürde zihinsel engelli çocukların beslenme özellikleri ile ilgili çok fazla çalışma bulunmamasıyla birlikte diğer çocuklar gibi ana öğünlerin atlandığı ancak farklı olarak daha çok öğlen öğününün atlandığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi zihinsel engelli çocukların çalışmanın yapıldığı okul ortamında ve daha geç bir saatte kahvaltı yapıyor olmaları ve öğlen saatinde yeterince acıkmamış olmalarındandır.

Zihinsel engellilerde genellikle şeker tüketimi, sağlıksız gıdalara aşırı yönelim karşılaşılan bir durumdur [7]. Bu durum çocukların günlük alınması gereken kalori miktarının üstünde kalori alımlarına ve sonuçta obezitenin gelişmesine sebep olabilir. Bu çalışmada zihinsel engelli çocukların yarısı BKİ'ye göre normal sınırlarda olmakla birlikte beş çocuktan birinin obez olduğu belirlenmiştir. Araştırma grubundaki çocukların tamamı bulunduğu yaş ve cinsiyete göre alınması gereken enerji miktarının üstünde enerji içeren gıdalarla beslenmektedir. Fazla alınan kalori miktarı ortalama günlük 1000 kalori civarındadır. Bu durum zihinsel engelli çocuklarda görülen obezite sorununun kontrolünde önemlidir. Günlük alınan kalori miktarı olması gereken miktarlarla sınırlanmalı ve bunlarda yeterli ve dengeli beslenmeyi sağlayacak gıdalardan gelmelidir.

Araştırma grubunun büyük bir çoğunluğu ara öğün tüketmektedir. Ara öğün günlük ihtiyaçların karşılanmasında özellikle ana öğün atlanırsa önerilmekle birlikte ara öğünde çocuğun ne tükettiği de önemlidir.

Bu çalışmanın bulguları zihinsel engelli çocukların protein, vitaminler, yağ asitleri, kalsiyum ve posa bakımından yeterli diyetle beslenmediklerini göstermektedir. Günlük alınan gıdaların yeterli ve dengeli beslenmeyi sağlayacak sağlıklı gıdalardan alınmadığı çok açıktır. Vücutta önemli metabolizma olaylarında rol alan vitaminlerden ve kemik gelişiminde önemli rolü olan kalsiyumdan zengin bir beslenmenin zihinsel engelli çocuklara (ebeveynlerine) önerilmesi gerekmektedir. Posadan fakir beslenme kabızlık ve uzun vadede kolon ile ilgili sağlık sorunlarına yol açabilir. Posa alımının önemi ailelere anlatılmalıdır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmanın sonucunda; eğitilebilir zihinsel engelli iki çocuktan birinin ya zayıf/çok zayıf ya da aşırı kilolu/obez olduğu, günlük alınması gereken diyet posası, protein, n-3 ve n-6 yağ asitlerinin, vitamin ve minerallerin yeterince alınmadığı, buna karşın gerekenden fazla enerji içeren bir diyetle beslenildiği

belirlenmiştir. Bu durum sağlıklı büyüme ve gelişme için gerekli olan elementlerin karşılanamamasının yanında aşırı zayıflık ya da obezite gibi farklı sorunları beraberinde getirebilir. Son yıllarda bireyler arasındaki genetik farklılıkların gösterilmesi ile nütrigenetik ve kişiye özel beslenme gündeme gelmiştir [10, 11]. Kişiyeye özel genotipe göre beslenme, diyet bağlantılı hastalıkları önlemeyi ve yaşam kalitesini artırmayı amaçladığı [12] için nütrigenetik engelli bireylerde daha da önem kazanmaktadır. Zihinsel engelli çocukların beslenme sorunları bireye özgü değerlendirilmeli ve sorunların çözümünde bireysel özelliklere göre yaklaşım sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Seçken, N., Morgil, F.İ. (2000). Ortaöğretim kurumlarındaki öğrencilerin beslenme sorunları ve ders kitaplarında beslenme konusunun incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 123-127.
- [2] Engelli Beslenmesi. (2013). T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Hasta Ve Yaşlı Hizmetleri, Ankara.
- [3] Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi. (2004). T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Hacettepe Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü. Ankara.
- [4] Köksal G. (2008). Engellilerde Beslenme. T.C. Sağlık Bakanlığı, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Beslenme ve Fiziksel Aktiviteler Daire Başkanlığı, Ankara.
- [5] Baysal, A. (1999). Beslenme. Hatiboğlu Yayınları, 8. Baskı, Ankara.
- [6] Nogay, N.H. (2013). Nutritional status in mentally disabled children and adolescents: A study from Western Turkey. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 29(2), 614-618.
- [7] Marshall, D., McConkey, R., Moore, G. (2003). Obesity in people with intellectual disabilities: the impact of nurse-led health screenings and health promotion activities. *The Journal of Advanced Nursing*, 41(2), 147-53.
- [8] Girli, A., Öztürk Özgönenel, S., Yıldırım Sarı, H., Ardahan, E. (2016). Otizmi olan çocukların beslenme durumunun değerlendirilmesi. *Çocuk ve Medeniyet*, 1, 87-99.
- [9] Ersoy, P., Uskun, E. (2012). Zihinsel Engelli Çocukların Beslenme Sorunlarının Belirlenmesi. 15. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi, Bursa, Türkiye, Kongre Kitabı: 1195-1197.
- [10] Ghosh, D. (2010). Personalised food: how personal is it? *Genes & Nutrition*, 5(1), 51-53.
- [11] Van Ommen, B., Stierum, R. (2002). Nutrigenomics: Exploiting systems biology in the nutrition and health arena. *Current Opinion in Biotechnology*, 13(5), 517-521.
- [12] Seçer, S., Özden, A., Güllüoğlu, S., Ekinci, F.Y. (2011). Diyetle ilişkili hastalıkların önlenmesi ve hayat kalitesinin iyileştirilmesi için genotiplemeyle dayalı kişiye özel beslenme. *Akademik Gıda*, 9(4), 51-59.

Possible Protein Sources for the Future

Ayla Ünver Alçay¹ , Aysun Sağlam² , Semiha Yalçın³ , Kamil Bostan⁴ 

¹Department of Food Technology, ABMYO, Istanbul Aydin University, Istanbul, Turkey

²Department of Food Quality Control and Analysis, ABMYO, Istanbul Aydin University, Istanbul, Turkey

³Istanbul Gelisim University, School of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Istanbul, Turkey

⁴Department of Gastronomy and Culinary Arts, Istanbul Aydin University, Istanbul, Turkey

Received (Geliş Tarihi): 28.07.2016, Accepted (Kabul Tarihi): 18.12.2017

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): aylaalçay@aydin.edu.tr (A. Ünver Alçay)

☎ +90 212 444 1 428 (Ext.: 41801) 📠 +90 212 425 57 59

ABSTRACT

In parallel with the world population growth, the decrease in food sources, caused by global climate change, unplanned urbanization, unplanned industrialization and reduction of agricultural land etc., creates a high potentially risk about poor nutrition and hunger. This case has caused scientists to make researches about new food sources and alternative nutrients. Numerous processes and materials such as algae, edible insects, microbial proteins, microbial oils, *in vitro* meat, non-dairy and vegan milk and cheese, bio-fermentation technology have been proposed as alternatives by scientists. Besides being healthy of these foods, characteristics such as price, taste, shelf life will be decisive for their acceptance thereof by consumers. However, cultural, religious and social factors may be limiting on the alternative foods. Despite all, future generations will probably eat very different foods for nutrition that we consume today. In this study, it is aimed to give information about possible future alternative food sources and technologies, mainly on protein sources.

Keywords: Alternative food, Algae, *In vitro* meat, Edible insects, Microbial proteins and oil

Geleceğin Olası Protein Kaynakları

ÖZ

Dünya nüfus artışına paralel olarak, küresel iklim değişikliği, plansız kentleşme ve sanayileşme, tarımsal arazilerinin azalması gibi nedenlerle gıda kaynaklarındaki azalma yakın gelecekte yetersiz beslenme ve açlıkla ilgili yüksek potansiyel risk oluşturmaktadır. Bu durum, son zamanlarda bilim insanlarının yeni besin kaynakları ve alternatif besin maddeleri konusunda araştırmalar yapmasına neden olmuştur. Algler, yenilebilir insektler, mikrobiyal proteinler, mikrobik yağlar, *in vitro* et, süt ürünü olmayan vegan peynir ve biyo-fermantasyon teknolojisi gibi birçok proses ve materyal alternatif olarak önerilmiştir. Yenilikçi gıdaların sağlıklı olmasının yanı sıra, fiyat, lezzet ve raf ömrü gibi özellikleri tüketicilerin kabulünde belirleyici olacaktır. Bununla birlikte, kültürel, dini ve sosyal faktörler de alternatif gıdaları sınırlayıcı olabilir. Tüm bunlara rağmen, muhtemelen gelecek kuşaklar bugün tükettiğimiz besinlerden çok farklı yiyecekler yiyor olacaklardır. Bu makalede, ağırlıklı olarak protein kaynakları olmak üzere, geleceğin olası alternatif gıda kaynakları ve teknolojileri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Alternatif gıdalar, Algler, *In vitro* et, Yenilebilir insektler, Mikrobiyal protein ve yağlar

INTRODUCTION

Nutrition is one of the most fundamental human needs. People have provided their food from various animal and vegetable sources throughout the history. From time to time, the human race had to deal with famine problem in regional scale depending on various factors. However, they have succeeded in overcoming these problems with technological developments in the field of agriculture and livestock. Nowadays a large number of people are undernourished in the world for various reasons. According to the report "State of Food Insecurity in the World" published each year by UN Food and Agriculture Organization (FAO), International Fund for Agricultural Development (IFAD) and World Food Programme (WFP), 805 million people in the world are faced with danger of chronic malnutrition [1]. It is mentioned that one in four people in Sub-Saharan Africa attracts chronic hunger and Asia, the world's most densely populated areas, is hosting the 526 million hungry people. Gradual decrease of food sources due to reasons such as the rapid population growth, global climate change, unplanned urbanization and industrialization and progressive reduction of agricultural land is expected to confront the world a serious danger of starvation in the future. According to the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), the current food production must be doubled meet the food needs of the World in 2050 [2].

The danger of food shortages for the World in the coming years is at an important place on the agenda of international organizations and studies has already started while this situation has encouraged scientists to do research on alternative nutrients for people. The opinions that might be harmful to health, declared by various individuals and organizations, about genetically modified foods (GMO) produced for purposes such as to reduce losses in agricultural products and ensure increased efficiency, have created a hesitation in consumers [3-7].

It is necessary produce new uncommon food sources in order to prevent the feared shortage in the future. To make available as food the products, that cannot be used as food by humans, generating some microorganisms high volume and using this biomass as a food ingredient, obtaining proteins from microorganisms [8], development of alternative sources of protein such as *in vitro* meat [9], non-farm milk beverages [10, 11], ensuring insects and algae use as food with developing new food processing techniques [12-16], food production for human from cellulose by bio fermentation technology [16] can be shown within alternative materials and methods. In the present article, it is aimed to give information about these possible alternative sources mentioned.

MICROBIAL PROTEINS

Invisible micro-organisms play an important role in our daily lives by sometimes beneficial, sometimes harmful effects. Microorganisms, as a biological material, are

made up of organic materials such as proteins, carbohydrates and oil, also like other organisms (Table 1) [17]. Using in human nutrition as a food source of the components of the chemical composition of microorganisms has attracted the attention of scientists for many years and successful works in this regard have been made [18].

Table 1. Approximate composition of main groups of microorganisms (% dry weight) [17]

Composition	Fungi	Algae	Yeast
Protein	30-45	40-60	45-55
Fat	2-8	7-20	2-6
Ash	9-14	8-10	5-10
Nucleic acid	7-10	3-8	6-12

Nutritional purposes protein derived from microorganisms, is known by the name of "Single Cell Protein (SCP)", "Microbial Food", "Yeast Protein". SCP production processes has involved work in the fields of economics, microbiology, biochemistry, genetics, chemical and process engineering, food technology, agriculture, animal nutrition, ecology, toxicology, medicine and veterinary science. Bacteria, algae, yeasts, fungi can be used for SCP production [8, 19]. Among these, yeasts such as *Candida spp*, *Saccharomyces cerevisiae*; molds such as *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger*, *Penicillium cyclopium*, *Rhizopus chinensis*; bacteria such as *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus megaterium*; and algae such as *Chlorella* and *Spirulina* come in the first place because of rich protein content. These microorganisms can be produced plentiful, easily and cheaply on various substrates. Farm waste, shellfish waste, molasses, potato starch, sugar, whey, fruit pulp, beer wastes and paper industry, etc. have been evaluated for this purpose [19]. Single cell protein can be produced by two types of fermentation processes: semisolid state fermentation and submerged fermentation. After fermentation, as described in greater detail in Figure 1, the biomass is harvested and process steps are performed like washing, cell disruption, protein extraction and purification [20].

Using of microorganisms as a source of protein has many advantages and some disadvantages. Generation time of microorganisms is short, can be converted easily by biotechnological methods, can benefit from many substrate, there is no need for an arable land, the production is not dependent on seasons and weather conditions, and therefore continuous production is possible anywhere in the world. However, microbial-derived protein can increase of uric acid in the blood because of the high level of nucleic acid, uric acid accumulation in joints and may cause similar symptoms like gout, has been suggested, also perceived by the body as foreign substances can cause allergic reactions has been claimed [8, 19]. There are some uncertainties about using them as food source. There is a need for detailed researches on the acute and chronic toxicity of SCP in humans and animals, the effects on reproductive ability, teratogenicity, carcinogenicity and its lifetime effects.

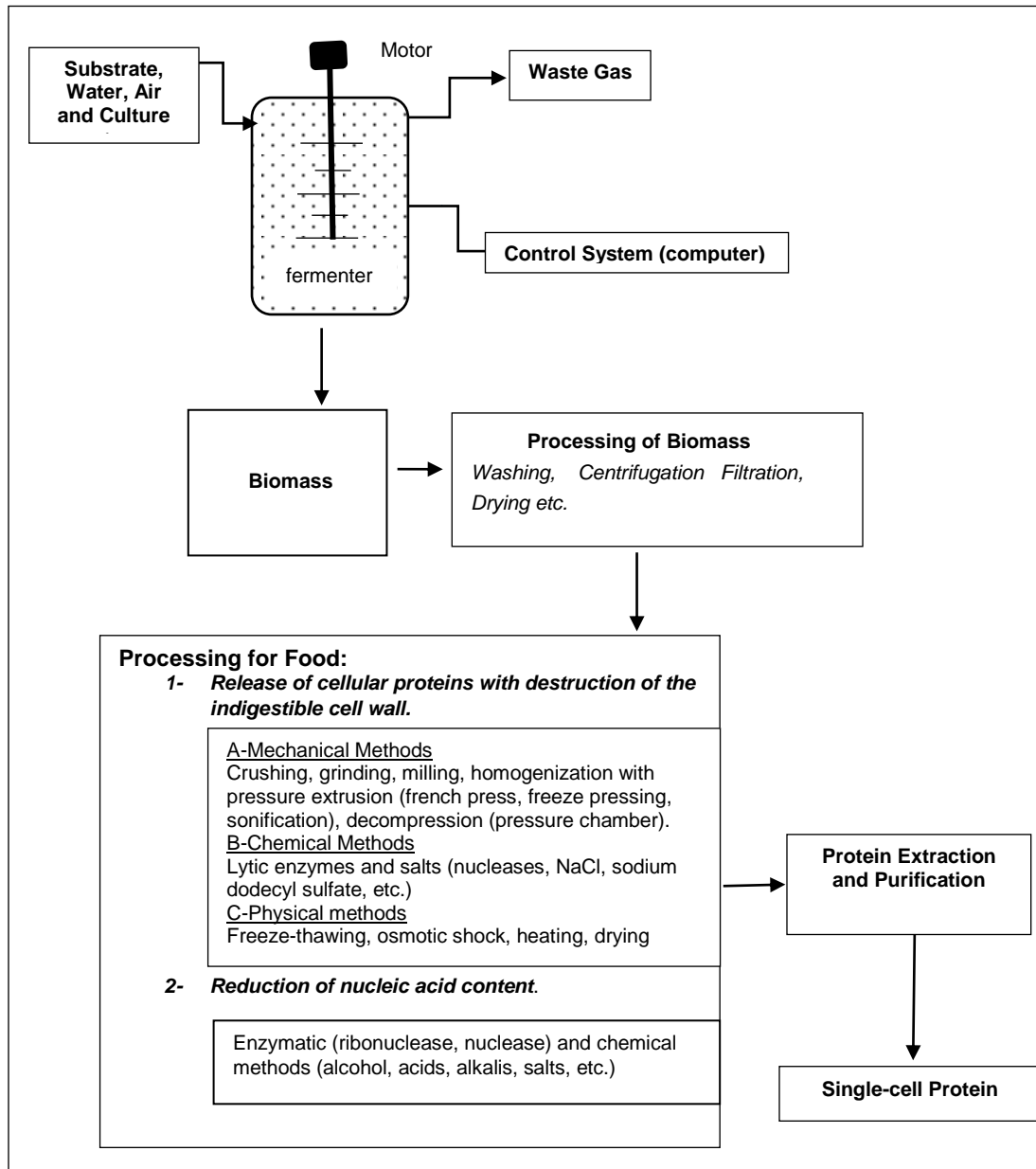


Figure 1. Single-cell protein production [20]

MICROBIAL OILS

Microorganisms are also considered as an alternative for edible fats just not protein. Microbial oils is obtained from molds, yeasts, bacteria and algae which described as oleaginous (can accumulate lipid over 20% of dry cell weight) [21, 22]. Today, studies have focused on the high value oils containing important polyunsaturated or specific fatty acids, which can use in the industry of food, feed and oleochemistry. Oleaginous yeasts are belongs to the genus typically *Candida*, *Cryptococcus*, *Lipomyces*, *Rhodospiridium*, *Rhodotorula*, *Rhizopus*, *Trichosporon* and *Yarrowia*. Many mold species like *Aspergillus terreus*, *Claviceps purpurea*, *Tolyposporium*, *Mortierella alpina*, *Mortierella isabellina* can accumulate lipids [23]. Microalgae are also promising potential for the future of sustainable edible oil production [14]. For commercial production of microbial oil, are being carried out a serial processes like obtaining of biomass,

centrifugation, drying, oil extraction, neutralization of crude oil, degumming, bleaching and deodorization [24, 25].

Compared with agricultural oilseed crops, the rapid growth rate of microorganisms and independent of the climate due to culture in closed systems are the most important advantage of microbial oil production. However, the cost of microbial lipids is still very high, and also food safety, sustainability, implementation aspects to product are the subject should be considered and investigate carefully before entering into food market [23].

ALGAE AS A FOOD SOURCE

Algae are usually eukaryotic organisms which can observed in different morphology from microscopic forms, unicellular and filamentous, to a few meter plants,

usually live in aquatic and semi-aquatic habitat, with a cellulose cell wall, autotroph, simple structure, capable of photosynthesis [26]. Many algae have been used as food since ancient times in East Asian countries such as Japan, China. "Nori, kombu, wakame" in Japan, "ziacain, haidai" in China, "laver" in Ireland, Wales and Scotland are widely consumed red and brown algae. Additionally additives obtained from seaweed such as carrageen, agar, alginic acid and derivatives are commonly used in foods as supplement today [14, 27].

Species of particularly *Phaeophyceae* and *Phodophyceae* family in algae containing a high proportion of proteins, carbohydrates, vitamins and minerals have the qualifications to evaluate in human nutrition [14]. Some algae like *Porphyra spp* (Nori) can have a protein content as high as 47% of the dry weight [28]. The quality of algal proteins is high, and comparable to conventional vegetable proteins. But the protein content of algae varies according to the season and the species. A large part of the amino acids constituting their protein is generally aspartic and glutamic acids. *Laminaria japonica* (Kambu) is the original source of monosodium glutamate known as flavor enhancer. However, the bioavailability of seaweed proteins may inhibit due to the nature of the proteins in the cellular matrix. To overcome this disadvantage, physical processes which break the fibers or fermentation have been proposed [14].

Important minerals, like calcium, accumulate in higher amounts in algae compared to terrestrial plants [14]. The amounts of minerals such as iron copper, magnesium and iodine are higher than many edible foodstuffs. Seaweeds comprise lipid about 2% of the dry weight and the lipid content consists of polyunsaturated fatty acids. Omega-3 and Omega-6 hold an important place in human nutrition and are found in seaweed [29, 30]. Seaweeds contain vitamins (especially E, C) and many antioxidant compounds. Also seaweeds, containing vitamin B12, is one of the few alternative plant sources for vegans and vegetarian [15]. *Gracilaria spp.* contains significant amounts of beta carotene [31].

Seaweed, compared with known vegetables, is a valuable source as dietary fiber [32]. They are large extent indigestible fiber in the intestine and create a feeling of fullness with bulking capacity, help digestion [15]. Brown seaweed alginate has been found to be beneficial to the intestinal health. It is expressed that alginates accelerate the passage of the intestinal contents from the column and thereby make protective effects against colon cancer. Alginate also reduce the absorption of heavy metals they bind metal ions [32-34].

Today, algal products are marketed as healthy food, as cosmetics or as animal feed. High production costs and technical difficulties to convert the algal material into delicious foods limit the consumption of algae yet [35].

INSECTS

Insects may be one of the sources that can meet the nutritional needs of mankind's in the future. This issue has become the agenda of world with book named

"Edible Insects" published in 2013 by FAO [12]. The European Union provides important support for researches about edible insects [36].

The use of insects as food in order to meet the world's food needs is not an economic necessity yet, however today eating insect (entomophagy) is in progress at the regional scale, especially in African and East Asia. It has been reported that more than 1900 of the edible insect species in these areas [12]. Globally the most widely consumed insects can be listed as beetles (*Coleoptera*, 31%), caterpillars (*Lepidoptera*, 18%), bees, wasps and ants (*Hymenoptera*, 14%), locusts and crickets (*Orthoptera*, 13%), cicadas, grasshoppers, plant pests, scale insects and true bugs (*Hemiptera*, 10%), termites (*Isoptera*, 3%), dragonflies (*Odonata*, 3%), flies (*Diptera*, 2%) and others (5%) [12].

Insects have nutritive value as a source of good energy, protein, fat, calcium and vitamins and can also be included as additives in many foods [12, 36]. They emit less greenhouse gas according to livestock and can be fed with organic waste [12, 37]. Within a short time, they can easily be grown in small areas [37, 39]. They are cold-blooded creatures, so potential of convert their feed to protein is very high. Crickets that are considered among edible insects need 12 times less feed than cattle, four times less than sheep, and half as much as pigs and broiler chickens to produce the same amount of protein [12].

Processing and storing of insects as food require the maximum observance to hygiene and sanitation rules. Besides, variety issues such as microbial safety, toxicity, the presence of inorganic compounds should be taken into. Insect farming is done on the waste products, so their potential health effects should be taken into consideration. It has been reported that some insects may cause allergic reactions [12].

Three main categories about affecting consumer acceptance of innovative food: Factors related to the product, social trust and norms and psychological factors [40, 41]. There is a serious resistance on the use of insects as food in western societies. This obstacle is primarily due to cultural factors. The reasons for the attitude about the use insects as food in western society are fear, disgust and concern [41, 42]. It is a settled idea in western thought, that insects are dirty, disgusting and dangerous. Despite the increase in the literature showing the value of insects in human and animal nutrition, the idea that insects are pests, is common [12, 43, 44].

IN VITRO MEAT

In vitro meat, called tube meat, cultured meat, tube steak etc. in media, is a product that has never been part of a living animal. The first study has been launched for long-term space flight or space stations in 2002 [9]. For *in vitro* meat production, starting cells are taken by biopsy from live animals. This process occurs without interfering with the genetic sequence of cells or any genetic manipulation. Needing to very specific cells,

stem cell as starting cell is a disadvantage of *in vitro* meat. These are inoculated into a culture medium, proliferate and begin to grow up. Cells called myoblast reaching enough numbers are placed on a skeleton-like structure called scaffolds are made from edible materials such as alginate, chitosan and collagen. The scaffolds are placed into a bioreactor and added growth medium. One of the most difficult task in designing an *in vitro* meat production system is determining the best culture medium formulation. Additionally regular contraction is a necessity for skeletal muscle. To the cells, mechanical or electrical stimuli are applied. After this stage, the cells are harvested and the *in vitro* meat is obtained [45].

The UN Food and Agriculture Organization expects world consumption of meat to double between 2000 and 2050. In the report named "Long Shadow of Livestock" [46] published by the United Nations, it is stated to conventional meat production by current methods have reached a very coercive size for environment. It is known that *in vitro* meat production is more environmentally friendly. According to a study on compared traditional meat to *in vitro* meat production carried out by Tuomisto and Mattos [47] in Europe it is estimated that cultured meat would require 7-45% less energy, 9% and 82-96% less land use and water use to produce than the same volume of pork, sheep or beef. In addition, according to this research, cultural meat production could cause 78-96% less greenhouse gas emissions. Another advantage is that only will be developed of muscle tissue for cultured meat production instead of cultivating of a whole animal.

Cultured meat has many other advantages. The ability to control precisely the amount of fat in meat and to produce steak which have not lead to heart attack with the ideal fatty acid ratio of and as a result of that the reducing of cardiovascular disease, the reduction of greenhouse gas emissions, termination of use of animals as a bioreactor for the production of food and other products and thus prevent the suffering of animals, produce meat in aseptic environments which is normally impossible at livestock, reduce the risk of diseases such as mad cow disease, swine flu, avian flu and Salmonella, meat production in the laboratory so that prevent diseases caused by animals are other positive aspects of this technology [45, 47, 48]. Compared with conventional production methods, to obtain meat, remarkably lowers time is needed for *in vitro* system and takes several weeks instead of months (for chickens) or years (for pigs and cows) [49]. These results indicate that *in vitro* meat has great potential for future, environment, health and animal welfare, although initially the *in vitro* meat began to be developed for astronauts in space.

There are difficulties to be overcome before *in vitro* meat become commercially available. Three-dimensional muscle tissue production still cannot be achieved at a sufficiently low price. When standard mammalian cell culture techniques and standard engineering techniques are developed, there will be reductions in the cost of cultured meat [50]. Also there are many difficulties in producing *in vitro* meat [51-53]. There are uncertainties

about the best stem cells, the best bioreactor design and the best way to process. On the other hand, there are technological challenges such as developing a more visually appealing and delicious cells. Nowadays, there are studies about the use of 3D printers to create a real steak similar structure.

In vitro meat is colorless compared to conventional meat. It has been tried to resolve this problem by adding an amount of beet juice and saffron [52, 53]. One of the other most important issues is the adoption of consumer products [54]. Because the fat, blood or blood vessels and connective tissue are not present in the *in vitro* meat, it is composed of only muscle tissue, the lack of certain nutrients essential for health, that are found in meat *vivo* are likely. Absence of consumer confidence to cultured meat is the main obstacles on dissemination of cultured meat.

Despite all these disadvantages, according to Holmes and Dacey's article [55] that discussed cultured meat, that cultured meat has the potential to meet all nutritional and hedonic needs of meat eaters without the need for animals to eat and destroy the suffering of animals. For majority of people, the most appealing feature of *in vitro* meat is its moral promise for animals.

OTHER SOURCES

Nanotechnology is a new branch of science and technology with works such as measurements performed in smaller sizes than a hundred nanometers, processing, design, modeling and regulation. This technology has the potential of common use in food production although still in its early stages. "Nano food" is defined as food products which harvested using nanotechnology techniques. Nano foods are produced, processed, and packaged with nano-techniques or obtained by the addition of nanomaterials such as nanocapsules containing zinc or iron nanoparticles and active ingredients [56]. The applications of nano-based technology in food industry may include functional foods, nutraceuticals, bioactives, farmafoods, food safety and biosecurity (e.g. nanosensors), and nanotoxicity [57, 58]. Nanotechnology is becoming increasingly important for the food sector. But there is not enough research on the safety of these products and there are no worldwide accepted rules or regulations for nanotechnology, yet. Public perception of nanotechnology in the food industry is another determinative factor [59].

One of the studies pointed out in recent years is the production of milk and dairy products in the laboratory without livestock. These products, also named as vegan, are obtained by genetically modified yeast (*S. cerevisiae*) which expresses milk protein (casein). Process begins with the production of yeast in large bioreactors and ends up with the production of the milk protein casein. Proteins that are produced by yeast are purified. Casein is combined with water, fat and vegan sugar. Then the milk mixture is converted to vegan cheese by conventional techniques [60, 61]. The products, obtained by this method, do not contain

pathogenic bacteria which can be found in the actual product, biological components such as pus, pesticide residues, feed additives, heavy metals, drug residues and hormones, and this is shown to be an important advantage [62, 63]. Also, there is not lactose that cannot digest 75% of adult people in this type of product. This process also has some disadvantages. There are some difficulties of using yeast in protein production. Yeast cell systems are less efficient compared with milk-producing animals. On the other hand, to use of genetically modified yeast may pose problems for opponents of genetically modified organisms.

A method in alternative food production is also bio-fermentation technology which still in the idea stage. In the emergence of this method was started out in the form of nutrition of some ants and ruminants [62]. Cattle meet the %80 of protein requirements by microorganisms in the rumen. In a suggested theory, selected microorganisms (bacteria or fungi) are grown with minerals and micronutrients in suitable temperature and sufficient gas mixture in water-filled silo. Then freeze-dried cellulose pellets which from grassland are added to the media kept under electronic surveillance. The proliferation of microorganisms with using cellulose is provided. Microorganisms are collected at the end of the process and nutrient elements are extracted from them. Currently, there are no research on this subject and technical barriers are not known [62, 64].

Lichens, wild mushrooms and edible wild plants have been used as food for many years especially in times of famine and as traditional food in some areas [65, 66, 67]. These are called "famine foods", "wild plant foods" and "non-cultivated plant foods". In the war period in Bosnia and Herzegovina, the lack of conventional food, some people stayed alive eating mushrooms and lichens [67]. Because of the danger of poisoning wild mushrooms and lichens, are still quite a few unknown food sources and not widely used in human nutrition. With studies will be done in the future on the food sources also named as a possible scarcity of food and traditional foods, there's a possibility to convert these into high value-added processed products.

CONCLUSION

Alternative food sources and high-tech food processing technology seems inevitably an obligation to put in practice in the future, because of the increasing world population, increasingly shrinking of natural habitats, approaching the unsustainable situation of the industrial farms with greenhouse gases, methane and environmental waste, global climate changes that may arise from the classic production. New research on these issues can lead to new possibilities as unconventional foods. Widespread usage of food production techniques based on high-tech may make the human race became stranger to nature and animals and also cause social, technological and economical changes. Studies are needed to foresee the socio-political changes which would be able to lead to able scientific and technological progress and take the necessary precautions; no doubt, future generations will

have to consume many different foods that we eat today.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

This work was carried out in collaboration of all authors. Author AÜA conducted the literature research and wrote the first draft of the manuscript. Authors AÜA, SY were responsible for subsequent reviewing and scientific editing, while author AÜA was the primary responsible for final content. All authors read and approved the final manuscript. The authors declare no conflicts of interest and this research received no grant from any funding agency.

REFERENCES

- [1] State of Food Insecurity in the World 2014 (SOFI 2014) Report. (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/a-i4030e.pdf> [Erişim Tarihi: 27 Temmuz 2017].
- [2] UNFAO. (2017). How to Feed The World in 2050? http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf [Erişim Tarihi: 27 Temmuz 2017].
- [3] Laane, C., Willis, B.J. (1993). Biotechnology in Food Production. In: Encyclopedia of Food Sciences: Food Technology and Nutrition, edited by R. Macrae and R.K. Robinson, Academic Press, New York, 392–395p.
- [4] FAO. (2003-2004). Health and Environmental Impacts of Transgenic Crops. <http://www.fao.org/docrep/006/Y5160E/y5160e10.htm>. [Erişim Tarihi: 27 Temmuz 2017].
- [5] Kunkel, M.E., Barbara H.D.L. (2004). Genetically Modified Foods. In Nutrition and Well-Being A to Z. Edited by Delores C.S.J. Vol. 1. New York: Macmillan Reference, USA, 66-68p,245p.
- [6] Bakshi, A. (2003). Potential adverse health effects of genetically modified crops. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 6(3), 211-25.
- [7] Bettelheim, A. (1999). Drug resistant bacteria: Can scientists find a way to control 'superbugs'? *Congressional Quarterly Researcher*, 9(21), 473-496.
- [8] Anupama Ravindra, P. (2000). Value-added food: Single cell protein. *Biotechnology Advances*, 18(6), 459-479.
- [9] Benjaminson, M.A., Gilchrist, J.A., Lorenz, M. (2002). *In vitro* edible muscle protein production system (MPPS): stage 1, fish. *Acta Astronautica*, 51, 879-89.
- [10] Anonymous. (2017). What's vegan cheese? <https://realvegancheese.org/>. [Erişim Tarihi: 27 Temmuz 2017].
- [11] Animal-Free Milk. (2017). <http://www.muufri.com/>. [Erişim Tarihi: 27 Temmuz 2017].
- [12] Van Huis, A.J., Van Itterbeeck, H., Klunder, E., Mertens, A., Halloran, G., Muir Vantomme, P.

- (2013). Edible insects: Future prospects for food and feed security. FAO Forestry Paper, UNFAO, Rome.
<http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>.
 [Erişim Tarihi: 27 Temmuz 2017].
- [13] Darcy-Vrillon, B. (1993). Nutritional aspects of the developing use of marine macroalgae for the human food industry. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 44, 23-35.
- [14] Klok, A.J., Lamers, P.P., Martens, D.E., Draaisma, R.B., Wijffels, R.H. (2014). Edible oils from microalgae: insights in TAG accumulation. *Trends in Biotechnology*, 32(10), 521-528.
- [15] MacArtain, P., Gill, C.I.R., Mariel Brooks, M., Campbell, R., Rowland, I.R. (2007). Nutritional value of edible seaweeds. *Nutrition Reviews*, 65(12), 535-543.
- [16] Arras, P.H. (2017). Zellulose—das neue „Brot für die Welt“ oder die mitweltethisch korrekte Ernährung der Weltbevölkerung durch kerung durch Biofermentertechnologie. German http://www.akt-mitweltethik.de/images/aktuelles/2014/cpf_veggie-world.pdf. [Erişim Tarihi: 27 Temmuz 2017].
- [17] Miller, B.M., W. Litsky, W. (1976). Single Cell Protein in Industrial Microbiology. McGraw-Hill Book Co., New York.
- [18] Kharatyan S.G. (1978). Microbes as food for humans. *Annual Reviews in Microbiology*, 32(1), 301-327.
- [19] Nasser, A.T., Rasoul-Amini, S., Morowvat, M.H., Ghasemi, Y. (2011). Single Cell Protein: Production and process. *American Journal of Food Technology*, 6, 103-116.
- [20] Ravindra, P. (2000). Value-added food: Single cell protein. *Biotechnology Advances*, 18(6), 459-479.
- [21] Fakas, S., Papanikolaou, S., Batsos, A., Panayotou, M.G., Mallouchos, A., Aggelis, G. (2009). Evaluating renewable carbon sources as substrates for single cell oil production by *Cunninghamella echinulata* and *Mortierella isabellina*. *Biomass and Bioenergy*, 33(4), 573-580.
- [22] Ratledge, C. (2002). Regulation of lipid accumulation in oleaginous micro-organisms. *Biochemical Society Transactions*, 30(6), 1047-1049.
- [23] Thevenieau, F., Nicaud, J.M. (2013). Microorganisms as sources of oils. *Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, 20(6), D603.
- [24] Ratledge, C. (2013). Microbial oils: an introductory overview of current status and future prospects. *OCL*, 20(6), D602.
- [25] Paliyath, G., Pometto, A., Levin, R.E. (2006). Food Biotechnology. CRC Press, Taylor & Francis Group, USA.
- [26] Bellinger, E.G., Sigeo, D.C. (2015). Freshwater Algae: Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators, Wiley Blackwell Publication, UK.
- [27] Ibers, J.M.M.A. (2017). An overview on seaweed uses in the UK: Past, present and future. http://www.nrn-icee.ac.uk/documents/Adams2016seaweedresources_P16-P21only.pdf (Erişim Tarihi: Haziran 2017).
- [28] Fleurence, J. (1999). Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends Food Science Technology*, 10, 25-38.
- [29] Marsham, S., Scott, G.W., Tobin, M.L. (2007). Comparison of nutritive chemistry of a range of temperate seaweeds. *Food Chemistry*, 100, 1331-1336.
- [30] Sanchez-Machado, D.I., Lopez-Hernandez, J., Paseiro-Losada, P., Lopez-Cervantes, J. (2004). Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chemistry*, 85, 439-444.
- [31] Norziah, M.H., Ching, C.Y. (2000). Nutritional composition of edible seaweed *Gracilaria changgi*. *Food Chemistry*, 68, 69-76.
- [32] Brownlee, I.A., Allen, A., Pearson, J.P., Dettmar, P.W., Havler, M.E., Atherton, M.R., Onsoyen, E. (2005). Alginate as a source of dietary fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(6), 497-510.
- [33] Goni, I., Gudiel-Urbano, M., Bravo, L., Saura-Calixto, F. (2001). Dietary modulation of bacterial fermentative capacity by edible seaweeds in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2663-2668.
- [34] Sandberg, A., Andersson, H., Boscoeus, I., Carlsson, N.G., Hasselbad, K., Harrod, M. (1994). Alginate, small bowel sterol excretion and absorption of nutrients in ileostomy subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 60, 751-756.
- [35] Becker, E.W. (2007). Micro-algae as a source of protein. *Biotechnology Advances*, 25(2), 207-210.
- [36] Waugh, R. (2012). EU to spend 3 million Euros to promote eating insects 'as alternative source of protein. <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2093813/Four-legs-good-legs-better-EU-offers-3-million-Euros-research-using-insects-foods-burgers.html>. [Erişim Tarihi: 27 Temmuz 2017].
- [37] Rumpold, B.A., Schlüter, O.K. (2013). Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 17, 1-11.
- [38] Yen, A.L. (2010). Edible insects and other invertebrates in Australia: Future prospects. In *Forest insects as food: Humans bite back. Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*, Edited by P. B. Durst, D. V. Johnson, R.N. Leslie, and K. Shono. Bangkok, Thailand, FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 65-84p.
- [39] Gahukar, R.T. (2011). Entomophagy and human food security. *International Journal of Tropical Insect Science*, 31(3), 129-144.
- [40] Siegrist, M. (2007). Consumer Attitudes to Food Innovation and Technology. In: *Understanding Consumers of Food Products*, Edited by L. Frewer and H. van Trijp, Cambridge: Woodhead Publishing Limited and CRC Press, 236-253p.
- [41] Lensvelt, E.J., Steenbekkers, L.P.A. (2014). Exploring consumer acceptance of entomophagy: A survey and experiment in Australia and the Netherlands. *Ecology of Food and Nutrition*, 53(5), 543-561.

- [42] Yen, A.L. (2009). Edible insects: Traditional knowledge or Western phobia? *Entomological Research*, 39, 289-298.
- [43] Looy, H., Wood, J.R. (2010). Attitudes toward invertebrates: Are education “bugbanquets” effective? *The Journal of Environmental Education*, 37(2), 37-48.
- [44] Looy, H., Dunkel, F.V., Wood, R.W. (2013). How then shall we eat? Insect eating attitudes and sustainable foodways. *Agriculture and Human Values*, DOI:10.1007/s10460-013-9450-x.
- [45] Haagsman, H.P., Hellingwerf, K.J., Roelen, B.A.J. (2009). Production of animal proteins by cell systems. Desk study on cultured meat. *Faculty of Veterinary Medicine*, Utrecht.
- [46] Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. (2006). *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*, Food and Agriculture Organization.
- [47] Tuomisto, H.L., Teixeira De Mattos, M.J. (2011). Environmental impacts of cultured meat production. *Environmental Science and Technology*, 45(14), 6117-6123.
- [48] Bhat, Z.F., Bhat, H. (2011). Animal-free meat biofabrication. *American Journal of Food Technology*, 6, 441-459.
- [49] Datar, I., Betti, M. (2010). Possibilities for an *in vitro* meat production system. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11(1), 13-22.
- [50] Edelman, P.D., McFarland, D.C., Mironov, V.A., Matheny, J.G. (2005). *In vitro-cultured meat production*. *Tissue Engineering*, 11(5-6), 659-662.
- [51] Langelaan, M.L., Boonen, K.J., Polak, R.B., Baaijens, F.P., Post, M.J., van der Schaft, D.W. (2010). Meet the new meat: tissue engineered skeletal muscle. *Trends in Food Science and Technology*, 21(2), 59-66.
- [52] Bhat ZF, Bhat H. (2011). Tissue engineered meat-future meat. *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 2(1), 1-10.
- [53] Bhat Z.F., Kumar, S., Fayaz, H. (2015). *In vitro* meat production: Challenges and benefits over conventional meat production. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 241-248.
- [54] Chiles, R.M. (2013). Intertwined ambiguities: Meat, *in vitro* meat, and the ideological construction of the marketplace. *Journal of Consumer Behaviour*, 12(6), 472-482.
- [55] Holmes, P.D., Dacey A. (2008). Vegetarian meat: could technology save animals and satisfy meat eaters? *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 21, 579-596.
- [56] Süfer, Ö., Karakaya, S. (2011). Gıda endüstrisi ve nanoteknoloji: durum tespiti ve gelecek. *Akademik Gıda*, 9(6), 81-88.
- [57] Chen, H., Weiss, J., Shahidi, F. (2006). Nanotechnology in nutraceuticals and functional foods. *Food Technology*, 60(3), 30-32.
- [58] Baeumner, A. (2004). Nanosensors identify pathogens in food. *Food Technology*, 58(8), 51-56.
- [59] Giles, E.L., Kuznesof, S., Clark, B., Hubbard, C., Frewer, L.J. (2015). Consumer acceptance of and willingness to pay for food nanotechnology: a systematic review. *Journal of Nanoparticle Research*, 17(12), 1-26.
- [60] <https://realvegancheese.org/>. [Erişim Tarihi: 17 Temmuz 2017].
- [61] https://wiki.realvegancheese.org/index.php/Introductory_textbook. [Erişim Tarihi: 27 Temmuz 2017].
- [62] http://www.futurefood.org/soymilk/index_en.php. [Erişim Tarihi: 27 Temmuz 2017].
- [63] <http://www.muufri.com/>. [Erişim Tarihi: 27 Temmuz 2017].
- [64] Peter, A. Cellulose - the new bread for the world". available: <http://www.aktmitweltethik.de/images/welternahrung/ZelluloseBiofermenterEnglishDinA4.pdf>. [Erişim Tarihi: 27 Temmuz 2017].
- [65] Bhattacharjee, J.K. (1970). Microorganisms as potential sources of food. *Advances in Applied Microbiology Journal*, 13, 139-159.
- [66] Glew, R.S., Vanderjagt, D.J., Chuang, L.T., Huang, Y.S., Millson, M., Glew, R.H. (2005). Nutrient content of four edible wild plants from West Africa. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60(4), 187-193.
- [67] Redzic, S., Barudanovic, S., Pilipovic, S. (2010). Wild mushrooms and lichens used as human food for survival in war conditions: Podrinje-Zepa region (Bosnia and Herzegovina, W. Balkan). *Human Ecology Review*, 17(2), 175.
-
-

Tarımsal-Endüstriyel Atıklardan Katma Değeri Yüksek Pigmentlerin Biyoüretimi

Derya Dursun , Ali Coşkun Dalgıç 

Gaziantep Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Üniversitesi Bulvarı, 27310 Gaziantep

Geliş Tarihi (Received): 28.11.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 10.11.2017

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): deryadursun@gantep.edu.tr (D. Dursun)

☎ 0 342 317 23 18 📠 0 342 317 23 62

ÖZ

Tahıl-baklagil ile meyve-sebze atıkları, tarımsal uygulamalar ve endüstriyel işlemler sonucu ortaya çıkmaktadır. Dünya çapında biyokütlesi en çok olan atıklar sınıfında yer almakta ve zengin besinsel öğeler içermektedirler. Bu açıdan, söz konusu atıkların gıda maddeleri üretiminde doğal bir hammadde kaynağı olarak kullanımı önem taşımaktadır. Biyoteknolojik yöntemler (derin ve yüzey kültür fermentasyonları) ile atıkların doğal içeriği değişmeden yeni, ucuz, katma değeri yüksek ve doğal nitelikli ürünlere dönüşümü sağlanabilmekte ve bu ürünler gıda katkı maddesi olarak kullanılabilir. Pigmentler (gıda boyar maddeleri), gıda ürünlerinde en çok kullanılan gıda katkı maddelerinden biri konumundadır. Son yıllarda artan gıda tüketim bilinci ile oluşan doğal ve sağlıklı gıda tüketme alışkanlığı, pigmentlerin doğal nitelik kazanmasının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, ekonomik, çevreci ve verimli üretim teknolojilerinin, yağlı tohumlar, buğday kepeği, melas, peynir altı suyu, narenciye kabukları gibi tarımsal ve endüstriyel atıklardan karotenler, antosiyaninler, melanin, karamel gibi pigmentlerin üretim çalışmalarında kullanılması ile gelişmeye açık bir bilimsel alan oluşmaktadır. Pigmentler eczacılık, kozmetik, hayvan yemi, fırıncılık, meyve suları, süt ürünleri gibi gıda ürünleri olmak üzere boyar madde veya destek materyali olarak birçok sektörde kullanım alanı bulmaktadır. Bu çalışmada, tahıl ve baklagil ile meyve ve sebze atıklarından biyoteknolojik yöntemler ile üretilen pigmentler ve önemi sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Pigment, Biyoteknoloji, Atık, Katma değer

Bioproduction of High Value-Added Pigments from Agro-Industrial Wastes

ABSTRACT

Cereal-legume and fruit and vegetable wastes come out by agricultural applications and industrial processes. Their use is important for producing food products, as they have a major class and rich nutritional compounds among the world's wastes. These wastes could be transformed into new, cheap, high value-added and natural products which may be used as food additives by biotechnological methods such as submerged and solid state fermentations without any changing of raw material composition. Pigments (food coloring agents) are one of the most used categories of food additives among products. In recent years, the habit of natural and healthy food consumption formed by raising awareness of food consumption emphasizes the importance of the natural qualification of pigments. However economic, eco-friendly and productive technologies elicit a scientific area for the production of pigments such as carotenes, anthocyanins, melanin, and caramel from agri-industrial wastes such as oil seeds, wheat bran, molasses, whey, and citrus peels. Pigments are used in many sectors as pharmaceuticals, cosmetics, animal feed, bakery, food products such as fruit juices, dairy products, as stain or supplement material. In this study, biotechnological methods of producing pigments and their importance from cereals and legumes and fruit and vegetable wastes are presented.

Keywords: Pigment, Biotechnology, Waste, Value-added

GİRİŞ

Tüketicilerin sağlıklı, doğal, güvenilir gıda tercihi, gıda ürünlerinin etiketlerinde 'doğal' ibaresine dikkat etmelerine neden olmuştur. Artan tüketim bilinci, doğal nitelikli gıda ürünlerine olan talebi de arttırmış ve endüstrinin bu yönde gıda üretimi üzerine yoğunlaşmasını sağlamıştır. Bunun bir sonucu olarak, 2000 yılında Amerika Birleşmiş Devletleri'nde 4 milyar dolarlık bir pazar olduğu rapor edilmiştir [1]. Gıda katkı maddeleri, çeşitli amaçlarla (dayanıklı hale getirme, renk ve koku giderme/zenginleştirme, asitlendirme, koruyucu, jelleştirme, tatlandırma vb.) ve/veya gıda işleme sürecinin bir gereği olarak gıda ürünleri içerisinde kullanılmaktadır. Katkı maddelerinin doğal nitelikte olması, gıda ürünlerinin güvenliği ve kalitesi açısından önem taşımaktadır. Bununla birlikte, 'doğal' ifadesinin ürün etiketlerinde yer alması, tüketicilerin "doğal nitelikli gıda ürünü" talebini karşılayabilmektedir. Gıda katkı maddelerinin doğal nitelik kazanmasının üretim yöntemi ve hammadde ile doğrudan ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Üretim yöntemine ilişkin biyoteknolojik uygulamalar, hammadde olarak tarımsal ve endüstriyel atıklar doğal nitelikli ürünlerin elde edilmesine olanak tanımaktadır [1].

Yeryüzünde her yıl ortalama 200 milyar ton olarak ortaya çıkan atıkların çoğu ya çöp olarak doğaya bırakılmakta ya da az bir işleme yakıt, hayvan yemi veya gübre olarak değerlendirilmektedir [2]. Artan sanayileşme ve nüfusla birlikte beliren çevre kirliliği ve kirliliğin ortadan kaldırılmasında kullanılan ekonomik sarfiyat, atıkların biyokütlesel bir sorun haline gelmesine neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak değerlendirilebilen atık biyokütlesi, çevresel ve ekonomik nedenlerin yanı sıra atıkların geri kazanılması yararlı, ucuz, yeni, katma değeri yüksek ve doğal ürünlerin elde edilmesi anlamında da giderek önem kazanan bir bilimsel çalışma ve endüstriyel uygulama alanı haline gelmiştir.

Bu derleme, tarımsal-endüstriyel atıklar içerisinde önemli bir grubu oluşturan tahıl, baklagil, meyve ve sebze atıklarının, biyoteknolojik uygulamalar sonucu önemli bir gıda katkı maddesi olan pigment bileşiklerine dönüştürülmesini konu almaktadır.

TARIMSAL-ENDÜSTRİYEL ATIKLAR

Tahıl ve baklagil ile meyve ve sebzelerin insan beslenmesinde birinci sıradaki gıdaları oluşturmalarıyla birlikte, atıkları da oldukça büyük miktarlardadır. Buğday, pirinç, mısır ve mercimek dünyada ve Türkiye'de üretimi en yaygın tahıl ve baklagiller arasında yer almaktadır. Söz konusu ürünlerin sap, saman, koçan, kabuk, kepek, kapçık, anız vb. atıkları 'tarımsal atık' olarak nitelendirilmektedir [3]. Hasat edilmeleri sonrasında ve işlenmeleri sonucu ortaya çıkan veya tarlada bırakılan bu atıklar uygun bir şekilde değerlendirilememektedir [4, 5]. Bu atıkların yakıt amaçlı kullanılmasında yaygınca uygulanan bir yöntem olmakla birlikte, yakma işlemi sonucu küresel ısınmaya sebep olan sera gazları oluşmaktadır. Sadece İspanya'da, tahıl atıklarının yakılması sonucu yılda 11 Tg (1 Tg=10⁹ kg)

karbondioksit, 23 Gg (1 Gg=10⁶ kg) azotlu bileşikler ve 80 Gg partikül maddenin atmosfere yayıldığı bildirilmektedir [3, 6]. Yeryüzünde çeşitliliği ve miktarı açısından önemli bir tarımsal ürün grubunu oluşturan meyve ve sebzelerin hazırlanması, işlenmesi ve tüketimi sonucunda ortaya çıkan derileri, iç yuvaları, çekirdekleri, dal ve yaprakları, posaları, kabukları, pulpları ile aşırı olgun veya ham ve yaralı bereli olanları atık olarak nitelendirilmektedir [7]. Dünya çapında yıllık milyar tonları bulan meyve ve sebze atıkları, ülkemizde yaklaşık 50 milyon ton civarındadır ve çöp olarak atılmaktadır. Atıkların çoğunluğunu patates, şeker pancarı, muz, elma, turunçgiller ve üzüm oluşturmaktadır [1, 8].

Söz konusu atıkların oluşturduğu biyokütle yağ asitleri, vitaminler, diyet lifi, karbohidratlar, aminoasitler gibi oldukça zengin bir besinsel içeriğe sahiptir. Bu içeriğin uygun yöntemlerle başka ürünlere dönüştürülmesi atıkların değerlendirilmesinde önemli bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu atıkların, herhangi bir kimyasal veya enzimatik işleme tabi tutulmaksızın, katı formda biyoteknolojik olarak işlenmesi ile etanol, organik asit, enzim, pigment, aroma gibi çok sayıda yeni ürün elde edilebilmektedir. Bu yöndeki üretime, Amerika Birleşik Devletleri'nin 354 milyar Amerikan doları yatırımı bulunmaktadır. Türkiye'de şeker pancarı melası, ayçiçeği kabuğu, buğday, pirinç yulaf samanı ve meyve kabukları gibi tarımsal-endüstriyel atık potansiyelinin toplamda 54.4 milyon ton olduğu bildirilmiştir. Söz konusu atıkların katı formda işlenerek biyogaz gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüştürülmesi dışında, yeni bir ürün elde etmeye yönelik bir yatırım yapıldığına ilişkin kayda ulaşılamamıştır [1]. Dolayısıyla, ülkemizde bu alanda bilimsel araştırma ve geliştirme çalışmalarına ağırlık verilmeli, fizibilite çalışmaları ile yatırıma yönelik uygulamalar gerçekleştirilmelidir.

PIGMENTLER

Ürünlerin doğal yapısı, işlenmeleri veya katkı maddeleri eklenmesi sonucu sahip olduğu renk, insanların görsel ve kimyasal duyarına hitap eden temel ve önemli bir unsuru oluşturmaktadır. Renk maddeleri (pigmentler), ürünlerin kalitesi ve tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğiyle ilişkilendirilmektedir. Sentetik olarak üretilen pigmentlerin toksik ve kanserojen etkilerinin bulunması, pigmentlerin üretiminde doğal hammadde kaynaklarının ve doğal üretim tekniklerinin önemini ortaya çıkarmakla birlikte, doğal pigmentlerin gıda, eczacılık, kozmetik, tekstil ve matbaacılık olmak üzere geniş bir kullanım alanı yaratmaktadır. Ayrıca, sentetik pigmentlere oranla daha fazla renk tonu ve çeşidi elde edilebilmektedir [9-12].

2000 yılında, Amerika ve Avrupa'nın en büyük ortakları olduğu pigment pazarında yapılan ekonomik araştırmada, toplamda 940 milyon dolar olan hacmin 400'ünün sentetik, 250'sinin doğal pigmentlere ait olduğu bildirilmiştir. 1987'de 35 milyon dolar olan hacmin, % 200 artarak 250 milyon dolara ulaşması, pigment pazarının çoğu sentetik olanlara dayalı olsa da, doğal pigmentlerin küresel gıda boyar maddeleri pazarında göze çarpar şekilde bir ilerleme ve gelişme

gösterdiğini ortaya koymaktadır [1]. Buna ek olarak, son yıllarda yapılan bir çalışmada, Gupta ve ark. (2011) yaklaşık 1.2 milyar dolarlık pigment pazarının % 31'nin (372 milyar dolar) doğal pigmentlerin oluşturduğunu bildirmiştir.

Bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar doğal nitelikli pigmentlerin kaynağını oluşturmaktadır. Bitki ve hayvanlardan ekstraksiyon işlemi ile elde edilen pigmentlerin mevsimsel, coğrafi, çevresel, hastalıklar vb. kontrol edilemeyen koşullara bağlı olması ile düşük ürün ve ekonomik verimlilik göstermesi pigmentlerin üretimini kısıtlamaktadır. Biyo-üretim, mikroorganizmaların kullanılması ile gerçekleştirilmektedir [9, 11, 13]. Bu amaçla, Tablo 1'de görüldüğü üzere *Monascus*, *Blakeslea*, *Mucor*, *Dunaliella*, *Xanthophyllomyces*, *Flavobacterium* cinslerine ait türler başta olmak üzere çok çeşitli maya, küf ve bakteri doğal pigmentlerin

üretiminde kullanılmaktadır [1, 8, 9, 11, 12]. Pigmentlerin mikrobiyolojik olarak üretimi ile karotenoidler, antosiyaninler gibi sağlıklı, güvenilir, tedavi edici ve besleyici özelliklere sahip ürün elde edilmekte, kontrol edilebilir ve öngörülebilir bir üretim modeli sağlanabilmektedir. Söz konusu avantajlar ile bu alana yönelik üreticilerin ilgisi ve bilim dünyasının araştırmaları giderek artmaktadır [1, 9, 11, 14]. Ayrıca, üretimi gerçekleştirilen ve üzerine yatırım yapılan ürünler arasında pigmentlerin oldukça büyük bir ekonomik potansiyele sahip olduğu bildirilmektedir. Biyoüretimi gerçekleştirilen pigmentlerin; ucuz üretim yapılabilmesi, kolay ekstraksiyon sağlanması, yüksek ürün verimliliği elde edilmesi, her türlü hammaddenin kullanılabilmesi ve bol miktarda bulunması, mevsimsel ve/veya çevresel değişikliklerden etkilenmemesi gibi avantajların bulunduğu ifade edilmektedir [11].

Tablo 1. Çeşitli mikroorganizmalar tarafından üretilen pigment renkleri

Bakteriler	Pigment	Mayalar	Pigment
<i>Serratia marcescens</i> , <i>S. rubidaea</i>	Kırmızı	<i>Xanthophyllomyces dendrorhous</i>	Pembe-kırmızı
<i>Corynebacterium insidiosum</i>	Mavi	<i>Saccharomyces neoformans</i>	Siyah
<i>Staphylococcus aureus</i>	Sarı	<i>Rhodotorula</i> spp.	Turuncu-kırmızı
<i>Rugamonas rubra</i>	Kırmızı	<i>Cryptococcus</i> sp.	Kırmızı
<i>Streptovorticillium rubrirericuli</i>	Kırmızı	<i>Yarrowia lipolytica</i>	Kahverengi
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Gri	Küfler	
<i>Pseudomonas</i> sp.	Sarı	<i>Pacilomyces farinosus</i>	Kırmızı
<i>Xanthomonas oryzae</i>	Sarı	<i>Blakeslea trispora</i>	Krem, sarı, turuncu, kırmızı
<i>Alteromonas rubra</i>	Kırmızı	<i>Cordyceps unilateralis</i>	Koyu kırmızı
<i>Janthinobacterium lividum</i>	Mor	<i>Ashbya gossypii</i>	Sarı
<i>Streptomyces echinoruber</i>	Kırmızı	<i>Aspergillus</i> sp.	Turuncu, kırmızı
<i>Streptomyces</i> sp.	Sarı, kırmızı, mavi	<i>Helminthosporium catenarium</i>	Kırmızı
<i>Flavobacterium</i> spp.	Sarı	<i>Monascus purpureus</i>	Sarı, kırmızı, turuncu
<i>Achromobacter</i>	Krem	<i>Penicillium oxalicum</i>	Kırmızı
<i>Bacillus</i> sp.	Kahverengi	<i>Penicillium cyclopium</i>	Turuncu
<i>Brevibacterium</i> sp.	Turuncu, sarı	<i>Penicillium nalgeovensis</i>	Sarı
<i>Bradyrhizobium</i> sp.	Turuncu-koyu kırmızı	<i>Mucor circinelloides</i>	Sarı, turuncu
<i>Rhodococcus maris</i>	Mavimsi kırmızı	<i>Neurospora crassa</i>	Sarı, turuncu

Doğal pigmentlerin gıda ve içecek ürünlerinde, geniş bir renk aralığı sağlayarak tüm işlemlere uygun olması, kimyasal ve fiziksel koşullara dirençlilik göstermesi, yeni işlem yöntemlerine uyumlu olması anlamında önemli avantajları bulunmaktadır. Doğal pigmentler Doğu Asya gıdaları, kahvaltılık gevrekler, çeşitli balık ve makarnalar, soslar, konserve ürünler, şekerlemeler, bebek gıdaları, işlenmiş peynirler, fırıncılık ürünleri, meyve suları, margarinler, süt ürünleri gibi farklı gıda ürünlerinin üretiminde yer almaktadır [1, 10, 11].

Üretim Teknikleri

Yüzey Kültür Tekniği veya Katı Hal Fermantasyonu ve Batık Fermantasyon veya Derin Kültür Tekniği olmak üzere iki farklı biyoteknolojik yöntem ile pigmentlerin üretimi söz konusudur. Derin kültür tekniği sıvı karakterli sentetik besiyerleri veya atık materyaller ile yapılmaktadır. Düşük ürün verimliliği, yüksek işletme maliyeti ve ayırma/saflaştırma işleminin yüksek maliyeti

nedeniyle derin kültür tekniğinin endüstriyel uygulamalarda uygun olmadığı belirtilmektedir [13, 16]. Katı hal fermantasyon teknolojisi ile pigmentlerin üretimi, Dünya literatüründe geniş bir araştırma alanı bulmuş ve endüstriyel boyutta üretimine gerçekleştirilmeye başlanmıştır [12, 17]. Yüzey kültür tekniği, serbest suyun çok az bulunduğu veya bulunmadığı katı materyal üzerinde mikroorganizmaların gelişmesiyle gerçekleşen bir fermantasyon tekniğidir. Her türlü mikroorganizma kültürü ile yüzey kültür tekniği gerçekleştirilebilmektedir. Düşük su içeriği, yüksek etkileşim alanı ve mikroorganizmalar için doğal bir ortam sağlaması, fazla işçilik ile modern araç ve gereçlere ihtiyaç duymaması sonucu yatırım maliyetlerini düşürmesi katı hal fermantasyon işleminin önemli avantajlarını oluşturmaktadır [1, 16, 18]. Derin kültür tekniğinin dezavantajlarından dolayı son yıllarda yüzey kültür tekniğine yönelik çalışmaların arttığı görülmektedir. Joshi ve arkadaşları (2003), yüzey kültür tekniğinin uygulandığı atık fermantasyon çalışmalarında pigment

üretimini, derin kültür tekniğine oranla üç kat fazla olduğunu belirtmişlerdir. Yüzey ve derin kültür tekniklerinin uygulamalarında (Tablo 2) peynir altı suyu, darı, tropik meyve atıkları, pirinç ve buğday kepekleri, endüstriyel yağ kekleri, şeker melası ve şilempesi, elma posası, mısır maserasyon sıvısı gibi atıkların kullanılmasıyla pigment bileşiklerinin üretimi gerçekleştirilmiştir [19-23]. Monaskus pigmentinin çok çeşitli atıklardan üretilebildiği görülebilmektedir. Üretimde kullanılan küf türü ile gerçekleştirilen katı atık fermantasyon ortamlarında, tropik meyve çekirdeklerinden en fazla verimlilik (12.113 OD

Units/gds) sağlanmıştır. Çin'de geleneksel olarak pirinç üzerinde geliştirilen *Monascus purpureus* ile elde edilen monaskus pigmenti, Kaur ve arkadaşlarının [22] çalışmasında tropik meyve atıklarına oranla üç kat daha az miktarda üretilmiştir. Karoten grubu pigmentlerin sıvı ve katı atık olmak üzere çeşitli atık gruplarından farklı miktar ve konsantrasyonlarda üretildiği yine Tablo 2'de yer almaktadır. β -karoten üzerinde en çok çalışılan pigmentlerden biri olup, Kahyaoğlu ve Kıvanç [19] derin kültür çalışmalarında maksimum miktarı (43.3 mg/L) şeker melasından elde etmişlerdir.

Tablo 2. Derin ve yüzey kültür teknikleri ile üretilen pigmentler

Atık materyal	Mikroorganizma	Pigment	Miktar	Referans
Tropik meyve çekirdekleri	<i>Monascus purpureus</i>	Monaskus	12.113 OD Units/gds ^a	20
Buğday kepeği	<i>Monascus purpureus</i>	Monaskus	3.525 OD Units/gds	20
Manyok unu	<i>Monascus purpureus</i>	Monaskus	1.458 OD Units/gds	20
Pirinç	<i>Monascus purpureus</i>	Monaskus	4.4 OD Units/gds	24
Üzüm atığı	<i>Monascus purpureus</i>	Monaskus	5.0 UA ₅₀₀ ^b	25
Darı	Doğal ortam florası	β -karoten	10.49 μ g/g ^c	22
Darı	Doğal ortam florası	Lutein	11.71 μ g/g	22
Darı	Doğal ortam florası	Zeaksantin	9.20 μ g/g	22
Şeker melası	<i>Blakesleea trispora</i>	β -karoten	43.3 mg/L ^d	21
Şeker şilempesi	<i>Blakesleea trispora</i>	β -karoten	11.2 mg/L	21
Peynir altı suyu	<i>Blakesleea trispora</i>	β -karoten	12.5 mg/L	21
Malta eriği çekirdek içi	<i>Rhodotorula glutinis</i>	Toplam karotenoid	72.36 mg/L	26
Mısır maserasyon sıvısı + Şeker kamışı melası	<i>Sporidiobolus salmonicolor</i>	Toplam Karotenoid	24.8 μ g/L ^e	23
Buğday kepeği	<i>Xanthophyllomyces dendrorhous</i>	Astaksantin	109.23 μ g/g	27
Zeytin küspesi	<i>Xanthophyllomyces dendrorhous</i>	Astaksantin	220.24 μ g/g	28

^a: Optik yoğunluk/g kuru substrat, ^b: 500 nm'deki absorpsiyon, ^c: μ g ürün/g kuru substrat, ^d: mg ürün/L substrat, ^e: μ g ürün/L substrat

SONUÇ

Fermantasyon teknolojisi ile mikroorganizmalar tarafından üretilen herhangi bir pigmentin başarısı, piyasadaki kabul edilebilirliğine, yasal mevzuat çerçevesinde onayına ve sermaye yatırımının büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir [14]. Bununla birlikte, herhangi bir boyar maddenin insanlar tarafından tüketilebilmesi, onun tüm farmakolojik testlerinin yapılmış ve kullanım için uygun dozunun belirlenmiş olmasına bağlıdır. Ayrıca, insanlar üzerinde de metabolik çalışmalar yapılmalıdır. FAO, WHO, Codex, Türk Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği gibi kuruluş ve mevzuatların onayını almış pigmentler gıda ürünlerinde kullanılabilirler [12]. Monaskus pigmentleri, Arpink kırmızısı, β -karoten, astaksantin, likopen ve lutein pigmentleri fermantatif gıda pigmentleri olarak bilinmektedir ve gıda sektöründe kullanılmaktadır. Monaskus pigmentleri Çin ve Japonya gibi Asya ülkelerinde özellikle et ve balık ürünleri ile ketçap gibi kırmızı renkli gıda ürünlerinde gıda işleminin bir parçası olarak kullanılmaktadır. Ancak, Avrupa ve Amerika ülkelerinde gıda ürünlerinde kullanımına izin verilmektedir. *Flavobacterium* alttürleri tarafından üretilen zeaksantin ve *Xanthophyllomyces dendrorhous* ile üretilen astaksantin gıda ürünlerinde kullanım izni olan mikrobiyal kaynaklı pigmentlerdir [14]. *Dunaliella salina* ve *Chlorella* sp. aglomerinden elde edilen β -karoten ve lutein karotenleri gıdalarda boyar madde (tavuk derisi rengi), A vitamini öncüsü, antioksidan; destek materyali (evcil hayvan besinleri, hayvan ve balık yemleri);

kozmetik ürünlerinde ve farmasötik amaçlar için kullanılmaktadır [13].




Mikrobiyal pigmentlerin doğal niteliği, tüketiciler tarafından talep gören ve endüstriyel anlamda büyük ekonomik potansiyel oluşturan bir özellik olarak değerlendirilmektedir. Tahıl-baklagil ile meyve-sebze atıklarının biyokütlesi, biyoteknolojik yöntemlerle doğal pigmentlere dönüştürülerek çevresel kirliliği azaltma, katma değer sağlama, yeni ürün elde etme, yeni teknolojileri kullanma ve geliştirme yönünde önem teşkil etmektedir. Yüzey kültür tekniğinin pigment üretiminde kullanılması ile bahsedilen olanakların sağlanabilmesiyle birlikte, ürün verimliliğine yönelik önemli avantajlar elde edilebilmektedir. Ancak, çalışmaların çoğu laboratuvar boyutunda olduğundan fabrikasyon ölçeğine çıkarılabilmesi için çevre dostu biyoteknolojik çalışmaların artırılması ve geliştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Nigam, P.S., Pandey, A. (2009). Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilization. Springer Science+Business Media B.V. ISBN 978-1-4020-9941-0.
- [2] Tavman, Ş., Kumcuoğlu, S., Akkaya, Z. (2009). Bitkisel ürünlerin atıklarından antioksidan maddelerin ultrason destekli ekstraksiyonu. *Gıda*, 34(3), 175-182.
- [3] López, S., Davies, D.R., Giráldez, F.J., Dhanoa, M.S., Dijkstra, J., France, J. (2005). Assessment of

- nutritive value of cereal and legume straws based on chemical composition and in vitro digestibility. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1550-1557.
- [4] Wang, M., Hettiarachchy, N.S., Qi, M., Burks, W., Siebenmorgen, T. (1999). Preparation and functional properties of rice bran protein isolate. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 47, 411-416.
- [5] Wang, J., Suna, B., Cao, Y., Wang, C. (2010). In vitro fermentation of xylooligosaccharides from wheat bran insoluble dietary fiber by *Bifidobacteria*. *Carbohydrate Polymers*, 82, 419-423.
- [6] Zárata, I.O., Ezcurra, A., Lacauxb, J.P., Dinhb, P.V., Argandoña, J.D. (2005). Pollution by cereal waste burning in Spain. *Atmospheric Research*, 73, 161-170.
- [7] Meyve ve Sebze Sanayi. (2012). <http://eng.ege.edu.tr/~otles/foodwaste-fruit.tripod.com/id7.html>. Erişim Tarihi: 15.02.2012.
- [8] Laufenberg, G., Kunz, B., Nystroem, M. (2003). Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. *Bioresource Technology*, 87, 167-198.
- [9] Joshi, V.K., Attri, D., Bala, A., Bhushan, S. (2003). Microbial pigments. *Indian Journal of Biotechnology*, 2, 362-369.
- [10] Dufossé, L., Galaup, P., Yaron, A., Arad, S.M., Blanc, P., Murthy, K.N.C., Ravishankar, G.A. (2005). Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: a scientific oddity or an industrial reality? *Trends in Food Science and Technology*, 16, 389-406.
- [11] Gupta, C., Garg, A.P., Prakash, D., Goyal, S., Gupta, S. (2011). Microbes as potential source of biocolours. *Pharmacology*, 2, 1309-1318.
- [12] Karaali, A., Özçelik, B. (1993). Gıda katkıları olarak doğal ve sentetik boyalar. *Gıda*, 18(6), 389-396.
- [13] Akyıl, S., İlter, I., Koç, M., Kaymak-Ertekin, F. (2016). Alglerden elde edilen yüksek değerlikli bileşiklerin biyoaktif/biyolojik uygulama alanları. *Akademik Gıda*, 14(4), 418-423.
- [14] Dufossé, L. (2006). Microbial production of food grade pigments. *Food Technology and Biotechnology*, 44(3), 313-321.
- [15] Uyar, F., Baysal, Z. (2004). Production and optimization of process parameters for alkaline protease production by a newly isolated *Bacillus* sp. under solid state fermentation. *Process Biochemistry*, 39, 1893-1898.
- [16] Sanromán, M.A., Couto, S.R. (2006). Application of solid state fermentation to food industry-A review. *Journal of Food Engineering*, 76, 291-302.
- [17] Bailey, R., Madden, K.T., Trueheart, J. (2010). Production of carotenoids in oleaginous yeast and fungi. US Patent No. US 7,851,199 B2. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [18] Yang, S.T. (2007). Bioprocessing for Value-added Products from Renewable Resources: New Technologies and Applications. Elsevier B.V. ISBN: 9780444521149.
- [19] Joshi, V.K., Attri, D. (2006). Solid state fermentation of apple pomace for the production of value added products. *Natural Product Radiance*, 5(4), 289-296.
- [20] Babitha, S., Soccol, C.R., Pandey, A. (2007). Solid-state fermentation for the production of *Monascus* pigments from jackfruit seed. *Bioresource Technology*, 98, 1554-1560.
- [21] Kahyaoğlu, M., Kıvanç, M. (2007). Endüstriyel atık maddelerden mikrobiyal yolla beta karoten üretimi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17(2), 61-66.
- [22] White, W.S., Tayie, F.A.K., Young, M.F., Rocheford, T., Li, S. (2007). Retention of provitamin a carotenoids in high β -carotene maize (zea mays) during traditional African household processing. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 55, 10744-10750.
- [23] Valduga, E., Valério, A., Treichel, H., Furigo Júnior, A., Luccio, M. (2009). Kinetic and stoichiometric parameters in the production of carotenoids by *Sporidiobolus salmonicolor* (CBS 2636) in synthetic and agroindustrial media. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 157, 61-69.
- [24] Kaur, H., Chakraborty, D., Kaur, B. (2008). Production and evaluation of physicochemical properties of red pigment from *Monascus purpureus* MTCC 410. *The Internet Journal Microbiology*, 7(1), 1-6
- [25] Brandelli, A., Daroit, D.J., Silveira, S.T. (2008). Pigment production by *Monascus purpureus* in grape waste using factorial design. *LWT- Food Science and Technology*, 41, 170-174.
- [26] Taskin, M., Erdal, S. (2011). Production of carotenoids by *Rhodotorula glutinis* MT-5 in submerged fermentation using the extract from waste loquat kernels as substrate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 1440-1445.
- [27] Dursun, D., Dalgıç, A.C. (2016). Optimization of astaxanthin pigment bioprocessing by four different yeast species using wheat wastes. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 7, 1-6.
- [28] Eryılmaz, E.B., Dursun, D., Dalgıç, A.C. (2016). Multiple optimization and statistical evaluation of astaxanthin production utilizing olive pomace. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 7, 224-227.

Gıdalarda Monokloropropandiol Esterlerinin Oluşumu ve Belirlenmesi

Semra Turan¹ , Rukiye Solak , Şule Keskin² 

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gölköy Kampüsü, Bolu

Geliş Tarihi (Received): 13.10.2017, Kabul Tarihi (Accepted): 22.03.2018

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): turan_s@ibu.edu.tr (S. Turan)

☎ 0 374 254 10 00 📠 0 374 253 45 58

ÖZ

MCPD (monokloropropandiol) esterleri rafine yağlarda ve yağlı gıdalarda varlığı saptanan ısıl işlem kontaminantlarından biridir. Özellikle yağ ve tuz içeren ürünlerin yüksek sıcaklıklarda işlem görmesi sonucu oluşmaktadır. Diyetle alınan MCPD esterleri gastrointestinal sistemde trigliseritler gibi hidrolize uğrayarak serbest MCPD açığa çıkmaktadır. Serbest MCPD'nin kanserojen olduğu bilindiğinden ısıl işlem görmüş gıdalarda MCPD esterlerinin miktarlarının belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu derlemede 3-MCPD esterleri ve benzer bileşiklerin oluşumu, toksisitesi, belirlenmesi ve miktarının azaltılmasına yönelik bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: 3-MCPD, 2-MCPD, Glisidol, Deodorizasyon, Isıl işlem

Formation and Determination of Monochloropropanediol Esters in Foods

ABSTRACT

MCPD (monochloropropanediol) esters are some of the heat treatment contaminants found in refined oils and oily foods. In particular, they occur due to the processing of products containing oil and salt at high temperatures. Dietary MCPD esters are hydrolyzed as triglycerides in gastrointestinal tract, and free MCPD is released. Since free MCPD is carcinogenic, it is important to determine the amounts of MCPD esters in heat-treated foods. In this review, information on the formation, toxicity, identification and reduction of 3-MCPD esters and similar compounds are provided.

Keywords: 3-MCPD, 2-MCPD, Glycidol, Deodorisation, Heat treatment

GİRİŞ

Gıda ürünlerinde raf ömrü veya depolama süresince mikrobiyal bozulmaları sınırlamak için uygulanan koruma yöntemlerinin başında ısıl işlemler gelmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar gıdaların ısıtılması sırasında akrilamid, furan ve kloropropanol türevleri gibi kansere neden olan bileşiklerin ortaya çıktığını göstermiştir. Bu maddeler, oluşumlarına yol açan temel etkenin ısı olması nedeniyle "ısıl işlem bulaşanları" olarak adlandırılmaktadırlar [1].

3-monokloro-1,2-propandiol (MCPD) esterleri veya klorlu propanoller ilk olarak Velisek ve ark. [2] ile

Davidek ve ark. [3] tarafından lezzet artırıcı olarak kullanılan bitkisel proteinlerde tespit edilmiştir. Bağlı ve serbest MCPD, asit hidrolizine uğratılmış protein hidrolizatlarının üretimi sırasında ortamda bulunan trigliseritlerin hidroklorik asit ile reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Daha sonra Zelinkova ve ark. [4] ise 3-MCPD esterlerinin özellikle rafine bitkisel yağlarda bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu bileşiklerin oluşumunda en önemli öncül maddenin klor iyonları olduğu belirtilmiştir. Rafinasyonun deodorizasyon aşamasında polar klorlu bileşiklerin klor kaynağı olduğu bulunmuştur. Diğer taraftan yağda çözünür formda olan organoklorlu bileşiklerin diğer öncül maddelerle birleşerek bu oluşumda etkili olduğu saptanmıştır [5, 6].

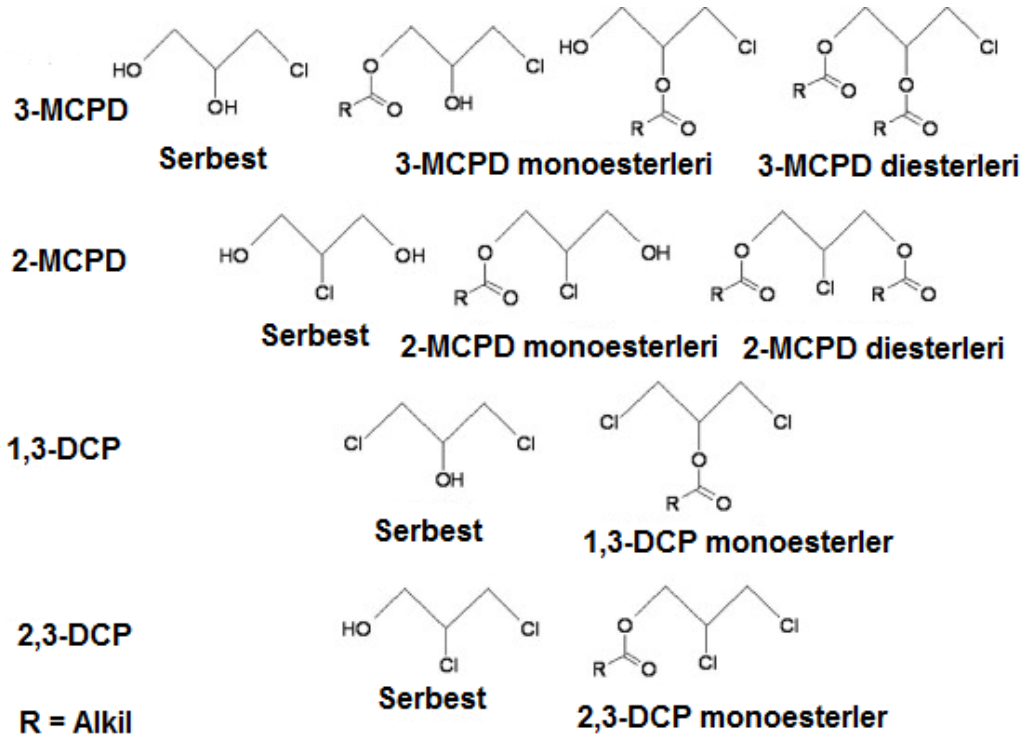
3-MCPD ve glisidil esterleri özellikle yağ içeren gıdalarda önemli bir proses kontaminanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Son yıllarda 3-MCPD esterleri ile MCPD'den halojenin (HCl şeklinde) ayrılması ile oluşan glisidolün rafine sıvı ve katı yağlarda, yağ içeren gıdalarda, ısıl işleme maruz kalmış gıdalarda, hatta bebek mamalarında bulunduğu saptanmıştır [5, 7, 8].

3-MCPD'nin kanserojen olduğunun bilinmesi nedeniyle tespitine yönelik metotlar geliştirilmiş, gıda araştırmaları ve toksikolojik testler yapılmıştır. Gıda ürünlerindeki 3-MCPD miktarları belirlenerek azaltılmasına yönelik bazı yasal düzenlemeler yapılmıştır. 3-MCPD birçok gıda maddesinde olduğundan İngiltere Gıda Danışma Komitesi, endüstrinin gıdalarda ve gıda bileşenlerinde 3-MCPD miktarını mümkün olduğunca azaltmaya çalışması gerektiğini belirtmiştir. Yağlarda ve yağlı gıdalarda MCPD analizleri, transesterifikasyon ile serbest MCPD'nin oluşturulması ve gaz-sıvı kromatografisi ile analizine dayanmaktadır. Esterlerin doğrudan veya dolaylı yoldan analizine ilişkin çeşitli

metotlar geliştirilmiştir. Biyolojik sistemlerde MCPD esterleri ve glisidol esterlerinin metabolize edilmesi ve vücut dokularındaki tespiti ile ilgili de araştırmalar yapılmıştır [5, 9].

MCPD ESTERLERİNİN OLUŞUM MEKANİZMASI

Kloropropanol esterleri, kloropropanol iskeleti üzerinde yağ asitleri ile esterleşmiş hidroksil gruplarından oluşmaktadır (Şekil 1). Kloropropanoller yapıya bağlı olan klor atomu sayısına bağlı olarak mono- veya dikloropropanoller (DCP) şeklinde adlandırılmaktadır. Dikloropropanoller monoester formunda bulunurken, monokloropropanoller monoesterler ve diesterler halinde bulunmaktadır. Klorun bağlı olduğu propanol molekülündeki konumuna bağlı olarak da 2-MCPD veya 3-MCPD olarak adlandırılmaktadır. 3-MCPD'nin hidroksil gruplarının yağ asitleriyle kısmi veya tam esterleşmesine bağlı olarak 3-MCPD-monoesterleri veya 3-MCPD-diesterleri oluşmaktadır [7, 8].



Şekil 1. Kloropropanol esterlerinin kimyasal yapısı [8]

3-MCPD esterlerinin önerilen oluşum mekanizmasından biri, triaçilgliserolden klorür iyonlarının varlığında siklik açiloksonyum iyonunun oluşumu ve sonrasında halka yapının açılarak klor iyonları ile reaksiyona girmesi sonucu oluşması şeklindedir. 3-MCPD esterlerinin oluşumuna neden olan öncül maddelerin, klorür iyonları, gliserol, mono- ve diğliseritler olduğu, sıcaklık ve sürenin de etkin olduğu bildirilmektedir [10].

MCPD ESTERLERİNİN TOKSİSİTESİ

3-MCPD esterlerinin toksikolojik olarak önemi ve diyetle alım düzeyleri tam olarak bilinmemektedir. Ancak diyetle

alınan MCPD esterlerinin lipaz enzimi ile gastrointestinal sistemde hidrolizi sonucu açığa çıkabilecek olası serbest 3-MCPD'nin vücuda alınması bu bileşiğin kanserojen olması nedeniyle önem taşımaktadır [5, 11]. EFSA tarafından 2009-2011 yılları arasında 45 gıda grubunu kapsayan rapora göre gıdaların büyük bir kısmı belirlenebilir limitlerden 50 µg/kg'a kadar değişen oranlarda 3-MCPD içermektedir. Bitkisel ve hayvansal katı ve sıvı yağlarda ise 960-1090 µg/kg aralığında sonuçlar bildirilmiştir. Gıdalarla 3-MCPD'nin alım düzeyleri ise popülasyonlara göre değişmekle birlikte günlük <1-3 µg/kg vücut ağırlığı olarak rapor edilmiştir. Raporda 3-MCPD'nin vücuda alımında en fazla katkıyı

margarin ve benzer ürünlerin yaptığı, bu ürünleri de bitkisel katı ve sıvı yağlar, fırın ürünleri ve tütsülenmiş etin takip ettiğini bildirilmiştir [12].

3-MCPD için tolere edilebilir günlük alım miktarı 2 µg/kg vücut ağırlığı olarak belirlenmiş olup, daha fazlasının özellikle böbrekler üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu bildirilmiştir [13]. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesinin ise günlük alım miktarını daha tedbirli olarak 0.8 µg/kg vücut ağırlığı düzeyinde belirttiği ifade edilmektedir [11].

2000 yılında İngiltere’de yapılan çalışmalara göre 3-MCPD’nin kanserojen ve muhtemel genotoksik etkisi olduğu ifade edilmiştir. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda; tümörlerde artışa, uzun vadede kansere ve aynı zamanda memelilerde kronik hormonal düzensizliklere, meme bezi fibromalarına, kronik böbrek tümörlerine yol açtığı rapor edilmiştir [14]. 3-MCPD’nin böbrek tümörlerine neden olduğu, glisidolün de sıçanların çeşitli organlarında tümör oluşumunu teşvik ettiği belirlenmiştir [8]. Ayrıca 2-MCPD’nin bakteriler üzerinde mutajenik etkileri olduğu saptanmıştır [15].

3-MCPD asitle hidrolize edilmiş bitkisel proteinlerin iyi bilinen bir bulaşanıdır. Bu nedenle soya soslarının üretiminde kullanıldığında bu ürünlere de 3-MCPD

geçişine neden olmaktadır. Wong ve ark [16] tarafından soya ve ıstiridye soslarında yapılan bir çalışmada sosların büyük bir kısmının (%89.3) 0.02mg/kg ya da altında 3-MCPD içerdiği belirlenmiş bu nedenle bu ürünlerin sağlık açısından bir risk teşkil etmediği bildirilmiştir. Ancak diyetdeki tüm gıda kaynaklarından alınan toplam 3-MCPD miktarlarının da dikkate alınması gerektiği ifade edilmiştir. Çin’de yapılan bir çalışmada da geleneksel olarak üretilen soya soslarında 3-MCPD düzeylerinin 0.02mg/kg’ın altında olduğu belirtilmiştir [17].

MCPD ESTERLERİNİN GIDALARDA TESPİTİNE YÖNELİK ÇALIŞMALAR

Kloropropanoller ve onların yağ asidi esterleri çeşitli gıdaların ve bileşenlerinin üretimi ve işlenmesi sırasında oluşan proses kontaminantlarıdır. 3-MCPD, 1,3-dikloro-2-propanol (1,3- DCP), 2-MCPD ve 2,3-DCP bilinen en önemli kloropropanol türevleridir [5, 18]. Gıdalarda 3-MCPD diesterlerinin, 3-MCPD monoesterlerine kıyasla daha fazla miktarda bulunduğu bildirilmiştir [7].

Tablo 1’de çeşitli gıdalarda 3-MCPD miktarlarının belirlenmesine yönelik yapılan bazı çalışmaların sonuçları verilmiştir.

Tablo 1. Çeşitli gıdalarda belirlenen 3-MCPD konsantrasyonları

Gıda maddesi	3-MCPD konsantrasyonu	Kaynak
Tahıl ve ürünleri	4-23 µg/kg	[19]
Sebzeler ve sebze ürünleri	-	[19]
Meyveler	-	[19]
Balık ve kabuklu deniz ürünleri	3-33 µg/kg	[19]
Et ve ürünleri	4-32 µg/kg	[19]
Patates cipsi	6-11 µg/kg	[19]
Yumurta ve ürünleri	-	[19]
Patates kızartması	0.13 mg/kg	[11]
Soğan kızartması	0.23 mg/kg	[11]
Palm yağı	<0.25-5.8 mg/kg	[20]
Palm yağı	4-5 ppm	[21]
Kolza yağı	1 ppm	[21]
Kızarmış muz	-	[22]
Soğan halkası	0.14 mg/kg	[22]
Ayçiçek yağı	0.1-2.1 mg/kg	[23]
Soya fasulyesi yağı	<0.1-0.5 mg/ kg	[23]
Bebek maması	0.13-4.80 mg /kg yağ	[24]
Soya sosu	<0.01-3 mg/kg	[16]
İstiridye sosu	<0.01-3 mg/kg	[16]

Gıdalardaki MCPD’nin büyük bir kısmının yağ asitleriyle esterleşmiş olduğu, çok az bir kısmının ise serbest halde olduğu bildirilmektedir. Asit hidrolize bitkisel protein, soya sosları, krakerler, ekmek, tost ve diğer fırıncılık ürünleri ile et ürünlerinde düşük düzeylerde de olsa serbest MCPD’nin bulunduğu belirlenmiştir. Kullanıma hazır bebek mamalarında da bu esterlere rastlanmıştır. Anne sütünde dahi tespit edilmesinin annenin diyetinden kaynaklandığı ifade edilmektedir [25, 26]. Yapılan çalışmalarda anne sütü ve bebek mamalarında yüksek miktarda serbest 3-MCPD’ye rastlanmazken, önemli miktarda bağlı MCPD tespit edilmiştir [9].

Doğal yağlar ve ham yağlar 3-MCPD esterlerini içermezken, tüm rafine yağlarda 3-MCPD miktarının 0.2-20 mg/kg arasında değiştiği ifade edilmektedir. Rafine yağlarda 3-MCPD ester içeriği kolza, soya, ayçiçek, aspir, ceviz ve palm yağına doğru gidildikçe artış göstermektedir. Bu bileşiklerin oluşumunda rafinasyondaki en önemli aşamanın deodorizasyon aşaması olduğu belirtilmiştir [11, 25, 27]. Jędrkiewicz ve ark. [28] yaptıkları çalışmada soğuk pres yağlarında bağlı 3-MCPD ve 2-MCPD tespit edememişlerdir. Ancak bu bileşikler rafine edilmiş kolza, ayçiçek ve zeytin yağında 0.18-0.30 mg/kg, şortening ve kızartma yağı karışımlarında 0.63-1.3 mg/kg düzeyinde saptamışlardır. Rafinasyonun deodorizasyon aşamasında uygulanan

yüksek sıcaklığın kloropropanol oluşumuna neden olduğu bildirilmektedir. Palm yağının 250°C'de 1 saatten fazla tutulmasının 2.5 mg/kg düzeyinde 2-MCPD oluşumuna yol açtığı belirlenmiştir. Palm yağında bulunabilecek organoklor bileşikleri yüksek sıcaklığın etkisi ile parçalanmakta, hidroklorik asit serbest kalmaktadır. Organoklor bileşikleri yanında yağda bulunabilecek inorganik klorür de MCPD diesterlerin oluşumunda etkili olmaktadır [8].

Ayçiçek yağı, hindistancevizi yağı ve kolza yağı gibi yağlarda <0.3 mg/kg düzeyinde ester formunda 3-MCPD ve <0.15 mg/kg düzeyinde ise 2-MCPD esterleri saptanmıştır. Palm yağında bu değerler 3-MCPD için 1.5-5 mg/kg ve 2-MCPD esterleri için 0.7-3 mg/kg şeklinde bulunmuştur. 1,3-DCP ise analiz edilen 50 rafine yağın sadece birinde belirlenmiştir. 3-MCPD diesterleri işlem görmemiş anne sütlerinde ve keçi sütünde de saptanmıştır [7].

Yağlı meyve ve tohumlarda lipaz enzimi aktivitesi ile trigliseritler serbest yağ asidi ve digliseritlere parçalanır. Ham yağdaki digliserit ve monogliserit miktarları yağın cinsine ve taşıma, depolama, işleme koşulları ile enzim aktivitesi gibi etkenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Özellikle meyve pulpundan elde edilen yağlarda digliserit miktarı tohum yağlarına göre daha yüksektir. Rafine palm yağı ve rafine zeytinyağı gibi meyve yağlarında 3-MCPD miktarının tohum yağlarına göre daha yüksek bulunması, yüksek su aktivitesine sahip meyve pulpundan elde edilmelerinden, klor iyonları içeren bir ortam olmasından ve lipaz aktivitesinden kaynaklanmaktadır [14, 21].

Kolza yağı, ayçiçek yağı, zeytin ve soya yağlarında %1-3 oranlarında, palm yağında, lipaz aktivitesi nedeniyle olgunlaşma sırasında %6-10 oranlarında digliserit bulunmaktadır. Hindistan cevizi yağı, palm ve palm çekirdek yağları %7'lere varan oranlarda diğer yağlar ise %1-2 oranlarında serbest yağ asitlerine sahiptir. 3-MCPD esterlerinin oluşmasında gliserol, monogliserit, digliserit ve fosfolipidlerin öncül maddeler olduğu sıcaklık, lipit içeriği, tuz ve suyun bileşiminin de etkili olduğu bildirilmiştir [29].

Franke ve ark. [21] palm yağı ve kolza yağının kimyasal rafinasyonu sırasında oluşan 3-MCPD esterlerini araştırmışlardır. 200°C'nin üzerindeki deodorizasyon sıcaklığı 3-MCPD esterlerinin oluşumuna neden olmuştur. Bu esterlerin kolza yağında daha düşük oranlarda olduğu saptanmıştır. Bu durumun kolza yağının palm yağına kıyasla daha düşük oranda klor ve digliserit içermesinden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Chung ve ark. [19] Hong Kong'da satışa sunulan 318 farklı gıdadaki kloropropanollerin miktarlarını belirlemişlerdir. Çalışmada MCPD esterleri sık tüketilen birçok gıdada bulunmaz iken, 101 örnekte 3-66 µg/kg düzeyinde belirlenmiştir. Çerez gıdalarda diğer gıdalara kıyasla daha yüksek oranda MCPD esterleri bulunmuştur. 15 gıda örneğinde ise 1.0-9.5 µg/kg düzeylerinde 1,3-DCP esterleri saptanmıştır. Başka bir çalışmada, Razak ve ark. [20] Malezya'daki çeşitli rafinerilerden alınan palm yağlarının 3-MCPD

esterlerinin miktarını 0.25-5.77 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Ermacora ve Hrciric [6] rafinasyon sırasında 2-MCPD ve 3-MCPD esterlerinin oluşumu üzerine yağın tipinin, kaynağının ve bileşiminin etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada deodorizasyon öncesi uygulanan işlemlerin de etkili olduğu belirtilmiştir. Trigliseritler, kısmi gliseritler ve klorlu bileşiklerin MCPD oluşumunda öncül maddeler olduğu bildirilmiştir. Kısmi gliserit miktarındaki artış ile MCPD esterlerinin miktarları arasında doğrusal bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Klor içeren bileşikler yağlı hammaddede, örneğin palm meyvesinde bulunmakta ve yağ eldesi sonrası yağa geçmektedir. Palm yağı hem organik hem de inorganik klorlu bileşiklere sahiptir. Proses sırasında polar karakterdeki inorganik klorun lipofilik yapıdaki forma dönüşmüş olabileceği düşünülmektedir. İnorganik klor bitkinin gelişimini desteklemek için kullanılan gübrelerden gelmektedir. Organoklorlu bileşiklerin palm meyvesinde yağ üretimi sırasında oluştuğu düşünülmektedir. Bu organoklorlu bileşiklerin 120°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda parçalandığı ve 150°C'nin üzerinde de 3-MCPD esterlerinin oluştuğu saptanmıştır. Ayrıca deodorizasyon sırasında organoklorlu bileşikler parçalanarak hidroklorik asit gibi reaktif forma dönüşmektedir. Bu bileşikler kısmi gliseritler ile birleştiğinde MCPD diesterleri ve serbest yağ asitleri açığa çıkmaktadır [30].

Mogol ve ark. [18] farklı sıcaklıklarda ve sürelerde pişirilen bisküvilerdeki serbest ve ester formundaki 3-MCPD ve 2-MCPD oluşumunu araştırmışlardır. Ayrıca klor kaynağı olan tuzun bu proses kontaminantının oluşumu üzerine etkisini incelemişlerdir. Kinetik hesaplamalar pişirme sıcaklığının artışının bu bileşiklerin oluşum hızlarını yükselttiğini göstermiştir. Tuzun reçeteden çıkarılmasının MCPD oluşumunu önlediği saptanmıştır. Bu nedenle termal yükün ve tuz miktarının azaltılmasının bu kontaminantların oluşumunu önemli ölçüde engelleyeceği bildirilmiştir. Ayrıca farklı rafine yağların kullanılmasının da MCPD miktarlarını etkilediği saptanmıştır.

Pişirme işleminin ekmek ve peynirlerde 3-MCPD miktarını artırdığı belirtilmiştir. Ekmekte kızartma işleminin 3-MCPD oluşturabileceği ve miktarının pişirme süresiyle ilgili olduğu belirtilmiştir. Hamurda 3-MCPD bulunamazken, ekmekte 0.01 mg/kg, kızarmış ekmeklerde ise 0.3 mg/kg düzeyinde saptanmıştır. En yüksek değerler, buğdayın diğer kısımlarına göre daha yüksek oranda gliseride sahip kepek ve ruşeym içeren tam buğday ekmeğinde bulunmuştur [31]. Ekmek yapımında kullanılan bileşenlerin de 3-MCPD oluşumunu etkilediği, emülgatör ve şekerin ise en güçlü etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir [9].

Wong ve ark. [32] kızartma işleminde sıcaklık, süre ve tuz konsantrasyonunun 3-MCPD esterlerinin oluşumunu önemli düzeyde etkilediğini ifade etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada kızartma sırasında oluşan 3-MCPD esterlerinin tolere edilebilir düzeyin üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada da kızarmış

ürünlerde bu bileşiklerin önemli miktarda bulunduğu belirtilmiş olup, kızarmış patatesten 0.10-0.26 mg/kg, patates cipslerinde 0.10-2.20 mg/kg düzeyinde, kızarmış balık ürünlerinde ise 0.60 mg/kg'ın altında tespit edildikleri bildirilmiştir. Brezilya'da toplanan 85 ticari kızarmış gıdada da konsantrasyonları 0.99 mg/kg'a kadar olan düzeyde çok sayıda gıdaya rastlandığı belirtilmiştir [11].

Isıl işlem uygulanan bir gıda grubu olan malt ürünlerinden, koyu kavrulmuş malta 3-MCPD miktarının 0.247 mg/kg olduğu ifade edilmiştir. Tütsülenmiş gıdaların da önemli miktarda 3-MCPD içerdiği ve oluşumunda, kullanılan odun ve işlem süresi ile tuz miktarının önemli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca kavrulmuş kahvede, eritilmiş ya da kızartılmış peynirlerde, bazı et ürünlerinde 3-MCPD bulunduğu rapor edilmiştir [9, 31].

Önal ve ark. [33] patates cipslerinde yaptıkları çalışmada hem öncü bileşenlerin (monogliserit, digliserit ve trigliserit) hem de klor iyonlarının varlığından dolayı bu ürünlerin 3-MCPD ve glisidil esterlerinin oluşumu açısından riskli olduklarını belirtmişlerdir. Analiz ettikleri patates cipslerinde 3-MCPD esterlerinin miktarını en yüksek 2.97 mg/kg olarak bulmuşlardır.

MCPD ESTERLERİNİN ANALİZİ

Doğrudan analiz metodu ile çalışıldığında ilk olarak açıl gliserol fraksiyonu ince tabaka kromatografisi ile uzaklaştırılır. MCPD ester fraksiyonunun ince tabakadan ekstrakte edildikten sonra gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS) ile analizi Velisek ve ark. [2] tarafından gerçekleştirilmiştir. Bir başka çalışmada ince tabaka kromatografisi ve silika kolon kromatografisi bir arada kullanılarak örnek saflaştırılmış ve GC-MS ile analiz yapılmıştır. Dolaylı analiz yönteminde katalizör olarak asidin kullanıldığı transesterifikasyon işlemi, yağ asidi metil esterleri ve serbest 3-MCPD elde edildikten sonra GC-MS ile analiz yapılmıştır. 2000'li yıllarda bu yöntem yaygınlaşmış, GC-MS cihazına vermeden önce fenil boronik asit ile türevlendirme işlemi uygulanmıştır. Transesterifikasyonun asit varlığında uygulanması, olduğundan daha fazla miktarda MCPD tespitine yol açtığından bazik bir katalizör olan sodyum metoksitin kullanıldığı yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Bu metodun uygulanması sırasında da alkali koşullarda 3-MCPD'nin parçalanmasını önlemek, nötralizasyon ve tuz ilavesiyle uzaklaştırma aşamalarında eklenen sodyum klorürden 3-MCPD oluşumunu kısıtlamak üzere çeşitli modifikasyonlar uygulanmıştır [5].

Bazik koşullarda transesterifikasyon Alman Yağ Araştırmaları Derneği tarafından resmi metot olarak kabul edilmiştir. MCPD analizinde kullanılan asidik veya bazik transesterifikasyon yöntemleri dolaylı analiz yöntemleri olarak bilinmektedir. Çünkü bu metotlarda gıda örneğindeki toplam MCPD ester miktarı veya MCPD ile glisidil ester toplamı saptanmaktadır. Doğrudan analiz metodu transesterifikasyon işlemi içermemekte ve dolaylı analiz yöntemine kıyasla daha kolay uygulanmaktadır. Doğrudan analiz metodunda, MCPD ve glisidil bileşikleri ile ilgili daha ayrıntılı bilgiye

ulaşılabilir. Ancak MCPD ester sayısının çok olması verilerin analizini güçleştirmektedir [5].

Doğrudan metotlar önceleri ince tabaka ve/veya kolon kromatografisi ile fraksiyonların eldesi ve sonrasında GC-MS ile analizi şeklinde uygulanmakta idi. Ancak son yıllarda sıvı kromatografisi ve kütle dedektörünün kullanımı çok daha popüler hale gelmiştir. Örneğin, katı faz ekstraksiyon kartuşu ile ön saflaştırma sonrası sıvı kromatografisi-kütle spektrometresi (LC-MS) cihazına enjeksiyonu şeklinde işlem uygulanmaktadır. Yağ çözültisinin ön saflaştırma yapılmadan doğrudan LC-MS cihazına enjeksiyonu şeklinde de çalışılabilir. Bu doğrudan metot ile glisidil esterlerinin MCPD esterlerinden bağımsız olarak tespit edilebilmesi mümkün olmaktadır. Dolaylı metotlarda ise glisidil esterlerinin ve MCPD esterlerinin serbest MCPD'ye dönüşümü ve toplamın belirlenmesi söz konusudur [5].

Dolaylı Analiz Metotları

Dolaylı metotlar MCPD yağ asidi esterinin tek bir bileşiğe, 2- ve 3-MCPD'ye, dönüşümüne dayanmaktadır. Metot örneğe iç standart ilavesi (serbest veya ester halinde radyoaktif olarak işaretlenmiş olan 3-MCPD); asidik veya bazik ortamda transesterifikasyon; reaksiyon ürünlerinin nötrülenmesi ve tuz ilavesiyle uzaklaştırılma (farklı nötralizasyon ajanları ve tuz çözültileri kullanılarak); açığa çıkan serbest 2- ve 3-MCPD'lerin türevlendirilmesi ve GC-MS ile analizi aşamalarından oluşmaktadır [5].

MCPD Esterlerinin Hidrolizi

Metanol varlığında transesterifikasyon trigliseritlerin ve kısmi gliseritlerin yağ asidi metil esterlerine ve gliserole dönüşümü ile sonuçlanmaktadır. Bu esnada 2- ve 3-MCPD esterleri sırasıyla serbest 2- ve 3-MCPD'ye dönüşmektedir. Bazik ortamda MCPD'lerin stabilitesinin düşük olması nedeniyle transesterifikasyon süresi mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Süre uzadıkça 3-MCPD glisidole dönüşmektedir [5].

Nötralizasyon ve Tuz ile Uzaklaştırma

Bu aşamada uygulanan işlemler transesterifikasyon karışımından lipofilik bileşiklerin ekstraksiyonunu kolaylaşmaktadır. En çok kullanılan ajanlar sodyum klorür, sülfat tuzları ve sodyum bromürdür. Ancak bu basamakta kullanılan ajanların ve uygulanan işlemlerin 3-MCPD ester miktarının olduğundan daha fazla tespit edilmesine neden olduğu bildirilmiştir. Bu aşamada oluşan glisidil esterlerinin bunda etkili olduğu belirtilmiştir. Sodyum klorür yerine başka tuzların kullanılması bu aşamada bir çözüm olmaktadır. Asidik transesterifikasyonda glisidil esterleri geri dönüşsüz olarak parçalanmakta ve MCPD esterlerinin analizi bu aşamadaki koşullardan etkilenmemektedir [5].

Türevlendirme

Düşük uçuculuğa sahip olması (kaynama noktası 213°C) ve polaritesinin yüksekliği nedeniyle GC-MS cihazına verilmeden önce türevlendirme yapılması

gerekmektedir. Bu işlem ile MCPD uçucu türevine dönüştürülmektedir. En sık kullanılan türevlendirme ajanı fenil boronik asit ve heptafluoro-butyrylimidazole (HFBI)'dür. HFBI neme duyarlı olduğundan işlemin susuz koşullarda sürdürülmesi gerekmektedir [5].

Asidik Transesterifikasyon

Asidik transesterifikasyon metodunun dezavantajı transesterifikasyon süresinin çok uzun olmasıdır. İşlem 16 saat sürmektedir. Bu metot kullanıldığında nötralizasyon aşamasında aşırı miktarda sodyum klorür ilavesi beklenenden daha fazla miktarda MCPD'nin saptanmasına neden olmaktadır [5].

MCPD ESTERLERİNİN UZAKLAŞTIRILMASI

3-MCPD esterleri ve benzer bileşiklerin uzaklaştırılmasında farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Palm yağının rafinasyonunda ısı işlem öncesinde organoklorlu bileşiklerin uzaklaştırılması MCPD esterlerinin oluşumunu azaltmaktadır. Ham yağların su ve benzeri polar çözücülerle yıkanması reaktif klorlu bileşikler uzaklaştırmakta ve MCPD esterlerinin miktarını düşürmektedir. Diğer bir yöntem rafinasyon koşullarının değiştirilmesi veya rafine üründe oluşan 3-MCPD bileşiğinin bakteriyel enzimler kullanılarak gliserole dönüştürülmesi şeklindedir [8].

Matthäus ve ark. [29] hammaddeden MCPD oluşumuna neden olan bileşiklerin uzaklaştırılması, rafinasyon prosesinin değiştirilmesi veya oluşan 3-MCPD esterlerinin ve benzeri bileşiklerin rafine yağlardan uzaklaştırılması şeklinde üç farklı uygulama önermiştir. Palm yağının rafinasyonu öncesi, palm meyvesinin su veya %75'lik alkol ile yıkanmasının 3-MCPD esterlerini %20-25 oranında azalttığını göstermiştir. Klorür iyonları ve digliseritlerin 3-MCPD esterlerinin ve benzeri maddelerin oluşumunda etkili maddeler olduğu bulunmuştur. Ham maddede %4'ün üzerinde digliserit bulunmasının bu maddelerin oluşması için yeterli bir oran olduğu saptanmıştır. Deodorizasyon sırasındaki buhar distilasyonu esnasında su yerine formik asit içeren sıvının kullanılmasının %35 oranında glisidil ester oluşumunu azalttığı bildirilmiştir.

Strijowski ve ark. [34] 3-MCPD esterlerinin ve benzeri bileşiklerin palm yağından ayrılmasında farklı adsorbanlar kullanmışlardır. Bu adsorbanların bir kısmı kızartma yağlarının iyileştirilmesinde kullanılmaktadır. Toz zeolit ve sentetik magnezyum silikat MCPD esterlerinin %40 oranında azalmasını sağlamıştır.

Ramli ve ark. [35] ham yağın rafinasyonunda yapışkan maddelerin uzaklaştırılmasında fosforik asit yerine suyun ve ağartma işleminde asitle aktifleştirilmiş adsorbanlar yerine ağartma topraklarının kullanılması durumunda 3-MCPD esterlerinin daha düşük düzeyde oluştuğunu bildirmişlerdir. Zulkurnain ve ark. [36] da palm yağının fiziksel rafinasyonu sırasında uygulanan su ile yapışkan maddelerin giderildiği aşamada %84 oranında azalma olduğunu belirtmişlerdir. Magnezyum silikat kullanılarak uygulanan ağartma işleminde de %10 düzeyinde düşme gerçekleşmiştir. Bornscheuer ve

Hesseler [37] ise ilk olarak 3-MCPD ve esterlerini enzimatik yolla gliserole dönüştürerek hammaddeden uzaklaştırmışlardır.

SONUÇ

3-MCPD kanserojen olduğundan gıdalarda yaygın olarak incelenen proses kontaminantlarından biridir. Anne sütü ve bebek mamalarını da kapsayan pek çok gıdada bulunmaktadır. Bu nedenle gıdalarda bulunan 3-MCPD miktarı ve bu miktarı etkileyen faktörlerin dikkatle incelenmesi gerekmektedir. Serbest ve bağlı 3-MCPD miktarını belirlemek için metotlar geliştirilmiş ve pek çok gıdada da hangi şartlarda hangi düzeyde oluştuğu ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Ancak her gıda kendine özgü bileşime ve üretim şartlarına sahip olduğundan bu konu ile ilgili yeni çalışmalara ihtiyaç vardır. Özellikle de oluşumunun azaltılmasına yönelik çalışmalara ağırlık verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Gökmen, V. (2011). Gıdalarda ısı işlem bulaşanları. *Bilim ve Teknik*, 66-67.
- [2] Velisek, J., Davídek, J., Kubelka, V., Bartosova, J., Tuekova, A., Hajslova, J., Janieek, G. (1979). Formation of volatile chlorohydrins from glycerol (triacetin, tributyrin) and hydrochloric acid. *Z. Lebens. Wissen Technol.*, 12, 234-236.
- [3] Davidek, J., Velisek, J., Kubelka, V., Janieek, G., Simicova, Z. (1980). Glycerol chlorohydrins and their esters as products of the hydrolysis of tripalmitin, tristearin and triolein with hydrochloric acid. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, 171, 14-17.
- [4] Zelinkova, Z., Svejkovska, B., Velisek, J., Dolezal, M. (2006). Fatty acid esters of chloropropane-1,2-diol in edible oils. *Food Additives and Contaminants*, 23, 1290-1298.
- [5] Crews, C., Chiodini, A., Granvogel, M., Hamlet, C., Hrnčirik, K., Kuhlmann, J., Lampen, A., Scholz, G., Weisshaar, R., Wenzl, T., Jasti, P.R., Seefelder, W. (2013). Analytical approaches for MCPD esters and glycidyl esters in food and biological samples: a review and future perspectives. *Food and Additives and Contaminants: Part A*, 30(1), 11-45.
- [6] Ermacora, A., Hrnčirik, K. (2014). Influence of composition on the formation of fatty acid esters of 2-chloropropane-1,3-diol (2-MCPD) and 3-chloropropane-1,2-diol (3-MCPD) under conditions simulating oil refining. *Food Chemistry*, 161, 383-389.
- [7] Seefelder, W., Scholz, G., Schilter, B. (2011). Structural diversity of dietary fatty esters of chloropropanols and related substances. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113, 319-322.
- [8] Andres, S., Appel, K.E., Lampen, A. (2013). Toxicology, occurrence and risk characterisation of the chloropropanols in food: 2-Monochloro-1,3-propanediol, 1,3-dichloro-2-propanol and 2,3-dichloro-1-propanol. *Food and Chemical Toxicology*, 58, 467-478.

- [9] Jędrkiewicz, R., Kupska, M., Głowacz, A., Gromadzka, J., Namieśnik, J. (2016). 3-MCPD: A worldwide problem of food chemistry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56, 2268-2277.
- [10] Wong, Y.H., Muhamad, H., Abas, F., Lai, O.M., Nyame, K.L., Tan, C.P. (2017). Effects of temperature and NaCl on the formation of 3-MCPD esters and glycidyl esters in refined, bleached and deodorized palmolein during deep-fat frying of potato chips. *Food Chemistry*, 219, 126–130.
- [11] Ariseto, A.P., Marcolino, P.F.C., Augusti, A.C., Scaranelo, G.R., Berbari, S.A.G., Miguel, A.M.R.O., Morgano, M.A., Vicente, E. (2017). Contamination of fried foods by 3-monochloropropane-1,2-diol fatty acid esters during frying. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94, 449-455.
- [12] European Food Safety Authority. (2013). Scientific report of EFSA. Analysis. Analysis of occurrence of 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in food in Europe in the years 2009-2011 and preliminary exposure assessment. *European Food Safety Authority Journal*, 11(9), 3381, 45 pp.
- [13] Hori, K., Koriyama, N., Omori, H., Kuriyama, M., Arishima, T., Tsumura, K. (2012). Simultaneous determination of 3-MCPD fatty acid esters and glycidyl fatty acid esters in edible oils using liquid chromatography time-of-flight mass spectrometry. *LWT - Food Science and Technology*, 48, 204-208.
- [14] Karabulut, M., Yemişçioğlu, F. (2012). Rafine bitkisel yağlarda 3-MCPD, Gıda Yem ve Analiz'35, T.C. Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı İzmir Gıda Laboratuvar Müdürlüğü 8-10.
- [15] Schilter, B., Scholz, G., Seefelder, W. (2011). Fatty acid esters of chloropropanols and related compounds in food: Toxicological aspects. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113, 309-313.
- [16] Wong, K.O., Cheong, Y.H., Seah, H.L. (2006). 3-Monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in soy and oyster sauces: Occurrence and dietary intake assessment. *Food Control*, 17, 408-413.
- [17] Fu, W.S., Zhao, Y., Zhang, G., Zhang, L., Li, J.G., Tang, C.D., Miao, H., Ma, J.B., Zhang, Q., Wu, Y.N. (2007). Occurrence of chloropropanols in soy sauce and other foods in China between 2002 and 2004. *Food Additives and Contaminants*, 24(8), 812-819.
- [18] Mogol B.A., Pye, C., Anderson, W., Crews, C., Gökmen, V. (2014). Formation of monochloropropane-1,2-diol and its esters in biscuits during baking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 7297-7301.
- [19] Chung, S.W.C., Kwong, K.P., Yau, J.C.W., Wong, A.M.C., Xiao, Y. (2008). Chloropropanols levels in foodstuffs marketed in Hong Kong. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 569-573.
- [20] Razak, R.A.A., Kuntom, A., Siew, W.L., Ibrahim, N.A., Ramli, M.R., Hussein, R., Nesaretnam, K. (2012). Detection and monitoring of 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) esters in cooking oils. *Food Control*, 25, 355-360.
- [21] Franke, K., Strijowski, U., Fleck, G., Pudiel, F. (2009). Influence of chemical refining process and oil type on bound 3-chloro-1,2-propanediol contents in palm oil and rapeseed oil. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 1751-1754.
- [22] Ariseto, A.P., Marcolino, P.F.C., Vicente, E. (2015). 3-Monochloropropane-1,2-diol fatty acid esters in commercial deep-fat fried foods. *Food Additives and Contaminants: Part A*, 32(9), 1431-1435.
- [23] Kuhlmann, J. (2011). Determination of bound 2,3-epoxy-1-propanol (glycidol) and bound monochloropropanediol (MCPD) in refined oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113, 335-344.
- [24] Jędrkiewicz, R., Głowacz, A., Gromadzka, J., Kloskowski, A., Namieśnik, J. (2016). Indirect determination of MCPD fatty acid esters in lipid fractions of commercially available infant formulas for the assessment of infants' health risk. *Food Analytical Methods*, 9(12), 3460-3469.
- [25] Weibhaar, R. (2008). 3-MCPD-esters in edible fats and oils – a new and worldwide problem. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110, 671-672.
- [26] Weibhaar, R. (2011). Fatty acid esters of 3-MCPD: Overview of occurrence and exposure estimates. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113, 304-308.
- [27] Hammouda, I.B., Zribi, A., Mansour, A.B., Matthäus, B., Bouaziz, M. (2017). Effect of deep-frying on 3-MCPD esters and glycidyl esters contents and quality control of refined olive pomace oil blended with refined palm oil. *European Food Research and Technology*, 243(7), 1219–1227.
- [28] Jędrkiewicz, R., Głowacz, A., Gromadzka, J., Namieśnik, J. (2016). Determination of 3-MCPD and 2-MCPD esters in edible oils, fish oils and lipid fractions of margarines available on Polish market. *Food Control*, 59, 487-492.
- [29] Matthäus, B., Pudiel, F., Fehling, P., Vosmann, K., Freudenstein, A. (2011). Strategies for the reduction of 3-MCPD esters and related compounds in vegetable oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113, 380-386.
- [30] Matthäus, B. (2012). Organic or not organic- that is the question: How the knowledge about the origin of chlorinated compounds can help to reduce formation of 3-MCPD esters. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114, 1333-1334.
- [31] Crews, C., Brereton, P., Davies, A. (2001). The effects of domestic cooking on the levels of 3-monochloropropanediol in foods. *Food Additives and Contaminants*, 18, 271- 280.
- [32] Wong, Y.H., Lai, O.M., Abas, F., Nyam, K.L., Nehdi, I.A. Muhamad, H., Tan, C.P. (2017). Factors impacting the formation of 3-MCPD esters and glycidyl esters during deep fat frying of chicken breast meat. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94, 759-765.
- [33] Önal, B., Özdikicierler, O., Yemişçioğlu, F. (2016). Türkiye piyasasında satışı sunulan patates cipslerinde 3-MCPD esterleri ve glisidil esterleri miktarları. *Akademik Gıda*, 17(3), 267-274.

- [34] Strijowski, U., Heinz, V., Franke, K. (2011). Removal of 3-MCPD esters and related substances after refining by adsorbent material. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113, 387-392.
- [35] Ramli, M.R., Siew, W.L., Ibrahim, N.A., Hussein, R., Kuntom, A., Razak, R.A.A., Nesaretnam, K. (2011). Effects of degumming and bleaching on 3-MCPD esters formation during physical refining. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88, 1839-1844.
- [36] Zulkurnain, M., Lai, O.M., Latip, R.A., Nehdi, I.A., Ling, T.C., Tan, C.P. (2012). The effects of physical refining on the formation of 3-monochloropropane-1,2-diol esters in relation to palm oil minor components. *Food Chemistry*, 135, 799-805.
- [37] Bornscheuer, U.T., Hesseler, M. (2010). Enzymatic removal of 3-monochloro-1,2-propanediol (3-MCPD) and its esters from oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112, 552-556.
-

Beyaz Çay: Üretimi, Bileşimi ve Sağlık Üzerine Etkileri

Sinem Salman , Feramuz Özdemir 

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

Geliş Tarihi (Received): 24.04.2017, Kabul Tarihi (Accepted): 19.09.2017

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): feramuz@akdeniz.edu.tr (F. Özdemir)

☎ 0 242 310 24 34 📠 0 242 310 63 06

ÖZ

Çay, *Camellia sinensis* L. (O) Kuntze bitkisinin genç sürgün ve yapraklarından üretilen bir içecektir. Genellikle siyah ve yeşil çay olarak tanınan bu içeceğin, Uzak Doğu ülkelerinde sarı çay, oolong çay, pu-erh çay, beyaz çay gibi çeşitleri de bulunmaktadır. Çin'de yüzyıllardır üretilen beyaz çay ve pu-erh çaya, özgün tat ve aromaları nedeniyle ilgi artmaya başlamıştır. Bunlardan, beyaz çay, batı dünyasının ve Türkiye'nin de gündemine girmeye başlamıştır. Ancak, çay üreten bir ülke olan Türkiye'nin beyaz çaya yaklaşımı hem üretim hem tüketim açısından dır. Beyaz çay da siyah ve yeşil çay gibi aynı çay bitkisinden üretilir. Beyaz çay, çay sürgün ucunda tam açılmamış beyaz gümüşi renkli, tüylü tepeli tomurcukları tercih edilmesi ve minimal işlem uygulamasıyla diğer çay çeşitlerinden ayrılmaktadır. Bu derlemede, beyaz çayın tarihçesi, üretimi, çeşitleri, bileşimi ve sağlık üzerine etkileri irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çay, Beyaz çay, Beyaz çay üretimi, Sağlığa yararları

White Tea: Processing, Composition and Health Benefits

ABSTRACT

Tea is a beverage which produced from young shoots and leaves of the tea plant (*Camellia sinensis* L. (O) Kuntze). Although it is usually known as black and green tea, in fact there are different kinds of teas such as yellow, oolong, pu-erh and white tea especially in Southeast Asia. White and pu-erh tea have started to get attention for their original taste and flavor. Recently, white tea has found in Western World and Turkey's agenda as well. However, as a tea producing country, Turkey approaches white tea both in terms of production and consumption. White tea is produced from the same tea plant like black and green tea, but only buds and young leaves, which are not fully opened, are preferred in its production. In this study, the history, production, varieties, composition and health benefits of white tea are reviewed.

Keywords: Tea, White tea, White tea processes, Health benefits

GİRİŞ

İçecek olarak Çay, *Camellia sinensis* L. (O) Kuntze bitkisinin yaprak ve tomurcuklarından üretilen, tüm dünyada oldukça yaygın, sıcak ve soğuk içilebilen bir içecektir. Çayın işleme yöntemine göre siyah çay, yeşil çay, oolong çay, beyaz çay, pu-erh çay gibi farklı çeşitleri olmasına rağmen, siyah çay ve yeşil çay başlıca bilinen ve en çok tüketilen çeşitleridir. Son zamanlarda özellikle beyaz çay Asya ülkeleri dışında da tanınır ve

tüketilir hale gelmeye başlamıştır [1, 2]. Antioksidan, antimikrobiyal, antikanserojen, yaşlanmayı geciktirici gibi sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle günümüzde yeni yeni popülerlik kazanan beyaz çayın tarihi Çin'deki Tang Hanedanlığı dönemine (M.S. 618-907) dayanmaktadır [3]. O dönemde günümüzde üretilen yöntemden farklı olarak sıkıştırılmış formda üretilen beyaz çay özellikle kraliyet mahkemesi üyeleri gibi üst sınıfların tercih ettiği çay çeşidi olmuştur. Song Hanedanlığı (M.S. 960-1279) döneminde ise beyaz çay, saygın bir içecek haline

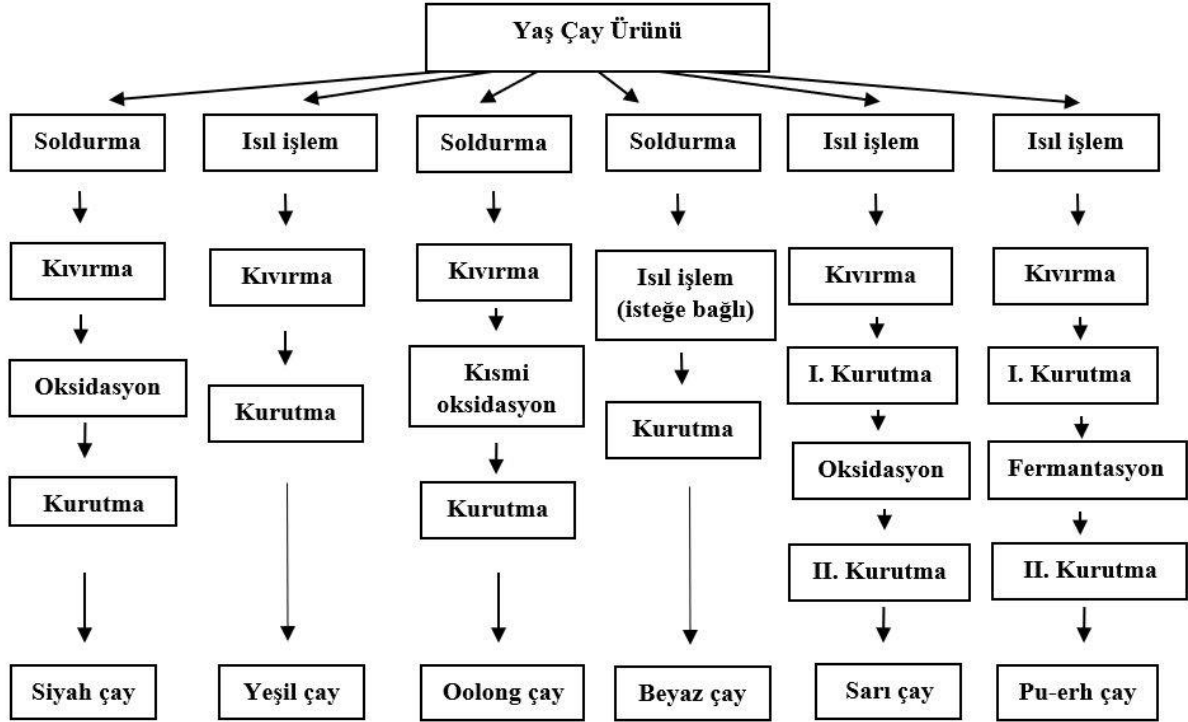
gelmiş ve beyaz çayın üretim şekli değişmiştir. Bu döneme ait kayıtlara göre; tam açılmamış gümüşü renkli çay filizi tomurcukları ve çok taze yaprakları hızlı bir şekilde buharla muamele edildikten sonra kurutulmuş, toz haline getirilmiş ve çay seremonileri sırasında lezzetli çaylar yapmak için kaselerde çırpılarak tüketilmiştir. O yıllarda neredeyse sadece Çin’de bilinen bu yöntem zamanla farklılaşmış, gelişmiş ve 1700’lü yılların sonlarında bugünkü modern üretim yöntemi ortaya çıkmaya başlamıştır. 19. yüzyılın ikinci yarısında beyaz çay üretimi için özel çay genotipleri geliştirilmiş, birkaç yıl sonra da Çin beyaz çayları diğer ülkelerde de satılmaya ve tanınmaya başlanmıştır [4].

Bu derlemede son birkaç yıldan beri Türkiye’de de üretilmeye başlanan, kıymetli ve yeni bir ürün olan beyaz çay tanıtılmaya çalışılmıştır.

BEYAZ ÇAYIN ÜRETİMİ

Ticari şekilde birçok çay çeşidi olmasına rağmen bu çay çeşitlerinin hepsi *Camellia sinensis* L. (O) Kuntze

bitkisinin yaprak ve tomurcuklarından üretilmektedir. Taze yaprakların bileşiminde bulunan polifenollerin oksidasyon derecesi, proses farklılıkları, hasat farklılıkları, farklı tip çay ürünlerinin ortaya çıkmasını sağlar. Çaylar arasındaki fark esas olarak yaş çay yaprak ve filizlerinin işleme tekniğinden kaynaklanmaktadır [5, 6]. İşleme ve hasat farklılıklarına göre çaylar siyah, yeşil, oolong, beyaz ve pu-erh gibi farklı şekilde isimlendirilmiştir [7] (Şekil 1). Örneğin; yeşil çay, taze çay yapraklarının ısı işlem, kıvrırma ve kurutulmasıyla üretilmekte iken siyah çay üretiminde soldurma, kıvrırma, oksidasyon ve kurutma prosesleri uygulanmakta, oolong çay üretiminde ise siyah çaydan farklı olarak oksidasyon işlemi daha kısa tutulmaktadır [4, 8]. Beyaz çay ise, üretimindeki minimal prosesin yanında çay bitkisinin (*Camellia sinensis* L. (O) Kuntze) sadece tomurcuklarının ve -bazı çeşitlerde- genç yapraklarının kullanılması yönüyle diğer çaylardan ayrılmaktadır. “Beyaz çay” ismi, beyaz çayın üretiminde kullanılan, açılmamış yaprak tomurcuğunun tüycüklerinden kaynaklanan gümüşü renkten dolayı verilmiş bir sıfattır [4].



Şekil 1. Farklı çay çeşitlerinin temel üretim aşamaları [7]

Beyaz çay üretimi için filizlerin tomurcukları toplanmakta ve genelde gölgede kurutulmaktadır. Beyaz çayın kurutulması için uygulanan en eski metot güneşte kurutmadır. Günümüzde hala güneşte kurutma yöntemi uygulanabildiği gibi gölgede kurutma ve tamburlu kurutucularda kurutma da yapılabilmektedir [3, 4]. Seçilen yöntemle göre çay tomurcukları önce soldurulmakta, akabinde kurutulmaktadır. Ülkemizde ÇAYKUR tarafından yapılan üretime göre; hasat edilen tomurcuklar yaklaşık bir buçuk gün soldurmaya bırakılmakta ve soldurma sonucunda nem %55’e düşürülmektedir. Daha sonra nihai üründeki nispi nem miktarı %5-7 olana kadar 24-34 saat süre ile oda

sıcaklığına sahip gölgede, kurutma işlemi uygulanmaktadır [9].

Minimal prosesle üretilen beyaz çayın önemli kalite kriterlerinin biri de hasat dönemidir. Bilindiği gibi başta Türkiye olmak üzere pek çok ülkede mevcut iklim koşulları gereği kış aylarında çayda vejetatif büyüme durur ve çay bitkisi dinlenme dönemine girer. Bu bölgelerde çay yaklaşık 4-6 ay hasat edilemez. Baharın gelmesi ile birlikte sıcaklığın yükselmesi sonucu çaylıklarda tekrar sürgün gelişimi başlar. Türkiye koşullarında genellikle çay üç ya da dört sürgün döneminde hasat edilir. Bu, o yıl ki hava koşulları,

yükseklik, çayın bakımı, budaması ve gübrenmesi ile ilgili bir konudur. Sonbahar ayları nispeten sıcak geçen yıllarda düşük rakımlı, budanmış ve bakımlı çaylıklarda dört sürgün dönemi çay hasat etmek mümkün olabilmektedir. En kaliteli beyaz çay üretimi için hammadde ilk sürgün döneminde hasat edilmektedir. Yaprakların doğru zamanda toplanması ve işlenmesi için uygun koşulların sağlanması son ürün kalitesi açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle en iyi kalitede yaprakların toplanması kısıtlı zamanda yapılmaktadır. Ancak ülkelerin iklim koşullarına göre bu dönem ve süre değişebilmektedir [4].

Ancak şu gözden kaçırılmamalıdır. Beyaz çay diğer çaylara göre önemli derecede pahalı bir çaydır. Çünkü henüz açılmamış, çok taze çay yaprağı tomurcuklarından toplandığı için üretilebilecek miktar azdır. Bu tomurcukların sadece elle toplanabilmesi işçilik maliyetini artırmaktadır. Ayrıca bitkinin bu kısmında su oranının yüksek oluşu nedeni ile 5-6 kg taze yaş çay yaprak tomurcuğundan ancak 1 kg beyaz çay üretilebilmektedir. 2016 yılında üretici tarafından toplanan bu tomurcukların bir kilogramının 350 Türk Lirası olduğu göz önüne alınırsa 1 kg beyaz çayın sadece hammadde karşılığı 1800-2000 Türk lirasına karşılık gelmektedir.

BEYAZ ÇAY ÇEŞİTLERİ

Beyaz çay üretiminin büyük kısmı Çin'in Fujian eyaletindeki çaylıklardan sağlanmaktadır. Çin'de üretilen beyaz çayın dört çeşidi mevcuttur. Bunlar; Silver Needle (Bai Hao Yin Zhen), White Peony (Bai Mu Dan), Long Life Eyebrow (Shou Mei) ve Tribute Eyebrow (Gong Mei)'dir. Üretimin büyük çoğunluğu Çin'de yapılmasına rağmen Hindistan'ın Darjeeling bölgesinde Darjeeling White isimli bir beyaz çay da üretilmektedir [4]. Bu sınıflandırma hammaddeye ve farklı toplama standartlarına göre yapılmaktadır.

Silver Needle (Bai Hao Yin Zhen), Gümüş İğne

Silver Needle en kaliteli beyaz çay olarak nitelendirilmekte ve orijinal Silver Needle Da Bai (Large White) olarak adlandırılan çay klonundan üretilmektedir. Bu çay çeşidinin adı Türkçe'ye "Gümüş İğne" olarak tercüme edilebilir. Sadece beyaz tüylerle kaplı en hassas üst tomurcuklardan, saplar ve diğer yapraklar olmaksızın elde edilen Gümüş İğne üretimi için Çin'de çay tomurcukları Mart sonu ve Nisan başı arasındaki bir aydan az bir süre içinde toplanmaktadır. Bu çay görünümü açık sarı olan ve içimi çok beğenilen, hoş bir aromaya ve tatlı bir tada sahiptir [4].

White Peony (Bai Mu Dan), Beyaz Şakayık

Birincil olarak Zheng He çay klonundan üretilen White Peony (Beyaz Şakayık), Shui Xian olarak adlandırılan çay klonunun yapraklarıyla da karıştırılarak alt yüzeyi beyaz gümüş tüylerle kaplı üst yüzeyi ise tüysüz ya da az tüylü daha yeşil olan bir tomurcuk ile birlikte bir veya iki küçük yaprakтан üretilmektedir. Gümüş İğneden daha düşük kalitede bir beyaz çay çeşididir. Bunun nedeni

tüylerle kaplı tomurcuk oranının düşük olmasıdır. Beyaz şakayık kayısı renkli dem rengine ve güçlü bir aromaya sahiptir [3, 4].

Tribute Eyebrow (Gong Mei)

Tribute Eyebrow, Xiao Bai klonunun yapraklarından üretilmektedir. Silver Needle ve White Peony çeşitlerinden daha düşük kalitedeki bu çay, "Eyebrow" ismini çayların üretiminde kullanılan uzun, ince, hilal biçimli insan kaşına benzeyen yapraklarından almaktadır. Bu çeşidin dem rengi diğer beyaz çayların demlerinden daha koyudur [4].

Long Life Eyebrow (Shou Mei)

Çin çeşitleri arasında en düşük kaliteye sahip olan Long Life Eyebrow, Gümüş İğne ve Beyaz Şakayık hasat edildikten sonra kalan yapraklardan üretilmektedir [4].

Darjeeling White (Darjeeling Beyazı)

Darjeeling White, Hindistan orijinli bir beyaz çay çeşididir. Çin çeşitlerinden Gümüş İğne ile benzer olan bu çeşit erken yaz döneminin ikinci sürgününde açılmamış yaprak tomurcukları kullanılarak üretilmektedir. Himalayaların eteklerinde bulunan Darjeeling bölgesindeki çaylıklardan elde edilmektedir. Bu bölgelerde çayın daha yavaş büyümesi nedeni ile bu çay eşsiz bir lezzete, hafif tatlı bir aromaya sahiptir [4].

BEYAZ ÇAYIN ANA BİLEŞENLERİ

Fenolik Bileşikler

Diğer çay çeşitlerinde de olduğu gibi fenolik maddeler beyaz çayın en önemli bileşenleridir. Çay polifenollerini, flavonoidler, flavonoller, flavanoller ve fenolik asitler oluşturmaktadır. Bu bileşikler, kuru ağırlığın yaklaşık %30'unu oluşturmaktadır [2, 10,11]. Çayda bulunan fenolik maddelerin önemli bir kısmını, flavonoidler oluşturmaktadır. Diğer gıdalara kıyasla çayda oldukça yüksek miktarlarda bulunan bu bileşikler çayla özdeşleşmiş bileşiklerdir. Taze çay yaprakları, özellikle kateşinler ve kateşin türevlerini (kateşin gallatlar) kapsayan flavanoller bakımından zengin olup, bu bileşiklerin oranı ve miktarı üretilen çayların tadı ve kalitesi üzerinde etkilidir. Çay kateşinleri; (-)-epigallokateşin (EGC), (-)-epikateşin 3-gallat (ECG), (-)-epikateşin (EC), (-)-epigallokateşin 3-gallat (EGCG), (-)-gallokateşin gallat (GCG), (-)-gallokateşin (GC), (-)-kateşin gallat (CG), (+)-kateşin (C)'den oluşmaktadır [2, 12]. GCG beyaz ve yeşil çayın ana fenolik bileşeni olarak tanımlanmıştır ancak beyaz çayda EGC ve ECG ile birlikte gallik asit, kafein ve teobromin de yüksek oranda bulunmaktadır. Fermantasyon sürecinde enzimatik oksidasyonla fenolik bileşikler parçalanarak başta teafavin olmak üzere polimerik ürünlerine dönüşmektedir. Bu nedenle okside çaylarda kateşinlerin miktarı azalmaktadır (Tablo 1) [10].

Tablo 1. Çay çeşitlerinin kateşin ve theaflavin içeriği(mg/g) [10]

Bileşik	Beyaz Çay	Yeşil Çay	Siyah Çay
C	78.9±0.20	73.5±0.27	49.2±0.18
EC	7.47±0.36	10.3±0.56	5.03±0.68
ECG	29.4±0.55	3.04±0.08	10.1±0.29
EGC	15.1±0.51	16.3±0.46	4.10±0.62
EGCG	106±2.91	64.0±0.84	12.0±0.51
GC	9.06±0.66	3.79±0.28	8.59±0.94
CG	15.1±2.23	7.01±1.16	2.90±1.52
TTF	-	-	8.01±0.45

C: (+)-kateşin; EC: (-)-epikateşin; ECG: (-)-epikateşin 3-gallat; EGC: (-)-epigallokateşin; EGCG: (-)-epigallokateşin 3-gallat; GC: (-)-gallokateşin; CG: (-)-kateşin gallat; TTF (toplam teafllavin).

Aminoasitler

Aminoasitler çay deminin canlılığı ve dolgunluğu açısından önemli bileşenlerdir. Çay tomurcuk ve yaprakları soldurma esnasından kolayca su kaybetmektedir ve enzimatik reaksiyonlar bu aşamada gerçekleşmektedir. Aminoasit içeriği özellikle soldurma sırasında yavaş yavaş artmaktadır. 24 saat soldurmadan sonra aminoasit içeriği taze yaprağa göre iki kat artış göstermektedir [3]. Aminoasitler besleyici özellikleri yanında çay deminin duyuşal özelliklerine de katkı sağlamaktadır. Çay, teanın, asparajin, serin, histidin, fenil alanin, arjinin ve alanin gibi birçok aminoasit içermektedir ve aminoasit miktarları çayın işlenmesinde uygulanan proseslere göre değişmektedir. Farklı çay çeşitlerinin aminoasit miktarlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada beyaz ve yeşil çayın aminoasit içeriği yarı fermente oolong çay ve fermente çaylar olan siyah ve pu-erh çaya göre daha fazla bulunmuştur [13].

Su

Bütün gıdalarda önemli olduğu gibi beyaz çay için de su içeriği oldukça önemlidir. Beyaz çayın üretiminde de yaş çay yaprak ve tomurcuklarındaki nem miktarı %75-80 iken soldurma ve kurutma işlemleri sonucunda bu nem miktarı %5-7'ye düşürülmektedir [8, 9].

Enzimler

Polifenol oksidaz (PPO) ve peroksidaz (POD) çay yapraklarının bileşiminde bulunan ve çayın işlenmesi sırasında önemli rol üstlenen başlıca iki enzimdir. Siyah çay üretiminde özellikle PPO'un çok önemli bir rolü vardır ve siyah çay bu enzimin etkinliği olmadan üretilmez. Çünkü kateşinlerin okside olarak teafllavin ve tearibugünlere dönüşümü bu enzimin varlığında gerçekleşebilir. Siyah çay, oolong çay, yeşil çay gibi farklı çay çeşitlerinin üretilmesi doğrudan doğruya bu enzimin proses sırasındaki aktivitesi ile ilişkilidir. Nitekim PPO enziminin proses sırasında faaliyetlerine tam olarak izin verilmesi ile siyah çay üretilirken, faaliyetinin kısmen sınırlandırılması ile oolong, tam olarak engellenmesi ile de yeşil çay üretilir. Nitekim yeşil çay üretiminde prosesin ilk basamağı ısıtma işlemiyle PPO'un inaktive edilmesidir. Beyaz çay üretiminde ise hasat edilen çay yaprağı tomurcuklarını çok iyi koruyarak, ezilmesini, parçalanmasını, zedelenmesini ve dolayısı

ile PPO ile fenolik bileşiklerin reaksiyona girmesini önleyerek üretim gerçekleştirilmektedir [3].

Karbonhidratlar

Bitkisel kaynaklı gıdaların büyük çoğunluğunda temel bileşim unsurlarından biri olarak bulunan karbonhidratlar çay yaprağında da şeker, selüloz vb. formlarda önemli miktarda bulunur. Özellikle selüloz suda çözünmediği için çayda yüksek oranda bulunması istenilmeyen bir maddedir ve kalite kriterlerinin belirlendiği kayıtlarda selüloza sınırlama getirilmiştir. Diğer karbonhidratlardan şekerler, çayın işlenmesi sırasında özellikle yüksek sıcaklıklarda uygulanan kurutma işlemi sırasında birçok aroma bileşeninin oluşumunda önemli rol üstlenir. Ayrıca kısmi bir karamelizasyon ile siyah çayın kurutulmasını takiben kahverengi siyah renk almasında etkilidir. Ancak beyaz çay üretiminde yukarıda sözü edilen yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilen ısıtma işlemlerinin uygulanmaması nedeniyle bu çay çeşidinde karbonhidratların reaksiyon ürünleri bulunmaz. Ancak karbonhidratların önemli bölümü suda çözündüğü için beyaz çay infüzyonunun tat ve aromasına doğrudan bir etkisi olur [3].

BEYAZ ÇAYIN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Yapılan birçok bilimsel çalışmada çay çeşitlerinin (beyaz çay, yeşil çay, siyah çay, pu-erh vd.) sağlık üzerine yararlı etkileri olduğu ortaya konulmuştur. Minimal işlem uygulanan beyaz çayın sağlık üzerine olumlu etkileri, bileşiminde yüksek oranda bulunan kateşinler, diğer fenolik maddeler, vitaminler, mineraller, alkaloidler ve aminoasitlerden ileri gelmektedir [4, 12]. Bu bileşiklerden özellikle kateşinler ve diğer bir kısım fenolik maddeler antioksidan, antibakteriyel, antikanserojen ve antimutajenik, antialerjik etkiler göstermektedir. Nitekim çayda bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan özellikleri ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır [1,6, 14,15,16].

Çay, kalp-damar hastalıkları ve kanser gibi kronik hastalıklara karşı potansiyel sağlık faydalarından dolayı en yaygın tüketilen içeceklerden biridir. Yeşil çay yüksek oranda bulunan kateşin ve diğer polifenolik bileşenleri içermesinden dolayı siyah çaydan daha güçlü antikanserojenik etkilere sahipken, beyaz çay çaylar içerisinde bu bileşenleri en yüksek oranda bulundurmasından dolayı kanserle mücadelede daha güçlü etkilere sahiptir [3]. Beyaz çay ve yeşil çayın antimutajenik etkisinin *Salmonella* üzerinde denenerek

analiz edildiği karşılaştırmalı bir çalışmada beyaz çayın mutajenez oluşumuna karşı korumada önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir [16].

Son zamanlarda, çayın potansiyel obezite üzerine olan olumlu etkileri artan bir ilgi uyandırmaya başlamıştır. Çay içimi ile vücutta obeziteyi etkileyebilecek lipit metabolizması ve sindirim arasında bir modülasyon olduğu gözlemlenmiştir. Yeşil, siyah ve beyaz çayın karşılaştırmalı *in vitro* olarak pankreatik lipaz aktivitesinin inhibisyonunun incelendiği bir çalışmada beyaz çayın, siyah ve yeşil çaydan daha etkili olduğu kanıtlanmıştır [1].

Çay polifenoller, özellikle kateşinler, insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri olan güçlü antimikrobiyal ve antioksidan etkilere sahiptir. Almajano vd. (2008) yaptıkları bir çalışmada 13 farklı çay çeşidinden elde edilen kateşin infüzyonlarının antimikrobiyal ve antioksidan etkilerini incelemiştir. Gözlenen en yüksek serbest radikal süpürücü aktiviteyi beyaz ve yeşil çayın sağladığı belirlenmiştir. Antimikrobiyal aktivitede ise birkaç mikroorganizma üzerinde yine beyaz ve yeşil çay benzer özellikleri göstermiştir [14]. Yapılan başka bir çalışmada 21 farklı bitki türünden elde edilen 23 adet ekstraktın anti-kollojen, anti-elastaz ve antioksidan özellikleri değerlendirilmiş ve antioksidan özellikleri proteinazı inhibe edebilme kabiliyetlerine göre karşılaştırılmıştır. Bu ekstraktlar arasında beyaz çay ekstraktının yüksek oranda antioksidan özellik gösterdiği bildirilmiştir [17].

Beyaz çayın antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin yanında anti-aging (yaşlanma etkilerini geciktiren) etkisinin olduğu da belirlenmiştir. Cilt hücrelerindeki oksidatif stres bağışıklık sistemi hasarlarına yol açmaktadır ve bu durum ciltte kırışmayla birlikte alacalı pigmentasyona sebep olarak cilt kanserini teşvik edebilmektedir. Yapılan bir çalışmada beyaz çayın, güneş ışığına maruz kaldıktan sonra hücrelerdeki DNA hasarını önleyebileceği belirlenmiştir [3, 18]. Bunlara ek olarak; son çalışmalar beyaz çayın PC12 hücrelerinde hidrojen peroksitçe indüklenen toksisiteye karşı sinir sistemini korumaya çalıştığı [19], lipolitik aktiviteyi ve derialtı yağlanmayı engellediği [20], farelerin bazı organlarının plazmalarında antioksidan kapasiteyi artırdığı [21] ve yine farelerde bağırsak tümörünü baskıladığı [22] belirlenmiştir.

Ancak başta yeşil çay olmak üzere çay çeşitlerinin sağlık üzerine etkilerini belirleme amaçlı hemen hemen tüm dünyada ve gelişmiş ülkelerin önemli üniversite ve araştırma merkezlerinde çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Elde edilen olumlu ve ilginç sonuçlar de yeni araştırmaları sürekli tetiklemektedir. Dünya gündemine son zamanlarda girmeye başlayan beyaz çay konusunda da bu araştırmalar hızla artmaya başlamıştır.

SONUÇ

Çay bitkisinin tomurcuklarından minimal prosesle üretilen beyaz çay, özellikle biyoaktif bileşenleri ile diğer çay çeşitlerine göre bazı açılardan üstün özelliklere

sahiptir. Yapılan çalışmalarda içeriğinde yüksek oranda bulunan kateşinler sayesinde sağlık üstüne birçok olumlu etkileri olduğu ortaya konulmuş olan beyaz çayın özellikle sağlık üzerine olan etkileri ile ilgili çalışmalar pek çok gelişmiş ülkede devam etmektedir. Tüm bu özellikleri nedeniyle diğer çay çeşitlerine göre oldukça pahalı olan beyaz çay, birçok çay üreticisi ülke tarafından üretiliyor olsa da ihracatı en fazla Çin tarafından yapılmaktadır. Bilindiği üzere Avrupa'da ekonomik anlamda çay üreticisi tek ülke olan Türkiye'de çay ürünlerini çeşitlendirmek, katma değeri yüksek ürünler geliştirmek, tüketiciye sunulabilecek çay ürünü alternatiflerini çoğaltmak, kendimize özgü beyaz çay çeşitleri ve bunların üretim yöntemlerini geliştirmek, bu konularda entegre araştırmalar yapmak ve bu tip araştırmaları desteklemek, beyaz çayı tanıtmak, tüketimini artırmak için tanıtım çalışmaları yapmak gibi faaliyetlere öncelik vermenin Türk çaycılığı açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Gondoin, A., Grussu, D., Stewart, D., McDougall, G.J. (2010). White and green tea polyphenols inhibit pancreatic lipase in vitro. *Food Research International*, 43(5), 1537-1544.
- [2] Hilal, Y. and Engelhardt, U. (2007). Characterisation of white tea-Comparison to green and black tea. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 2(4), 414-421.
- [3] Jiang, H.Y. (2009). White Tea-Its Manufacture, Chemistry, and Health Effects. In: *Tea and Tea Products: Chemistry and Health-Promoting Properties*, Edited by F. Shahidi, USA, 17-30p.
- [4] Mao, J.T. (2013). White Tea: The Plants, Processing, Manufacturing, and Potential Health Benefits. In: *Tea in Health and Disease Prevention*, Edited by V.R. Preedy, London, England, 33-40p.
- [5] Sharangi, A.B. (2009). Medicinal and therapeutic potentialities of tea (*Camellia sinensis* L.) – A review. *Food Research International*, 42(5–6), 529-535.
- [6] Unachukwu, U.J., Ahmed, S., Kavalier, A., Lyles, J.T. and Kennelly, E.J. (2010). White and green teas (*Camellia sinensis* var. *sinensis*): variation in phenolic, methylxanthine, and antioxidant profiles. *Journal of Food Science*, 75(6), 541-548.
- [7] Salman, S., Torun, M., Özdemir, F. (2015). Aynı bitkiden lezzeti farklı çaylar. *Drinktech Dergisi*, 90, 74-78.
- [8] Özdemir, F., Gökalp, H.Y., Nas, S. (1993). Effects of shooting period, times within shooting periods and processing systems on the extract, caffeine and crude fiber contents of black tea. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 197(4), 358-362.
- [9] Ilgaz, A.Ş., Kalcioğlu, Z., İslamoğlu, E. (2006). Türk beyaz çayı üretim yönteminin optimizasyonu ve Türk beyaz çayının kalite parametrelerinin belirlenmesi. ÇAYKUR.
- [10] Tenore, G.C., Stiuso, P., Campiglia, P. and Novellino, E., (2013). In vitro hypoglycaemic and hypolipidemic potential of white tea polyphenols. *Food Chemistry*, 141(3), 2379-2384.

- [11] Turkmen, N., Sarı, F., Velioglu, Y.S. (2009). Factors affecting polyphenol content and composition of fresh and processed tea leaves. *Akademik Gıda*, 7(6), 29-40.
- [12] Şahin, H., Özdemir, F. (2006). Yeşil çayın sağlık üzerine etkisi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, 2006, Bolu, Türkiye, 219-222 ss.
- [13] Alcazar, A., Ballesteros, O., Jurado, J.M., Pablos, F., Martin, M.J., Vilches, J.L., Navalon, A. (2007). Differentiation of green, white, black, oolong, and Pu-erh teas according to their free amino acids content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(15), 5960-5965.
- [14] Almajano, M.P., Carbó, R., Jiménez, J.A.L., Gordon, M.H. (2008). Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chemistry*, 108(1), 55-63.
- [15] Damiani, E., Bacchetti, T., Padella, L., Tiano, L., Carloni, P. (2014). Antioxidant activity of different white teas: Comparison of hot and cold tea infusions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1), 59-66.
- [16] Santana-Rios, G., Orner, G.A., Amantana, A., Provost, C., Wu, S.Y., Dashwood, R.H. (2001). Potent antimutagenic activity of white tea in comparison with green tea in the Salmonella assay. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 495(1-2), 61-74.
- [17] Thring, T.S.A., Hili, P., Naughton, D.P. (2009). Anti-collagenase, anti-elastase and anti-oxidant activities of extracts from 21 plants. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 9-11.
- [18] Skovgaard, G.R.L., Jensen, A.S., Sigler, M.L. (2006). Effect of a novel dietary supplement on skin aging in post-menopausal women. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60(10), 1201-1206.
- [19] Lopez, V., Calvo, M.I. (2011). White Tea (*Camellia sinensis* Kuntze) exerts neuroprotection against hydrogen peroxide-induced toxicity in PC12 cells. *Plant Foods for Human Nutrition*, 66(1), 22-26.
- [20] Söhle, J., Knott, A., Holtzmann, U., Siegner, R., Grönniger, E., Schepky, A., Gallinat, S., Wenck, H., Stäb, F. and Winnefeld, M. (2009). White Tea extract induces lipolytic activity and inhibits adipogenesis in human subcutaneous (pre-)adipocytes. *Nutrition & Metabolism*, 6(1), 20.
- [21] Koutelidakis, A.E., Argiri, K., Serafini, M., Proestos, C., Komaitis, M., Pecorari, M., Kapsokefalou, M. (2009). Green tea, white tea, and *Pelargonium purpureum* increase the antioxidant capacity of plasma and some organs in mice. *Nutrition*, 25(4), 453-458.
- [22] Orner, G.A., Dashwood, W.M., Blum, C.A., Díaz, G.D., Li, Q., Dashwood, R.H. (2003). Suppression of tumorigenesis in the Apcmin mouse: down-regulation of β -catenin signaling by a combination of tea plus sulindac. *Carcinogenesis*, 24(2), 263-267.
-

Metabolik Sendromla Mücadelede Biyoaktif Gıda Bileşenlerinin Etkileri

Gülçin Şatır 

Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 32260, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 29.05.2017, Kabul Tarihi (Accepted): 06.05.2018✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): gulcinsatir@sdu.edu.tr (G. Şatır)*

☎ 0 246 211 36 87 📠 0 246 211 17 94

Öz

Metabolik sendrom (MetS), genetik ve çevresel etkenlerle gelişen abdominal obezite, dislipidemi, hiperglisemi, protrombotik ve proinflamatuar durumlarla karakterize bir kardiyometabolik risk faktörleri grubudur. Sedaranter yaşam şekli ve bilinçsiz gıda tüketimi MetS'in artışına neden olmaktadır ve günümüzde çocukluk, adölesan, yetişkin gibi her yaş grubunda görülebilmektedir. Metabolik sendromun önlenmesinde ve tedavisinde optimum beslenme ve sağlıklı yaşam en öncelikli ve etkili yaklaşımdır. Gıdalarda doğal olarak bulunan biyoaktif gıda bileşenlerinin çeşitli mekanizmalar ile özellikle MetS ile mücadelede etkili olduğu ifade edilmekte ve MetS'in önlenmesinde yeni bir yaklaşım olarak çalışılmaktadır. Metabolik sendromun sıklığının ülkemizde ve dünyada giderek artması, MetS'in önlenmesine ilişkin ciddi ulusal ve uluslararası politikaların izlenmesi yönünde önemli planlamalar yapılmasını gerektirmektedir. Bu derlemede, bazı gıdaların veya gıdalarda bulunan bazı biyoaktif bileşenlerin metabolizmayı hızlandıran, enzim inhibisyonu ile sindirim ve emilimi engelleyen, açlık ve tokluk mekanizmaları üzerine etkilerini inceleyen araştırma sonuçlarının, MetS'i önleyen etkileri ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Metabolik sendrom, Diyet, Biyoaktif bileşen

Effect of Bioactive Food Components on Metabolic Syndrome

ABSTRACT

Metabolic syndrome (MetS) is a group of cardiometabolic risk factors characterized by abdominal obesity, dyslipidemia, hyperglycaemia, prothrombotic and proinflammatory conditions that develop with genetic and environmental factors. Sedentary lifestyle and unconscious consumption of food leads to an increase in the metabolic syndrome. Today, MetS can be seen in all age groups such as childhood, adolescent and adults. Optimal nutrition and healthy lifestyle are the most important and effective approach in the prevention and treatment of MetS. It is stated that bioactive food components naturally found in naturally in foods are effective for combating against MetS especially with various mechanisms and being studied as a new approach in the prevention of MetS. The increasing prevalence of MetS in the world and our country requires significant planning towards the monitoring of serious national and international policies for the prevention of the disease. In this review, it is aimed to evaluate the results of some bioactive compounds found in foods which prevent digestion and absorption by the inhibition of the enzyme, some of the food accelerates the hunger and satiety mechanisms effects to evaluate the results of research with MetS inhibiting effects.

Keywords: Metabolic syndrome, Diet, Bioactive components

GİRİŞ

Metabolik sendrom tüm dünyada giderek daha fazla insanı etkileyen; genetik faktörlere ve çevresel etkenlere bağlı olarak, insülin direnciyle başlayan abdominal obezite, glukoz intoleransı veya diyabet, dislipidemi, hipertansiyon ve koroner arter hastalığı gibi sistemik bozuklukların birbirine eklendiği bir durumdur. İnsülin direnci sendromu, sendrom X, polimetabolik sendrom, ölümcül dördü ve uygarlık sendromu gibi farklı isimler ile de ifade edilmektedir [1,2]. MetS prevalansı tüm dünyada önemli oranda artış göstermektedir. Amerika Birleşik Devletlerinin en yüksek MetS prevalansına sahip olduğu, her 3 kişiden birinde MetS riski olduğu ve 60 yaş üzeri yetişkinlerde ise bu oranın %50 olduğu bildirilmektedir [3]. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün bir çalışmasına göre, glukoz intoleransı olmayan bireylerin %10'unda, glukoz intoleransı bireylerin %50'sinde ve Tip 2 diyabetli hastaların %80'inde MetS görülmektedir [4]. Türkiye genelinde yapılan Metabolik Sendrom Araştırması (METSAR)' na göre, 20 yaş üstü nüfusun üçte birinden fazlasında MetS sorunu karşımıza çıkmaktadır. Türkiye Endokrinoloji Metabolizma Derneği (TEMĐ) Obezite Dislipidemi Hipertansiyon Çalışma Grubu; Türkiye'deki metabolik sendrom sıklığının Uluslararası Diyabet Federasyonu (IDF) kriterlerine göre %44 oranında olduğunu ve bu sıklığın kadınlarda

erkeklerle göre 1.6 kat daha fazla olduğunu tespit etmiştir [5]. Ülkemizin 7 bölgesinde 22 ilde 7148 kişinin katıldığı çalışmada MetS sıklığı %34.9 bulunmuştur. Kadınlarda (%40.1) erkeklerden (%25.2) daha yüksektir; Kadınların çalışma hayatına katılımının düşük olması, teknolojik alandaki gelişmelerin hayatı kolaylaştırması ve egzersiz gibi aktivitelere zaman ayıramama gibi nedenlerle, MetS özellikle kentte yaşayan kadınları tehdit etmektedir [6]. Sedanter yaşam şekli ve bilinçsiz gıda tüketimi metabolik sendromun artışına neden olmaktadır ve günümüzde çocukluk, adolesan, yetişkin gibi her yaş grubunda görülebilmektedir. Özellikle şeker metabolizması, kan basıncındaki yükselme ve yağ metabolizmasındaki bozukluklar metabolik sendroma neden olmaktadır. MetS, yeterli ve dengeli diyet tedavisi ve sağlıklı yaşam şekli ile önlenebilecek ve tedavi edilebilecek bir sağlık sorunudur.

MetS'un tanısı için Dünya Sağlık Örgütü (WHO) (Tablo 1), Ulusal Kolesterol Eğitim Programı (NCEP-ATP III) (Tablo 2), Amerikan Klinik Endokrinologlar Birliği (AACE), Avrupa Diyabet Çalışma Birliği (EASD), Avrupa İnsülin Rezistansı Çalışma Grubu (EGIR), Uluslararası Diyabet Federasyonu (IDF) (Tablo 3) ve Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği (TEMĐ) gibi pek çok sağlık ve meslek kurumları MetS kriterlerini tanımlamaktadır.

Tablo 1. WHO metabolik sendrom tanımı

Aşağıdakilerden birisine ek olarak	En az ilave iki kriter
Tip 2 Diyabetik Bozulmuş açlık glukozu Bozulmuş glukoz toleransı İnsülin direnci	Antihipertansif tedavi veya TA \geq 140/90 mmHg
	Dislipidemi Trigliserid \geq 150 mg/dL veya HDL: erkekte $<$ 35, kadında $<$ 39 mg/dL
	BKİ \geq 30 kg/m ² veya Bel/kalça oranı: erkekte $>$ 0.9, kadında $>$ 0.85
	Üriner albümin atılımı \geq 20 μ g/dk veya Albumin/kreatin oranı \geq 30 mg/g

Tablo 2. NCEP-ATP III metabolik sendrom tanımı

Risk Etkeni	Değer
Abdominal obezite (Bel çevresi)	
Erkek	$>$ 102 cm
Kadın	$>$ 88 cm
Trigliserid düzeyi	\geq 150 mg/dL
HDL düzeyi	
Erkek	$<$ 40 mg/dL
Kadın	$<$ 50mg/dL
Kan basıncı	$>$ 130/85 mmHg
Açlık kan şekeri	$>$ 110 mg/dL

*Herhangi üçünün olması

Tablo 3. IDF metabolik sendrom tanımı

Santral obeziteye ek olarak	2 kriter
BKİ \geq 30 kg/m ² veya Erkekte bel çevresi $>$ 94 cm Kadında bel çevresi $>$ 80 cm	Trigliserid \geq 150 mg/dL Erkekte HDL $<$ 40, kadında HDL $<$ 50 mg/dL Kan basıncı $>$ 130/85 mmHg Açlık kan şekeri $>$ 100 mg/dL veya Tip 2 Diyabet tanısı

Günümüzde MetS tanı ve teşhisinde en çok WHO ve NCEP-ATP III kriterleri kullanılmaktadır [7, 8]. Ülkemizde ise TEMD' nin hazırladığı 2009 Yılı Metabolik Sendrom Tanı Kılavuzunda; WHO metabolik sendrom tanı kriterleriyle, IDF'nin yayımladığı metabolik sendrom kılavuzundan esinlenerek tanı kriterleri oluşturulmuştur [1,9]. Ulusal düzeyde MetS tanısı için Diabetes Mellitus, bozulmuş glukoz toleransı veya insülin direnci tanısından en az biri olması gerektiği ya da hipertansiyon (sistolik kan basıncı >130, diyastolik kan basıncı >85 mmHg), dislipidemi (trigliserid düzeyi > 150 mg/dL veya HDL düzeyi erkekte < 40 mg/dL, kadında < 50 mg/dL) ve abdominal obeziteden (BKİ > 30 kg/m² veya bel çevresinin erkeklerde > 94 cm, kadınlarda > 80 cm) en az ikisinin varlığının yeterli olduğu bildirilmektedir [1].

Genetik özelliklerin yanında çevresel faktörlerinde etkisinin olduğu metabolik sendrom tanı kriterlerinin önlenmesinde ve tedavisinde beslenme şekli ve sağlıklı yaşam en öncelikli ve etkili yaklaşımdır. Bu derlemede, bazı gıdaların veya gıdalarda bulunan bazı biyoaktif bileşenlerin metabolizmayı hızlandıran, enzim inhibisyonu ile sindirim ve emilimi engelleyen, açlık ve tokluk mekanizmaları üzerine etkilerini inceleyen çalışmaların sonuçları, metabolik sendromu önleyen etkileri ile değerlendirilmiştir.

İNSÜLİN DİRENCİ, GLUKOZ TOLERANSI

MetS tanısı almadaki tanı kriterlerinin birinci adımı Diabetes Mellitus veya bozulmuş glukoz toleransı veya insülin direnci durumlarından en az birini içermesidir [1]. Yapılan çalışmalar, metabolik sendrom bileşenleri içinde insülin direncinin diğer parametreler üzerine etkisini ve patofizyolojide oynadığı önemli rolü vurgulamaktadır. Metabolik sendrom bileşenlerini içeren pek çok hastada glukoz metabolizması bozuklukları olduğu epidemiyolojik çalışmalarla desteklenmekte iken her obez olan bireyde insülin direnci olmamasından yola çıkılarak genetik araştırmalara ağırlık verilmiş, farklı etnik gruplarda yapılan çalışmalar da genetiğin etkisi kanıtlanmaya çalışılmıştır [10]. Farklı çalışmalarda MetS tanısı alan kişilerde diyabet gelişme riskinin 2-34 kat daha fazla olduğu belirtilmektedir [11]. Diyabet sıklığındaki artış Ülkemize özgü bir durum olmamakla birlikte tüm dünyadaki diyabet sıklığının hızlı artışıyla kıyaslandığında, Ülkemizdeki artış hızı üst sıralarda yer almaktadır. TURDEP- II çalışması, TURDEP-I çalışmasının devamı olarak 2010 yılında tamamlanmıştır, TURDEP-I' den itibaren geçen yılda, Türk toplumunda diyabet sıklığının %13.7'ye ulaştığı; diyabet sıklığında ise %90 artış olduğu görülmüştür [12]. Polisakkaritler, oligosakkaritler, lignin ve bunlarla ilgili bitki ekstraktlarını kapsayan ve diyetle alınan lifler, karbonhidratların sindirilmesini ve emilmesini yavaşlatarak kan şekerinin ani yükselişlerini önlemekte ve insülin direncini olumlu etkilemektedir. Özellikle sarımsak, sarımsak yağı ve dialiltrisülfid bileşeni, yapılan çalışmalara göre hipergliseminin düşürülmesinde oldukça etkilidir [13, 14]. Yulaf kepeği (*Avena sativa*), β -glukan içeriğinden dolayı kolesterol seviyesini düşürmektedir. Ayrıca yapılan klinik çalışmalar β -glukanın, kandaki glukoz ve insülin seviyesini

düzenlediğini, bunun yanında serum kolesterol seviyesini düşürücü, beyaz kan hücrelerinin aktivasyonunu arttırarak bağışıklık sistemini güçlendirici etkileri sayesinde de tümör oluşumunu ve böylece kalp krizi gibi ciddi rahatsızlıkları engelleyici etkilere sahip olduğunu kanıtlamaktadır [15-17]. Kuruyemişler, magnezyum içeriği ile insülin ihtiyacını düşürmektedir özellikle badem ve antioksidan içeriği yüksek işlem görmemiş sebze-meyvelerin, bakliyatların, baharatların metabolik sendromun önlenmesine yönelik tüketilmesi tavsiye edilmektedir [18, 19].

OBEZİTE, KİLO KONTROLÜ

Abdominal obezitenin dislipidemi, hiperglisemi, hipertansiyon ve devamında ortaya çıkan kardiyovasküler hastalıklar için temel oluşturduğu kabul edilmektedir. TURDEP-II çalışması sonuçlarına göre ülkemizde 20 yaş ve üzerindeki kişilerin %32'sinde abdominal obezite söz konusudur [12]. Obez insanlardaki ektojik adipoz dokunun, açıl CoA interlökin (IL)-6 ve tümör nekroz faktörü (TNF)- α moleküllerinin metabolizma, kan şekeri düzeyi ve insülin seviyeleri üzerine olumsuz etkileri olduğu ve adiponektin salınımı ile koruyucu etkilerinin olduğu bilinmektedir [20]. Bu nedenle adipoz dokunun yeterince olması koruyucu mediatörler açısından kazanç sağlarken obeziteye yatkınlık durumunda olumsuz etkilerin pekişmesi ve var olan hastalık tablosunun daha da derinleşmesi gibi ciddi etkilerinden bahsedilebilir. Kilo vermeyi hedefleyen beslenme tarzı değişiklikleri ve egzersiz gibi yaşam ve davranış değişiklikleri, metabolik sendromla mücadelenin temelini teşkil etmektedir. Güncel klinik çalışmalar, haftalık fiziksel aktivitede 100-150 dakikaya varan ve vücut ağırlığında yalnızca %5-7'lik bir azalma sağlayan yaklaşımların bile metabolik sendromu engellemeye yettiğini; lipit bozuklukları, glukoz intoleransı ve hipertansiyon üzerinde olumlu bir etki oluşturduğunu ve Tip 2 DM başlangıcını üç yıllık bir dönemde bile %58 azalttığını ortaya koymaktadır [21]. En iyi adipoz doku yapısının tekli doymamış yağ asitleri ve çözülebilir sebze lifi açısından zengin Akdeniz tarzı beslenmeyle elde edildiği ifade edilmektedir. Ayrıca Akdeniz tipi beslenme şeklinin başka bir önemli bileşeni olan omega-3 yağ asidi ve antioksidanlardan zengin besinlerin tüketiminin artırılmasının koroner hastalıkların riskini ve ölüm riskini azalttığını gösteren epidemiyolojik çalışmalar bulunmaktadır [22, 23]. Düşük glisemik indekse sahip gıdalar lipit metabolizması üzerinde yararlı etkilere sahip olmasının yanı sıra insülin direncini düşürebilir ve metabolik sendromu tedavi edebilir [22,24]. Glisemik indeksi düşük gıda alımı yanında kalsiyum alımı ve beden kitle indeksi arasında olumlu ilişkiler olduğu yönündeki çalışmalarda bu ilişki kanıtlanmıştır. Kalsiyumun vücut ağırlığı üzerinde iki etki mekanizması olduğu belirtilmektedir. Birincisi; kalsiyumun yağ asitleri ile ince bağırsakta çözünmeyen sabunlara dönüşmesi, absorbe edilememesi ve dolayısıyla yağ asitlerinin kalsiyum tuzları formunda fekal yağ atımının artmasıdır. İkincisi ise; düşük kalsiyum alımının adipoz dokuda trigliserit deposunu artırması, yüksek alınan kalsiyumun ise lipit oksidasyonunu artırmasıdır [25, 26]. Diyet kalsiyumun lipolizin stimülasyonunda ve lipogenezinin

inhibisyonunda dolayısıyla vücut yağının azaltılmasında rol oynadığı, intraselüler kalsiyum düzeyinin artmasının ise, lipogenezin uyarılması ve lipolizin önlenmesine neden olduğu belirtilmektedir. İntraselüler Ca^{++} , adiposit lipid metabolizması ve trigliserit deposunun düzenlenmesinde düzenleyici rol oynamaktadır. Düşük kalsiyum diyeti, kalsitriol üretimini artırmaktadır. Bu durum hücre içine kalsiyum geçişini uyarmakta ve artan intraselüler Ca^{++} , lipojenik gen ekspresyonunu ve lipogenezisi uyararak, lipolizi önlemekte ve dolayısıyla yağ dokusunun artmasına neden olmaktadır [25-27].

KARDİOVASKÜLER HASTALIK RİSKİ

MetS tanısı alan kişilerde kardiyovasküler hastalık riskinin daha fazla olduğu ve riski artıran bileşenin obeziteden önce MetS varlığı olduğu belirtilmektedir. MetS tanısı için Ulusal Kolesterol Eğitim Programı (NCEP) ve revize NCEP tanımlamalarının kullanıldığı 87 klinik çalışma ve 951.083 hastanın dahil edildiği meta analiz çalışmada; MetS'un kardiyovasküler hastalık riskini 2.35, kardiyovasküler mortaliteyi 2.40, tüm mortaliteyi, 1.58, miyokard infarktüsü riskini 1.99 ve inme riskini 2.27 kat artırdığı gösterilmiştir [6, 54]. Diğer önemli bir sonuç ise, MetS'lu kadınlarda kardiyovasküler riskin erkeklere göre yüksek bulunmasıdır. Kadınlarda yüksek riskin olmasında; postmenopozal kadınlarda erkeklere göre abdominal obeziteye yatkınlığın fazla olmasının, kadınların erkeklere göre daha farklı bir kolesterol profiline sahip olmasının, yüksek trigliserit düzeylerinin kadınlarda erkeklere göre daha fazla koroner arter hastalığı ile ilişkili bulunmasının ve polikistik over sendromu, hormon replasman tedavisi ve gestasyonel diyabet gibi kadınlara özel risk faktörlerinin rolü olabileceği bildirilmiştir [8]. Fitokimyasalların kanser, koroner kalp hastalığı, diyabet, yüksek kan basıncı, enflamatuvar, viral ve parazitik hastalıklar, psikotik bozukluklardaki yararlı etkilerini araştıran bilimsel araştırmaların sayısı hızla artmaktadır. β -glukan, sindirilemeyen, nişasta olmayan polisakkaritler olarak tanımlanmakta olup, en önemli diyet liflerinden biri olarak nitelendirilmektedir. β -glukan içerikli fonksiyonel gıdaların tüketiminin; kan kolesterol seviyesini ve kalp ile ilgili hastalık riskini azalttığı, toplam serum kolesterol ve LDL kolesterolü düşürücü etkisi olduğu belirtilmektedir [28].

ANTİHIPERTANSİF POTANSİYEL

MetS tanısı alan hastalarda görülen hipertansiyonun altında genellikle insülin direnci bulunmaktadır [22]. Tüm dünyada hipertansiyon konusunda farkındalık düşük olmakla birlikte, ülkeler arasında önemli farklılıklar söz konusudur. Türk Hipertansiyon Prevalans Çalışması (Patent-Prevalence, Awareness and Treatment of Hypertension in Turkey), ülkemizde hipertansiyonun sıklığı, farkındalığı, tedavi alma ve kontrol oranları konusunda yapılan önemli çalışmalardan biridir. 2003 yılında ülkemizde hipertansiyon sıklığı %31.8, farkındalık %40, tedavi alma %31, kontrol oranı %8 ve antihipertansif tedavi almakta olanlarda kontrol oranı ise %20 bulunmuştur [29]. Kan basıncını düşürücü (antihipertansif) süt kaynaklı peptitler, kazeinin ve serum proteinlerin enzimatik proteoliziyle *in vivo* veya *in vitro*

şartlarda oluşmaktadır. Başlıca süt kaynaklı peptidler, kan basıncını artırıcı etkiye sahip anjiyotensin-I dönüştürücü enzim (ACE) inhibisyonunu sağlayan kazokin ve laktokinlerdir. ACE, hipertansif etki göstermekle birlikte, vücut kan basıncının ve su dengesinin ayarlanmasında önemli etkilere sahiptir. ACE inhibisyonunu sağlayan aktif peptit inhibitörü kazokinler, β -kazein ve α s1-kazeinin proteolizi sonucunda oluşurken, peyniraltı suyundan elde edilen laktokinler ise β -laktoglobulin ve α -laktoalbuminin proteolizi ile oluşmaktadır. Ana polipeptid zincirinde inaktif halde bulunan antihipertansif peptidlerin oluşumuna kimyasal ve fiziksel işlemler etki göstermekle birlikte, süt işleme proseslerinde biyoaktif peptitlerin oluşumunda laktik asit bakterileri ve diğer starter kültürler ile dışarıdan ilave edilen enzimler rol oynamaktadır [26]. Zemel ve ark. [25]'nin randomize kontrollü çalışmasında katılımcılara süt ve süt ürünleri tüketirilmiş bütün katılımcıların kalori kısıtlamasına bağlı olarak kilo verdikleri, yoğurt grubunda kontrol gruba göre %22 daha fazla kilo kaybı ve %61 daha fazla vücut yağ kaybı olduğu görülmüştür. Yoğurt diyetindeki katılımcılarda diastolik kan basıncında önemli bir azalma görülmüştür. Kontrol grupta önemli bir değişiklik olmamasına karşın yoğurt grubunda, sirküle eden gliserolün %22.3 oranında artış gösterdiği, bu artışın lipolizdeki artışın göstergesi olduğu belirtilmiştir. Yoğurt diyetindeki katılımcılarda diastolik kan basıncında önemli bir azalma görülmüştür [26]. Ni ve ark. [30] tarafından kilolu veya obez yetişkinlerin diyetlerinde kitosan preparatları ile daha fazla kilo kaybı, toplam kolesterolde azalma, sistolik ve diastolik kan basıncında azalma olduğu, fekal yağ atımında ise bir farklılık görülmeyeceği bildirilmiştir.

DİSLİPİDEMİ

Metabolik sendromlu hastalarda visceral obezite ve insülin direnci etkisi ile gelişen dislipidemi, HDL kolesterol düşüklüğü ve TG yüksekliği ile karakterizedir [8]. Adak ve Shivapuri [31], lipid ve lipoprotein profilini belirledikleri araştırmada, sağlıklı bireylerde yaşa bağlı olarak önemli derecede artış gözlemişlerdir. Jin ve Sook [32], serum kolesterol seviyesinin soya ürünleri ve B₁ vitamini tüketimi ile önemli oranda düştüğünü belirtmektedir. Ayrıca soya proteini, meyve sebze ağırlıklı diyet yapan ileri yaşta bayanlarda serum lipid düzeyi düşerken depresyonun azalmasında etkili olduğu belirtilmektedir. Frontera ve ark. [33], iki farklı gruba soya esaslı gıda takviyeleri ve sığır eti ile uyguladıkları diyetin sonucunda sığır proteinin bireylerde toplam kolesterolü arttırırken, soya proteinli diyet uygulayanlarda bir değişiklik gözlenmediğini bildirmiştir. Konjuge linoleik asit (CLA), fermente süt ürünlerinde doğal olarak bulunmaktadır; klinik çalışmalarda, obezite ve lipodistrofide yağlı karaciğer ve insülin direncinin birlikteliği de gösterilmiş ratlarda CLA alımının karaciğerde triaçilgliserol birikimiyle birlikte lipodistrofiye neden olduğu saptanmıştır [34, 35]. Fenolik bileşenler özellikle kateşin, saponin ve isoflavonlar içeren yeşil çay ve diğer bitki ekstraktlarının ratlarda yağ birikimini önleyerek obeziteye olumlu etkisi tespit edilmiştir [35]. Prebiyotikler, hipokolesterolomik etkileri ile bilinen soya ürünlerinin bağırsaktaki kolonizasyonunu artırmaktadır

ve soya esaslı ürünler prebiyotiklerle birlikte kullanıldığında serum lipid düzeyini önemli oranda artırmıştır [36]. Kefirin adiposit farklılaşma ve lipid birikimine etkisi *in vitro* araştırılmış ve kefirin özellikle lipid birikiminde etkin olan GPDH enzimi aktivitesini düşürdüğü belirtilmiştir [37]. Alkole bağlı olmayan karaciğer yağlanması tedavisi için leptin reseptörü eksik olan ob/ob farelerini dört hafta boyunca oral yol ile kefirle beslemişler ve kefirle beslemenin, alkole bağlı olmayan karaciğer yağlanmasına, vücut ağırlığına, enerji metabolizmasına olumlu etkisini tespit etmişlerdir [38]. Karaciğer yağlanmasında klinik uygulamalarda destek olarak kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

Üzüm çekirdeği ekstraktı zengin biyoaktif fitokimyasal içeriğiyle pankreatik lipaz ve lipoprotein lipazı üzerine inhibisyon etkisi sağlayarak diyet yağlarının emilimini ve adipoz dokuda birikimini azaltır. Üzüm çekirdeği ekstraktının bu etkisi yapısında bulunan flavonoidler, prosiyanidinler ve bunların antioksidatif metabolitleri gibi çeşitli bileşenlerin sinerjistik etkilerinden kaynaklanmaktadır [39].

Farklı fonksiyonel gıda bileşenlerinin MetS üzerine etkilerini belirten diğer çalışmalar Tablo 4'de sunulmuştur [53].

Tablo 4. Metabolik sendrom ve fonksiyonel gıda/gıda bileşenleri arasındaki ilişkiyle ilgili yapılan diğer çalışmalar

Metabolik bozukluk	Fonksiyonel gıda bileşeni	Etki mekanizması	Referans
Kan profili	Polifenoller	Kolesterol emilimini azaltır, fekal kolesterol salgısını artırır.	[40]
	Diyet lif	Safra asidi salgısını artırır.	[41]
	Soya proteini	Safra asidi salgısını artırır ve insülin/glukagon hormonu oranını azaltır.	[42]
	Omega-3 yağ asitleri	Hepatik sentezi ve VLDL salgısını azaltır.	[43]
İnsülin direnci	Diyet lif	Çözünabilir lif, tokluk sonrası glukoz konsantrasyonunu ve makrobesin öğelerinin emilimini azaltır, çözünemeyen lifler tokluk hissini artırır.	[44]
	Soya proteini	Çelişkili bulgular nedeniyle daha fazla araştırma yapılmasına gereksinim vardır.	[45]
	Kahve	Kahve tüketimi ve diyabet riski arasında ters ilişki olmasına rağmen, anlık kafein alımı insülin direncini azaltır.	[46]
Antihipertansif potansiyel	Sodyumu azaltılmış gıdalar	Daha fazla araştırma yapılmasına gereksinim vardır.	[47]
	Tekli doymamış yağ asitleri	Daha fazla araştırma yapılmasına gereksinim vardır.	[48]
Antienflamuar aktivite	Omega-3 yağ asitleri	Genetik hassasiyeti, lökosit geçişini engeller, eikosanoidlerin sentezini değiştirir.	[49]
	Diyet lif	Ağırılık kaybını sağlar, glisemik kontrolü artırır, lipid oksidasyonunu ve azaltır, antienflamuar bileşenlerin üretimini sağlar.	[50]
Kilo yönetimi	Yüksek protein içerikli gıdalar	Emilim sonrası tokluk hissi sağlar, termojenik etki nedeniyle enerji alımı düşer.	[51]
	Termojenik bileşenler	Alınan besinlerin metabolizması için harcanan enerji artar.	[52]
	Diyet lif	Enerji alımını azaltır, tokluk sonrası glukoz ve insülin konsantrasyonunu düşürür ve hormon salgılanmasını sağlar.	[44]

SONUÇ

Tüm dünyayı saran MetS ile gelecekte daha ciddi sıklıkla karşılaşılacak ve diğer önemli sağlık problemlerini de beraberinde getirecektir. Kardiyovasküler hastalıkların en önemli risk faktörlerinden biri olarak bilinen MetS sıklığının ülkemizde ve dünyada giderek artması, hastalığın önlenmesine ilişkin ciddi ulusal ve uluslararası politikaların izlenmesi yönünde önemli planlamalar yapılmasını gerektirmektedir.

İnsanlığın tüm hastalıklarla savaşması için fonksiyonel, güvenilir ve terapötik ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır. İçerdikleri biyoaktif bileşenler ile doğal gıdalar, MetS'in güvenli ve etkili bir şekilde önlenmesi ve tedavisi için mükemmel bir alternatif strateji olabilir.

Bireylerin yaşam şekilleri, sosyoekonomik ve bölgesel özelliklerin metabolik sendrom gelişiminde ne kadar

etkili olduğu araştırılarak yeni yaklaşımların belirlenmesi önem arz etmektedir. Özellikle yaşam şekilleri, sosyoekonomik ve bölgesel özelliklerin metabolik sendrom kriterlerini geliştirme riski göz önüne alınarak birinci basamak hekimler, eğitimciler, diyetisyenler ve gıda mühendislerini içine alan multidisipliner yaklaşımlarla MetS önlemek ya da azaltmak için yağ ve karbonhidratların kilo alımına etkisini azaltıcı yeni stratejiler geliştirilmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Çeşitli gıda bileşenlerinin biyoaktif özelliği nedeniyle metabolik sendroma etkileri ümit verici olmasına rağmen birçok yönü ile daha fazla araştırma yapılmasına da gereksinim vardır.

KAYNAKLAR

- [1] Arslan, M., Atmaca, A., Ayvaz, G. (2009). Metabolik Sendrom Kılavuzu. 2009. Erişim Tarihi: 04/10/2016.

- http://www.turkendokrin.org/files/pdf/metabolik_sendrom.pdf.
- [2] Türk Kardiyoloji Derneği. (2015). Türkiye Metabolik Sendrom Araştırması. 21. Ulusal Kardiyoloji Kongres, 16-20 Kasım 2015, Antalya.
- [3] Aguilar, M., Bhuket, T., Torres, S., Liu, B., Wong, R.J. (2015). Prevalence of the metabolic syndrome in the United States 2003–2012. *JAMA*, 313p.
- [4] World Health Organization (WHO). (1999). Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications: report of a WHO consultation 1999. Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Erişim Tarihi: 11/07/2016. Geneva, Switzerland. 66p. <http://apps.who.int/iris/handle/10665/66040>.
- [5] Gündogan, K., Bayram, F., Gedik, V., Kaya, A., Karaman, A., Demir, O., Sabuncu, T., Kocer, D., Coşkun, R. (2013). Metabolic syndrome prevalence according to ATP III and IDF criteria and related factors in Turkish adults. *Arch Med Science*, 9(2), 243-253.
- [6] Sönmez, A., Bayram, F., Barcin, C., Ozsan, M., Kaya, A., Gedik, V. (2013). Waist circumference cutoff points to predict obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular risk in Turkish adults. *International Journal of Endocrinology*, Article ID 767202: 7p.
- [7] Alberti, K.G., Zimmet, P.Z. (1998). Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabetic Medicine*, 15, 539-553.
- [8] National Cholesterol Education Program. (2001). Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 285, 2486-2497.
- [9] Alberti, K.G.M., Zimmet, P., Shaw, J. (2005). The metabolic syndrome-a new worldwide definition. *Lancet*, 366, 1059-1062.
- [10] Şendur, M.A.N., Güven, G. (2011). Metabolik sendroma güncel bakış. *İç Hastalıkları Dergisi*, 18, 125-131.
- [11] Balcı, M.K. (2008). Metabolik sendrom. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 28(6 Suppl. 1), 102-106.
- [12] TURDEP-II Study Group. (2011). Diabetes epidemic in Turkey: results of the second population-based survey of diabetes and risk characteristics in Turkey (TURDEP-II). *Diabetologia* 54(1):140. 46th General Assembly of the European Association for the Study of Diabetes (EASD); 2010 Sep 20-24; Stockholm, Sweden.
- [13] Weaver, K.L., Ivester, P., Seeds, M., Case, D.L., Arm, J.P., Chilton, F.H. (2009). Effect of dietary fatty acids on inflammatory gene expression in healthy humans. *Journal of Biological Chemistry*, 284, 15400–7.
- [14] Liu, C.T., Hse, H., Lii, C.K., Chen, P.S., Sheen, L.Y. (2005). Effects of garlic oil and diallyl trisulfide on glycemic control in diabetic rats. *European Journal of Pharmacology*, 516, 165-173.
- [15] DeVries, J.W. (2001). The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World*, 46(3), 112-126.
- [16] Lyly, M.M., Salmenkallio-Marttila, T., Suortti, K., Autio, K., Lahteenmaki, L. (2003). Influence of oat β -glucan preparations on the perception of mouthfeel and on rheological properties in beverage prototypes. *Cereal Chemistry*, 80(5), 536-541.
- [17] Behall, K.M., Scholfield, D.J., Hallrisch, J. (2004). Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80(5), 1185-1193.
- [18] Kris-Etherton, P.M., Hu, F.B., Ros, E., Sabate, J. (2008). The role of tree nuts and peanuts in the prevention of coronary heart disease: multiple potential mechanisms. *Journal of Nutrition*, 138, 1746-1751.
- [19] Zeng, Y., Pu, X., Du, J., Yang, S., Yang, T., Jia, P. (2012). Use of functional foods for diabetes prevention in China. *African Journal of Pharmacology*, 6, 2570-2579.
- [20] Berg, A.H., Combs, T.P., Scherer, P.E. (2002). ACRP30/adiponectin: an adipokine regulating glucose and lipid metabolism. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, 13, 84-89.
- [21] Diabetes Prevention Program Research Group. (2002). Reduction of the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *New England Journal of Medicine*, 346, 393-403.
- [22] Balkan, F. (2013). Metabolik sendrom. *Ankara Medical Journal*, 13(2), 85-90.
- [23] Willett, W.C., Sacks, F., Trichopolou, A., Drescher, G., Ferro-Luzzi, A., Helsing, E. (1995). Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. *American Journal of Clinical Nutrition*, 61(6 Suppl), 1402-1406.
- [24] Minehira, K., Tappy, L. (2002). Dietary and lifestyle interventions in the management of metabolic syndrome; present status and future perspective. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56, 1262-9.
- [25] Zemel, M.B., Thompson, W., Milstead, A., Morris, K., Campbell, P. (2004). Calcium and dairy acceleration of weight and fat loss during energy restriction in obese adults. *Obesity Research*, 12(4), 582-590.
- [26] Zemel, M.B., Richards, J., Milstead, A., Campbell, P. (2005). Effects of calcium and dairy on body composition and weight loss in African American adults. *Obesity Research*, 13(7), 1218-1225.
- [27] Özdemir, G., Çelebi, F. (2011). Kalsiyum ve ağırlık kontrolü. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 8(2), 643-652.
- [28] Brennan, C.S., Cleary, L.J. (2005). The potential use of cereal (1→3,1→4)- β -D-glucans as functional food ingredients. *Journal of Cereal Science*, 42(1), 1-13.
- [29] Altun, B., Arici, M., Nergizoğlu, G., Derici, U., Karatan, O., Turgan, C. (2005). Prevalence, awareness, treatment and control of hypertension in Turkey (the PatenT study) in 2003. *Journal of Hypertension*, 23(10), 1817-23.
- [30] Ni, M.C., Dunshea-Mooij, C.A., Bennett, D., Rodgers, A. (2005). Chitosan for overweight or

- obesity. *Cochrane Database of Systematic Review*, 3, CD003892.
- [31] Adak, M., Shivapuri, J.N. (2010). Serum lipid and lipoprotein profile abnormality in predicting the risk of coronary artery disease in nondiabetic patients attending NMCTH, Birgunj. *Nepal Medical College Journal*, 12(3), 158-164.
- [32] Jin, K.P., Sook, M.S. (2007). Nutrient intakes and serum lipid profiles are improved in elderly Korean women with home food delivery. *Nutrition Research*, 27, 78-85.
- [33] Frontera, W.R., Suh, D., Krivickas, L.S. (2000). Skeletal muscle fiber quality in older men and women. *Am J Cell Physiology*, 279, 611-618.
- [34] Trigueros, L., Peña, S., Ugidos, A.V., Sayas-Barberá, E., Pérez-Álvarez, J.A., Sendra, E. (2013). Food ingredients as anti-obesity agents: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53/9(929-42), 1040-8398.
- [35] Trigueros, L., Sendra, E. (2015). Fatty acid and conjugated linoleic acid (CLA) content in fermented milks as assessed by direct methylation. *LWT - Food Science and Technology*, 60(1), 315-319.
- [36] Julia, M.W., Cyril, W.C.K., Russell-de, S., Azadeh, E., Augustine M. (2010). The effect on the blood lipid profile of soy foods combined with a prebiotic: a randomized controlled trial. *Metabolism Journal*, 59, 1331-1340.
- [37] Ho, J.N., Choi, J.W., Lim, W.C., Kim, M.K., Lee, I.Y., Cho, H.Y. (2013). Kefir inhibits 3T3-L1 adipocyte differentiation through down-regulation of adipogenic transcription factor expression. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(3), 485-490.
- [38] Chen, H.L., Tung, Y.T., Tsai, C.T., Lai, C.Z., Lai, Z.L., Tsai, H.C., Lin, Y.L., Wang, C.H., Chen, C.M. (2014). Kefir improves fatty liver syndrome by inhibiting the lipogenesis pathway in leptin-deficient ob/ob knockout mice. *International Journal of Obesity*, 38(9), 1172-1179.
- [39] Ercan, P., El, S.N. (2014). Obeziteyi önleyen gıda bileşenleri. *Akademik Gıda*, 12(1), 69-77.
- [40] Poppitt, S.D., Van, D.J.D., McGill, A.T., Mulvey, T.B., Leahy, F.E. (2007). Supplementation of a high-carbohydrate breakfast with barley beta glucan improves postprandial glycemic response for meals but not beverages. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 16, 16-24.
- [41] Queenan, K.M., Stewart, M.L., Smith, K.N., Thomas, W., Fulcher, R.G., Slavin, J.L. (2007). Concentrated oat beta-glucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial. *Nutrition Journal*, 6, 6-12.
- [42] Amani, R.A., Baghdadchi, J.B., Zand-Moghaddam, A.A. (2005). Effects of soy protein isoflavones on serum lipids, lipoprotein profile and serum glucose of hypercholesterolemic rabbits. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 2, 87-92.
- [43] Lewis, N.M., Seburg, S., Flanagan, N.L. (2000). Enriched eggs as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Poultry Science*, 79, 971-974.
- [44] Rhee, K.S., Kim, E.S., Kim, B.K., Jung, B.M., Rhee, K.C. (2004). Extrusion of minced catfish with corn and defatted soy flours for snack foods. *Journal of Food Processing and Preservation*, 28, 288-301.
- [45] Belay, A., Ture, K., Redi, M., Asfaw, A. (2008). Measurement of caffeine in coffee beans with UV/vis spectrometer. *Food Chemistry*, 108, 310-315.
- [46] Sacks, F.M., Svetkey, L.P., Vollmer, W.M. (2001). Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group. *New England Journal of Medicine*, 344, 3-10.
- [47] Kromhout, D., Giltay, E.J., Geleijnse, J.M. (2010). Omega-3 fatty acids and cardiovascular events after myocardial infarction. *New England Journal of Medicine*, 363, 2015-2026.
- [48] Yokoyama, M., Origasa, H., Matsuzaki, M. (2007). Effects of eicosapentaenoic acid on major coronary events in hypercholesterolaemic patients (JELIS): a randomised open-label, blinded endpoint analysis. *Lancet*, 369, 1090-1098.
- [49] Ajani, U.A., Ford, E.S., Mokdad, A.H. (2004). Dietary fiber and C-reactive protein: findings from national health and nutrition examination survey data. *Journal of Nutrition*, 134, 1181-1185.
- [50] Hodgson, J.M., Burke, V., Beilin, L.J., Puddey, I.B. (2006). Partial substitution of carbohydrate intake with protein intake from lean red meat lowers blood pressure in hypertensive persons. *American Journal of Clinical Nutrition*, 83, 780-787.
- [51] King, D.E., Egan, B.M., Woolson, R.F., Mainous, A.G., Al-Solaiman, Y., Jesri, A. (2007). Effect of a high-fiber diet vs a fiber-supplemented diet on C-reactive protein level. *Arch Intern Medicine*, 167, 502-506.
- [52] Yu, Y., Hu, J.N., Miyaguchi, Y.J., Bai, X.F., Du, Y.G., Lin, B.C. (2006). Isolation and characterization of angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from porcine hemoglobin. *Peptides*, 11, 29-40.
- [53] Khan, M.I., Anjum, F.M., Sohaib, M., Sameen, A. (2013). Tackling metabolic syndrome by functional foods. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 14, 287-297.
- [54] Mottillo, S., Filion, K., Genest, J., Joseph, L., Pilote, L., Poirier, P., Rinfret, S., Ernesto, R., Shiffryn, M.D., Mark, J., Eisenberg, M.D. (2010). The metabolic syndrome and cardiovascular risk. *Journal of the American College of Cardiology*, 56(14), 1113-1132.

Başlıca Mısır Bileşenleri Üzerine Alkali Pişirmenin (Nikstamalizasyon) Etkileri

Mustafa Şamil Argun 

Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bitlis

Geliş Tarihi (Received): 31.07.2017, Kabul Tarihi (Accepted): 13.02.2018

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): samilargun@gmail.com (M.Ş. Argun)

☎ 0 434 222 04 83 📠 0 434 222 91 47

ÖZ

Alkali pişirme, mısır danelerinin kalsiyum hidroksit ilavesiyle pişirilmesi, pişirme suyu (nejayote) içinde bir müddet dinlendirilmesi ve daha sonra da yıkanmasını içeren bir işlemdir. Çok eski bir proses olan bu işlem ilk defa mısırın anavatanı olan Orta Amerika'da geliştirilmiş ve "Nikstamalizasyon" olarak bilinmektedir. Alkali pişirmeye tabi tutulmuş mısırlarda kabuk soyulması kolaylaşır, protein ve nişasta modifiye olur, reolojik ve termal özellikler değişir. Mısır, çölyak (gluten enteropatisi) hastaları tarafından da tüketilebildiği için bu uygulama mısırın kabuğunun soyulmasında sağladığı kolaylık ve bileşenleri üzerine söz konusu etkilerinden dolayı mısırdan üretilen gıdaların hazırlanmasında önemli bir aşamadır. Bu çalışmada alkali pişirmenin mısırın başlıca kısımları olan perikarp, nişasta, protein ve yağların üzerine etkileri derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mısır, Alkali pişirme, Nikstamalizasyon, Majör bileşenler

Effect of Alkaline Cooking (Nixtamalization) on Main Corn Components

ABSTRACT

Alkaline cooking is a process including cooking of corn grains with the addition of calcium hydroxide, a period of steeping in cooking water (nejayote), and then washing. This process, which is a very old process, was first developed in Mesoamerica, the homeland of corn, and is known as "Nixtamalization". In alkaline cooked corn, peeling of skin is easier, protein and starch are modified, rheological and thermal properties change. Since corn can be consumed by celiac (gluten enteropathy) patients, this practice is an important step in the preparation of corn-based foods because it provides the convenience of corn skin peeling and effects corn components. In this study, the effect of alkaline cooking on major parts of corn such as pericarp, starch, protein and fat is reviewed.

Keywords: Corn, Alkaline cooking, Nixtamalization, Major components

MISIR ÜRETİMİ

Uluslararası Hububat Konseyi'nin (International Grains Council-IGC) raporuna göre 2015-2016 yılı dünya mısır üretimi 1.18 milyar ton civarında gerçekleşmiştir. Bunun 110 milyon tonunun gıda, 267.4 milyon tonunun endüstriyel, 566.4 milyon tonunun da yem olarak kullanıldığı ifade edilmektedir [1]. Türkiye'de mısır üretimi 2016 yılı itibarıyla yaklaşık 6.4 milyon tona

ulaşmıştır. Dünya genelinde üretim miktarı açısından mısır, tahıllar arasında ilk sırada yer alırken; Türkiye'de buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer almaktadır [2]. Ülkemizde üretilen mısırın %76'sı hayvan beslenmesinde yem maddesi olarak, %14'ü nişasta sanayinde, %3'ü mahalli tüketimde, %3'ü endüstriyel alanda kullanılmakta ve %3'ünün de kayıplar ve tohumluk oluşturmaktadır [3]. Ülkemizde en çok yetiştirilen mısır çeşidinin atdışi ve sert mısır olduğu, cin mısır ile şeker

mısır çeşitlerinin genellikle çerezlik olarak değerlendirildiği belirtilmektedir [4]. Genel olarak mısır tanesi ana kısımlarının tanede dağılımı Tablo 1'de verilmiştir. Mısır endospermının büyük çoğunluğunu nişasta, embriyo kısmının büyük çoğunluğunu ise yağ

oluşturmaktadır. Endosperm camsı ve unsu endosperm olmak üzere başlıca iki kısımdan oluşmaktadır [5; 6]. Camsı endosperm daha yüksek oranda protein içermektedir [7].

Tablo 1. Mısır tanesinin ana morfolojik tabakalarının ve başlıca bileşenlerinin tanede dağılımı [8-10]*

Mısır Çeşidi	Perikarp (%)	Endosperm (%)	Ruşeym (%)	Tip kap (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Ham lif (%)
Sert Mısır	7	82	10	0.8	8.6	3.1	1.0	2.8
Atdışi Mısır	9	78	12	0.8	8.3	3.2	1.2	2.6

*Kurumadde üzerinden

ALKALİ PİŞİRME

Çok eski bir mısır işleme yöntemi olan alkali pişirme mısırın anavatanı olan Mesoamerika'da antik Maya ve Aztek uygarlıkları tarafından geliştirilmiştir ve geleneksel ismi "Nikstamalization" olarak bilinmektedir [11]. Alkali pişirme, mısır danelerinin belli bir yoğunluktaki kalsiyum hidroksit çözeltisi içerisinde kaynama sıcaklığında bir süre pişirilir ve bunu takiben aynı kireç çözeltisinde taneler bir müddet dinlendirilir. Pişirme sırasındaki nispeten yüksek sıcaklık (kaynama noktasına yakın) ve pH (yaklaşık 12), protein, lipitler ve nişasta gibi tahıl bileşenlerinin çeşitli fiziksel ve kimyasal dönüşümlerini kolaylaştırır [12, 13]. Geleneksel yöntemle yapılan pişirme işlemi için mısır ağırlığının 2 (w/v) [14, 15] veya 3 (w/v) [16, 17] katı kadar su kullanılmaktadır. Başlangıçta, bu işlem için volkanik küller kullanılmış ve daha sonra ticari üretimde kalsiyum hidroksit kullanılmaya başlanmış ve son zamanlarda da kalsiyum tuzlarıyla (örn. kalsiyum karbonat, kalsiyum sülfat, kalsiyum klorit, kalsiyum laktat) alkali pişirme işlemi geliştirilmeye çalışılmıştır [18-20]. Kalsiyum tuzları ile alkali pişirmenin çevreyi en az düzeyde kirletici kalıntı oluşturduğu belirtilmektedir [21]. Alkali pişirmede kullanılan kimyasal maddeye göre şöyle bir sınıflandırma yapılabilir: geleneksel (kireç kullanılarak), klasik (kül kullanılarak) ve ekolojik (kalsiyum tuzları ile) pişirme yöntemi [22]. Alkali pişirmede kaynama ve dinlendirme süresi ile kullanılacak kalsiyum hidroksit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) miktarı bölgesel geleneklere ve hazırlanacak gıda türüne göre değişir. Kullanılan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu %0.3 – 2.0 (0.3–2.0 g/100 g) arasında [23], pişirme süresi birkaç dakika ile 1 saat, dinlendirme süresi ise birkaç saat ile bir gün arasında değişmektedir [24, 25]. Alkali pişirme işlem basamakları ve elde edilen bazı ürünler Şekil 1'de özetlenmiştir.

Pişirmenin ardından perikarp, nişasta ve diğer mısır parçalarını içeren pişirme suyu (nejayote) süzülür ve atılır. Nejayotenin hoş olmayan tadından dolayı taneler hiç nejayote kalmayınca kadar veya yıkama suyu pH'sı 7 oluncaya kadar yıkanır. Yıkamadan sonra gerekirse perikarp uzaklaştırılır. Bu işlem geleneksel olarak ve küçük ölçekli üretimde elle, endüstriyel üretimde ise mekaniksel olarak yapılır. Hazırlanan dane "nikstamal" olarak adlandırılır [12, 26].

Nikstamal, özellikle Latin Amerika ülkelerinde tüketilen çeşitli ürünlerin (hominy, tortilla, mısır cipsi, tamales,

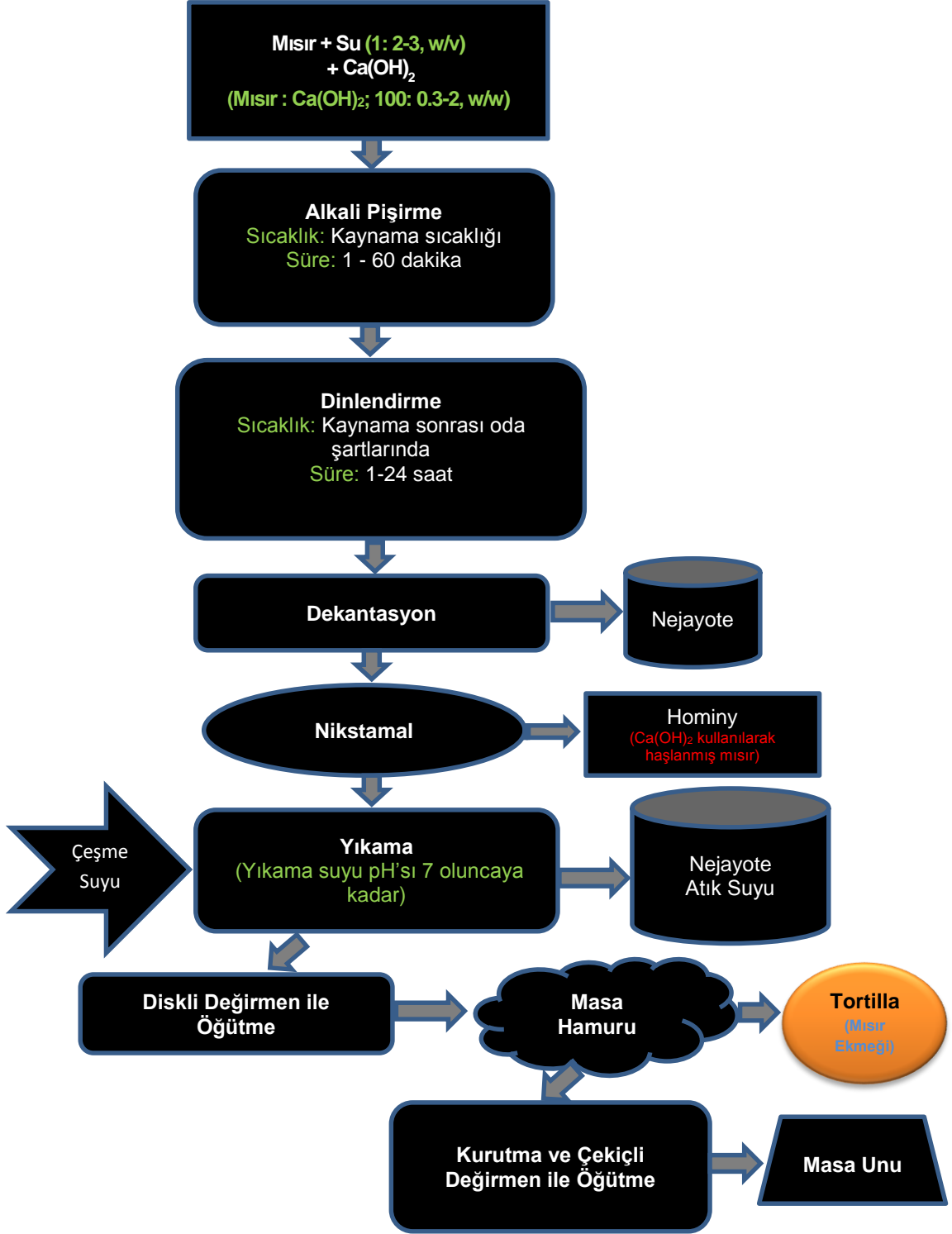
tostadas, tacos, enchiladas, atoles vb.) veya kurutulup öğütülerek nixtamal unu üretiminde kullanılır. Nikstamal kurutulmadan taze iken diskli değirmende öğütülerek "masa" olarak isimlendirilen nikstamal hamuru elde edilebilir, bu hamur tortilla üretiminde kullanılır. Alkali pişirme işlemi tamamlanmış mısırlardan elde edilen "masa" kurutulup öğütülerek instant masa unu elde edilmesinde de kullanılabilir [27, 28].

ALKALİ PİŞİRMENİN TEMEL MISIR BİLEŞENLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

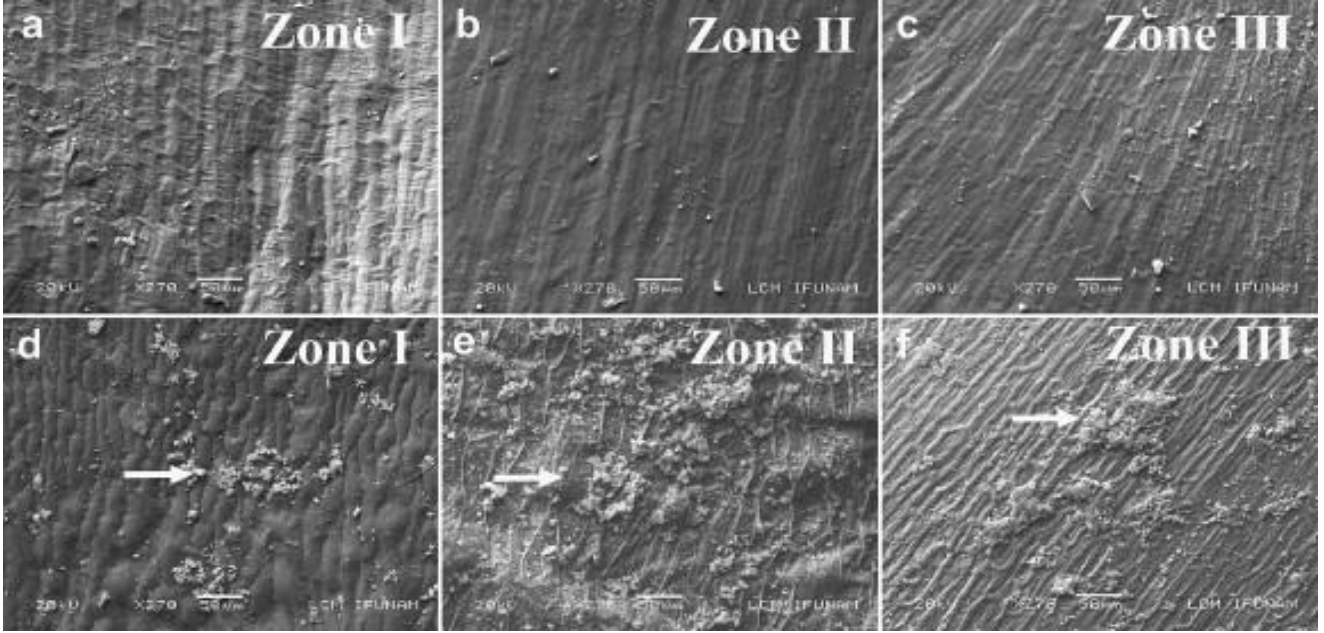
Perikarp Üzerine Etkiler

Pişirme esnasında mısır perikarpının dış katmanlarının mikro yapısı değişir, kalsiyum ile perikarp bileşenleri arasında meydana gelen reaksiyonlar bu tabakanın bozulmasına ve yırtılmasına neden olur. Böylelikle pişirme suyundan taneye kalsiyum geçişi ve yıkama esnasında perikarp tabakasının uzaklaşması kolaylaşır [32]. Alkali pişirmenin perikarp üzerine etkilerine ait görüntüler Şekil 2'de verilmiştir. Şekilde perikarp tabakası üzerinde kümelenmiş kalsiyum bileşikler görülmektedir. Alkali pişirme ile perikarp tabakası üzerindeki ince mumlu tabaka uzaklaşmakla beraber selüloz ve hemiselülozlar bütünlüğünü kaybetmemektedir. Mumlu tabakanın yırtılıp ayrılması tane içine su geçişini kolaylaştırmaktadır [32].

Pişirmeden sonra perikarp tabakasının uzaklaştırılması tanenin toplam antosiyenin ve fenolik madde içeriğinde azalmalara neden olmaktadır [33]. İşlem sonunda aleron tabakası endosperme bağlı olarak kalır ve bu tabaka protein kayıplarını azaltmaya yardımcı olan yarı geçirgen bir zar gibi davranır [12, 27]. Moreno ve ark. [22] yaptıkları bir çalışmada kalsiyum tuzları ile yapılan ekolojik alkali pişirme sonunda mısırdaki geleneksel yöntemle göre daha fazla perikarp kaldığını ve son ürünün besinsel lif içeriğinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Pérez-Carrillo ve ark. [34] alkali pişirmeye tabi tutulmuş mısır unlarından yapılan ekmeklerin rafine buğday unlarından yapılan ekmeklere göre %65 daha fazla besinsel lif içerdiğini belirtmişlerdir. Alkali pişirilmiş mısır perikarpı, xylan içeren endüstriyel bir materyaldir ve bundan sulu ekstraksiyon ve otohizolizi de içeren bir dizi işlem basamağı ile prebiyotik özelliğe sahip nutrasötik ürünler elde edilebilmektedir [35].



Şekil 1. Alkali pişirme işlem basamakları [29-31]



Şekil 2. (a), (b) ve (c) pişirmenin ilk aşamalarında 92°C'ye ulaşınca kadar ki süreçte alkali pişirmeye tabi tutulmuş perikarpın I, II ve III. bölgelerinin dış yüzey görünümlerinin sem mikrografları; (d), (e), (f) Pişirme basamağının sonundaki perikarpın I, II, III. bölgelerinin dış yüzey görünümlerinin sem mikrografları; okla gösterilen beyazlıklar kümelenmiş kalsiyum bileşikleridir [32].

Nişasta Üzerine Etkiler

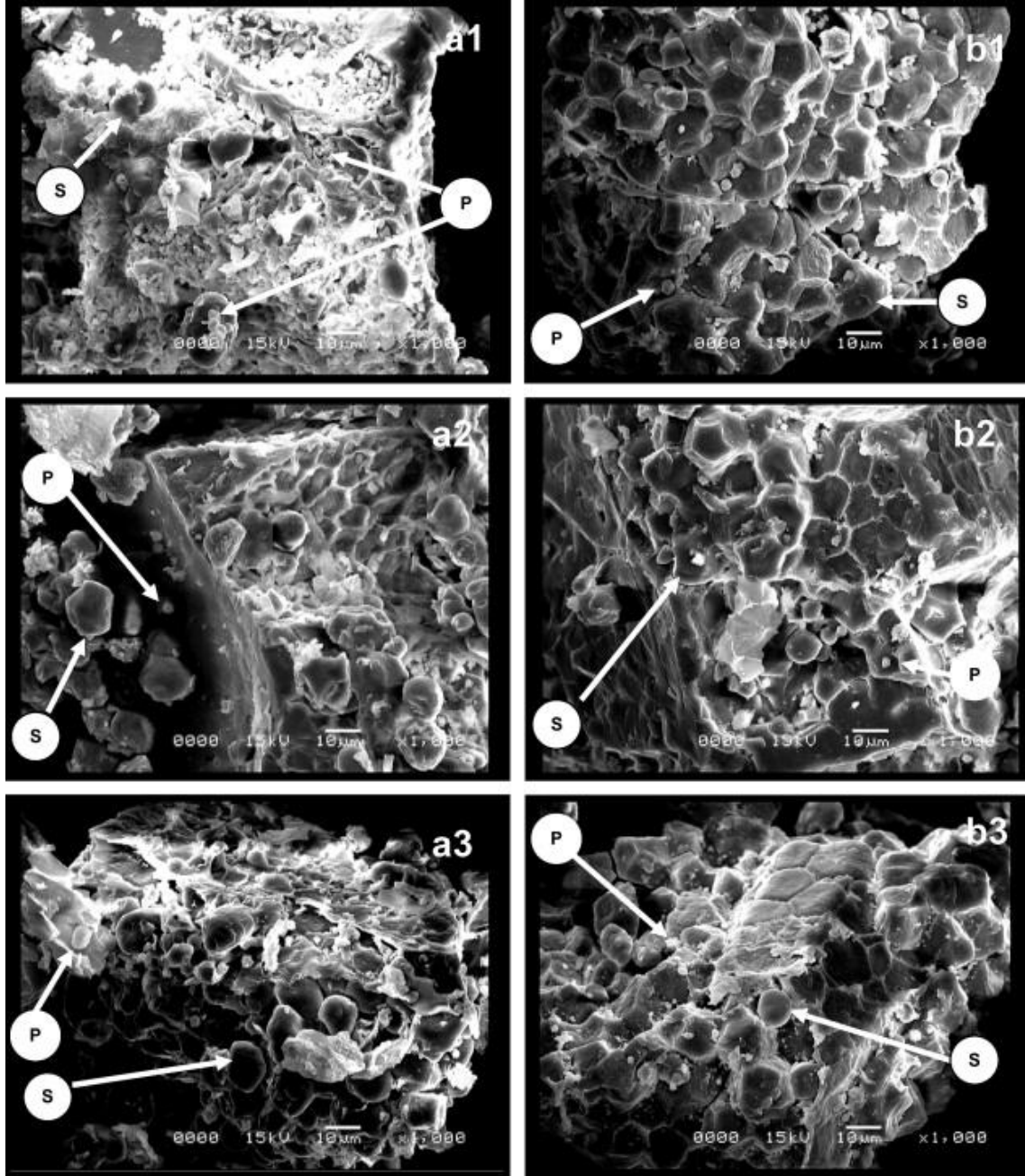
Pişirme çözeltisinde Ca(OH)_2 'in çözülmesiyle monovalent (Ca(OH)^+) veya divalent (Ca^{++}) katyonlar oluşabilmektedir. Alkali şartlarda kalsiyum katyonlarıyla nişasta-hidroksil bölgeleri arasında bağlar meydana gelmektedir [36]. Oluşan bu bağlar nişastanın morfolojik ve reolojik özellikleri üzerinde önemli değişikliklere neden olmaktadır.

Alkali pişirme ile nişasta kısmen jelatinize olmaktadır [37]. Alkali pişirme süresince tam jelatinizasyon çoğunlukla mısır danesinin dış endospermde ve kısmi jelatinizasyon ise daha çok iç endospermde meydana gelmektedir [38]. Alkali pişirmenin mısır ununun yapısı üzerine etkileri Guzmán ve ark. [39] tarafından yapılan bir çalışmaya göre Şekil 3'te sunulmuştur. Kontrol numunelerinden 10 dakika pişmiş nişasta granülleri (Şekil 3b1), çokgen şekilli ve çoğu hücre içinde bozulmamış halde iken alkali pişirilmiş mısır örneklerinde (Şekil 3a1) nişasta granülleri yuvarlak şekilli ve bazısı hücrelerin dışına çıkmıştır, granüllere yapışmış düzensiz şekilli protein gövdeleri de ayırt edilebilmektedir. Nişasta su alıp şiştikçe çokgen şekilden yuvarlak şekle dönüşmektedir. Pişirme süresinin artmasıyla nişasta tanelerinin su alıp şişmesi ve hücrelerden ayrılması artarak beraber bu artış alkali pişirilmiş örneklerde kontrol örneklerine göre daha fazla olmaktadır (Şekil 3).

Pişirme boyunca meydana gelen Ca-nişasta interaksiyonları ile nişastanın çapraz bağ oluşturması nişastanın şişme ve çözünme davranışlarını etkilemekte ve amilozun nişasta granülünden ayrılmasını

engellemektedir. Bununla beraber pişirme süresinin artmasıyla danede daha fazla nişasta jelatinize olmakta, bu nedenle serbest kalıp uzaklaşan amiloz miktarı artmakta ve sonuçta "masa" hamuru daha yapışkan bir tekstür kazanmaktadır [40]. Pişirme sonunda jelatinize olmuş dispersiyonun sürekli fazında amilopektince zengin nişasta kalıntıları ve serbest amilozlar bulunmaktadır [41].

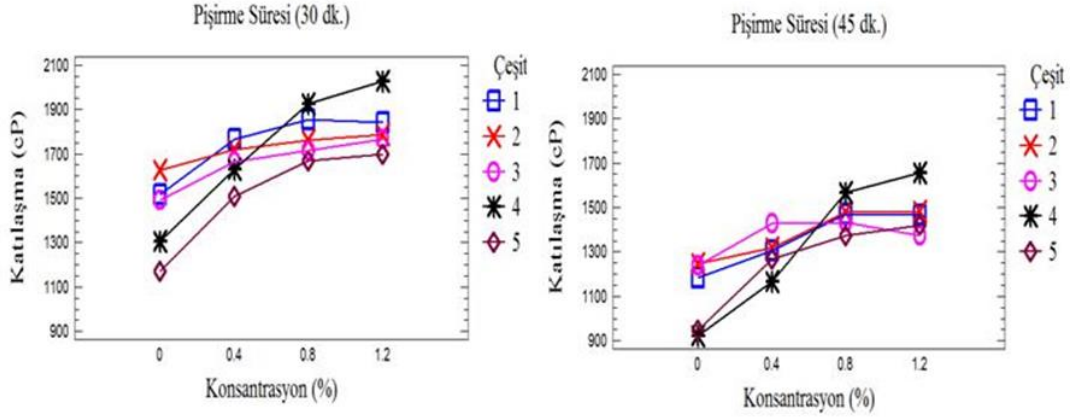
Santiago-Ramos ve ark. [42] orta sertlikte ve yumuşak mısır taneleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, alkali pişirme ve dinlendirmeden sonra tanelerin su absorbe ettiklerini ve kısmi jelatinizasyona uğradıklarını, pişirme işleminin nişasta özelliklerini etkilediğini ve amiloz-lipid komplekslerinin oluşumunu teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Tortilla üretiminde amiloz-lipid komplekslerinin oluşumunun, nişasta retrogradasyonunun azaltılması üzerinde kısmi bir etkiye ($r=-0.47$, $P<0.05$) sahip olduğunu belirtmişlerdir. Nişasta retrogradasyonunu azaltan bu etkinin sert mısırlarda meydana gelmediğini ve sert mısırların daha fazla retrogradasyona uğradıklarını ifade etmişlerdir. Bu görüşü destekler nitelikte Argun [25] atdığı ve sert mısırlar üzerine yaptığı bir çalışmada mısırların pişirme sonrası retrogradasyon değerini gösteren katılma (setback) viskozitesi değerlerinin Ca(OH)_2 konsantrasyonu arttıkça arttığını fakat bu artışın (% 0 ile % 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonu arasındaki viskozite artış farkı) sert mısırlarda daha fazla olduğunu bu nedenle Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artmasının sert mısırlarda daha fazla retrogradasyona neden olduğunu tespit etmişlerdir (Şekil 4).



Şekil 3. 90°C'de uygulanan alkali pişirme işleminin ve pişirme süresinin mısır yapısına etkisi. (a) alkali pişirilmiş örnekler, (b) saf suda pişirilmiş örnekler, 1 = 10 dakika pişmiş, 2 = 30 dakika, 3 = 50 dakika. S = nişasta granülleri, P = protein [39].

Alkali pişirme üzerine yapılan bir çalışmada, pişirme sürecinde $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'in çözülmesiyle oluşan $\text{Ca}(\text{OH})^+$ veya Ca^{++} kationlarının nişasta ile çapraz bağ oluşturmasının, zein polimerlerinin oluşumunun ve kalsiyum-zein interaksiyonlarının kombine etkisinin daha güçlü ve elastik bir jel yapısını oluşturduğu ifade edilmiştir [42]. Böylelikle nişasta tortilla üretimi için daha uygun bir jel yapısına kavuşmaktadır [12]. Pişirmede kullanılan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu arttıkça nişasta jelinin kırılabilirliği de artmaktadır [41]. Yapılan başka çalışmalarda da nişasta granüllerine bağlanan kalsiyum miktarındaki artışın viskozite sonuçlarına da yansıdığı; artan kalsiyum miktarıyla viskozite değerlerinin de arttığı

belirtilmiştir [26, 44]. Santos ve ark. [45], alkali pişirme sonrası albuminlerin ve globülinlerin pişmiş mısır örneklerinde az miktarda olmasına rağmen, albumin- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ve globülin- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ etkileşimlerinin gerçekleşme ihtimalinin olduğunu ve bu etkileşimlerin nişasta kristallerini stabilize ettiğini ifade etmişlerdir. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -polimerize protein-nişasta ağı oluşumunun elastik reolojik yapıdan sorumlu olabileceğini belirtmişlerdir. Bununla beraber Lobato-Calleros ve ark. [41] artan kireç konsantrasyonu ile viskoelastik özelliklerin azaldığını bildirmişlerdir. Rüşeymi çıkarılan alkali pişirilmiş mısır unlarının pik viskozitesi değerleri daha düşük olmaktadır [46].



Şekil 4. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının mısır unlarının katılma viskozitesi üzerine etkisi ((1), (2) ve (3) at dişi mısır; (4) ve (5) sert mısır [25].

X-ışını difraksiyonu ile yapılan çalışmalar, işlenmemiş nişastanın A tipi olan kristal yapısının alkali pişmiş mısırdaki V tipine dönüştüğünü göstermektedir. Bu dönüşümde nişastanın pişirme boyunca lipitlerle oluşturduğu komplike yapının etkisi bulunmaktadır. Bu dönüşüm nişastanın çözünürlüğünü ve su absorpsiyonunu etkilemekte, enzimlere karşı direncini arttırmaktadır [22, 37, 47].

Kalsiyum tuzlarının kullanıldığı ekolojik alkali pişirmede CaCl_2 ve CaSO_4 tuzlarının artan konsantrasyonlarıyla nişastanın jelatinizasyon sıcaklığı doğrusal olmayan bir şekilde artarken [48], Ca(OH)_2 kullanıldığı geleneksel alkali pişirmede Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artmasıyla jelatinizasyon sıcaklığı azalmaktadır [26, 49]. Yapılan bir çalışmada Ca(OH)_2 konsantrasyonunun izole mısır nişastasının jelatinizasyon sıcaklığını arttırdığı, fakat yağsız mısır ununun jelatinizasyon sıcaklığında önemli bir değişiklik yapmadığı tespit edilmiştir [36]. Buna karşılık Sefa-Dedeh ve ark. [50] ise tam mısır unu kullanarak yaptıkları çalışmada, kullanılan Ca(OH)_2 miktarının artmasıyla jelatinizasyon sıcaklığının azaldığını belirlemişlerdir. Buradan mısır ununda bulunan protein ve yağların nişastanın jelatinizasyon sıcaklığını etkiledikleri söylenebilir.

Alkali pişirme mısır ununun dirençli nişasta miktarını arttırmaktadır. Fakat bu artışta kullanılan kalsiyum kaynağından ziyade pişirme işlemi etkili olmaktadır [22]. Bello-Pérez ve ark. [20] yaptıkları bir çalışmada kalsiyum tuzları ile yapılan alkali pişirme sonucunda mavi renkli mısırlardan üretilen tortillaların glisemik indeks değerinin geleneksel alkali pişirme yöntemine göre elde edilen tortillalardan daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Geleneksel yolla yapılan alkali pişirmede kalsiyum tuzları ile yapılanlara göre daha fazla dirençli nişasta oluştuğu bununla beraber bu unlardan üretilen tortillaların benzer oranda dirençli nişasta içerdikleri ve 4 gün depolamayla bu miktarın değişmediği belirtilmiştir [21]. Depolamanın 10 gün yapıldığı başka bir çalışmada depolamanın retrogradasyon ve dirençli nişastanın artmasına katkı sağladığı bildirilmiştir [51]. Tortilla yapım işlemleri boyunca V tipi amiloz-lipit komplekslerinin oluşumuna paralel olarak dirençli nişasta miktarı da artmaktadır [48]. Dirençli nişasta oluşumuna amiloz-lipit kompleksinin yanında protein interaksyonları da katkı

sağlayabilmektedir [51]. Nişastanın sindirilebilirliği kaynağına göre de değişmektedir. Örneğin mavi mısır tortillasındaki nişasta sindirilebilirliği (%58) beyaz tortillaların (%70-89) altındadır [52]. Dirençli nişastanın sağlığa faydalı etkileri arasında glisemik kontrol, açlık plazma trigliseridi ve kolesterol seviyesi ile minerallerin emiliminin kontrolü bulunmaktadır [53].

Escalante-Aburto ve ark. [54] ekstrüzyon yoluyla yapılan alkali pişirmenin minimum miktarda dirençli nişasta oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Geleneksel alkali pişirmeyle elde edilen mavi mısır unlarının final viskozite değerleri ekstrüzyon tekniği ile üretilenlerden daha yüksektir [19].

Proteinler Üzerine Etkiler

Mısır danesinde bulunan başlıca protein fraksiyonları albuminler, globulinler, prolaminler (zein) ve glutelinlerdir. Tam tanedeki toplam proteinlerin yaklaşık %20-25'ini albumin ve globulin, %35-40'ını zein, %30-40'ını da glutelin oluşturmaktadır. Ruşeym proteinlerinin yaklaşık %60'ını albumin ve globulin oluştururken, endosperm proteinlerinin yaklaşık %90'ını zein ve glutelin oluşturmaktadır [7, 55].

Alkali pişirme protein miktarında Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artışıyla doğru orantılı olarak hafif bir artışa neden olmaktadır. Protein miktarındaki bu artışın mısır bileşenlerinin konsantrasyon miktarlarındaki değişime bağlı nispi bir artış olduğu belirtilmektedir [50]. Argun [25], at dişi ve sert mısırlar üzerine farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonları (%0, 0.4, 0.8 ve 1.2) uyguladığı çalışmada Ca(OH)_2 konsantrasyonunun protein içeriği üzerine doğrusal olmayan bir etkisi olduğunu ($P < 0.01$), mısır unlarının protein içeriğindeki artışın %0.8 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda en üst seviyeye ulaştığını, daha sonra genelde sabit kalmakta veya azalmakta olduğunu bildirmiştir. Protein miktarındaki artışı mısır bileşenlerinin konsantrasyonlarının değişmesine bağlı nispi bir artış olduğunu ifade etmiştir. Bununla beraber Rodríguez Méndez ve ark. [56] geleneksel alkali pişirme ile protein, yağ, besinsel lif, vitamin ve mineraller gibi bazı besinsel öğelerin pişirme suyuna geçerek kaybolduğunu bildirmişlerdir. Suda çözünen albumin ve globulin proteinlerinde önemli miktarda, zein proteininde

ise düşük seviyelerde kayıplar olmaktadır [25]. Alkali pişirilmiş mısırlardan yapılan tortillalarda pişirilmemiş mısıra göre lisin ve triptofan miktarlarında azalma olurken *in vitro* protein sindirilebilirliği %75 den %84'lere çıkmaktadır [13].

Pişirme işlemi, Ca(OH)_2 kullanılsın veya kullanılsın mısır proteinlerini polimerize etmektedir. Pişirme esnasında kalsiyum-protein ve protein-kalsiyum-protein interaksiyonları meydana gelmekte ve bu da proteinin ısı direncini arttırmaktadır. Nişasta ile Ca(OH)_2 interaksiyonu, zein polimerizasyonu ve pişirme esnasında kalsiyum-zein bağlarının oluşumunun birleşik etkileri daha kuvvetli ve daha elastik bir jel yapısı oluşturmaktadır [27, 43]. Ca(OH)_2 olmadan yapılan pişirmede polimerizasyon başlıca disülfid bağların çapraz bağlanmasıyla gerçekleşmektedir. Polimerize olmuş mısır proteini mısır ununun jel yapısını stabilize etmektedir [27].

Pişirme sırasında alkali su, nişasta granüllerini çevreleyen protein matrisine kısmi çözünürlük kazandırır. Alkali pişirmede, su ve Ca(OH)_2 'nin, protein matrisinin bir kısmı ile etkileşime girmesi, nişastanın serbest kalması mısır irmiğinin su emilimine katkıda bulunmaktadır [44].

Geleneksel alkali pişirme temel mısır proteinlerinin çözünürlüğünü azaltmakta iken ekstrüzyon işlemi düşük molekül ağırlıklı glutelinlerin ve zeinlerin çözünürlüğünü arttırmaktadır. Bu artış, farklı ksilanaz dozları ile takviye edilmiş ekstrüde nişastalarda daha düşüktür. Çünkü ksilanaz yoluyla mısırdaki bulunan arabinoksilanların depolimerizasyonu, serbest proteinlerin (esasen zeinler) arabinoksilanlar ile etkileşime girmesini sağlar ve böylece çözünmez proteinlerin fraksiyonunu artırır ve bu da mısır unu ürünlerinin dokusunu iyileştirir [58].

Alkali pişirmede ekstrüzyon uygulaması, tortilla ara mamullerinde ve nihai ürünlerde geleneksel nişastamalizasyona göre daha fazla protein agregasyonuna neden olmaktadır [59]. Bunun nedeni ekstrüzyon işleminde intermoleküler disülfid bağlarının oluşmasıdır [60].

Yağlar Üzerine Etkiler

Mısır endospermi düşük miktarda ham yağ içerirken (yaklaşık %1) rüşeym kısmının ham yağ ve protein miktarı oldukça yüksek olup, sırasıyla yaklaşık %33 ve %18'dir. Rüşeym kısmı yüksek oranda doymamış yağ asitlerinden oleik ve linoleik asitleri içermektedir. Buna karşın endosperm kısmının doymuş yağ asidi içeriği ise daha yüksektir [61]. Mısır tanesi toplamda %3.5 civarında yağ içermektedir. Mısır yağının içerdiği başlıca yağ asitleri linoleik asit (>%40), oleik asit ve palmitik asittir [46, 62].

Alkali pişirme ile mısır rüşeyminde bulunan yağ asidi (palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit) miktarlarında önemli bir değişim olmamaktadır. Bununla beraber %2 (w/w) gibi yüksek konsantrasyonda Ca(OH)_2 kullanımı ve 9 saati bulan dinlendirme süresi rüşeym

üzerinde kalsiyum karbonat oluşumunu ve yağların sabunlaşma miktarını arttırmaktadır. Bu artışta kalsiyum iyonları ile serbest yağ asitlerinin karboksil gruplarının reaksiyona girmesi rol oynamaktadır [46]. Alkali işlem ile V tipi kristal yapıya sahip amiloz-lipid komplekslerinin oluşumu desteklenmekte [47; 63, 64] ayrıca bazı mısır yağı fraksiyonları, monogliseridlere ve diğliseritlere ayrılarak, proteinlerin bağlanması kolaylaşmaktadır [65]. Amiloz-lipid komplekslerinin varlığı, nişasta granüllerinin su absorpsiyonunu ve şişme kapasitesini düşürmekte [48], oksidatif stabiliteyi arttırmaktadır [66]. Bununla beraber Mendez-Montealvo ve ark. [67] alkali pişirme boyunca lipidlerde sabunlaşma meydana geldiği için amiloz-lipid kompleksi oluşumunun azalacağını bildirmişlerdir. Yahuaca-Juárez ve ark. [68] yaptıkları çalışmalarında en yüksek yağ stabilitesinin elde edildiği en iyi alkali pişirme koşullarının %0.75 Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve 12 saatten daha az dinlendirme süresi olduğunu tespit etmişlerdir. *In vitro* sindirim çalışmaları, uzun zincirli doymuş yağ asitlerinin, yağsız mısır nişastası ile kompleks içerisindeyken, kısa zincirli doymuş ve doymamış yağ asitlerine kıyasla sindirilebilirliği daha fazla arttırmakta olduğunu göstermiştir [69].

Alkali pişirme işleminde farklı yöntemlerin kullanılması mısırdaki kalan ve nejayoteye geçen bileşen miktarını etkilemektedir. İnfrared teknolojisi kullanılarak yapılan alkali pişirme işleminden elde edilen tortillalar, ultrasonik banyosu ile ve geleneksel yöntemlerle elde edilen tortillalardan daha fazla yağ ve triptofan içermekte ve pişirme suyunda daha az mısır parçaları bulunmaktadır [57]. Ekolojik yöntemle yapılan alkali pişirme sonucunda geleneksel yöntemle göre mısır tanesinde daha fazla yağ kalmaktadır [22].

SONUÇ

Bu çalışmada alkali pişirmenin mısır perikarpı, nişasta, protein ve yağı üzerine önemli etkilerinden bahsedilmiştir. Bu etkilerin bilinmesi mısır ve ürünleriyle ilgilenen araştırmacılar ve üreticiler için önem arz etmektedir. Ülkemizde mısır üretimi artmaktadır ve bu artış yeni pazar arayışlarını da arttıracaktır. Şu an ürettiğimiz mısırın %15-20'sini insan beslenmesinde ve sanayide kullanırken artan mısır üretimiyle bu oranlarda artacak ve mısır işleme tekniklerinde yeniliklere ihtiyaç duyulacaktır. Bu nedenle alkali pişirme mısırdan üretilen gıdaların hazırlanmasında ve yeni ürünlerin üretilmesinde önemli bir aşama olabilir. Alkali pişirme atık suyu olan nejayote de üzerinde durulması gereken bir üründür. Nejayote içerdiği organik bileşikler sebebiyle çevreyi kirlenme etkisi olduğundan arıtılması gerektiği gibi aynı zamanda bu organik bileşikler yeniden değerlendirilerek alkali pişirme sanayiine katma değer sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] IGC (International Grains Council). (2017). Grain Market Report. <http://www.igc.int/downloads/gmrsummary/gmrsumme.pdf> (Erişim Tarihi: 15.11.2017)

- [2] TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). (2017). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://rapory.tuik.gov.tr/27-02-2017-16:26:33-12403665714308876232-129171335.html> (Erişim Tarihi: 27.02.2017).
- [3] TMO (Toprak Mahsülleri Ofisi). (2014). Hububat Sektör Raporu-2014. http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/raporlar/2014hububatsektor_raporu.pdf (Erişim Tarihi: 08.03.2017).
- [4] Şahin, S. (2001). Türkiye’de mısır ekim alanlarının dağılışı ve mısır üretimi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 73-90.
- [5] Shukla, R., Cheryan, M. (2001). Zein: The industrial protein from corn. *Industrial Crops and Products*, 13, 171-192.
- [6] Elgün, A., Ertugay, Z. (2002). Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları No:718, Erzurum.
- [7] Lásztity, R. (1995). The Chemistry of Cereal Proteins. Second Edition, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- [8] Matz, S.A. (1991). The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed (2nd ed) Van Nostrand Reinhold, New York.
- [9] Iglesias, B.F., Ferraguti, F.J., Azcona, J.O., Charrière, M.V., Schang, M.J. (2014). Effect of nitrogen and sulfur fertilization of corn on grain nutrient composition. In Annual Meeting Poultry Science Association, 103. July 14-17 2014. Texas. US.
- [10] Das, A.K., Singh, V. (2015). Antioxidative free and bound phenolic constituents in pericarp, germ and endosperm of Indian dent (*Zea mays* var. *indentata*) and flint (*Zea mays* var. *indurata*) maize. *Journal of Functional Foods*, 13, 363–374.
- [11] Arteaga, S. (2013). *Aflatoxin detoxification method combining mesoamerican nixtamalization and clay absorption techniques*. Honors and Undergraduate Research. Texas A&M University, USA, 15 p.
- [12] Méndez-Montevalvo, G., García-Suárez, F., Paredes-López, O., Bello-Pérez, L. (2008). Effect of nixtamalization on morphological and rheological characteristics of maize starch. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 420-425.
- [13] Janve, B., Yang, W., Kozman, A., Sims, C., Teixeira, A., Gunderson, M.A., Rababah, T.M. (2013). Enhancement of corn nixtamalization by power ultrasound. *Food and Bioprocess Technology*, 6(5), 1269-1280.
- [14] Hernández-Becerra, E., Gutierrez-Oñate, M.P., Martínez-Soto, G., Vega-Rojas, L.J., Acosta-Osorio, A.A., Contreras-Padilla, M., Rodríguez-García, M.E. (2016). Physicochemical characterization of corn–sorghum nixtamalized flours as a function of the steeping time. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 10(3), 434-443.
- [15] Vázquez-Carrillo, M.G., Santiago-Ramos, D., Domínguez-Rendón, E., Audelo-Benites, M.A. (2017). Effects of two different pozole preparation processes on quality variables and pasting properties of processed maize grain. *Journal of Food Quality*, doi:10.1155/2017/8627363.
- [16] Rosales, A., Agama-Acevedo, E., Arturo Bello-Pérez, L., Gutiérrez-Dorado, R., Palacios-Rojas, N. (2016). Effect of traditional and extrusion nixtamalization on carotenoid retention in tortillas made from provitamin A biofortified maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(44), 8289-8295.
- [17] De Girolamo, A., Lattanzio, V.M.T., Schena, R., Visconti, A., Pascale, M. (2016). Effect of alkaline cooking of maize on the content of fumonisins B1 and B2 and their hydrolysed forms. *Food Chemistry*, 192, 1083-1089.
- [18] Campechano Carrera, E.M., de Dios Figueroa Cárdenas, J., Arámbula Villa, G., Martínez Flores, H.E., Jiménez Sandoval, S.J., Bárcenas, L., Gabriel, J. (2012). New ecological nixtamalisation process for tortilla production and its impact on the chemical properties of whole corn flour and wastewater effluents. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(3), 564-571.
- [19] Sánchez-Madriral, M.Á., Meléndez-Pizarro, C.O., Martínez-Bustos, F., Ruiz-Gutiérrez, M.G., Quintero-Ramos, A., Márquez-Meléndez, R., Campos-Venegas, K. (2014). Structural, functional, thermal and rheological properties of nixtamalised and extruded blue maize (*Zea mays* L.) flour with different calcium sources. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(2), 578-586.
- [20] Bello-Pérez, L.A., Flores-Silva, P.C., Camelo-Méndez, G.A., Paredes-López, O., Figueroa-Cárdenas, J.D. (2015). Effect of the nixtamalization process on the dietary fiber content, starch digestibility, and antioxidant capacity of blue maize tortilla. *Cereal Chemistry*, 92(3), 265-270.
- [21] Bello-Pérez, L.A., Flores-Silva, P.C., Agama-Acevedo, E., Figueroa-Cardenas, J.D., Lopez-Valenzuela, J.A., Campanella, O.H. (2014). Effect of the nixtamalization with calcium carbonate on the indigestible carbohydrate content and starch digestibility of corn tortilla. *Journal of Cereal Science*, 60(2), 421-425.
- [22] Moreno, R.M.M., Figueroa, J.D.C., Santiago-Ramos, D., Villa, G.A., Sandoval, S.J., Rayas-Duarte, P., Flores, H.E.M. (2015). The effect of different nixtamalisation processes on some physicochemical properties, nutritional composition and glycemic index. *Journal of Cereal Science*, 65, 140-146.
- [23] Salazar, R., Arámbula-Villa, G., Luna-Bárcenas, G., Figueroa-Cárdenas, J.D., Azuara, E., Vázquez-Landaverde, P.A. (2014). Effect of added calcium hydroxide during corn nixtamalization on acrylamide content in tortilla chips. *LWT-Food Science and Technology*, 56, 87-92.
- [24] Fernández-Muñoz, J.L., San Martín-Martínez, E., Díaz-Góngora, J.A.I., Calderon, A., Alvarado-Escobar, A., Ortiz-Cárdenas, H., Leal-Perez, M. (2006). Steeping time and cooking temperature dependence of calcium ion diffusion during microwave nixtamalization of corn. *Journal of Food Engineering*, 76, 568-572.
- [25] Argun, M.Ş. (2016). Ülkemizde Yetiştirilen Bazı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Alkali Pişirme İşleminin Mısır Unlarının Karakteristik Özellikleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi

- Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Van, Türkiye, 123 s.
- [26] Argun, M.Ş., Doğan, İ.S. (2017). Effects of varying nixtamalization conditions on the calcium absorption and pasting properties of dent and flint corn flours. *Journal of Food Process Engineering*, 40, e12436. doi:10.1111/jfpe.12436.
- [27] Guzmán, A.Q., Flores, M.E.J., Feria, J.S., Montealvo, M.G.M., Wang, Y.J. (2011). Rheological and thermal properties of masa as related to changes in corn protein during nixtamalization. *Journal of Cereal Science*, 53(1), 139–147.
- [28] Gwartz, J.A., Garcia-Casal, M.N. (2014). Processing maize flour and corn meal food products. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1312(1), 66-75.
- [29] Figueroa, J.D.C., Rodríguez-Chong, A., Véles-Medina, J.J. (2011). Proceso ecológico de nixtamalización para la producción de harinas, masa y tortillas integrales. Mexican Patent No. 289339 (pp. 1–22).
- [30] Mariscal-Moreno, R.M., Figueroa, J.D.C., Santiago-Ramos, D., Villa, G.A., Sandoval, S.J., Rayas-Duarte, P., Flores, H.E.M. (2015). The effect of different nixtamalisation processes on some physicochemical properties, nutritional composition and glycemic index. *Journal of Cereal Science*, 65, 140–146.
- [31] Santiago-Ramos, D., Figueroa-Cárdenas, J.D.D., Véles-Medina, J.J., Mariscal-Moreno, R.M., Reynoso-Camacho, R., Ramos-Gómez, M., Morales-Sánchez, E. (2015). Resistant starch formation in tortillas from an ecological nixtamalization process. *Cereal Chemistry*, 92(2), 185–192.
- [32] Gutiérrez-Cortez, E., Rojas-Molina, I., Rojas, A., Arjona, J.L., Cornejo-Villegas, M. A., Zepeda-Benítez, Y., Velázquez-Hernández R., Ibarra-Alvarado, C., Rodríguez-García, M. E. (2010). Microstructural changes in the maize kernel pericarp during cooking stage in nixtamalization process. *Journal of Cereal Science*, 51(1), 81-88.
- [33] Sánchez-Madriral, M.Á., Quintero-Ramos, A., Martínez-Bustos, F., Meléndez-Pizarro, C.O., Ruiz-Gutiérrez, M.G., Camacho-Dávila, A., Ramírez-Wong, B. (2015). Effect of different calcium sources on the bioactive compounds stability of extruded and nixtamalized blue maize flours. *Journal of Food Science and Technology*, 52(5), 2701-2710.
- [34] Pérez-Carrillo, E., Frías-Escobar, A., Gutiérrez-Mendivil, K., Guajardo-Flores, S., Serna-Saldívar, S.O. (2017). Effect of maize starch substitution on physicochemical and sensory attributes of gluten-free cookies produced from nixtamalized flour. *Journal of Food Processing*, doi:10.1155/2017/6365182.
- [35] Rostro, M., Sánchez-González, M., Rivas, S., Moure, A., Domínguez, H., Parajó, J.C. (2014). Non-isothermal autohydrolysis of nixtamalized maize pericarp: Production of nutraceutical extracts. *LWT-Food Science and Technology*, 58(2), 550-556.
- [36] Bryant C.M., Hamaker B.R. (1997). Effect of lime on gelatinization of corn flour and starch. *Cereal Chemistry*, 74(2), 171-175.
- [37] Mondragón, M., Bello-Pérez, L.A., Agama, E., Melo, A, Betancur-Ancona, D, Peña, J.L. (2004). Effect of nixtamalization on the modification of the crystalline structure of maize starch. *Carbohydrate Polymers*, 55(4), 411-418.
- [38] Rojas-Molina, I., Gutierrez-Cortez, E., Palacios-Fonseca, A., Baños, L., Pons-Hernandez, J.L., Guzmán-Maldonado, S.H., Pineda-Gomez, P., Rodríguez, M.E. (2007). Study of structural and thermal changes in endosperm of quality protein maize during traditional nixtamalization process. *Cereal Chemistry*, 84(4), 304-312.
- [39] Guzmán, A.Q., Flores, M.E.J., Escobedo, R.M., Guerrero, L.C., Feria J.S. (2009). Changes on the structure, consistency, physicochemical and viscoelastic properties of corn (*Zea mays* sp.) under different nixtamalization conditions. *Carbohydrate Polymers*, 78(4), 908-916.
- [40] Mondragón, M., Mendoza-Martínez, A.M., Bello-Pérez, L.A., Peña, J.L. (2006). Viscoelastic behavior of nixtamalized maize starch gels. *Carbohydrate Polymers*, 65, 314-320.
- [41] Lobato-Calleros, C., Hernandez-Jaimes, C., Chavez-Esquivel, G., Meraz, M., Sosa, E., Lara, V.H., Vernon-Carter, E.J. (2015). Effect of lime concentration on gelatinized maize starch dispersions properties. *Food Chemistry*, 172, 353-360.
- [42] Santiago-Ramos, D., Figueroa-Cárdenas, J.D., Véles-Medina, J.J., Mariscal-Moreno, R.M. (2017). Changes in the thermal and structural properties of maize starch during nixtamalization and tortilla-making processes as affected by grain hardness. *Journal of Cereal Science*, 74, 72-78.
- [43] Guzmán, A.Q., Flores, M.E.J., Feria, J.S., Montealvo, M.G.M., Wang, Y.J. (2010). Effects of polymerization changes in maize proteins during nixtamalization on the thermal and viscoelastic properties of masa in model systems. *Journal of Cereal Science*, 52, 152-160.
- [44] Brenda, C.J., Marcela, G.M., de Dios, F.C.J., Eduardo, M.S. (2014). Effect of steeping time and calcium hydroxide concentration on the water absorption and pasting profile of corn grits. *Journal of Food Engineering*, 122, 72-77.
- [45] Santos, E.M., Quintanar-Guzman, A., Solorza-Feria, J., Sanchez-Ortega, I., Rodriguez, J.A., Wang, Y.J. (2014). Thermal and rheological properties of masa from nixtamalized corn subjected to a sequential protein extraction. *Journal of Cereal Science*, 60(3), 490-496.
- [46] Rojas, L.J.V., Molina, I.R., Cortez, E.G., Londoño, N.R., Osorio, A.A.A., López, A.D.R., García, M.E.R. (2017). Physicochemical properties of nixtamalized corn flours with and without germ. *Food Chemistry*, 220, 490-497.
- [47] Figueroa, J.D.C., Medina, J.J.V., Landaverde, M.A.H., Cuevas, F.A., Martínez, M.G., Martínez, E.C., Palacios, N., Willcox, M. (2013). Effect of annealing from traditional nixtamalisation process on the microstructural, thermal, and rheological

- properties of starch and quality of pozole. *Journal of Cereal Science*, 58, 457-464.
- [48] Santiago-Ramos, D., Figueroa-Cárdenas, J.D., Véles-Medina, J.J., Reynoso-Camacho, R., Ramos-Gómez, M., Gaytán-Martínez, M., Morales-Sánchez, E. (2015). Effects of annealing and concentration of calcium salts on thermal and rheological properties of maize starch during an ecological nixtamalization process. *Cereal Chemistry*, 92(5), 475-480.
- [49] Spier, F., Zavareze, E.D.R., Marques e Silva, R., Elias, M.C., Dias, A.R.G. (2013). Effect of alkali and oxidative treatments on the physicochemical, pasting, thermal and morphological properties of corn starch. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(9), 2331-2337.
- [50] Sefa-Dedeh, S., Cornelius, B., Sakyi-Dawson, E., Afoakwa, E.O. (2004). Effect of nixtamalization on the chemical and functional properties of maize. *Food Chemistry*, 86(3), 317-324.
- [51] Flores-Morales, A., Jiménez-Estrada, M., Mora-Escobedo, R. (2012). Determination of the structural changes by FT-IR, Raman, and CP/MAS 13 C NMR spectroscopy on retrograded starch of maize tortillas. *Carbohydrate Polymers*, 87(1), 61-68.
- [52] Sáyago-Ayerdi, S.G., Tovar, J., Zamora-Gasga, V.M., Bello-Pérez, L.A. (2014). Starch digestibility and predicted glycaemic index (pGI) in starchy foods consumed in Mexico. *Starch*, 66, 91-101.
- [53] Raigond, P., Ezekiel, R., Raigond, B. (2015). Resistant starch in food: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95, 1968-1978.
- [54] Escalante-Aburto, A., Ponce-García, N., Ramírez-Wong, B., Santiago-Ramos, D., Véles-Medina, J. J., de Dios Figueroa Cárdenas, J. (2016). Effect of extrusion factors and particle size on starch properties of nixtamalized whole blue corn snacks. *Starch*, 68, 1111-1120.
- [55] Hojilla-Evangelista, M.P. (2012). Extraction and functional properties of non-zein proteins in corn germ from wet-milling. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(1), 167-174.
- [56] Rodríguez Méndez, L.I., Figueroa, J.D.C., Ramos Gómez, M., Méndez Lagunas, L.L. (2013). Nutraceutical properties of flour and tortillas made with an ecological nixtamalization process. *Journal of Food Science*, 78(10), 1529-1534.
- [57] Mendez-Albores, A., Zamora-Rodríguez, D., Arambula-Villa, G., Vazquez-Duran, A., Moreno-Martinez, E. (2014). Impact of different alkaline-heating processes on technological and nutritional properties of maize tortillas. *Journal of Food & Nutrition Research*, 53(1), 60-70.
- [58] Moreno-Rivas, S.C., Medina-Rodríguez, C.L., Torres-Chávez, P.I., Ramírez-Wong, B., Platt-Lucero, L.C. (2014). Changes in the solubility of corn proteins through interaction with the arabinoxylans in extruded nixtamalized corn flour treated with xylanase. *Plant Foods for Human Nutrition*, 69(2), 148-154.
- [59] Chaidez-Laguna, L.D., Torres-Chavez, P., Ramírez-Wong, B., Marquez-Ríos, E., Islas-Rubio, A. R., Carvajal-Millan, E. (2016). Corn proteins solubility changes during extrusion and traditional nixtamalization for tortilla processing: A study using size exclusion chromatography. *Journal of Cereal Science*, 69, 351-357.
- [60] de Mesa-Stonestreet, N. J., Alavi, S., Gwirtz, J. (2012). Extrusion-enzyme liquefaction as a method for producing sorghum protein concentrates. *Journal of Food Engineering*, 108(2), 365-375.
- [61] Singh, N., Singh, S., Shevkani, K. (2011). Maize: composition, bioactive constituents, and unleavened bread. In: *Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention*, Edited by Preedy, Watson & Patel, Academic Press, London, UK, 89-101p.
- [62] Serna-Saldivar, S.O. (2015). Nutritional and nutraceutical features of regular and protein fortified corn tortillas. In: *Bread and Its Fortification: Nutrition and Health Benefits*, Edited by Rosell, Bajerska & Sheikha, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 322-354p.
- [63] Figueroa, J.D.C., Medina, J.J.V., Tolentino-López, E.M., Gaytán-Martínez, M., Aragón-Cuevas, F., Palacios, N., Willcox, M. (2013). Effect of traditional nixtamalization process on starch annealing and the relation to pozole quality. *Journal of Food Process Engineering*, 36(5), 704-714.
- [64] Figueroa-Cárdenas, J.D., Véles-Medina, J.J., Esquivel-Martínez, A.M., Mariscal-Moreno, R.M., Santiago-Ramos, D., Hernández-Estrada, Z.J. (2016). Effect of processing procedure on the formation of resistant starch in tamales. *Starch*, 68(11-12), 1121-1128.
- [65] Guadarrama-Lezama, A. Y., Carrillo-Navas, H., Vernon-Carter, E.J., Alvarez-Ramirez, J. (2016). Rheological and thermal properties of dough and textural and microstructural features of bread obtained from nixtamalized corn/wheat flour blends. *Journal of Cereal Science*, 69, 158-165.
- [66] Thachil, M.T., Chouksey, M.K., Gudipati, V. (2014). Amylose-lipid complex formation during extrusion cooking: effect of added lipid type and amylose level on corn-based puffed snacks. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(2), 309-316.
- [67] Mendez-Montealvo, G., Sánchez-Rivera, M. M., Paredes-López, O., Bello-Perez, L.A. (2006). Thermal and rheological properties of nixtamalized maize starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 40(1), 59-63.
- [68] Yahuaca-Juárez, B., Martínez-Flores, H.E., Huerta-Ruelas, J.A., Vazquez-Landaverde, P.A., Pless, R.C., Tello-Santillán, R. (2013). Effect of thermal-alkaline processing conditions on the quality level of corn oil. *CyTA-Journal of Food*, 11(sup1), 1-7.
- [69] Meng, S., Ma, Y., Cui, J., Sun, D.W. (2014). Preparation of corn starch-fatty acid complexes by high-pressure homogenization. *Starch*, 66(9-10), 809-817.

Bakteriyel Selülozların Üretimi ve Özellikleri ile Gıda ve Gıda Dışı Uygulamalarda Kullanımı

Melih Güzel , Özlem Akpınar 

¹Gümüşhane Üniversitesi, Şiran Mustafa Beyaz Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, 29700, Gümüşhane
²Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat

Geliş Tarihi (Received): 19.02.2018, Kabul Tarihi (Accepted): 08.06.2018

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): melihguzel010@hotmail.com (M. Güzel)

☎ 0 456 233 10 00-36 08 📠 0 456 511 86 79

ÖZ

Selüloz D-glukopiranoz birimlerinin β -1,4 glikozidik bağlarla bağlanmasıyla oluşan lineer ve dünyada en yaygın olarak bulunan polimerdir. Selüloz, bitkilerin yanında bazı bakteriler tarafından da üretilmektedir. Bakteriyel selüloz olarak adlandırılan bu tip selülozlar gıda, ilaç, biyoteknoloji, biyomedikal, kozmetik, kağıt ve elektronik alanlarında kullanımı giderek artmaktadır. Saf olarak elde edilmesi, elastik, ağsı yapıda, yüksek kristalizasyon derecesi, yüzey alanı, su tutma kapasitesine ve gerilme direncine, daha ince ve gözenekli bir yapıya sahip olması gibi bitkisel selüloza kıyasla pek çok üstün özellikleri bulunmaktadır. Bu derleme bakteriyel selülozun üretimini, üretiminde kullanılan yöntemleri, üretilen polimerin özelliklerini ve gıda ve gıda dışı uygulamalarda kullanımını kapsamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bakteriyel selüloz, *Acetobacter*, Ekzopolisakkarit, Fermantasyon

Production and Properties Bacterial Celluloses and Their Use in Food and Non-Food Applications

ABSTRACT

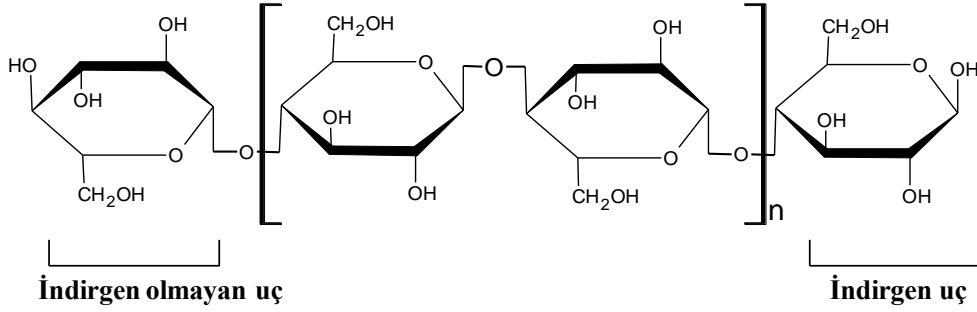
Cellulose is the most common polymer in the world, formed by β -1,4 linked glucopyranose units. Besides plants, celluloses can be produced by some bacteria. The uses of these bacterial celluloses have been increasing in food, pharmaceutical, biotechnology, biomedical, cosmetics, paper and electronics areas. It has many superior properties compared to plant celluloses, such as purity, elasticity, network structure, high crystallize, surface area, water holding capacity and tensile strength, thinner and porous structure. This review includes the production methods for bacterial celluloses, the properties of these polymers and their use in food and non-food applications.

Keywords: Bacterial cellulose, *Acetobacter*, Exopolysaccharide, Fermentation

GİRİŞ

Selüloz dünyada en yaygın olarak bulunan, D-glukopiranoz birimlerinin β -1,4 glikozidik bağlarla bağlanmasıyla oluşan lineer bir polimerdir (Şekil 1). Hemen hemen tüm bitkilerin iskelet yapısında hemiselüloz ve lignin ile birlikte (%40-60 selüloz, %20-

40 hemiselüloz ve %10-25 lignin) bulunmaktadır [1, 2]. Bitkilerin yanında bazı bakteriler tarafından da üretilmektedir. Bakteriyel selüloz (BS) olarak adlandırılan bu tip selülozlar, bakteri metabolizmasının ilk ürünü ve hücre dışı bir polimer olup hücreyi koruyucu olarak görev yapmaktadır [3, 4].



Şekil 1. Selüloz molekülünün moleküler yapısı

Selüloz gibi insan vücudunda sindirilemeyen [5] ve serum trigliserid ve toplam kolesterol seviyesini azaltabilen [6] BS, geleneksel olarak üretilen Güney-Doğu Asya'da bazı yerel gıdalarda (Nata de Cocco: jelatin küpü olarak servis edilen üretilen yerel bir gıda) [7] kullanılmaktadır. Aynı zamanda bazı fonksiyonel içeceklerin (Kombucha ya da Mançurya çayı) üretimi esnasında da oluşmaktadır [8]. BS gıda endüstrisi dışında, ilaç, biyoteknoloji, biyomedikal, kozmetik, kağıt ve elektronik [9-11] alanlarında da kullanımı giderek artmaktadır. Bu çalışma bakteriyel selülozun sentezi, üretimi ve üretiminde kullanılan yöntemler, üretilen polimerin özellikleri ve gıda ve gıda dışı alanlarda kullanımını kapsamaktadır.

BAKTERİYEL SELÜLOZ VE ÖZELLİKLERİ

Pek çok mikroorganizma, karbon ve enerji kaynağı olarak hücre içi polisakkarit sentezleyebildikleri gibi hücre dışına da polisakkarit sentezleyebilmektedir. Farklı polisakkarit ve proteinden oluşan bu yapılar kapsül veya slime layer (cıvık tabaka) olarak isimlendirilir [12]. Ekzopolisakkarit olarak da isimlendirilen hücre dışı polisakkaritler, ya kapsül

formunda hücre yüzeyine kovalent bağlı olarak ya da balçık şeklinde hücre duvarına zayıf bir şekilde bağlı olarak bulunmaktadır [13, 14]. Bu polisakkaritler, kendini üreten mikroorganizmalar tarafından katabolize edilemediklerinden, enerji kaynağı olarak kullanılamamakta, fakat mikroorganizmayı koruyarak, dış ortamdan gelebilecek zararlı bir etkiye karşı bariyer oluşturmaktadır [15, 16].

Mikrobiyal kaynaklardan elde edilen ve endüstriyel olarak önemli olan başlıca polisakkaritler genel olarak; bakteriyel selüloz (*Komagateibacter xylinum*), ksantan (*Xanthomonas campestris*), süksinoglikan (*Rhizobium*, *Agrobacterium* sp., *Pseudomonas* sp.), gellan (*Pseudomonas elodea*, *Sphingomonas elodea*), velan (*Alcaligenes* sp.), emülsan (*Acinetobacter calcoaceticus*), alginatlar (*Azotobacter vinelandii*, *Pseudomonas aeruginosa*), dekstran (*Leuconostoc* sp.), ramsan (*Alcaligenes* sp.), pullulan (*Auerobasidium pullulans*)'dır [17]. Bu polisakkaritler, gıda endüstrisinde ksantan ve gellanın Amerika ve Avrupa'da gıda ilavesi olarak izin verilmesinden sonra daha fazla ilgi kazanmıştır [18, 19]. Tablo 1'de ticari kullanım için polisakkarit üreten bazı mikroorganizmalar verilmiştir.

Tablo 1. Ticari kullanım için polisakkarit üretebilen bazı mikroorganizmalar [20]

Mikrobiyal Kaynak	Polisakkarit	Referans
<i>Komagateibacter xylinum</i>	Selüloz	[21]
<i>Agrobacterium radiobacter</i>	Süksinoglikan	[22]
<i>A. tumefaciens</i>	Süksinoglikan	[23]
<i>Rhizobium meliloti</i>	Süksinoglikan	[22]
<i>Halomonas eurihalina</i>	Levam	[24]
<i>Zymomonas mobilis</i>	Levan	[25]
<i>Leuconostoc dextranicum</i>	Glukan	[26]
<i>L. mesenteroides</i>	Dekstran	[27]
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Alginat	[28]
<i>P. putida</i>	Alginat	[29]
<i>Sphingomonas elodea</i>	Gellan	[30]
<i>S. paucimobilis</i>	Gellan	[31]
<i>Xanthomonas</i> sp.	Xanthan gum	[32]

Selüloz endüstriyel olarak çoğunlukla odun ve pamuktan üretilmekte olup, saf olarak elde edilmesi için yapıdan lignin ve hemiselülozun ayrılması gerekmektedir [33]. Bu işlemin zor ve masraflı olması, ayrıca orman alanlarının daralması gibi nedenlerden dolayı alternatif selüloz kaynakları araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarda, bakteriler tarafından üretilen bakteriyel selüloz (BS) son

yıllarda daha çok dikkat çekmeye başlamıştır. BS, bitkisel selüloz gibi β -1 \rightarrow 4 glukan zincirinden oluşmakta, glukan zincirleri moleküler arası ve içi hidrojen bağlarıyla bir arada tutunmakta [34] ve bitkisel selülozun tersine saflaştırılma işlemi gerekmemektedir [1, 35]. BS, bakteriler tarafından oksijen basıncının yüksek olduğu yüzeylerde üretilmekte ve konumlandırılmaktadır.

Bakterileri, su miktarında azalma, pH değişimi, UV ışını ve patojenik mikroorganizmalar gibi kötü çevre koşullarından korumaktadır [17, 36, 37]. BS ile örtülü olan asetik asit bakterilerinin 1 saat UV ışınlanması sonucu %23'ünün canlı kaldığı belirtilmiştir [38].

Suda çözünmez, elastik, yüksek gerilime dirençli ağısı bir yapıya sahip [16, 39] olan BS'nin kristalizasyon derecesi oldukça yüksektir [40, 41]. Bu özellikleri, bitki orijinli selülozda bulunmamaktadır [39]. Ayrıca yüzey alanı bitkisel selüloza göre yaklaşık 200 kat daha büyük olan [16, 36, 42] BS, yüksek su tutma kapasitesine sahiptir [39, 42]. BS mikrofibrillerinin bitkisel selülozlarından yaklaşık 100 kat daha ince ve gözenekli bir yapıya sahip olduğu bildirilmiştir [43, 44]. Selülozun sentezlenmesi esnasında glukoz zincirleri bakteri hücre duvarından salgılanmakta ve bir araya toplanarak nanofibril selüloz şeritleri oluşmaktadır [38]. Bu şeritler, BS'nin çok gözenekli matrisli örümcek ağı şeklindeki yapısını oluşturmaktadır [45, 46] ve aynı zamanda hidrofilik ve biyolojik olarak parçalanabilme yeteneğine sahiptir [2]. Kurutulmuş 0.01-0.5 mm kalınlığında bir BS tabakası, ses dalgalarını hızlı bir şekilde iletebilme [42, 47, 48] özelliğine sahip olup, bu özelliğinden dolayı akustik membran olarak kullanılabilir [38, 47, 48].

Selülozun; I, II, III ve IV olmak üzere dört ana polimorfu vardır. Selüloz I çoğunlukla, alomorf I_a (bakteri ve alg) ve I_b (yüksek bitkiler) formundadır [49] ve konsantre alkali çözeltilerle muamele edildiğinde termodinamik açıdan daha kararlı kristal bir form olan selüloz II'ye dönüşmektedir. Selüloz III, selüloz mikrokristallerinin süper kritik amonyak ile muamele edilmesi ile elde edilmektedir. Selüloz IV_I ve IV_{II} ise selüloz III'ün 260°C'de gliserolde ısıtılması ile oluşmaktadır [50]. BS üreticisi olan bakteriler selüloz I ve termodinamik açıdan stabil yapıda bulunan selüloz II yapılarını üretmekte [43] olup, bu iki form X-ray, nükleer magnetik rezonans, Raman spektroskopisi ve Infrared analizi ile tespit edilebilmektedir [42].

BAKTERİYEL SELÜLOZ ÜRETİMİ

BS; bazı *Komagataeibacter*, *Gluconacetobacter*, *Acetobacter*, *Agrobacterium*, *Aerobacter*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Sarcina*, *Salmonella* ve *Escherichia* gibi çeşitli bakteri türleri tarafından üretilmektedir [51-53]. *Komagataeibacter* grubundaki *K. xylinum* (*Acetobacter xylinum*, *Gluconacetobacter xylinus*), *K. hansenii*, *K. europaeus*, *K. oboediens* ve *K. intermedius* en iyi BS üreticisi olarak bilinir [54-57]. Selüloz üretiminde en çok çalışma yapılan suşlar, bunların üretim miktarları sistematik olarak Tablo 2'de, gelişme koşulları da Tablo 3'te verilmiştir. Klasik bir kültür ortamı; pH 4-6 arasında karbon ve nitrojen kaynağı ile bakteri gelişimi için gerekli diğer bileşenlerden oluşmaktadır. Bol miktarda karbon kaynağı ve minimal nitrojen kaynağı sağlandığında bakterilerin selüloz üretim verimleri artmaktadır [57]. Fermantasyon esnasında bakterilerin sukroz, rafinoz ve stakiyoz gibi, nispeten daha yüksek moleküllü karbon kaynaklarını tüketmeden önce fruktoz ve glukoz gibi

küçük moleküllü karbon kaynaklarını tüketmeyi tercih ettikleri belirlenmiştir [58].

BS üretiminde kullanılan karbon kaynaklarının yüksek maliyetinden dolayı, geniş ölçekli uygulamalarda kullanımı bulunmamaktadır. Bu nedenle üretim maliyetini azaltmak için birçok çalışma bulunmaktadır [40, 57, 59]. Son zamanlarda tarım, ormancılık, endüstriyel atıkların, BS üretiminde karbon kaynağı olarak kullanılması ile üretim maliyetlerinin azaltılmasına çalışılmaktadır [41]. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda; gıda işleme atıkları [60], hidrolize hemiselüloz [61], pancar ve şeker kamışı melası [62], çeşitli meyve atıkları [59, 63], konjac tozu [64], pirinç kabuğu [65], buğday sapı [66], pamuk atıkları [67], akçaağaç şurubu [68], kahve kabuğu [69], zeytin öğütme kalıntısı [70], atık bira mayası [41], hurma şurubu [71] ve ağaç ekstraktları [72] BS üretiminde kullanılmıştır.

BS'nin biyosentezi, çok sayıda enzim içeren bir biyokimyasal olaydır. BS biyosentezi oksidatif karbonhidrat metabolizmasına bağlıdır. Glukokinaz, fosfoglukomutaz ve üridin difosfat (UDP)-glukoz pirofosforilaz, selüloz sentezi ile ilgili enzimlerdir. Selüloz sentezi dört adımda gerçekleşmekte olup biyokimyasal yolu Şekil 2'de gösterilmiştir. Glukozun glukokinaz enzimi tarafından glukoz-6-fosfat (G6P)'a fosforilasyonu ile sentez başlamakta, bunu glukoz-6-fosfatın fosfoglikomutaz enzimi ile glukoz-1-fosfata (G1P) dönüşümü izlemekte, daha sonra glukoz-1-fosfattan UDP-glukoz pirofosforilaz enzimi ile UDP- glukoz sentezlenme ve en sonunda UDP-glukoz'dan selüloz sentez enzimi ile selüloz oluşmaktadır [38, 52].

BS farklı fermantasyon koşullarında, farklı şekillerde üretilebilir [95, 96]. Geleneksel olarak statik veya çalkalamalı kültür yöntemleri ile üretilmektedir. Geleneksel üretim yöntemleri haricinde BS üretimi amacı ile döner disk reaktörü, döner biyofilm reaktörü, döner filtreli biyoreaktör ve silikon membranlı reaktörler geliştirilmiştir. Statik kültür yöntemi, uzun bir süre gerektirmekte, çalkalamalı kültür yöntemi ise bakterilerin hızlı gelişmesini sağlamakta, ancak mikroorganizmalar selüloz oluşturmayan mutantlara dönüşebilmekte, bu da BS verimliliğini düşürmektedir [97]. Karıştırılmalı tank ya da airlift reaktörlerde, aygıtın üst kısmına ve iç duvarlarına BS kültürünün yapışması problemleri olmakta ve BS veriminin azalmasına neden olmaktadır [81]. Selüloz üretimi amacı ile geliştirilen döner disk reaktörlerinde, disk yüzeyinin yarısı besiyeri içerisine batmış, diğer yarısı ise atmosferde kalacak şekilde tasarlanmıştır. Disk sürekli dönerek diskin yüzeyi sürekli besiyerine ve atmosfere maruz kalmaktadır ve disk yüzeyine yapışmış olan hücreler atmosferdeki oksijeni ve besiyerine daldırıldığında ise besin maddelerini kullanmakta ve BS üretimi gerçekleşmektedir [43, 81]. Döner biyofilm reaktörleri, yatay bir shaft üzerine monte edilmiş bir dizi dairesel disklerden oluşmaktadır ve diskler dönerek fermantasyon ortamı ve havaya maruz kalmaktadır. Bu esnada selüloz üreticisi bakteriler, güçlü bir kayma gerilmesi ile karşı karşıya kalmamakta ve biyoreaktör karıştırıldığında mikroorganizmalar hava ile kolaylıkla tamasa geçerek mükemmel oksijen aktarımı sağlanmaktadır [43, 97, 98]. Silikon membranlı

reaktörlerde, BS üretim oranını artırmak için oksijen geçiren sentetik bir membran ve sıvı bir yüzey üzerinde selüloz zarlarının olduğu bir sistem geliştirilmiştir. BS üretimi, alt tarafı 100 mm kalınlığında silikon bir membran ile kaplı silindirik bir plaka ile iki katına çıkartılabilmektedir [43, 99]. Batık kültürde ekzopolisakkarit üretiminde, besiyeri ortamında hava miktarı yetersiz olduğundan fermantasyon sıvısının vizkositesinde önemli bir artış meydana gelmektedir. Statik kültürde üretim esnasında glukonik, asetik ya da laktik asit birikimi ile pH'nın bakterilerin gelişeceği ve polisakkarit üretebileceği değer altına düşmemesi için kültür sıvısının pH'nın kontrolü oldukça önemlidir [100-102]. Batık kültür koşulları altında selüloz sentezi üretiminde en büyük problem, selüloz üretmeyen

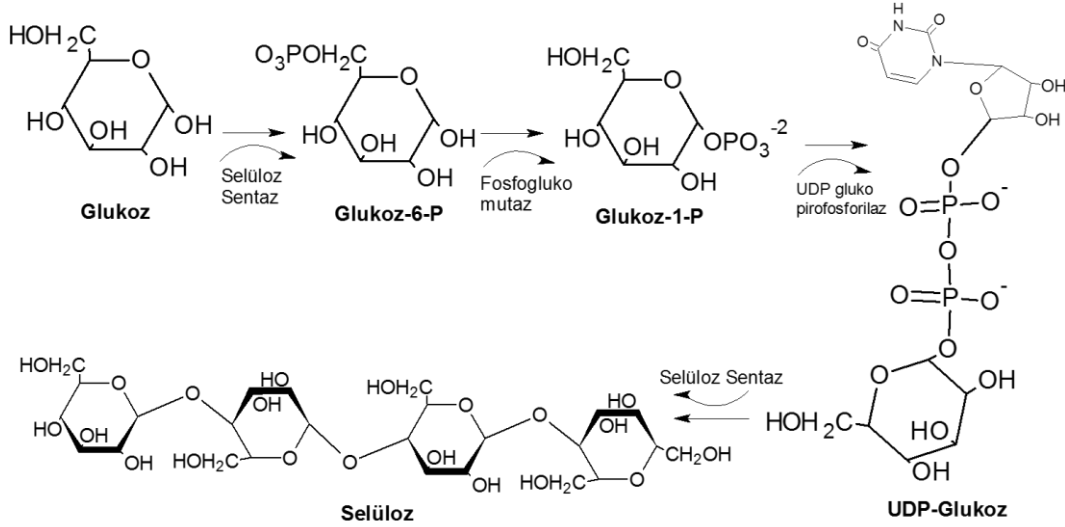
hücrelerin de oluşmasıdır [48, 74]. Selüloz üreten bakteriyel suşların statik kültür koşullarında, karıştırmalı ya da batık kültürle nazaran daha fazla selüloz oluşturduğu belirtilmektedir. Ayrıca yüzey alanı, birim başına BS film tabakasının üretim hızının hemen hemen sabit olması nedeniyle, kültür ortamının yüzey alanının artırılması ile BS üretim hızı artırılabilir. Bununla beraber üretim için büyük alanlara ihtiyaç duyulmaktadır [43]. BS'nin sürekli üretiminde ise BS üretimi, derinliği 3-4 mm olan geniş tavalarda gerçekleştirilmekte, belirli aralıklarla yüzeyde oluşan selüloz sürekli uzaklaştırılmaktadır. Bu şekilde elde edilen BS'nin normal selüloz liflerinden önemli ölçüde daha fazla olduğu belirtilmiştir [103].

Tablo 2. Bakteriyel selüloz üreten farklı suşlar

Mikroorganizma	Karbon Kaynağı	Ek Kaynak	Kültür Süresi	Miktar (g/L)	Kaynak
<i>K. xylinum</i> BRC 5	Glukoz	Etanol, oksijen	50 saat	15.30	[73]
<i>K. hansenii</i> GA2016	Glukoz	Yok	21 gün	7.44	[54]
<i>G. hansenii</i> PJK (KCTC 10505 BP)	Glukoz	Oksijen	2 gün	1.72	[74]
<i>G. hansenii</i> PJK (KCTC 10505 BP)	Glukoz	Etanol	3 gün	2.50	[75]
<i>Acetobacter</i> sp. V6	Glukoz	Etanol	8 gün	4.16	[76]
<i>Acetobacter</i> sp A9	Glukoz	Etanol	8 gün	15.20	[77]
<i>K. xylinum</i> BPR2001	Melas	Yok	3 gün	7.82	[78]
<i>K. xylinum</i> BPR2001	Fruktoz	Agar, oksijen	3 gün	14.10	[79]
<i>K. xylinum</i> BPR2001	Fruktoz	Agar	56 saat	12.00	[79]
<i>K. xylinum</i> ssp. <i>sucrofermentans</i> BPR2001	Fruktoz	Oksijen	52 saat	10.40	[80]
<i>K. xylinum</i> ssp. <i>sucrofermentans</i> BPR2001	Fruktoz	Agar, oksijen	44 saat	8.70	[80]
<i>K. xylinum</i> E25	Glukoz	Yok	7 gün	3.50	[81]
<i>K. xylinum</i> strain (K3)	Mannitol	Yeşi çay	7 gün	3.34	[82]
<i>K. xylinum</i> IFO 13773	Glukoz	Lignosülfat	7 gün	10.10	[83]
<i>K. xylinum</i> NUST4.1	Glukoz	Sodyum alginat	5 gün	6.00	[84]
<i>K. xylinum</i> IFO 13773	Melas	Yok	7 gün	5.76	[83]
<i>K. oboediens</i>	Glukoz	Yok	14 gün	8.50	[85]
<i>Gluconoacetobacter</i> sp. RKY5	Gliserol	Yok	6 gün	5.63	[86]
<i>G. sp. st-60 12 ve Lactobacillus mali</i> JCM1116 Yardımcı Kültürü	Sukroz	yok	3 gün	4.20	[87]

Tablo 3. Bakteriyel selüloz üreten bazı suşların optimum gelişme koşulları

Cins ve tür	Suş	Optimal Besiyeri	Süre (h)	pH	Sıc. (°C)	Kültür Tipi	Kaynak
<i>K. xylinum</i>	K3	HS	48	5	30	Statik	[82]
	BPR 2001	1.5 mL/L CSL	72	5	28	Statik	[88]
	BPR 2001	1.5 mL/L CSL	24	5	30	180 rpm	[78]
	KU1	15 g/L D-mannitol, 5 g/L polipepton, 20 g/L maya ekstraktı	48	5	30	Statik	[89]
	FC01	HS	-	5	30	Statik	[11]
	ATCC 53524	HS	48	5	30	Statik	[90]
	MTCC 2623	25 g/L mannitol, 5 g/L maya ekstraktı ve 3 g/L pepton	48	5	30	140 rpm	[91]
<i>K. hansenii</i>	PJK	10g/L Glukoz, 10 g/L maya ekstraktı, 7 g/L pepton, 1.5 mş/L asetik asit, 0.2 g/L süksinat, 15 g/L agar	24	5	30	200 rpm	[74, 92]
<i>K. sacchari</i>	NCIM 2529	HS	48	5	30	120 rpm	[93]
	-	15 g/L agar içeren HS	48	-	30	Statik	[83]
	<i>K. persimmonis</i>	GH-2	2 ml/L asetik asit, 5 mL/L etanol ve 0.2 g/L siklohegzimid	24	5	30	Statik



Şekil 2. Glukozdan selüloz üretiminin biyokimyasal yolu [58]

BS UYGULAMALARI

BS'ların, gıda ve içecek işleme, enzim immobilizasyonu, fotokataliz uygulamaları, biosensör, boya sanayi, ağır metal çıkarma, kağıt imalatı, paketlenme, filtrasyon malzemesi, ayırma membranları, yakıt hücreleri ve ilaç ve tıbbi uygulamalar gibi birçok alanda kullanımı araştırılmaktadır [53, 93]. Diyet liflerinin bir dizi sağlık yararları sağladığı ve diyabet, obezite, kalp-damar hastalıkları ve divertikülit gibi kronik hastalık risklerinin azaltılmasına yardımcı olduğu bilinmektedir [104]. BS de bir diyet lifi olduğundan, 1992 yılında Amerika Gıda ve İlaç İdaresi tarafından "Genel olarak güvenli kabul edilen" (GRAS) olarak sınıflandırılması kabul edilmiştir.

BS geleneksel olarak Güney-Doğu Asya'da Nata (bakteriyel selüloz) üretmek için kullanılmaktadır. Nata yumuşak ve pürüzsüz yüzeye ve tekstürel yapıya sahip bir gıdadır. Son yıllarda Nata pazarının büyümeye devam ettiği ve bu nedenle BS'nin, pazar payının giderek artacağı belirtilmektedir [7]. Nata'nın, Nata de coco ve Nata de pina gibi birçok çeşidi bulunmaktadır. Nata de coco'da hindistan cevizi, Nata de pina'da ise ananas, bakteriler için karbon kaynağı olarak kullanılmaktadır. Fermentasyon sonucu oluşan ince selüloz plakası yıkanıp, kaynatılmakta ve şeker şurubu içerisinde tatlı, meyve kokteyli ve jöle gibi gıda uygulamalarında kullanılmaktadır. Nata de coco'nun yüksek lif içeriğinin tüketicilerde serum lipid seviyesini [105] ve kolesterolü düşürücü etkiye sahip olduğu [6, 106, 107] bildirilmektedir.

Yapılan çalışmalarda BS ile düşük kolesterolü yeni gıdaların üretilebileceği belirtilmektedir. Monakolin K (*Monascus* türlerinin bir metaboliti, güçlü bir HMG-CoA redüktaz inhibitörü, serum kolesterol seviyesi düşürücü) ve BS'nin kombinasyonu ile üretilen *Monascus*-BS kompleksinin, vejetaryenler için et ya da deniz ürünleri yerine kullanılabilirliği bildirilmiştir [6, 108]. Doğal bir kırmızı renk pigmenti olan *monascus*, BS ile beraber kullanıldığında, kompleksinin morfolojisi ve renginin stabil olduğu, karışımın lezzetinin ete benzer olduğu ve kompleksin kolesterol düşürücü ve diyet liflerininin sahip

olduğu diğer avantajlara sahip olduğu belirtilmiştir [109, 110].

BS bir gıda katkı maddesi olarak; kıvam artırıcı, stabilize edici, jelleştirici, süspansiyon edici ve su bağlayıcı olarak, düşük konsantrasyonlarda, ısıl işlem ve donma-çözülme koşullarında dahi lezzet etkileşimlerini önleyici, geniş pH aralığında gıda stabilitesini artırıcı gibi özelliklere sahiptir [7]. BS'nin hamurumsu çeşni içerisine ilavesinden sonra kıvamın önemli ölçüde geliştiği, BS içeren ürünün en az bir ay depolama süresi boyunca kendi nem oranını muhafaza ettiği belirtilmiştir. BS içeren dondurmanın şeklinin, dondurucudan çıkarıldıktan sonra en az 60 dakika boyunca muhafaza edildiği, buna karşın aynı süre içinde BS içermeyen dondurmanın tamamen eridiği belirtilmiştir [111, 112]. Daha iyi doku ve sertlik sağlanması için tofu üretiminde yapıya %0.2-0.3 oranında BS ilavesi ile jel kuvvetinin önemli derecede arttırıldığı ve kamaboko (Japon işlenmiş deniz ürünü, kürlenmiş surimi) ürünlerinde daha iyi sertlik, kırılabilirlik sağladığı ve esnekliğini düzenlediği, bu sayede kamabokonun daha uzun süre duyuusal özelliklerini muhafaza edebileceği belirtilmiştir. Çikolata içeceklerine, BS gözeneklerinin kakao taneciklerini tutmasından dolayı, kakaonun çökmesinin önlenildiği, ayrıca sterilizasyonundan sonra büyük bir ısı kararlılığına sahip olduğu ve bu nedenle viskozitenin ısı uygulamalarından sonra değişmeden kaldığı belirtilmektedir [111, 112].

BS ile düşük kalorili gıda ürünleri üretilebileceği belirtilmektedir. Örneğin köftelere %10 oranında BS ilavesinin, köftenin duyuusal ve raf ömründe kontrol örnekleriyle benzer özellikler gösterdiği, bu köftelerin sulu ve çiğnenebilir olduğu ve bu nedenle de emülsifiye et ürünlerinde yağ yerine ilave edilebilecek potansiyel bir ürün olarak kabul edilmektedir [5]. Yağ yerine BS'nin kullanıldığı surimi ürünlerinin üstün bir su tutma kapasitesine sahip olduğu, ürünün kendine özgü yapısının korunduğu ve daha iyi mekanik özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir [113]. Mayonez, sucuk ve beyaz peynir gibi gıdaların üretiminde BS kullanımı konusunda yapılan bir çalışmada [114], yağ miktarı %20 azaltılan ve %1 BS ilave edilen mayonezin, duyuusal

değerlendirme sonucunda en fazla tercih edilen ve stabilitesi en fazla olan ürün olduğu belirtilmiştir. Çalışmada ayrıca, sucuk üretiminde yağ yerine BS ilavesinin, alışılagelmiş sucuk özelliklerini taşıdığı, kalorisinin düştüğü ve diyet lif içeriğinin arttığı, BS ilave edilen beyaz peynirlerde de erimenin oluşmadığı belirtilmiştir.

1992 yılında BS Japonya'da diyet içeceklere ilave edilmeye başlanmıştır. BS üretebilen asetobakterler ile çay ve şeker fermente edilmekte, ürünler Kombucha ya da Mançurya çayı olarak tüketilmektedir [8, 108]. BS'nin iyi bir ağ yapısına ve uygun bir malzemeye sahip olduğu, biyolojik olarak parçalanabilme ve yüksek su direncine sahip olduğu ve gıda paketlenme için uygun bir malzeme olduğu; ancak gıda kontaminasyonlarını önlemek için antioksidan ve antibakteriyel özelliğe sahip olmadığı, bu nedenle BS'nin antimikrobiyal, antioksidan maddelerle birlikte kullanımı sonucunda çok daha etkili sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir [115]. Ambalaj malzemesi olarak esterleştirilmiş BS membranının, orijinal BS membranına göre buhar ve gazı karşı daha iyi bariyer özellik gösterdiği belirtilmiştir [116]. Polilaktik asit (PLA) biyolojik olarak parçalanabilir ve yenilenebilir termoplastik polyester olmasına karşın, bazı spesifik uygulamalar için uygun olmamasından dolayı; BS ile PLA kombinasyonunun hem şeffaf hem de daha iyi mekanik özelliklere sahip olduğu bulunmuştur [117].

Vakum paketlenmiş frankfurter sosislerin yüzeylerine toplam aerobik bakteri ve *Listeria monocytogenes*'i kontrol etmek için antimikrobiyal özelliğe sahip nisin içeren BS filmlerinin kullanıldığı bir çalışmada [118], 2500 IU/mL nisin içeren BS filmlerinin 14 günlük depolamadan sonra, kontrol ile karşılaştırıldığında frankfurterler üzerinde *L. monocytogenes* sayısında önemli bir düşüş (~2 log CFU/g) gösterdiği, toplam aerobik bakteri sayılarında benzer etki (~3.3 log CFU/g) gösterdiği ve raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir. BS-gümüş nanopartikül kompozitlerinin *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Bacillus subtilis* gibi patojen mikroorganizmalara karşı yüksek bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir [119, 120].

BS, çok iyi mekanik özelliklere sahip olmasından dolayı birinci kalite kağıt üretiminde kullanılabileceği belirtilmiştir. BS ilavesi yapılan bu kağıtların dolgu ve renk maddelerini iyi absorbe ettikleri, elastik ve geçirgen oldukları, ayrıca yırtılmalara ve yanmalara karşı dirençli ve yüksek su tutma kapasitesi özelliklerine sahip olduğu belirtilmektedir [36, 121]. Tarihi dokümanların tadilatlarında kullanılan ve fibrillerine az miktarda BS ilave edilen el yapımı kağıtların ve dokümanların yıpranmaya karşı direncinin arttığı [36, 122], içeriğinde %1 oranında BS olan kağıtların ISO 9706:1994 standardında yer aldığı, %3 BS içeren kağıtların %20 kaplamalı rotogravuer kağıdına benzeyen yüzey özelliklerine sahip olduğu bildirilmiştir [36, 42].

BS, yüksek kalite ses membranı [123], elektronik kağıt [124], hidrojel [125, 126], yara bandı [45], yapay deri [127] olarak ve vasküler protez cihazı [128, 129] gibi tıbbi malzemelerin üretiminde de kullanılmaktadır. Yanık tedavisinde yanık bölge üzerinde iyileştirici özelliğe

sahip olduğu [36, 130, 131], BS'nin steril edilebilir, dokuya uyumlu, gözenekli, elastik, elle tutulabilir ve suyu adsorblama özellikleri sayesinde yaraların daha hızlı iyileşmesinin sağlandığı, yaralı bölgelerde enfeksiyon oluşumunu engellendiği, yanma vakalarında yanık bölgenin ısısını adsorbe ederek acı ve ağrının azaldığı ve dokuda yaranın yayılmasının engellendiği [131] bildirilmiştir. Hayvansal kaynaklı kollajen kaplayıcılar yerine BS içeren kaplayıcılar [Rensselaer Polytechnic Institute, ABD] yara kapatıcı olarak ülser tedavisinde kullanılmaktadır. *K. xylinum*'dan üretilen BS'nin yaraları iyileştirici etkisi olduğu [131], BS fibrillerinin suni kan damarı olarak kullanılabileceği belirtilmektedir [36, 132, 133].

Süperkritik karbondioksit kurutma ile üretilen BS aerojellerin, gözenekli ve ıslatılabilir yapıya sahip olduğu, aerojellerin kozmetik veya tıp alanlarında kontrollü salınım için D-pantenol ya da L-askorbik asit gibi bioaktif bileşenlerin, BS'nin iç yüzeyine homojen bir biçimde yerleştirilebileceği ve kontrol edilebilir oranda salınabilmesinin mümkün olabileceği bildirilmiştir [134]. BS ayrıca, suni deri ve tekstil ürünlerinde adsorban olarak, krem, tonik, tırnak cilası emilimini artırmak amacıyla kozmetik sanayinde de kullanılmaktadır [47, 130].

SONUÇ

BS, çoğunlukla uzak doğu ülkelerinde geleneksel olarak tüketilmektedir. BS'nin diğer pek çok polimere göre üstün fizikokimyasal özellikleri ve serum kolesterol, kan yağ seviyesini azaltıcı ve sindirimi düzenleyici gibi sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı gıda sanayinde kullanım potansiyeli de yüksektir. Bununla beraber BS üretiminde kullanılan karbon kaynaklarının yüksek maliyetinden dolayı, geniş ölçekli uygulamalarda kullanımı bulunmamaktadır. Bu nedenle üretim maliyetini azaltmak için birçok çalışma bulunmaktadır. Özellikle karbonhidrat bakımından zengin tarımsal, endüstriyel ve evsel gıda yan ürün ve atıklarının BS üretiminde karbon kaynağı olarak kullanımı ile BS üretim maliyetlerinin düşürülmesi sağlanabilir. BS kullanım ve tüketiminin yaygınlaşması, özellikle günümüzde yaşam tarzından kaynaklanan hastalıkların azaltılmasında önemli rol oynayabileceği gibi aynı zamanda tüketicinin daha sağlıklı ürünleri tüketme isteğine de cevap verebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Ramírez, C.M., Castro, C., Zuluaga, R., Gañán, P. ((2018)). Physical characterization of bacterial cellulose produced by *Komagataeibacter medellinensis* using food supply chain waste and agricultural by products as alternative low cost feedstocks. *Journal of Polymers and the Environment*, 26, 830-837.
- [2] Lestari, P., Elfrida, N., Suryani, A., Suryadi, Y. ((2014)). Study on the production of bacterial cellulose from *Acetobacter xylinum* using agro-waste. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 7(1), 75-80.

- [3] Perez, S., Samain, D. (2010). Structure and engineering of celluloses. *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry*, 64, 25-116.
- [4] Singhsa, P., Narain, R., Manuspiya, H. (2018). Physical structure variations of bacterial cellulose produced by different *Komagataeibacter xylinus* strains and carbon sources in static and agitated conditions. *Cellulose*, 25, 1571-1581
- [5] Lin, K.W., Lin, H.Y. (2004). Quality characteristics of Chinese-style meatball containing bacterial cellulose (Nata). *Journal of Food Science*, 69(3), 107-111.
- [6] Stephens, S.R., Westland, J.A., Neogi, A.N. (1990). Method of using bacterial cellulose as a dietary fiber component. US patent 4960763.
- [7] Shi, Z., Zhang, Y., Phillips, G.O., Yang, G. (2014). Utilization of bacterial cellulose in food. *Food Hydrocolloids*, 35, 539-545.
- [8] Ng, C., Sheu, F., Wang, C., Shyu, Y. (2004). Fermentation of *Monascus purpureus* on agri-by-products to make colorful and functional bacterial cellulose (NATA). *Microbiology Indonesia*, 4(1), 6-10.
- [9] Shah, N., UI-Islama, M., Khattaka, W.A., Parka, J.K. (2013). Overview of bacterial cellulose composites: a multipurpose advanced material. *Carbohydrate Polymers*, 98, 1585-1598.
- [10] Çakar, F., Özer, İ., Aytekin, A.O., Şahin, F. (2014). Improvement production of bacterial cellulose by semi-continuous process in molasses medium. *Carbohydrate Polymers*, 106, 7-13.
- [11] Gunduz, G., Kiziltas, E.E., Kiziltas, A., Gencer, A., Aydemir, D., Asik, N. (2018). Production of bacterial cellulose fibers in the presence of effective microorganism. *Journal of Natural Fibers*, DOI: 10.1080/15440478.2018.1428847.
- [12] Brock, T.D., Madigan, M.T. (1994). Biology of Microorganisms, Seventh Edition, pp. 899, Prentice-Hall International Inc., New Jersey.
- [13] Sutherland, I.W. (1994). Structure-function relationship in microbial exopolysaccharides. *Biotechnology Advances*, 12, 393-448.
- [14] Sutherland, I.W. (1998). Novel and established applications of microbial polysaccharides. *Trends in Biotechnology*, 16, 41-46.
- [15] Kılıç, S., (2001). Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, 1. Basım, 193-194s., İzmir.
- [16] Reiniati, I., Hrymak, A.N., Margaritis, A. (2017). Recent developments in the production and applications of bacterial cellulose fibers and nanocrystals. *Critical Reviews in Biotechnology*, 37(4), 510-524.
- [17] Crescenzi, V., Dentini, M., Coviello, T. (1991). Solution and gelling properties of polysaccharides. *Polyelectrolytes*, 41, 61-71.
- [18] Lin, C.C., Cassida, L.E., Jr. Lin, C.C., Cassida Jr, L.E. (1984). Gelrite as a gelling agent for the growth of thermophilic microorganisms. *Applied Environmental Microbiology*, 47, 427-429.
- [19] Ravella, S.R., Quinones, T.S.R., Retter, A., Heiermann, M., Amon, T., Hobbs, P.J. (2010). Extracellular polysaccharide (EPS) production by a novel strain of yeast-like fungus *Aureobasidium pullulans*. *Carbohydrate Polymers*, 82(3), 728-732.
- [20] Ahmad, N.H., Shuhaimi M., Man, Y.B.C., (2015). Microbial polysaccharides and their modification approaches: a review. *International Journal of Food Properties* 18: 332-347.
- [21] Huang, H.C., Chen, L.C., Lin, S.B., Hsu, C.P., Chen, H.H., (2010). In situ modification of BC network structure by adding interfering substances during fermentation. *Bioresource Technology* 101: 6084-6091.
- [22] Chouly, C., Colquhoun, I.J., Jodele, A., 1995. NMR studies of succinoglycan repeating-unit octasaccharides from *Rhizobium meliloti* and *Agrobacterium radiobacter*. *International Journal of Biological Macromolecules* 17(6): 357-363.
- [23] Kaneda, I., Kobayashi, A., Miyazawa, K., Yanaki, T., (2002). Double helix of *Agrobacterium tumefaciens* succinoglycan in dilute solution. *Polymers* 43: 1301-1305.
- [24] Béjar, V., Llamas, I., Calvo, C., Quesada, E., 1998. Characterization of exopolysaccharides produced by 19 halophilic strains of the species *Halomonas eurihalina*. *Journal of Biotechnology* 61: 135-141.
- [25] Bekers, M., Upite, D., Kaminska, E., Laukevics, J., Grube, M., Vigants, A., Linde, R., (2005). Stability of levan produced by *Zymomonas mobilis*. *Process Biochemistry* 40: 1535-1539.
- [26] Majumder, A., Goyal, A., (2009). Rheological and gelling properties of novel glucan from *Leuconostoc dextranicum* NRRL B-1146. *Food Research International* 42: 525-528.
- [27] Falconer, D.J., Mukerjea, R., Robyt, J.F., (2011). Biosynthesis of dextrans with different molecular weights by selecting the concentration of *Leuconostoc mesenteroides* B-512FMC dextransucrase, the sucrose concentration, and the temperature. *Carbohydrate Polymers* 364: 280-284.
- [28] Schürks, N., Wingender, J., Flemming, H., Mayer, C., (2002). Monomer composition and sequence of alginates from *Pseudomonas aeruginosa*. *International Journal of Biological Macromolecules* 30: 105-111.
- [29] Çelik, G.Y., Aslım, B., Beyatlı, Y., (2008). Characterization and production of the exopolysaccharide (EPS) from *Pseudomonas aeruginosa* G1 and *Pseudomonas putida* G12 strains. *Carbohydrate Polymers* 73: 178-182.
- [30] Gonçalves, V.M.F., Reis, A., Domingues, M.R.M., Lopes-da-Silva, J.A., Fialho, A.M., Moreira, L.M., Sá-Correia, I., Coimbra, M.A., (2009). Structural analysis of gellans produced by *Sphingomonas elodea* strains by electrospray tandem mass spectrometry. *Carbohydrate Polymers* 77: 10-19.
- [31] Wu, X.C., Chen, Y.M., Li, Y.D., Li, O., Zhu, L., Qian, C.D., Tao, X.L., Teng, Y., (2011). Constitutive expression of vitreoscilla haemoglobin in *Sphingomonas elodea* to improve gellan gum production. *Journal of Applied Microbiology* 110: 422-430.
- [32] Sanderson, G.R., 1982. The interactions of xanthan gum in food systems. *Progress in Food and Nutrition Science* 6: 77-87.

- [33] Brown, R.M.J., Saxena, I.M. (2007). *Cellulose: Molecular and structural biology*, Springer, ISBN 978-1-4020-5332-0, New York, NY.
- [34] Li, Z., Wang, L., Hua, J., Jia S., Zhang, J., Liu, H. (2015). Production of nano bacterial cellulose from waste water of candiedjujube-processing industry using *Acetobacter xylinum*. *Carbohydrate Polymers*, 120, 115-119
- [35] Brown, E.E. (2007). Bacterial Cellulose/Thermoplastic Polymer Nanocomposites. Master Of Science In Chemical Engineering, Washington State University, Department of Chemical Engineering, USA.
- [36] Bielecki, S., Krystynowicz, A., Turkiewicz, M., Kalinowska, H. (2000). Bacterial Cellulose. In: Steinbuchel A (Ed), *Biopolymers: Polysaccharides I.*, Vol.7, pp. 37-90. Wiley-VCH Verlag GmbH, Munster, Germany.
- [37] Iguchi, M., Yamanaka, S., Budhiono, A. (2000). Bacterial cellulose—a masterpiece of nature's arts. *Journal of Materials Science*, 35, 261-270.
- [38] Ross, P., Mayer, R., Benziman, M. (1991). Cellulose biosynthesis and function in bacteria. *Microbiological Reviews*, 55(1), 35-58.
- [39] Araújo, I.M.S., Silva, R.R., Pacheco, G., Lustrri, W.R., Tercjak, A., Gutierrez, J., Júnior, J.R.S., Azevedo, F.H.C., Figueiredo, G.S., Vega, M.L., Ribeiro, S.J.L., Barudc, H.S. (2018). Hydrothermal synthesis of bacterial cellulose–copper oxide nanocomposites and evaluation of their antimicrobial activity. *Carbohydrate Polymers*, 179, 341-349.
- [40] Revin, V., Liyaskina, E., Nazarkina, M., Bogatyreva, A., Shchankin, M. (2018). Cost-effective production of bacterial cellulose using acidic food industry by-products. *Brazilian Journal of Microbiology*, <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.12.012>.
- [41] Lin, D., Sanchez, P.L., Li, R., Li, Z. (2014). Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* CGMCC 3917 using only waste beer yeast as nutrient source. *Bioresource Technology*, 151, 113-119.
- [42] Johnson, D.C., Neogi, A.N. (1989). Sheeted products formed from reticulated microbial cellulose. US Patent, 4863565.
- [43] Chawla, P.R., Bajaj, I.B., Survase, S.A., Singhal, R.S. (2009). Microbial cellulose: fermentative production and applications. *Food Technology Biotechnology*, 47(2), 107-124.
- [44] Gayathry, G., Gopalswamy, G. (2014). Production and characterization of microbial cellulosic fibre from *Acetobacter xylinum*. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 39, 93-96.
- [45] Dahman, Y. (2009). Nanostructured biomaterials and biocomposites from bacterial cellulose nanofibers. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 9, 5105-5122.
- [46] Maria, L.C.S., Santos, A.L.C., Oliveira, P.C., Valle, A.S.S. (2010). Preparation and antibacterial activity of silver nanoparticles Impregnated in bacterial cellulose. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 20, 72-77.
- [47] Jonas, R., Farah, L.F. (1998). Production and application of microbial cellulose. *Polymer Degradation and Stability*, 59, 101-106.
- [48] Vandamme, E.J., De Baets, S., Vanbaelen, A., Joris, K., De Wulf P. (1998). Improved production of bacterial cellulose and its application potential. *Polymer Degradation and Stability*, 59(7), 93-99.
- [49] Kontturi, E., Tammelin, T., Osterberg, M. (2006). Cellulose-model films and the fundamental approach. *Chemical Society Reviews*, 35(12), 1287-1304.
- [50] Keshk, S.M. (2014). Bacterial cellulose production and its industrial applications. *Bioprocessing & Biotechniques*, 4(2), 1-10.
- [51] Huang, Y., Zhu, C., Yang, J., Nie, Y., Chen, C., Sun, D. (2014). Recent advances in bacterial cellulose. *Cellulose*, 21(1), 1-30.
- [52] Römling, U., Galperin, M.Y. (2015). Bacterial cellulose biosynthesis: diversity of operons, subunits, products, and functions. *Trends in Microbiology*, 23(9), 545-557.
- [53] Uzyol, H. K., Saçan, M.T. (2016). Bacterial cellulose production by *Komagataeibacter hansenii* using algae-based glucose. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(12), 11154-11162.
- [54] Güzel, M., Akpınar, Ö. (2017). *Komagataeibacter hansenii* GA2016 ile bakteriyel selüloz üretimi ve karakterizasyonu. *Gıda*, 42(5), 620-633.
- [55] Yamada, Y. (2000). Transfer of *Acetobacter oboediens* and *Acetobacter intermedius* to the genus *Gluconacetobacter* as *Gluconacetobacter oboediens* comb. nov. and *Gluconacetobacter intermedius* comb. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 50, 2225-2227.
- [56] Kawee, N., Lam, N.T., Sukya, P. (2018). Homogenous isolation of individualized bacterial nanofibrillated cellulose by high pressure homogenization. *Carbohydrate Polymers*, 179, 394-401.
- [57] Ramana, K., Tomar, A., Singh, L. (2000). Effect of various carbon and nitrogen sources on cellulose synthesis by *Acetobacter xylinum*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 16(3), 245-248.
- [58] Qiu, K., Netravali, A.N. (2014). A review of fabrication and applications of bacterial cellulose based nanocomposites. *Polymer Reviews*, 54(4), 598-626.
- [59] Güzel, M., Akpınar, Ö. (2018). Production and characterization of bacterial cellulose from citrus peels. *Waste and Biomass Valorization*, DOI 10.1007/s12649-018-0241-x.
- [60] Carreira, P., Mendes, J.A., Trovatti, E., Serafim, L.S., Freire, C.S., Silvestre, A.J., Neto, C.P. (2011). Utilization of residues from agro-forest industries in the production of high value bacterial cellulose. *Bioresource Technology*, 102, 7354-7360.
- [61] Uraki, Y., Morito, M., Kishimoto, T., Sano, Y. (2002). Bacterial cellulose production using monosaccharides derived from hemicelluloses in water-soluble fraction of waste liquor from atmospheric acetic acid pulping. *Holzforchung*, 56, 341-347.

- [62] Bae, S., Shoda, M. (2005). Production of bacterial cellulose by *Acetobacter xylinum* BPR2001 using molasses medium in a jar fermentor. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 67, 45–51.
- [63] Hungund, B., Prabhu, S., Shetty, C., Acharya, S., Prabhu, V. (2013). Production of bacterial cellulose from *Gluconacetobacter persimmonis* GH-2 using dual and cheaper carbon sources. *Journal of Microbial and Biochemical Technology*, 5, 31-33.
- [64] Hong, F., Qiu, K. (2008). An alternative carbon source from konjac powder for enhancing production of bacterial cellulose in static cultures by a model strain *Acetobacter aceti* subsp. *xylinus* ATCC 23770. *Carbohydrate Polymers*, 72, 545-549.
- [65] Goelzer, F., Faria-Tischer, P., Vitorino, J., Sierakowski, M.R., Tischer, C. (2009). Production and characterization of nanospheres of bacterial cellulose from *Acetobacter xylinum* from processed rice bark. *Materials Science and Engineering*, 29, 546-551.
- [66] Chen, L., Hong, F., Yang, X.X. ve Han, S.F. (2012). Biotransformation of wheat straw to bacterial cellulose and its mechanism. *Bioresource Technology*, 135, 464-468.
- [67] Hong, F., Guo, X., Zhang, S., Han, S.F., Yang, G., Jönsson, L.J. (2012). Bacterial cellulose production from cotton-based waste textiles: enzymatic saccharification enhanced by ionic liquid pretreatment. *Bioresource Technology*, 104, 503-508.
- [68] Zeng, X., Small, D.P., Wan, W. (2011). Statistical optimization of culture conditions for bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* BPR 2001 from maple syrup. *Carbohydrate Polymers*, 85, 506-513.
- [69] Usha, R.M., Appaiah, K.A. (2011). Statistical optimization of medium composition for bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter hansenii* UAC09 using coffee cherry husk extract—an agro-industry waste. *Journal of Microbial and Biochemical Technology*, 21, 739-745.
- [70] Gomes, F.P., Silva, N.H., Trovatti, E., Serafim, L.S., Duarte, M.F., Silvestre, A.J., Neto, C.P., Freire C.S. (2013). Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter sacchari* using dry olive mill residue. *Biomass Bioenergy*, 55, 205-211.
- [71] Mohammadkazemi, F., Azin, M., Ashori, A. (2015). Production of bacterial cellulose using different carbon sources and culture media. *Carbohydrate Polymers*, 117, 518-523.
- [72] Kızıldağ, E.E., Kızıldağ, A., Gardner, D.J. (2015). Synthesis of bacterial cellulose using hot water extracted wood sugars. *Carbohydrate Polymers*, 124, 131-138.
- [73] Hwang, J.W., Yang, Y.K., Hwang, J.K., Pyun, Y.R., Kim, Y.S. (1999). Effects of pH and dissolved oxygen on cellulose production by *Acetobacter xylinum* BRC5 in agitated culture. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 88, 183-188.
- [74] Jung, J.Y., Park, J.K., Chang, H.N. (2005). Bacterial cellulose production by *Gluconoacetobacter hansenii* in an agitated culture without living non-cellulose producing cells. *Enzyme and Microbial Technology*, 37, 347-354.
- [75] Park, J.K., Jung, J.Y., Park, Y.H. (2003). Cellulose production by *Gluconacetobacter hansenii* in a medium containing ethanol. *Biotechnology Letters*, 25, 2055-2059.
- [76] Son, H.J., Kim, H.G., Kim, K.K., Kim, H.S., Kim, Y.G., Lee, S.J. (2003). Increased production of bacterial cellulose by *Acetobacter* sp. V6 in synthetic media under shaking culture conditions. *Bioresource Technology*, 86, 215-219.
- [77] Son, H.J., Heo, M.S., Kim, Y.G., Lee, S.J. (2001). Optimization of fermentation conditions for the production of bacterial cellulose by a newly isolated *Acetobacter* sp. A9 in shaking cultures. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 33, 1-5.
- [78] Bae, S., Shoda, M. (2004). Bacterial cellulose production by fed- -batch fermentation in molasses medium. *Biotechnology Progress*, 20, 1366-1371.
- [79] Bae, S., Sugano, Y., Shoda, M. (2004). Improvement of bacterial cellulose production by addition of agar in a jar fermentor. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 97, 33-38.
- [80] Chao, Y., Ishida, T., Sugano, Y., Shoda, M. (2000). Bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* in a 50L internal-loop airlift reactor. *Biotechnology and Bioengineering*, 68, 345-352.
- [81] Krystynowicz, A., Czaja, W., Wiktorowska-Jezierska, A., Gonçalves-Mioekiewicz, M., Turkiewicz, M., Bielecki, S. (2002). Factors affecting the yield and properties of bacterial cellulose. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 29, 189-195.
- [82] Nguyen, V.Y., Flanagan, B., Gidley, M.J., Dykes, G.A. (2008). Characterization of cellulose production by a *Gluconacetobacter xylinus* strain from kombucha. *Current Microbiology*, 57, 449-453.
- [83] Keshk, S., Sameshima, K. (2006). Influence of lignosulfonate on crystal structure and productivity of bacterial cellulose in a static culture. *Enzyme and Microbial Technology*, 40(1), 4-8.
- [84] Zhou, L.L., Sun, D.P., Hu, L.Y., Li, Y.W., Yang, J.Z. (2007). Effect of addition of sodium alginate on bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 34, 483-489.
- [85] Jahan, F., Kumar, V., Saxena, R.K. (2018). Distillery effluent as a potential medium for bacterial cellulose production: A biopolymer of great commercial importance. *Bioresource Technology*, 250, 922-926
- [86] Kim, S.Y., Kim, J.N., Wee, Y.J., Park, D.H., Ryu, H.W. (2006). Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter* sp. RKY5 isolated from persimmon vinegar. *Applied Biochemical Biotechnology*, 13, 705-715.
- [87] Seto, A., Saito, Y., Matsushige, M., Kobayashi, H., Sasaki, Y., Tonouchi, N., Tsuchida, T., Yoshinaga, F., Ueda, K., Beppu, T. (2006). Effective cellulose production by a coculture of *Gluconacetobacter xylinus* and *Lactobacillus mali*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 73, 915-921.

- [88] Matsuoka, M., Tsuchida, T., Matsushita, K., Adachi, O., Yoshinaga, F. (1996). A synthetic medium for bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* subsp. *Sucrofermentans*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 60, 575-579.
- [89] Oikawa, T., Ohtori, T., Ameyama, M. (1995). Production of cellulose from D-mannitol by *Acetobacter xylinum* KU-1. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 59, 331-332.
- [90] Mikkelsen, D., Flanagan, B., Dykes, G., Gidley, M. (2009). Influence of different carbon sources on bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter xylinus* strain ATCC 53524. *Journal of Applied Microbiology*, 107, 576-583.
- [91] Dayal, M. S., Goswami, N., Sahai, A., Jain, V., Mathur, G., Mathur, A. (2013). Effect of media components on cell growth and bacterial cellulose production from *Acetobacter acetii* MTCC 2623. *Carbohydrate Polymers*, 94, 12-16.
- [92] Ha, J.H., Shehzad, O., Khan, S., Lee, S.Y., Park, J.W., Khan, T., Park, J.K. (2008). Production of bacterial cellulose by a static cultivation using the waste from beer culture broth. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 25, 812-815.
- [93] Mohite, B.V., Patil, S.V. (2014). Physical, structural, mechanical and thermal characterization of bacterial cellulose by *G. hansenii* NCIM 2529. *Carbohydrate Polymers*, 106, 132-141.
- [94] Hungund, B.S., Gupta, S.G. (2010). Improved production of bacterial cellulose from *Gluconacetobacter persimmonis* GH-2. *Journal of Microbial and Biochemical Technology*, 2, 127-133.
- [95] Cannon, R.E., Anderson, S.M. (1991). Biogenesis of bacterial cellulose. *Critical Reviews in Microbiology*, 17(6), 435-447.
- [96] Hu, Y., Catchmark, J. M. (2010). Formation and characterization of spherulike bacterial cellulose particles produced by *Acetobacter xylinum* JCM 9730 strain. *Biomacromolecules*, 11, 1727-1734.
- [97] Kim, J.Y., Kim, J.N., Wee, Y.J., Park, D.H., Ryu, H.W. (2007). Bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter* sp. RKY5 in a rotary biofilm contactor. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 137, 529-537.
- [98] Jung, J.Y., Khan, T., Park, J.K., Chang, H.N. (2007). Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* using a novel bioreactor equipped with a spin filter. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 24, 265-271.
- [99] Yoshino, T., Asakura, T., Toda, K. (1996). Cellulose production by *Acetobacter pasteurianus* on silicone membrane. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 81, 32-36.
- [100] Hornung, M., Ludwig, M., Gerrard, A.M., Schmauder, H.P. (2006). Optimizing the production of bacterial cellulose in surface culture: Evaluation of substrate mass transfer influences on the bioreaction (Part 1). *Engineering in Life Sciences*, 6, 537-545.
- [101] Kongruang, S. (2008). Bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* strains from agricultural waste products. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 148, 245-256.
- [102] Bielecki, S., Krystynowicz, A., Turkiewicz, M., Kalinowska, H. (2005). Bacterial Cellulose. In: Polysaccharides and Polyamides in the Food Industry, A. Steinbüchel, S.K. Rhee (Eds.), Wiley-VCH Verlag, Weinheim, Germany, pp. 31-85.
- [103] Sakairi, N., Asano, H., Ogawa, M., Nishi, N., Tokura, S. (1998). A method for direct harvest of bacterial cellulose filaments during continuous cultivation of *Acetobacter xylinum*. *Carbohydrate Polymers*, 35, 233-237.
- [104] Cho, S., Almeida, N. (2012). Dietary fiber and health. CRC Press, 557p, Florida, USA.
- [105] Mesomya, W., Pakpeankitvatana, V., Komindr, S., Leelahakul, P., Cuptapun, Y., Hengsawadi, D., Tammarate, P., Tangkanakul, P., (2006). Effects of health food from cereal and nata de coco on serum lipids in human songklanakarın. *Journal of Science Technology*, 28(1), 23-28.
- [106] Ogawa, R., Tokura S. (1992). Preparation of bacterial cellulose containing N-acetylglucosamine residues. *Carbohydrate Polymers*, 19, 171-178.
- [107] David, N.S. (1996). Chemical modification of lignocellulosic materials: Chemical structures of cellulose, hemicelluloses and lignin, Marcel Dekker. Inc., New York, USA.
- [108] Ng, C., Shyu, Y.T. (2004). Development and production of cholesterol-lowering *Monascus-nata* complex. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20, 875-879.
- [109] Jzlová, P., Martinkova, L., Ken, V. (1996). Secondary metabolites of the fungus *Monascus*: a review. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 16(3), 163-170.
- [110] Purwadaria, T., Gunawan, L., Gunawan, A.W. (2010). The production of nata colored by *Monascus purpureus* J1 pigments as functional food. *Microbiology Indonesia*, 4(1), 6-10
- [111] Okiyama, A., Motoki, M., Yamanaka, S. (1992). Bacterial cellulose II. Processing of the gelatinous cellulose for food materials. *Food Hydrocolloids*, 6(5), 479-487.
- [112] Okiyama, A., Motoki, M., Yamanaka, S. (1993). Bacterial cellulose IV. Application to processed foods. *Food Hydrocolloids*, 6(6), 503-511.
- [113] Lin, S.B., Chen, L.C., Chen, H.H. (2011). Physical characteristics of surimi and bacterial cellulose composite gel. *Journal of Food Process Engineering*, 34, 1363-1379.
- [114] Çakmakçı, M.L., Karahan, A.G., Çakır, İ., Gündoğdu, A., Akoğlu, A. (2008). Selüloz üretiminde kullanılacak mikroorganizmaların izolasyonu, moleküler tanısı ve mikrobiyel selülozun gıda sanayinde kullanım olanaklarının araştırılması. TÜBİTAK TOVAG 105O156 nolu proje raporu.
- [115] Gao, C., Yan, T., Du, J., He, F., Luo, H., Wan, Y. (2014). Introduction of broad spectrum antibacterial properties to bacterial cellulose nanofibers via immobilising ϵ -polylysine nanocoatings. *Food Hydrocolloids*, 36, 204-211.
- [116] Tome, L.C., Brandão, L., Mendes, A.M., Silvestre, A.J., Neto, C.P., Gandini, A. (2010). Preparation and characterization of bacterial cellulose

- membranes with tailored surface and barrier properties. *Cellulose*, 17(6), 1203-1211.
- [117]Xiao, L., Mai, Y., He, F., Yu, L., Zhang, L., Tang, H. (2012). Bio-based green composites with high performance from poly (lactic acid) and surfacemodified microcrystalline cellulose. *Journal of Materials Chemistry*, 22(31), 15732-15739.
- [118]Nguyen, V.T., Gidley, M.J., Dykes, G.A. (2008). Potential of a nisin-containing bacterial cellulose film to inhibit *Listeria monocytogenes* on processed meats. *Food Microbiology*, 25, 471-478.
- [119]Maneerung, T., Tokura, S., Rujiravanit, R. (2008). Impregnation of silver nanoparticles into bacterial cellulose for antimicrobial wound dressing. *Carbohydrate Polymers*, 72(1), 43-51.
- [120]Sureshkumar, M., Siswanto, D. Y., Lee, C. (2010). Magnetic antimicrobial nanocomposite based on bacterial cellulose and silver nanoparticles. *Journal of Materials Chemistry*, 20(33), 6948-6955.
- [121]Iguchi, M., Mitsuhashi, S., Ichimura, K. (1988). Bacterial cellulose-containing molding material having high dynamic strength. US Patent 4,742,164.
- [122]Krystynowicz, A., Czaja, W., Bielecki, S. (1999). Biosynthesis and application of bacterial cellulose. *Zywnosc*, 3, 22-33.
- [123]Nishi, Y., Uryu, M., Yamanaka, S., Watanabe, K., Kitamura, N., Iguchi, M., Mitsuhashi, S. (1990). The structure and mechanical properties of sheets prepared from bacterial cellulose. Part II Improvement of the mechanical properties of sheets and their applicability to diaphragms of electroacoustic transducers. *Journal of Materials Science*, 25, 2997-3001.
- [124]Shah, J., Brown, R.M. (2005). Towards electronic displays made from microbial cellulose. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 66(4), 352-355.
- [125]Halib, N., Amin, M.C.I., Ahmad, I., Hashim, Z., Jamal, N. (2009). Swelling of bacterial cellulose-acrylic acid hydrogels: sensitivity towards external stimuli. *Sains Malaysiana*, 38(5), 785-791.
- [126]Halib, N., Amin, M.C.I., Ahmad, I. (2010). Unique stimuli responsive characteristics of electron beam synthesized bacterial cellulose/acrylic acid composite. *Journal of Applied Polymer Science*, 116, 2920-2929.
- [127]Fontana, J.D., de Souza, A.M., Fontana, C.K., Torriani, I.L., Moreschi, J.C., Gallotti, B.J., de Souza, S.J., Narcisco, G.P., Bichara, J.A., Farah, L.F.X. (1990). *Acetobacter* cellulose pellicle as a temporary skin substitute. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 24, 253-264.
- [128]Backdahl, H., Helenius, G., Bodin, A., Nannmark, U., Johansson, B.R., Risberg, B., Gatenholm, P. (2006). Mechanical properties of bacterial cellulose and interactions with smooth muscle cells. *Biomaterials*, 27, 2141-2149.
- [129]Charpentier, P.A., Maguire, A., Wan, W.K. (2006). Surface modification of polyester to produce bacterial cellulose-based vascular prosthetic device. *Applied Surface Science*, 252, 6360-6367.
- [130]Krystynowicz, A., Turkiewicz, M., Drynska, E., Galas, E. (1995). Bacterial cellulose biosynthesis and application. *Biotechnology*, 30, 120-132.
- [131]Krystynowicz, A., Czaja, W., Pomorski, L., Kołodziejczyk, M., Bielecki, S. (2000). The evaluation of usefulness of microbial cellulose as a wound dressing material. 14th Forum for Applied Biotechnology, 27-28 September 2000, Gent, Belgium.
- [132]Yamanaka, S., Watanabe, K., Suzuki, Y. (1990). Hollow microbial cellulose, process for preparation thereof, and artificial blood vessel formed of said cellulose. European patent 0396344A2.
- [133]Klemm, D., Schumann, U., Udhardt, U., Marsch, S. (2001). Bacterial synthesized cellulose - artificial blood vessels for microsurgery. *Progress in Polymer Science*, 26(9), 1561-1599.
- [134]Haimer, E., Wendland, M., Schluffer, K., Frankenfeld, K., Miethe, P., Potthast, A., Rosenau, T., Liebner, F. (2010). Loading of bacterial cellulose aerogels with bioactive compounds by antisolvent precipitation with supercritical carbon dioxide. *Macromolecular Symposia*, 294(2), 64-74.

Eriştenin Farklı Un Katkıları ile Zenginleştirilmesi

Merve Mete¹ , Dilek Dülger Altıner² ¹İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul²Kocaeli Üniversitesi, Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik Yüksekokulu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Kocaeli

Geliş Tarihi (Received): 03.02.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 04.02.2017

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): dilek.dulger@kocaeli.edu.tr (D. Dülger Altıner)

☎ 0 262 353 39 60 📠 0 262 353 34 65

ÖZ

Gıdalarda zenginleştirme hiç bulunmayan veya eksik bulunan bir veya birden fazla besin ögesinin eklenmesi ve özelliklerinin geliştirilmesidir. Gıdaların fonksiyonel, besleyici ve duyu kalite özelliklerinin araştırılmasına yönelik çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Erişte, besleyici özelliğinin yanı sıra, düşük maliyetli ve yapım teknolojisinin basit olması ve uzun süre muhafaza edilebilir olmasından dolayı, zenginleştirme için uygun bir yarı hazır gıda maddesidir. Fonksiyonel erişte üretiminde meyve, sebze unları, baklagiller, protein konsantreleri, vitaminler ve mineraller gibi maddeler ilave edilerek zenginleştirmeye gidilmiştir. Bu derlemede, eriştenin besleyici, tekstürel ve diyet lif özelliklerini geliştirmeye yönelik çeşitli çalışmalar ve farklı un katkıları ile eriştenin zenginleştirilmesi anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Erişte, Zenginleştirme, Fonksiyonel, Duyusal, Diyet lif

Fortification of Noodle with Different Additives of Flour

ABSTRACT

Fortification of foods is the addition of absent, present or deficient nutritional ingredients and is to improve their properties. Recently, studies on the functional, nutritious and sensory quality properties of foods have increased. Erişte (noodle) is a favorable semi-finished foodstuff for fortification of foods due to its low cost, simple production technology and maintenance for a long time as well as its nutritious property. In the production of functional noodle, fortification is obtained by the addition of fruit, vegetable, legume flour additives, protein concentrates, vitamins, minerals and functional ingredients like this. In this review, various studies on the improvement of nutritional properties, textural and dietary fiber properties of noodles and fortification of noodles by different additives of flour are summarized.

Keywords: Noodle, Fortification, Functional, Sensory, Dietary fiber

GİRİŞ

Gıda üretimindeki temel amaç, insanlara besleyici değeri yüksek, güvenli gıdalar sunarak sağlıklı ve mutlu yaşamalarını sağlamaktır. Bir insanın sağlıklı bir şekilde yaşamını sürdürebilmesi için 50'ye yakın besin ögesine gereksinimi vardır. Sağlıklı büyüme ve gelişmenin devamı ve sürekliliği için bu öğelerin her birinden günlük ne kadar alınması gerektiği belirlenmiştir. Bu öğelerin herhangi biri alınmadığında, yetersiz veya fazla

alındığında, büyüme ve gelişme engellenir, insan sağlığı tehlikeye girer ve çeşitli hastalıklar kendini göstermeye başlar [1].

İnsanların son zamanlarda sağlıklı ve dengeli bir yaşam tarzını benimsemeleri ve farkındalıklarının artması, fonksiyonel gıda pazarındaki gelişmelere güç katmıştır. Bu sorunları çözmek için çeşitli önlemler alınmaktadır. Toplumda veya özel bir risk grubunda, eksikliklerin giderilmesi amacıyla yapılan halk sağlığına yönelik

uygulamalardan biri de, gıdaların zenginleştirilmesidir [2].

Zenginleştirme, fonksiyonel gıda teknolojisinde yaygın olarak kullanılan bir terimdir. Gıda zenginleştirilmesi gıdalarda üretim, depolama ve işleme sürecinde kayba uğrayan gerekli besin öğelerini işlem eklemek, sınırlı besin öğeleri yönünden zenginleştirmektir. Günümüzde gıda zenginleştirme çalışmaları, en çok mikro besin öğesi yetersizliklerinin önlenmesine karşı yürütülmektedir [2].

Gıdalarda besin değerinin artırılmasına yönelik çalışmalar şu şekilde gruplanmaktadır [3]:

Zenginleştirme (Fortification): Çeşitli nedenler ile gıdada doğal olarak bulunan veya bulunmayan, besinlerden kaybedilen besin elementlerini yerine koymak ve besinlere daha fazla besin öğesi ekleme işlemidir.

Güçlendirme (Enrichment): Gıdalarda doğal olarak bulunmayan besin öğelerinin işlem sonrasında eklenmesidir. Örneğin süt ürünlerinin demir ile zenginleştirilmesi, tuza iyot katılması gibi.

Yerine Koyma (Restoration): Gıda maddelerinin işleme ve depolama sürecinde kayba uğrayan elzem besin öğelerinin işlem öncesi düzeyinde eklenmesi, eski içeriğine kavuşturulmasıdır.

Son zamanlarda tüketiciler sağlık etkileri yüksek gıdaları tercih etmeye başlamışlardır. Bunların başında ise; besinsel lif ve antioksidanlarca zenginleştirilmiş, sağlık etkileri yüksek, fonksiyonel gıdalara olan ilgi ve talep giderek artmaktadır. Bu bağlamda gelişen teknolojiyle fonksiyonel gıdalardaki çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Yapılan zenginleştirme çalışmaları ile gıdaların, vitamin, protein, mineral madde, diyet lif ve antioksidan miktarının artırılması, tekstürel ve duyuşsal özelliklerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Gıda endüstrisinde özellikle hububat bazlı fonksiyonel gıdaların üretimi ile ilgili yoğun çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu ürünlerden biri de eriştedir. Erişte TS-12950 Erişte Standardı'nda; buğday ununa, tuz tipine göre alkali tuzlar (sodyum karbonat, potasyum karbonat ve sodyum fosfat gibi) ve yumurta katıldıktan sonra içilebilir nitelikli su ile hazırlanan hamurun yoğrularak, tekniğine uygun bir şekilde işlenmesiyle kurutulmuş, kaynatılarak pişirilmiş, buharda pişirilmiş veya doğrudan tüketime hazır bir ürün olarak tanımlanmaktadır. Yine TS 12950 Erişte Standardı'na göre; sade erişte, hiçbir çeşni maddesi içermeyen eriştedir. Çeşnili erişte; tekniğine uygun olarak hazırlanan erişte hamuruna diğer tahıl unları, sebze unları, baklagil unları ve benzeri maddelerin ilavesiyle elde edilen eriştedir. Zenginleştirilmiş erişte ise erişte hamuruna katılmasına izin verilen, vitamin ve mineral madde ilavesiyle hazırlanarak elde edilen eriştedir [4].

Günlük diyetle önemli bir yer tutan erişte hazırlaması kolay, lezzetli ve düşük maliyetli tahıl ürünlerinden biridir. Eriştenin farklı un katkıları ile zenginleştirilmesiyle ilgili birçok araştırma mevcuttur. Bu derleme

çalışmasının amacı erişte, zenginleştirme metotları, kullanılan farklı tahıl ve baklagil unlarının eriştenin besinsel, teknolojik ve duyuşsal kalitesi üzerine etkileri hakkında genel bir değerlendirme yapmaktır. Böylece hem ekonomik hem de besleyici değeri yüksek yeni gıda ürünleri geliştirme süreçlerinde bilgi paylaşımı sağlanabilecektir.

ERİŞTENİN FARKLI UN KATKILARI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Tahıl Unlarının Kullanımı

Eriştenin farklı un katkıları ile zenginleştirilmesine yönelik literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda farklı meyve, sebze ve tahıl unları üretimde değerlendirilerek, zenginleştirilmiş erişte ürünleri elde edilmiştir. Adegunwa ve ark.'nın [5] yaptıkları bir çalışmada soya unu ve havuç tozu kullanılarak erişte üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda havuç tozu ilavesinin, ilgi çekici renginin yanı sıra, A vitamini içeriğini de yükselttiğinden, erişte zenginleştirmesinde önemli katkısı olduğu bildirilmiştir.

Karadeniz'in [6] yaptığı çalışmada erişte bileşimine %20 oranında pirinç ve mısır kepeği ilavesi yapıp eriştelerin tekstürel, pişme ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonunda pirinç kepeği içeren örneklerin optimum pişme süresinin uzun olması, pişirme kayıplarının daha fazla olması, ağırlık artışının az olması ve raf ömrünün kısa olmasından dolayı, mısır kepekli erişteye göre daha düşük kalite özellikleri gösterdiği bildirmiştir. Demir'in [7] yaptığı bir çalışmada ise farklı oranlarda (%10, 20, 30, 40 ve 50) nohut unu kullanarak eriştenin besinsel, teknolojik ve duyuşsal özelliklerini geliştirmeyi amaçlamıştır. Nohut unu ilavesinin, eriştenin protein miktarı, lif içeriği ve duyuşsal özellikleri açısından olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. Erişte formülasyonunda %30 ilaveli nohut unu kullanımının zenginleştirme açısından ideal bir değer olarak kullanılacağı bildirilmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada ham muz kullanılarak düşük karbonhidrat sindirilebilirliğine ve yüksek beslenme değerlerine sahip erişte üretimi amaçlanmıştır. 5 farklı oranda (%10, 20, 30, 40 ve 50) muz unu ile katkılandırılmış eriştede fizikokimyasal, tekstürel ve pişme özellikleri incelenmiştir. Muz unu katkısının eriştenin yapışkanlığını azalttığı ve renginde koyulaşma olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar %30 muz unu ile zenginleştirilen eriştenin besleyici değerlerini ve toplam diyet lif miktarını önemli ölçüde arttırdığını tespit etmişlerdir. Önemli bir faktör olan diyet lif içeriği ve dirençli nişasta (DN) miktarı muz unu katkısına paralel olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol örneğinde diyet lif miktarı %3.70 ve DN %0.40 iken en yüksek değer %50 muz unu katkılı eriştede diyet lif miktarı %5.94 ve DN %4.71'e ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca duyuşsal ve besleyici özelliğiyle en uygun kabul edilebilir örneğin, %30 muz unu ilaveli erişte olduğu belirtilmiştir [8].

Kamaridun [9] yaptığı bir çalışmada, farklı oranlarda havuç tozu kullanılarak erişte üretimi gerçekleştirilmiştir.

Beta karoten değeri %15 havuç tozu katkılı örnekte en yüksek bulunmuştur. Panelistler tarafından duysal olarak en beğenilen örneğin %15 havuç tozu ikameli erişte olduğu belirtilmiştir.

Diğer bir zenginleştirme kaynağı olan ve son yıllarda önemi gittikçe artan diyet lifler ince bağırsakta sindirilemeyen, kalın bağırsakta fermente olan gıda bileşenleridir [10]. Diyet lifinin bağırsak kanserine karşı koruyucu olduğu [11] ve bu bileşiklerin gastrointestinal sistemin normal fonksiyonunun devamını sağlaması, bağırsak ve fekal hacmi artırarak bağırsaktaki gıdaların transit süresini kısaltması nedeniyle, kabızlığı önleyebileceği düşünülmektedir [12]. Ayrıca diyet liflerin karbonhidrat emilimini ve tokluk serum glikoz düzeyini azalttıkları da rapor edilmiştir [13].

Yapılan bir çalışmada, erişte bileşimine %10, 20 ve 30 oranında hindistan cevizi unu ilave edilerek, diyet lif bakımından zengin ürün elde edilmesi amaçlanmıştır. Tüm örnekler besinsel, reolojik ve duysal özellikleri bakımından incelenmiştir. Kontrol örneğinde protein miktarı %11.22 olarak belirlenirken, %10, 20, 30 ilaveli örneklerde protein miktarı sırasıyla %12, 14 ve 19 olarak tespit edilmiştir. Diyet lif içeriği ise kontrol örneğinde %0.03 iken, %10, 20, 30 hindistan cevizi unu ilaveli örneklerde sırasıyla %0.92, 1,94 ve 3.05 olarak belirlenmiştir. Hindistan cevizinin, diyet lif ve proteince zenginleştirme için iyi bir kaynak olduğu vurgulanmıştır [14].

Yadav ve ark. [15] yaptıkları çalışmada rafine edilmiş buğdaya, 25g/100g oranlarında kolokas, tatlı patates ve su kestanesi unları katarak erişte üretimi gerçekleştirmişlerdir. Tatlı patates ve su kestanesi katkılı eriştelerin tekstürel, pişme ve duysal özelliklerinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu ve ayrıca geleneksel olmayan bu unlarla çeşitli ve besleyici değerleri yüksek ürünlerin de geliştirilebileceği bildirilmiştir.

Güvendi ve Yalçın [16] yaptıkları bir araştırmada tritikale, kavuzsuz arpa ve yulaf tahıllarının kepeğinden ayrılmış rafine unları ve tüm tane unları ayrı ayrı kullanılarak, geleneksel yöntem ile çeşitli erişteler üretimi gerçekleştirilmiştir. Örnekler fiziksel, kimyasal ve besinsel özellikleri açıdan incelenmiştir. Toplam besinsel lif içeriği, tüm tane tahıl unu katkılı eriştelerde, normal tahıl unu katkılı olanlara göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek lif içeriğinin (%18.3), %100 yulaf unu katkılı eriştede olduğu belirtilmiştir. Toplam fenolik madde miktarının tüm tane tahıl unları katılarak üretilen eriştelerde, diğer erişte örneklerine kıyasla daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Pişmemiş erişteler içinde en yüksek antioksidan aktivite değerinin, %100 arpa unlu (%23.1) erişte örneğinde elde edildiği belirlenmiştir.

Wandee ve ark.'nın [17] yaptıkları bir çalışmada greylift kabuğu ve tapyoka unu ilavesiyle yüksek lif içeriğine sahip pirinç eriştesi üretimi amaçlanmıştır. %20 tapyoka unu ve %10 greylift kabuğu ilavesiyle diyet lif içeriğinin %3'ten %10.2'ye yükseldiği belirlenmiştir. %15 tapyoka pulpu ve %5 greylift kabuğu tozlu karışımda toplam diyet lif miktarının %11.2 olduğu, %10 tapyoka pulpu %10 greylift kabuğu tozlu örnekte ise toplam diyet lif

miktarının %14.4 olduğu ve kontrol örneğinden yüksek bir değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada 4 farklı oranda ekmeke ağacı nişastası (%20, 40, 60 ve 80) ve buğday unu karışımıyla yüksek lif içeriğine sahip erişte üretimi gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonunda araştırmacılar ekmeke ağacı nişastası-buğday unu karışımı erişte örneğinin lif açısından önemli bir ürün olduğunu belirterek kolesterol, kalp rahatsızlıkları, kolon kanseri gibi rahatsızlıklar için önemli bir fonksiyonel gıda olduğunu belirtmişlerdir [18].

Wani ve ark.'nın [19] yaptıkları çalışmada erişte bileşimine karnabahar yaprağı tozu ilave ederek besleyici değerini arttırmayı amaçlamışlardır. Örnekler %10, 15 ve 20 oranlarında karnabahar yaprağı tozu ilave ederek depolama süresince kimyasal ve duysal özellikleri incelemişlerdir. Protein miktarı karnabahar yaprağı tozu ilavesiyle, artış göstermiştir. 90 gün sonunda ham lif miktarı %100 tam buğday unlu örnekte %3.25 iken, %20 karnabahar yaprağı tozu ilaveli örnekte %3.48 olarak belirlenmiştir.

Eyidemir'in [20] yaptığı çalışmada, kayısı çekirdeği ununu (KÇU) kullanılarak hem ucuz hem de besleyici değeri yüksek erişte üretimini amaçlamışlardır. KÇU ağırlıkça %5, 10, 15 ve 20 oranlarında buğday unu bileşimine ilave ederek eriştenin bazı kimyasal, fiziksel, pişme ve duysal özellikleri incelenmiştir. KÇU ilavesine paralel olarak protein değerlerinin kontrol örneğine göre artış gösterdiği belirtilmiştir. %15 KÇU ilaveli örneğin kabul edilebilirlik açısından en uygun örnek olduğu ve KÇU'nun zenginleştirme için iyi bir kaynak olduğu bildirilmiştir.

Baklagil Unlarının Kullanımı

Baklagiller fizyolojik olarak birçok faydası olan besinsel lifler bakımından zengin bir gıda grubudur. Baklagillerde bulunan oligosakkaritlerden çözünebilir rafinozlar, potansiyel prebiyotiklerdir. Bu oligosakkaritler ince bağırsakta sindirilememekte ve adsorplanamakta, kalın bağırsakta kolon mikroflorası tarafından fermente edilmektedir. Fermantasyon ürünleri gaz ve kısa zincirli yağ asitleridir. Kısa zincirli yağ asitleri kolon mukozası sağlığını desteklemektedir. Ayrıca kalp rahatsızlıkları, obezite, diyabet ve kolon kanseri risklerini azalttığı da ifade edilmiştir [21].

Yapılan bir çalışmada çölyak hastaları için baklagil unlarıyla (soya, mercimek, nohut) zenginleştirilmiş erişte üretimi amaçlanmıştır. Mısır ununa %30, 40 ve 50 oranlarında soya, mercimek ve nohut eklenerek erişteler hazırlanıp birtakım fiziksel, besinsel ve duysal özellikler incelenmiştir. Baklagil unlarının mısır ununa katılmasıyla örneklerde protein miktarlarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış gösterdiği belirlenmiştir. Erişte örnekleri vitamin değerleri (tiyamin, riboflavin, niasin) açısından incelendiğinde, en yüksek değerlerin sırasıyla mercimek, nohut ve soya unu katkılı örneklerde tespit edildiği belirtilmiştir. Mısır ununa yapılan nohut ve mercimek katkı oranı arttıkça eriştelerin niasin içeriklerinde de istatistiksel olarak önemli artış bulunurken, soya unu katkılı mısır eriştelerindeki niasin

artışı katkı oranındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Soya, nohut, mercimek unu katkılı örneklerde tiamin miktarı kontrol örneğine göre daha yüksek bulunmuştur. Erişte örnekleri arasında tiamin miktarı en fazla olan erişte örnekleri %50 mercimek (6.44 mg/kg) ve %50 nohut unu (5.57 mg/kg) katkılı mısır eriştesidir. Soya, nohut ve mercimek unlarında riboflavin değerlerinin birbirlerine yakın olduğu ifade edilmiştir. Mısır eriştesinin toplam besinsel lif içeriği (%7.43), en düşük olarak belirlenmiştir. Baklagil unu katkılı mısır eriştelerinin besinsel lif içeriğinin ise %8.74-13.92 arasında değiştiği belirlenmiştir. Mısır eriştelerinde soya, mercimek, nohut unu artışına bağlı olarak, toplam fenolik madde içeriğinde düzenli bir artış olduğu ifade edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı en yüksek %50 nohut unu katkılı örnekte tespit edilmiştir [22].

Sung ve Stone [23] fasulye, barbunya ve nohuttan elde edilen unlarla farklı formülasyonlarda erişte üretimi gerçekleştirmiştir. Duyusal ve fonksiyon özelliklere göre en uygun örneğin, nohut unu katkılı erişte örneği olduğu tespit edilmiştir.

Hosta'nın [24] yaptığı bir çalışmada, pirinç ununa %30, 40 ve 50 oranında bezelye, nohut veya kırmızı mercimek unları katılarak, hazırlanan erişte örneklerinin kalite ve besinsel özellikleri incelenmiştir. Çalışmada erişte örneklerinde antioksidan miktarı, lif ve fenolik madde içeriğinde artış tespit edilmiştir. Baklagil unu katkısının pirinç eriştesinin tiamin, riboflavin ve niasin içeriğini arttırdığını belirtilmiştir.

SONUÇ

Erişte, günlük diyetle önemli bir yer tutan kolaylığı, lezzeti ve düşük maliyetli oluşundan ötürü, çok tüketilen unlu mamullerden biridir. Basit hazırlama aşamalarına sahip olması, lezzetli oluşu, hızlı ve kolay pişirilmesi, uzun raf ömrü olması ve besleyiciliği nedeniyle, eriştelerin tüketimi sürekli artmaktadır. Bu sebeple eriştenin zenginleştirme için uygun bir gıda olduğu düşünülmektedir. Fonksiyonel gıda pazarı gittikçe çeşitlenmekte ve buna rağbet sürekli artmaktadır. Bu nedenle fonksiyonel ve besleyici eriştelerin çeşitli şekillerini çalışmak ve geliştirmek kaçınılmazdır. Bu doğrultuda farklı çalışmalarda erişte üretiminde domates, ispanak, pırasa gibi sebzeler, tam buğday unu, çavdar unu, arpa unu, mısır unu, hindistan cevizi unu, soya unu, muz unu gibi çeşitli unlar, diyet lifleri (buğday, pirinç, mısır kepeği gibi farklı kepekler vb.) dirençli nişasta, ruşeym, karabuğday, nohut, fasulye, mercimek gibi baklagiller, süt ürünleri yan artıkları, protein konsantreleri, vitaminler, mineraller gibi fonksiyonel maddeler ilave edilerek zenginleştirmeye gidilmiştir. Bu maddelerin ilavesinin kolon kanseri, meme kanseri, kalp-damar hastalıkları, kolesterol, şeker hastalığı, obezite, hemoroit gibi hastalıklarda insan sağlığı üzerine olumlu etki gösterdiği ve dengeli beslenmeye katkıda bulunduğu birçok çalışmayla kanıtlanmıştır. Ülkemizde üretilen erişteden alternatif sağlıklı ürünler elde edilmesi ve gıdaların fonksiyonelliğini artırmak için yapılan çalışmaların çoğaltılması ilerideki hedeflerimiz arasında olmalıdır. Böylece tüketici beğenisini sağlayarak, sağlıklı,

ekonomik ve yüksek besleyici değere sahip erişte üretimi gerçekleştirilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Anonim. (2004). T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye'ye Özgü Sağlık Rehberi. Ankara.
- [2] Aslan, D., Köksel, H. (2003). Gıda zenginleştirilmesi ve bazı yaklaşımlar. *Türk Tabipler Birliği Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 12(11), 418-420.
- [3] Özer., E.A., Güner, A. (2008). Gıdaların zenginleştirilmesi. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs, Erzurum
- [4] Anonim. 82003). Erişte Standardı, TS12950. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [5] Adegunwa, M.O., Bakare, H.A., Akinola, O.F. (2012). Enrichment of noodles with soy flour and carrot powder. *NIFOJ*, 30(1), 74-81.
- [6] Karadeniz, D. (2007). Farklı Besinsel Lif Katkılarının Ve Hidrokolloidlerin Erişte Üretiminde Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- [7] Demir, B. (2008). Nohut Ununun Geleneksel Erişte Ve Kuskus Üretiminde Kullanım İmkanları Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- [8] Ritthiruangdej, P., Parnbankled, S., Donchedee, S., Wongsagonsup, R. (2011). Physical, chemical, textural and sensory properties of dried wheat noodles supplemented with unripe banana flour. *Kasetsart Journal*, 45, 500-509.
- [9] Kamaridun, S.A. (2012). Study on the production of carrot noodle. Final Year Project. University Teknologi Mara, Food Science and Technology, <http://ir.uitm.edu.my/4987/>.
- [10] Dülger, D., Şahan, Y. (2011). Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 147-157.
- [11] Levi, F., Pasche, C., Lucchini, F., La Vecchia, C. (2001). Dietary fibre and risk of colorectal cancer. *European Journal of Cancer*, 37, 2091-2096.
- [12] Kahlon, T.S., Chow, F.I., Hoefler, J.L., Betschart, A.A. (2001). Effect of wheat bran fiber and bran particle size on fat and fiber digestibility and gastrointestinal tract measurements in the rat. *Cereal Chemistry*, 78(4), 481-484.
- [13] Ou, S., Kwok, K., Li, Y., Fu, L. (2001). In vitro study of possible role of dietary fiber in lowering postprandial serum glucose. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 1026-1029.
- [14] Gunathilake, K.D.P.P., Abeyrathne, Y.M.R.K. (2008). Incorporation of coconut flour into wheat flour noodles and evaluation of its rheological, nutritional and sensory characteristics, *Journal of Food Processing and Preservation*, 32, 133-142.
- [15] Yadav, B.S., Yadav, R.B., Kumari, M., Khatkar, B.S. (2014). Studies on suitability of wheat flour blends with sweet potato, colocasia and water chestnut flours for noodle making. *LWT-Food Science and Technology*, 57, 352-358.
- [16] Güvendi, Ö., Yalçın, E. (2011). Besinsel Lif Ve Antioksidanca Zengin Tahıllardan Geleneksel

- Yöntem İle Erişte Üretimi. Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bolu.
- [17] Wandee, Y., Dudsadee, U., Santhanee, P., Chureerat, P., Vilai, R., Nuanchawee, W. (2014). Enrichment of rice noodles with fibre-rich fractions derived from cassava pulp and pomelo peel. *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 2348-2355.
- [18] Akanbi, T.O, Nazamid, S., Adebawale, A.A., Farooq, A., Olaoye, A.O. (2011). Breadfruit starch-wheat flour noodles: preparation, proximate compositions and culinary properties. *International Food Research Journal*, 18(4), 1283-1287.
- [19] Wani, T.A., Sood, M., Kaul, R.K. (2011). Nutritional and sensory properties of roasted wheat noodles supplemented with cauliflower leaf powder. *Annals. Food Science and Technology*, 12(2), 102-107.
- [20] Eyidmir, E. (2006). Kayısı Çekirdeği İlavesinin Eriştenin Bazı Kalite Kriterlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Malatya.
- [21] Tosh, S.M., Yada, S. (2009). Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes and applications. *Food Research International*, 43(2), 450-460.
- [22] Savtekin, N. (2014). Çölyak Hastaları İçin Baklagil Unları İle Zenginleştirilmiş Mısır Eriştesi. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- [23] Sung, W.C., Stone, M. (2004). Characterization of legume starches and their noodle quality. *Journal of Marine Science and Technology*, 12(1), 25-32.
- [24] Hosta, H.G. (2012). Farklı Baklagil Unları İle Zenginleştirilmiş Glutensiz Pirinç Eriştelerinin Kalite ve Bazı Besinsel Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Ankara.
-

Akademik Gıda Dergisi Yazım Kuralları

Akademik Gıda dergisi gıda bilimi ve teknoloji alanlarında hazırlanmış özgün araştırma ve derleme makalelerin yayınlandığı **hakemli** bir dergidir. Araştırma notu, mini derleme, görüş ve editöre mektup gibi yazılar da yayın için değerlendirilir. Dergi 3 ayda bir basılmakta olup 4 sayıda bir cilt tamamlanır. Dergide Türkçe ve İngilizce makaleler yayınlanır.

Akademik Gıda dergisinde yayınlanması istenen çalışmalar derginin www.academicfoodjournal.com 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.
- Çalışmanın özgünlüğü ve çalışma ile ilgili her türlü etik hususdan yazar(lar) sorumludur.
- 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.

Hızlandırılmış Makale Basımı

Dergide "yayımlanmak üzere kabul edilen makalelerin", derginin takip eden ilk sayısında yayımlanmasını talep eden yazar(lar)ın yayıncı kuruluşa makale başına 750 TL ücret ödemesi gerekmektedir. Bu durum hızlandırılmış basım talebi olmayan makaleler için geçerli olmayıp, Akademik Gıda dergisinde makale basımı için yazar(lar)dan herhangi bir ücret talep edilmemektedir.

Çalışmaların Hazırlanması

1. Çalışmalar A4 boyutunda hazırlanmalı, üstten 2.45 cm, alttan 2.45 cm, sağ ve soldan 1.75 cm boşluk bırakılmalı ve tek kolon olarak hazırlanmalıdır. Metin çift satır aralıklı yazılmalı, paragraflar arasında tek satır boşluk bırakılmalıdır. Metinde bütün satırlar (sürekli) numaralandırılmalıdır.

2. Çalışma başlığı 14 punto Arial, koyu, küçük harflerle ve ortalanmış olarak yazılmalıdır. Başlıktan sonra bir satır boşluk bırakılmalı (11 punto); yazar isimleri (yalnızca ilk harfler büyük) 10 punto Arial ve ortalanmış olarak verilmelidir. Yazarların adresleri, telefon ve faks bilgileri ile yazışmalardan sorumlu yazarın e-posta adresi hemen alt satırda 9 punto Arial, ilk harfler büyük olacak şekilde ve ortalanmış olarak yazılmalıdır. Yazarların çalıştıkları kuruluşlar (ve/veya adresler) farklı ise her bir yazar isminin sonuna rakamlarla üst indis konulmalıdır.

3. Metin içindeki kısımların başlıkları (ÖZ, ABSTRACT, GİRİŞ vb.) 10 punto Arial ve koyu olarak büyük harflerle yazılmalı, başlıktan sonra bir satır boşluk bırakılarak metine geçilmelidir. Alt başlıklarda ilk harfler büyük, 10 punto Arial ve koyu yazı karakteri kullanılmalıdır. ÖZ'ün altına bir satır boşluk bırakıldıktan sonra en fazla 5 adet Anahtar Kelime konmalıdır. Anahtar Kelimelerden sonra bir satır boşluk bırakılarak İngilizce başlık ve altına ABSTRACT ve Keywords yazılmalıdır. Bir satır boşluk bırakılarak ana metine geçilmelidir.

4. Ana metin 9.5 punto Arial olarak hazırlanmalıdır.

5. Çalışma başlıca şu kısımlardan oluşmalıdır: Başlık, Yazar İsimleri, Adresleri, İletişim Bilgileri, Yazışmalardan Sorumlu Yazarın E-posta adresi, Öz, Abstract, Ana Metin (Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular ve Tartışma, Sonuç), Teşekkür (gerekliyse), Kısaltmalar (gerekliyse), Kaynaklar.

6. Öz ve Abstract 250 kelimeyi geçmemeli, çalışmanın amacını, metodunu ve önemli sonuçlarını içermelidir. Öz tek paragraf olarak yazılmalı ve öz içinde kaynaklara atıf yapılmamalıdır.

7. Çalışma içerisinde geçen mikroorganizma isimleri ile Latince ifade ve isimler italik olarak yazılmalı ve kısaltmalarda uluslararası yazım kuralları göz önünde bulundurulmalıdır.

8. Tablo başlıkları tablonun üstüne, şekil başlıkları ise şeklin altına yazılmalı ve numaralandırılmalıdır. Kullanılan tablo ve şekillere metin içinde mutlaka atıf yapılmalıdır. Metin içinde geçen veriler tablo ve şekillerin tekrarı olmamalıdır. Tablo ve şekillerin başlıkları içerikleriyle uyumlu ve anlaşılabilir olmalıdır. Şekiller ve resimlerin yüksek çözünürlükte olmasına dikkat edilmelidir. Resimler (ve gerekliyse Şekiller) *.jpg formatında metin içerisinde yer almalıdır.

9. Metin içerisinde atıflar köşeli parantez içerisinde rakamlarla yapılmalı [1] ve Kaynaklar bölümünde bu numara sırasıyla detayları yazılmalıdır. Kaynakların numaralandırılması MS Word Numaralandırma Kitaplığı kullanılarak yapılmalıdır.

10. Kullanılan matematiksel denklemler numaralandırılmalı ve metin içerisinde bu denklemlere atıf yapılmalıdır.

11. Kaynaklar kısmı APA yazım stili kullanılarak hazırlanmalıdır. Kaynakların yazımında aşağıdaki örnek yazım biçimleri kullanılmalı ve makalelerin yayınlandığı dergi isimleri kısaltma kullanılmadan ve italik olarak yazılmalıdır. Web adreslerine atıf 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., Hepbaşlı, 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 en geç bir ay içerisinde yayın ofisine ulaştırılması gereklidir. Bu süre zarfında gönderilmeyen çalışmalar "ilk defa gönderilmiş çalışma" olarak değerlendirilecektir.

13. Yukarıdaki kurallara uygun olarak hazırlanmamış çalışmalar değerlendirilmeye 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.
- Authors are responsible from the originality of the study and all kinds of ethical issues related to their study.
- 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.

Accelerated publication of an article

Articles accepted for publication can be published in the first coming issue of the journal at the charge of €200 per manuscript if the authors request accelerated publication.

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 via e-mail within a month.

13. Studies that are not prepared in accordance with the rules above will not be considered for evaluation.





13th EGYPTIAN CONFERENCE OF DAIRY SCIENCE AND TECHNOLOGY

CAIRO, 30-31 October 2018



The Egyptian Society of Dairy Science (ESDS) has long history in organizing a triennial conference since 1980. The past conferences have been a great success in bringing the academia and industry to work together in friendly atmosphere for the benefit of the dairy sector. Also, during these conferences we have many distinguished guests from different parts of the world. They have experienced the warm and friendly Egyptian atmosphere and have the chance to share their experience with specialists from Egyptian universities, research institutes and industry. More than 250 participants attended the last meeting.

The ESDS will arrange its 13th conference between Tuesday 30 and Wednesday 31 October 2018.

Cairo is a wonderful City regarded as one of the largest open historical museum worldwide. Visitors can find so many explore there. Pleasant weather is usually prevalent during this time of the year.

All interested persons from research institutes, universities and dairy industry are invited to participate in this meeting and to share in its activities by oral or poster presentations. The conference will include Keynote lectures, oral and poster presentations in the different topics of the conference.

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. M.H.Abd El-Salam NRC, Cairo
Prof. Dr. S. Abdou Banha Univ
Prof. Dr. N. Mehanna Kafr El-Shikh Univ
Prof. D. Sh. Anis, Cairo Univ
Prof. Dr. M. Degidi, Fayoum Univ
Prof. Dr. S. Abo El-Nour, NRC
Prof. Dr. M. Foda, NRC, Cairo
Prof. Dr. A. Zaghlool, NRC, Cairo
Prof. Dr. M. El-Sheikh, NRC, Cairo
Prof. Dr. N. Shaheen, NRC, Cairo
Dr. R. Abd El-Galil, Chamber of Food Industries, Cairo
Prof. Dr. A. Abd El-Khalek, NRC, Cairo
Dr. H. Salama, NRC, Cairo
Dr. S. El-Sayed, NRC, Cairo
Dr. M. Al-Aaser, NRC, Cairo

Prof. Dr. G.A.Mahran Ain-Shams Univ
Prof. Dr. S. El-Shibiny NRC, Cairo
Prof. Dr. N. Abd Rabou NRC, Cairo
Prof. Dr. E. El-Bagoury, Seuz Canal Univ
Prof. Dr. A. Salem, Agric Res. Center
Prof. Dr. M.M. El-Sayed, NRC, Cairo
Prof. Dr. A. Farrag, NRC, Cairo
Prof. Dr. A. Abd El-Salam, NRC, Cairo
Prof. Dr. F. Assem, NRC, Cairo
Prof. Dr. M. A. Abdel Khader, NRC
Prof. Dr. F. Seleet, NRC, Cairo
Dr. J. Kassem, NRC, Cairo
Dr. T. El-Mesiry, NRC, Cairo
Dr. T. Nour, NRC., Cairo
Eng. M. El-Sewefy, NRC, Cairo

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. A. Shehata, Ain-Shams Univ
Prof. Dr. A. B.Hagrass, Ain Shams Univ
Prof. Dr. M.El-Abd Cairo Univ
Prof. Dr. M.Naguib, Cairo Univ
Prof. Dr.L.B. Abd El-Hamid, Ain-Shams
Prof. Dr. A. Kholif. , NRC, Cairo
Prof. Dr. N. Sh. Mehanna, NRC, Cairo
Prof. Dr. B. Effat, NRC, Cairo
Prof. Dr. R. El-Dairoty, NRC, Cairo

Prof. Dr. S. Kalafallah, Ain-Shams Univ
Prof. Dr. M. El-Hofi, Ain-Shams Univ
Prof. Dr. M. Metwally, Cairo Univ
Prof. Prof. Dr. I. Ghita, Cairo Univ
Prof. Dr. M.M. Omar, Zagazig Univ
Prof. Dr. H.F. El-Dein, NRC, Cairo
Prof. Dr. N. Foad, NRC, Cairo
Prof. Dr. H. Abass, NRC, Cairo
Prof. Dr. H. Azzaz, NRC, Cairo

CONFERENCE TOPICS

The topics of the conference will cover

- 1-Innovative products and emerging technologies in milk processing,
- 2-Milk composition and analysis
- 3-Milk and Dairy products in human nutrition
- 4-Safety and quality management.
- 5-processing, safety, environmental, nutritional and health aspects.
- 6-Probiotics and Fermented milk products.
- 7-Traditional milk products
- 8-Recent trends in milk production
- 9-Functional milk based ingredients
- 10-Milk production and processing and environment.

ABSTRACTS AND PAPERS SUBMISSION

The language of the conference is English and abstracts (Not more than **250** words) should address one of the topics of the conference. Abstracts should be informative, giving a clear indication of the nature and range of results. Abstracts should be written single space in Times New Roman, Font 12, Title and Author(s) name(s) in bold, followed by address(s) and text. Authors should indicate whether the abstract for Oral or Poster presentation and the Topic addressed. Abstracts will be printed in the form submitted by the author(s). Abstracts should be sent by e-mail to:

Mo_salam38@yahoo.com

Not later than
1st July 2018

Full papers (maximum 10 A4 paper single space including Tables and Figures) should be sent both in hard (2 copies) and soft copy to

Professor Dr. Safinaz El-Shibiny
Dairy Department, NRC, Cairo

**Before
1st August 2018**

Papers will be peer reviewed and accepted papers will be published in a **December issue of the Egyptian Journal of Dairy Science.**

CONFERENCE FEES

Egyptians

Society members L.E. 400
Non-Society members L.E. 600

Non-Egyptians US \$ 200

Publication fees

Egyptians L.E. 200
Non-Egyptians US\$ 50

Pay in Cash or Cheque payable to "The Egyptian Society of Dairy Science"

KANSERDEN KORUNMADA GIDALAR ve BESLENME



SIDAS MEDYA

sidasmedya@gmail.com • www.gidakitaplari.com

Sektörel Yayıncılıkta Çağdaş Yaklaşım...



SİDAS MEDYA

Fevzipaşa Bulvarı Çelik İş Merkezi No:162/302 Çankaya - İZMİR

Tel: +90 232 441 60 01 Fax: +90 232 441 61 06

www.foodsektor.com

info@foodsektor.com