

TÜRKİYE 16. GIDA KONGRESİ

15-17 Ekim 2026

BİLDİRİLER KİTABI

15-17 Ekim 2026 · Bursa

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

Gıda Teknolojisi Derneği · GTD · 1973 · The Association of Food Technology in Turkey

TÜBİTAK

ISBN 978-625-00-4887-0

TÜRKİYE 16. GIDA KONGRESİ

BİLDİRİLER KİTABI

15-17 Ekim 2026, Bursa

EDİTÖRLER

Prof. Dr. A. Kadir HALKMAN
Prof. Dr. İbrahim ÇAKIR
Prof. Dr. Furkan Türker SARICAOĞLU
Doç. Dr. Aycan YİĞİT ÇINAR
Doç. Dr. Ayşe Neslihan DÜNDAR
Dr. Öğr. Üyesi Fatma Tuba KIRAÇ DEMİREL
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin DEMİRCAN
Dr. Öğr. Üyesi Nadide SEYHUN
Dr. Öğr. Üyesi Seda ALTUNTAŞ
Dr. Öğr. Üyesi Zehra İrem YILDIZ
Arş. Gör. Mahmud Ekrem PARLAK
Arş. Gör. Sebahat ÖZDEMİR

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

Gıda Teknolojisi Derneği GTD The Association of Food Technology, Turkey

Türkiye 16. Gıda Kongresi Bildiriler Kitabı

15-17 Ekim 2026, Bursa

ISBN: 978-625-00-4887-0

Kaynak gösterimi

Halkman, A. K., Çakır, İ., Sarıcaoğlu, F. T., Yiğit Çınar, A., Dündar, A. N., Kıraç Demirel, F. T., Demircan, H., Seyhun, N., Altuntaş, S., Yıldız, Z. İ., Parlak, M. E. ve Özdemir, S. (Ed.). (2026). *Türkiye 16. Gıda Kongresi Bildiriler Kitabı* (15-17 Ekim 2026, Bursa). Gıda Teknolojisi Derneği, Ankara. ISBN: 978-625-00-4887-0. xxix+504 s.

Bu kitap sadece elektronik ortamda yayımlanmıştır. Kitabın bir ya da daha fazla bölümü, önceden izin almaya gerek olmadan kopyalanabilir ve bastırılabilir, ancak satılamaz.

Bu elektronik kitapta yayımlanmış olan tüm makalelerin içeriklerinden yazarlar sorumludur. Bu kitapta özet ya da tam metin bildiri yayımlanması yazarların tercihine bırakılmıştır.

Yayıncı

Gıda Teknolojisi Derneği
Barbaros Mahallesi, Büyükelçi Sokak 18/1, Kavaklıdere, Ankara
GSM: 0534 968 59 94 · e-posta: gidadernegi@gmail.com

TÜBİTAK

Bu kongre, TÜBİTAK 2223-B Yurt İçi Bilimsel Etkinlik Düzenleme Desteği Programı kapsamında (Proje No: 1929B022600134) desteklenmiştir. Etkinliğimizin gerçekleştirilmesine sunduğu değerli katkılardan dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumuna (TÜBİTAK) teşekkür ederiz.

DÜZENLEME KURULU

Kongre Onursal Başkanı	Prof. Dr. Naci ÇAĞLAR	*Bursa Teknik Üniversitesi*
Kongre Başkanı	Prof. Dr. İbrahim ÇAKIR	*Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi* *Gıda Teknolojisi Derneği*
Kongre Başkan Yrd.	Prof. Dr. Furkan Türker SARICAOĞLU	*Bursa Teknik Üniversitesi*
	Prof. Dr. A. Kadir HALKMAN	*Ankara Üniversitesi (Emekli)* *Gıda Teknolojisi Derneği*
Kongre Sekreteri	Dr. Öğr. Üyesi Seda ALTUNTAŞ	*Bursa Teknik Üniversitesi*
Kongre Sekreter Yrd.	Dr. Öğr. Üyesi Nadide SEYHUN	*Bursa Teknik Üniversitesi*
	Doç. Dr. Aycan YİĞİT ÇINAR	*Bursa Teknik Üniversitesi*
Üyeler	Prof. Dr. Rasim Alper ORAL	*Bursa Teknik Üniversitesi*
	Prof. Dr. Ayça Meriç HASANOĞLU	*Bursa Teknik Üniversitesi*
	Prof. Dr. Gökçen YILDIZ	*Bursa Teknik Üniversitesi*
	Prof. Dr. Hakan ERİNÇ	*Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi* *Gıda Teknolojisi Derneği*
	Prof. Dr. Serap COŞANSU AKDEMİR	*Sakarya Üniversitesi*
	Prof. Dr. Esra ACAR SOYKUT	*Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi* *Gıda Teknolojisi Derneği*
	Doç. Dr. Ayşe Neslihan DÜNDAR	*Bursa Teknik Üniversitesi*
	Doç. Dr. Adnan Fatih DAĞDELEN	*Bursa Teknik Üniversitesi*
	Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin DEMİRCAN	*Bursa Teknik Üniversitesi*
	Dr. Öğr. Üyesi Zehra İrem YILDIZ	*Bursa Teknik Üniversitesi*
	Dr. Öğr. Üyesi İlker Turan AKOĞLU	*Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi* *Gıda Teknolojisi Derneği*
	Dr. Öğr. Üyesi Furkan AYDIN	*Aksaray Üniversitesi* *Gıda Teknolojisi Derneği*
	Dr. Öğr. Üyesi Kübra ERYAŞAR ÖRER	*Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi* *Gıda Teknolojisi Derneği*
	Dr. Öğr. Üyesi Fatma Tuba KIRAÇ DEMİREL	*Bursa Teknik Üniversitesi*
	Arş. Gör. Sebahat ÖZDEMİR	*Bursa Teknik Üniversitesi*
	Arş. Gör. Mahmud Ekrem PARLAK	*Bursa Teknik Üniversitesi*
	Arş. Gör. Esranur TAN	*Bursa Teknik Üniversitesi*

BİLİMSEL DEĞERLENDİRME KURULU

(kurumlara göre)

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
Dr. Osman KOLA
Dr. Zafer ERBAY

Aksaray Üniversitesi
Dr. Halil İbrahim KAHVE

Ankara Üniversitesi
Dr. Ayla SOYER
Dr. Nevzat KONAR

Atatürk Üniversitesi
Dr. Fatih ÖZ
Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU
Dr. Mükerrem KAYA

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Dr. Aslı YORULMAZ
Dr. Fatih Mehmet YILMAZ

Balıkesir Üniversitesi
Dr. Elif SAVAŞ

Bayburt Üniversitesi
Dr. Naciye KUTLU KANTAR

Bitlis Eren Üniversitesi
Dr. Merve Sılanur YILMAZ

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. Ercan SARICA
Dr. Hande Selen ERGE

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Dr. Oğuz GÜRSOY

Bursa Uludağ Üniversitesi
Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU
Dr. Tülay ÖZCAN
Dr. Yasemin ŞAHAN
Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY
Dr. Senem KAMİLOĞLU BEŞTEPE
Dr. Gülşah ÖZCAN SİNİR
Dr. Perihan YOLCI ÖMEROĞLU

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Dr. Çiğdem UYSAL PALA
Dr. Yonca YÜCEER
Dr. Sercan KARAV

Çukurova Üniversitesi
Dr. Hüseyin ERTEN

Düzce Üniversitesi
Dr. Emine AYDIN

Ege Üniversitesi
Dr. Seher KUMCUOĞLU

Erciyes Üniversitesi
Dr. Kemal SARIOĞLU

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Dr. İlyas ATALAR

Gebze Teknik Üniversitesi
Dr. Mutlu ÇELİK

Giresun Üniversitesi
Dr. Selin KALKAN

Hacettepe Üniversitesi
Dr. Beyhan GÜNAYDIN DAŞAN

Hitit Üniversitesi
Dr. Kazım Savaş BAHÇECİ

İnönü Üniversitesi
Dr. İhsan KARABULUT
Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

İstanbul Sebahattin Zaim Üniversitesi
Dr. Ertan ERMİŞ

İstanbul Teknik Üniversitesi
Dr. Enes DERTLİ

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi
Dr. Fatma ÖZTÜRK

Kırklareli Üniversitesi
Dr. Hatice ŞANLIDERE ALOĞLU

Kocaeli Üniversitesi
Dr. Dilek DÜLGER ALTINER
Dr. Semin Özge KESKİN

Mersin Üniversitesi
Dr. Mahir TURAN

Necmettin Erbakan Üniversitesi
Dr. Sencer BUZRUL
Dr. Yunus Emre TUNÇİL

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Dr. Hilal YILDIZ

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi
Dr. Zeliha YILDIRIM

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Dr. İlkay KOCA
Dr. Mustafa EVREN

Ordu Üniversitesi
Dr. Işıl BARUTÇU MAZI
Dr. Bekir Gökçen MAZI

Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Dr. Hami ALPAS

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Dr. Ayşe Tülin ÖZ

Özyeğin Üniversitesi
Dr. Suzan TİREKİ

Pamukkale Üniversitesi
Dr. Fatma IŞIK

Sakarya Üniversitesi
Dr. Güliz HASKARACA
Dr. Semanur YILDIZ ÖZDEMİR
Dr. Serpil ÖZTÜRK MUTİ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Dr. Hakan KULEAŞAN
Dr. Yasin TUNCER

Tarım ve Orman Bakanlığı
Dr. Zekiye GÖKSEL

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Dr. H. Murat VELİOĞLU
Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Dr. Aslıhan DEMİRDÖVEN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Dr. Seval ANDİÇ
Dr. Şehriban OĞUZ

Yalova Üniversitesi
Dr. Oya Irmak CEBECİ

Yeditepe Üniversitesi
Dr. Fatma Yeşim EKİNCİ

Yıldız Teknik Üniversitesi
Dr. Ömer Said TOKER
Dr. Salih KARASU
Dr. Osman SAĞDIÇ

İÇİNDEKİLER

*Yazarlarda **kalın**: sunan yazar; *: sorumlu yazar*

DAVETLİ KONUŞMALAR 1

D01 Moleküler Anlayıştan Sürdürülebilir Gıdaya **2**
Halil Mecit ÖZTOP*

D02 Türkiye'nin Peynir Zenginliği ve Sürdürülebilirliği **3**
Ali Adnan HAYALOĞLU*

D03 Gıda Sistemlerinin Geleceği: Sürdürülebilirlik **4**
Yasemin ŞAHAN*

D04 Yeni Nesil Fonksiyonel Karbonhidratların Sürdürülebilir Üretimi **5**
Hümeyra İSPİRLİ*

D05 Hasat Sonrası Gıda Güvenliğinde Antagonistik Mayaların Biyokontrol Potansiyeli: Sürdürülebilir Bir Yaklaşım **6**
Funda KARBANCIOĞLU GÜLER*

D06 Gıda Üretiminde Dinamik Proses Kontrolü için Yakın Kızılötesi Spektroskopisi **7**
İsmail Hakkı BOYACI*

D07 Üniversite Kontenjanları, Yerleştirmeler ve Akademik Personel Verileriyle Gıda Mühendisliği Bölümlerinin Güncel Durumu **8**
Zafer ERBAY*

SÖZLÜ BİLDİRİLER 9

S001 Peynir Altı Suyu Proteini İzolatı–Kitosan Maillard Konjugatları Tabanlı Çift Emülsiyon Filmlerinin Yapısal ve Fonksiyonel Özellikleri **10**
Sevgin DIBLAN*, *Zafer ERBAY*

S002 ImageJ/Fiji ile Görüntü İşlemede Temel Teknikler ve Gıda Analizlerindeki Uygulamaları **11**
Pelin SALUM*

S004 Peynir Altı Suyu Tozundan Fungal Biyokütle Üretimi ve Karakterizasyonu **12**
***Burcu KAYA**, Onur GÜNEŞER, Yonca KARAGÜL YÜCEER**

S005 Kinoa Bazlı Vegan Yoğurt **13**
***Emine Zülal ZOR**, Emir ÖVENLER, İlkay YILMAZ**

S006 Safran Tağşişinin Tespitinde Akıllı Telefon Tabanlı Görüntü Analizi ve Makine Öğrenmesine Dayalı Hibrit Yaklaşımlar **14**
Negin AZARABADİ*

S007 Çikolata ve Ürünlerinde Poligliserol Polirisinolat (PGPR) Emülgatör Kullanımı **15**
Aslı TOPTAŞ TAĞ*, *Mehmet ALİMOĞULLARI*

S008 Endüstriyel Gıdadan Gastronomik Deneyime X ve Y Kuşaklarında Tüketici Algısının Dönüşümü **16**
Eda KÜLAK*

S009 Kiraz Sapı Atıklarından Selüloz Nanokristal (CNC) Üretimi ve Proses Parametrelerinin Nanoyapısal Özellikler Üzerindeki Etkisi **17**
Eda YILDIZ*, *Zeynep ALTINTAŞ*

S011 Alternatif Protein Kaynağı Olarak Böcek Proteinlerinden Üretilen Yenilebilir Filmlerin Taze Kesilmiş Elma Küplerinde Uygulanması **18**
Tuba BUYRUK, ***Özge SÜFER****, *Gülşah ÇALIŞKAN KOÇ, Osman Cem ALTINCI, Azime ÖZKAN KARABACAK, Sebahat ÖZTEKİN*

S012 Gümüş Nanopartiküllerin Gıda Koruyucusu Olarak Kullanım Potansiyelleri **19**
Kübra GÖNÜLLÜ*, *Merve KESKİN*

S013 Donuk Vişnelerde Kalite Kayıplarının Önlenmesinde Yenilebilir Kaplama Uygulamaları **20**
*İrem Gül KELEŞ, Sedef Melek BAŞ**,* ***Adnan Fatih DAĞDELEN***

S014 Bakla Proteininin Çeşitli Koşullar Altında Amiloid Fibril Oluşumunun İncelenmesi: Mekanizmalar, Yapısal Analiz ve Fonksiyonel Uygulamalar **21**
Derin KOŞAR, Doğa YILMAZ, ***Elif ÇAVDAROĞLU****

S015 Gıda Biyoaktif Bileşenlerinin Nanoenkapsülasyonu ve Terapötik Uygulama Potansiyeli **22**
Eda ÜLKERYILDIZ BALÇIK*

S016 Ultrasonikasyon Destekli ve Geleneksel Maserasyon ile Aromatik Zeytinyağlarının Biyoaktif Bileşenlerce Zenginleştirilmesi **39**
Rukiye SOLAK, ***Deniz GÜNAL KÖROĞLU****, *Semra TURAN*

S018 Havuç Posasından Mikrokristal Selülozun Yeşil Üretimi ve Antioksidan Özelliklerinin Karakterizasyonu **40**
Hilal MERAL*, *Aslıhan DEMİRDÖVEN*

S019 *Berberis vulgaris* Kaynaklı Peptit Fraksiyonlarının Yapısal, Kolloidal ve Termal Özellikleri Üzerine Etkisi **41**
Fahriye Şeyma ÖZCAN*, *Nihat ÖZCAN, Muhammed Allam ELNASANELKASIM, Fatih BOZKURT, Osman SAĞDIÇ*

S020 Geliştirilen Kızgın Buhar Destekli Ankastre Fırın Prototipinde Bütün Tavuk Pişirilmesi: Pişirme Parametrelerinin Bazı Kalite Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi **42**
Ahmet Tarık CAN*, Ecenaz GÜLEN, Özge FİLİZ, Meryem TÜMER, Deryanur KALKAVAN, Özgül ÖZDESTAN OCAK, Figen KAYMAK ERTEKİN**

S021 Kızgın Buharlı Pişirme Teknolojisinin Ekmek Kalitesi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi ve Pişirme Kalite Metriğinin Oluşturulması **43**
Ecenaz GÜLEN*, Ahmet Tarık CAN, Özge FİLİZ, Meryem TÜMER, Deryanur KALKAVAN, Özgül ÖZDESTAN OCAK, Figen KAYMAK ERTEKİN**

S022 Farklı Starter Kültür ve Ekşi Hamur Kullanımının Tarhana Hamurlarının Uçucu Bileşen Profili Üzerindeki Etkileri **44**
Furkan DEMİRGÜL*

S023 Fındık ve Zeytin Yaprağı Tozu ve Ekstraktları Katkılı Polilaktik Asit Filmlerin Aktif Gıda Ambalaj Filmi Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması **45**
Emre BAHADIR*, *Adnan Fatih DAĞDELEN*

S024 Laktoferrin ve Osteopontin Kompleksinin *in silico* ve *in vitro* Antimikrobiyal Aktivitesinin ve Isıl İşlem Stabilitesinin Değerlendirilmesi **46**
Büşra SEVİM*, *Evrim GÜNEŞ ALTUNTAŞ*

S025 Çok Katmanlı PLA/Zein/PLA Filmlerde Sinnamaldehit İlavesinin Fiziksel, Mekanik ve Bariyer Özelliklere Etkisi **54**
Şükran AŞGIN UZUN*, *Çiğdem AKDEMİR IŞIK, Mahmud Ekrem PARLAK, Furkan Türker SARICAOĞLU, Ayşe Neslihan DÜNDAR*

S028 Mikroyeşil Üretimi ve Fonksiyonel Gıda Üretiminde Kullanımı **55**
Fatimatüz Zehra SARI*, *Sibel BÖLEK*

S029 Protein Fibrili–Ekzopolisakkarit Konjugatları: Üretim Yöntemleri, Yapısal Özellikleri ve Gıda Uygulamalarındaki Potansiyelleri **62**
Çiğdem AKDEMİR IŞIK*, *Mahmud Ekrem PARLAK, Furkan Türker SARICAOĞLU*

S030 Afetlerde Beslenme Hizmetlerinin Sahadaki Karşılığı: 6 Şubat Depremleri Sonrası Gıda Güvencesi Kapsamında Yararlanıcı Deneyimleri **63**
*Serap ARSLAN TOMAS**, ***Başak YILDIZ****, Alper GÜVEN*

S031 Bitki Bazlı Et Alternatiflerinin Geliştirilmesinde Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi Yaklaşımları **72**
Şeyma Alime BAKIRCI*, *Azime ÖZKAN KARABACAK, Ömer Utku ÇOPUR*

S032 Kahve Küspesinin Yeşil Ekstraksiyonu: NADES ile Biyoaktif Bileşiklerin Geri Kazanımı **73**
Muhammed Talha AKBULUT*, Göksel TIRPANCI SİVRİ**, Ahmet Şükrü DEMİRCİ, Serap DURAKLI VELİOĞLU*

S033 Ultrason Destekli Papain Hidrolizi ile Mısır Gluteninin Fonksiyonel Özelliklerinin Optimizasyonu **74**
Esra KOCA YAĞMURCA*, *Levent Yurdaer AYDEMİR*

S034 GLP-1 Döneminde Gıda ve Sağlık Trendleri **75**
Betül ORAL*, *Suzan TİREKİ*

S035 Hasanağa Enginar Atıklarından Elde Edilen İnülinin Prebiyotik Özelliği Kullanılarak Naneli Kefir Üretimi ve Özelliklerin Belirlenmesi **76**
Beyza ÖZDEMİR*, Beyzanur ÖZÜREKLİ, Emine KARABULUT, Şevval Bilge AYMAN, Sena OKUR ÖZAKÇAYLI, Seda ALTUNTAŞ**

S036 Kitosan ve Postbiyotik Bazlı Yenilebilir Kaplamaların Taze İncirlerin Depolama Kalitesi ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerindeki Etkisi **77**
*Amtalsaboor ALMAHBASHI, ***Evrim GÜNEŞ ALTUNTAŞ****

S037 Protein Nanofibrilleri ile Antosiyanin Kopigmentasyonunun Yumuşak Şekerlemelerde Stabilite ve Renk Özelliklerine Etkisi **85**
Merve AYDIN*, *Vildan EYİZ, Aslı ÖZTUĞ, İsmail TONTUL*

S039 Uygulanan Bazı Isıl İşlemlerin Korunga Tohumunun Anti-Besinsel Özelliklerine ve Enzim Aktivitelerine Etkisi **86**
*Ali Emre ANDAÇ, ***Necati Barış TUNCEL****

S040 Brewers' Spent Grain (BSG) Protein Fibrillerinin Şerbetçi Otu Fenolleriyle Konjugasyonu **87**
Tunahan GÜRBÜZ*, *Şükran AŞGIN UZUN, Mahmud Ekrem PARLAK, Furkan Türker SARICAOĞLU*

S042 Sürdürülebilir Fonksiyonel Ürün Geliştirmede Güncel Yaklaşımlar: Probiyotik Vegan Peynir Analogları **88**
***Sude Nur UĞURLU**, İlsu GENEL, Ceren BAKAN, Ayşegül KIRMIZIGÜL PEKER, İlkin ŞENGÜN**

S043 Brokoli ve Karnabahar Atıklarından Elektrokoagülasyon Yöntemi ile Protein Tozu Üretim Optimizasyonu **89**
Havva POLAT KAYA*, *Necati Barış TUNCEL*

S044 Arı Ekmeği Ekstraktının Ultrafiltrasyon ile Zenginleştirilmesinde Membran Materyalinin ve Moleküler Kesme Sınırının Performansa Etkisi **90**
Şeyda YANARDAĞ KARABULUT*, *Hacı Ali GÜLEÇ, Hatice ŞANLIDERE ALOĞLU*

S045 Atık Çay Polifenolleri ile Konjuge Edilmiş Bitkisel Protein İzolatlarının Fonksiyonel Özellikleri **91**
Meliha ÖZTÜRK KOÇAK*, *Perihan Kübra AKMAN, Ömer Said TOKER*

S046 Yeni Nesil Bir Biyosürfektan Olan Liamocinin *Aureobasidium pullulans* ile Fermantasyonu Üzerine Bir Araştırma **92**
Aslı Deniz PEHLİVAN BOZDEMİR*, *Melek Tijen BOZDEMİR, Zekiye Yeşim ÖZBAŞ*

S047 Sürdürülebilir Gıda Sistemlerinde Sebze Atıklarının Katma Değerli Kullanımı **93**
*İnci TEMİZ, **Azra Ece BUGAY**, Ayşegül KIRMIZIGÜL PEKER, İlkin ŞENGÜN**

S048 Tavuk Etinden İzole Edilen *Escherichia coli* Suşlarının Antibiyotik Direnç Profillerinin Belirlenmesi **94**
***Büşra Özge ÖZOĞUL**, Betül TOKUOĞLU, Ayşegül KIRMIZIGÜL PEKER, İlkin ŞENGÜN**

S049 Soya Lesitininin Fosfolipaz A1 ile Enzimatik Modifikasyonu: Lizofosfolipit Üretimine Yönelik Bir Çalışma **95**
***Baldan KILINÇ**, Aykut GÜNDOĞDU, Çisil TOSUN, Gülşah PEKDEMİR, Remziye YILMAZ**

S050 Patates Nişastası, Peynir Altı Suyu Proteini ve Ksantan Gamın Glutensiz Mısır Ekmeği Kalitesi Üzerindeki Tekil ve Sinerjik Etkileri **96**
Ayşegül SOYAKİL*, *Gözde KOCAOĞLU, Aisulu KONURBAEVA, Esra KARABULUT, Yaşar KARADUMAN*

S051 Metal Organik Çerçevelerin Gıda Alanında Kullanımı **104**
Sinem ÖZTÜRK*, *Özgün GÜZDEMİR*

S052 Protein İçeriği Artırılmış Tam Buğday Noodle Üretiminde Bezelye, Nohut ve Mercimek Proteinlerinin Tekstürel Yapı Üzerine Etkisi **105**
Mert Kadir AYDOĞDU*, *Hakan BAŞDOĞAN, Cihat GÜNER*

S053 Fındık Protein İzolatının Fonksiyonel Özelliklerinin Yüksek Basınç Homojenizasyonu ile Modifikasyonu **106**
Şeyma KESGİN*, *Necati PEHLİVAN, Mahmud Ekrem PARLAK, Şükran AŞGIN UZUN, İlyas ATALAR, Furkan Türker SARICAOĞLU*

S054 Bağırsak-Beyin Ekseninde Yeni Nesil Fonksiyonel Bileşenler: Psikobiyotik Yaklaşımda Probiyotikler, Postbiyotikler ve Parabiyotikler **107**
Halil İbrahim KAHVE, Furkan AYDIN*

S055 Zeytin Yaprağı Ekstraktı ve Hücresiz Süpernatantın Ko-Enkapsülasyonu ve Mikrokapsüllerin Depolama Stabilitelerinin Belirlenmesi **108**
Levent Yurdaer AYDEMİR, Burçak TÜRKER, Zafer ERBAY, Gözde Seval SÖZBİLEN, Semanur YILDIZ ÖZDEMİR*

S056 *Yarrowia lipolytica* CP3M4 Suşundan Elde Edilen Hücresiz Süpernatantın Fonksiyonel ve Postbiyotik Potansiyelinin Belirlenmesi **109**
Furkan AYDIN, Halil İbrahim KAHVE*

S057 Beyaz Et Üretim Artıklarından Katma Değerli Tip II Kolajen Hidrolizat Üretimi: Sürdürülebilir Biyodönüşüm ve Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı **110**
Saeid CHOBDAR RAHIM, Zehra Betül AHİ*

S060 Derin Ötektik Çözücü Kullanılarak Karadut Meyvesinden Antosiyanin Ekstraksiyonu ve Antosiyanin Bakımından Zenginleştirilmiş Zein Proteininden Yenilebilir Akıllı Ambalaj Üretimi **111**
Sahra Rukiye ŞİMŞEK, Zeynep SUBAŞI, İlayda ZENGİN, Seda KILIÇ, Şükran AŞGIN UZUN, Mahmud Ekrem PARLAK, Furkan Türker SARICAOĞLU, Ömer Faruk ÜNSAL*

S061 Antibiyotik Kalıntılarının ve Antibiyotik Dirençli Mikroorganizmaların Tespitinde FT-IR Spektroskopisinin Kullanım Potansiyeli **112**
Ayşe Selin ÖZGÖREN, Gülşah ÖZCAN SİNİR, Mihriban KORUKLUOĞLU*

S062 Hurma Ürünlerinde Tağşişin Tespitine Yönelik ATR-FTIR Spektroskopisi ve Kemometrik Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi **113**
*İrem ÇANDIR, **Çağrı ÇAVDAROĞLU****

S063 Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Takviye Edici Gıda Üretiminde İşlenmesi ve Korunmasına Yönelik Güncel Yaklaşımlar **114**
Merve GÜMELİ, Ayşe Tülin ÖZ*

S064 Huş Ağacı (*Betula pendula*) ve Akçaağaç (*Acer saccharum*) Özsularının Besinsel Özellikleri, Fonksiyonel Potansiyeli ve Gıda Endüstrisindeki Kullanım Alanları **122**
Raykhon TAJIBAEVA, Senem SUNA, Ozan GÜRBÜZ*

S065 Ultrasonikasyon Destekli Maillard Reaksiyonu ile Elde Edilen Maş Fasulyesi Proteini–Gum Arabik Konjugatlarının Tekno-Fonksiyonel Özelliklerinin Karakterizasyonu **123**
*Halil İbrahim ODABAŞ, **Esra KARABULUT***, Asena TÜRK, Merve Tuğçe TUNÇ, Ceren ELMACI, Nevzat KONAR, İlyas ATALAR*

S066 Karvakrol Yüklü Zein Nanoparçacık İlaveli Jelatin Nanoliflerin Tereyağının Oksidatif Stabilitesi Üzerine Etkisi **124**
Enise ÇOPOĞLU, Mahmud Ekrem PARLAK, Zehra İrem YILDIZ*

S067 Kişiselleştirilmiş Beslenme için 3B Gıda Mürekkepleri: Nişasta Türünün Pişirme Sonrası Boyutsal Stabilite Üzerindeki Rolü **125**
***İrem TÜZÜN**, Emirhan ATLAYAN, Berkay BERK, Elif ÇAVDAROĞLU, Sevcan ÜNLÜTÜRK*, Mehmet Süleyman ÜNLÜTÜRK*

S068 Farklı Besinsel Profillere Sahip Disfajiye Yönelik Gıda Formülasyonlarının Ekstrüzyon Tabanlı 3B Baskı Sürecindeki Akış Davranışının Hesaplamalı Değerlendirilmesi **126**
***Emirhan ATLAYAN**, İrem TÜZÜN, Berkay BERK, Elif ÇAVDAROĞLU, Mehmet Süleyman ÜNLÜTÜRK, Sevcan ÜNLÜTÜRK**

S069 Gıda Endüstrisi Yan Ürünü Nar Kabuğunun Katma Değerli Kullanım Potansiyeli: Antioksidan Aktivite ve Sitotoksisite Değerlendirmesi **127**
***Ece YILDIZ ÖZTÜRK**, Tülay ÖNCÜ ÖNER*

S070 *Spirulina platensis* Kaynaklı Fikosiyanin İçeren Sodyum Aljinat Esaslı Akıllı Ambalaj Filmlerinin Geliştirilmesi ve Karakterizasyonu **128**
***Melisa ARSLAN**, Fatma YANIK, Mahmud Ekrem PARLAK, Furkan Türker SARICAOĞLU*

S072 Lignoselülozik Biyokütlelerin Geleneksel ve Spektroskopik Yöntemlerle Karakterizasyonu: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi Verilerinin Modellemesiyle Hızlı Kompozisyon Analizi Yaklaşımı **129**
***Ceyda DOĞAN**, Ali Oğuz BÜYÜKKİLECİ, Çağrı ÇAVDAROĞLU, Kevser SABANCI**

S073 Karabuğdayda Ultrason Destekli Çimlendirme Koşullarının Optimizasyonu **130**
***Nezahat OLCAY**, Mustafa Kürşat DEMİR*

S074 IQF Dondurulmuş Vişnelerde İnülin Kriyoprotektanının Kalite Özelliklerine Etkisi: Depolama Süresi ve Çözündürme Yöntemlerinin İncelenmesi **131**
***Kardelen DEMİRCİ**, Fatih Mehmet YILMAZ, Beyzanur BAYRAKTAR*

S075 Filizlendirmenin Tahıl ve Baklagil Proteinlerinin Sindirilebilirliği, Amino Asit Biyoerişilebilirliği ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Etkisi **132**
***Kübra Feyza EROL**, Gözde KUTLU*

S076 Diyet Amaçlı Atıştırmalıklarda Gıda Güvenliği Riski **133**
***Fatma Öznur AFACAN**, Fatih ÖZBEY, Bülent KABAK*

S077 Süt ve Süt Ürünlerinde Soğuk Plazma Uygulamaları **134**
***Sibel ODABAŞI**, Seher ARSLAN*

S079 Dondurarak Kurutulmuş Tavuk Etinden Atıştırmalık Ürün Geliştirilmesi ve Raf Ömrünün İncelenmesi **135**
***Elif ÇINAR**, Melda İLHAN ÖZKAN, Sibel KAYA BAYRAM, Şebnem TAVMAN, Bilge BAŞTÜRK BERK**

S080 Hazır Yemek Sektöründe Gıda İsrafı; Oluşum Nedenleri ve İndirgeme Stratejileri **136**
***Derya GÜVEN**, Derya KOÇAK YANIK*

S081 Balkabağı Yan Ürünleriyle Zenginleştirilmiş Probiyotik Sürülebilir Keçi Peyniri Üretimi **137**
Zeynep ÇAVUŞOĞLU, Şeyma DEMİR, **Seda ALTUNTAŞ***

S082 İklim Değişikliğinin Mikotoksin Kontaminasyonu Üzerine Etkisi **138**
***Eylem ODABAŞ**, Bülent KABAK*

S083 GLP-1 Perspektifinden İnülin Tipi Fruktanlar, β-Glukan ve Dirençli Nişasta **139**
***Selda SEKBAN**, Suzan TİREKİ*

S084 Coğrafi İşaret Kapsamında Ardahan Balının Şeker Profili Temelli Bölgesel Karakterizasyonu **140**
Akif Göktuğ BOZKURT*, *Leyla DEMİRCİ*

S085 Akdeniz Diyetine Uyum ve Beslenme Davranışlarının Yaş Gruplarına Göre Karşılaştırmalı Analizi: Türkiye Örneği **141**
Tuba Eda ARPA ZEMZEMOĞLU*, *Vânia COSTA, Cláudia VIEGAS, Inês M. Da COSTA, Rute BORREGO, Zafer ERBAY*

S086 Yerel Mayalardan Elde Edilen Mikrobiyal Yağların Biyodizel Potansiyelinin Değerlendirilmesi **142**
Elif Bircan MUYANLI*, Gülşah PEKDEMİR, Remziye YILMAZ**

S087 Proteinlerin Aroma Bağlama Özelliği ve Maillard Reaksiyonu ile Kimyasal Modifikasyonun Etkileri **143**
Fatih Mehmet YILMAZ*, *Kardelen DEMİRCİ, Sheryl BARRINGER*

S088 *Streptomyces* sp. TA25 Ekstraktının Antimikrobiyal ve Biyo-Pigment Potansiyelinin Değerlendirilmesi **144**
Çiğdem YÜKSEL DEMİRCİ*, *Mustafa OSKAY*

S089 Mikoproteinler: Geleceğin Sürdürülebilir Protein Kaynağı **145**
Selin KALKAN*, *Emel ÜNAL TURHAN, Zeliha KAYA*

S090 *Escherichia coli* O157:H7'de Asit Adaptasyonunun Tiyol Temelli Redoks Dengesi Üzerine Etkisi **146**
Nihal KANAT, Omca DEMİRKOL, ***Serap COŞANSU AKDEMİR****

S091 Veriden Sürdürülebilirliğe: Gıda Sektöründe Dijital Ürün Pasaportu ve Yeni Nesil İzlenebilirlik **147**
Elif ÇELEBİ*, *Serpil TURAL*

S092 Yemek Hizmeti Veren Gıda İşletmelerinde Gıda Güvenilirliği Zafiyetleri **148**
Sibel ÖZÇAKMAK*

S093 Tarımsal Atıklardan Piroliz Yoluyla Üretilen Doğal Bir Ürünün Pestisit Kalıntıları ve Mikrobiyal Yük Üzerine Etkinliğinin Değerlendirilmesi **149**
Ergin ÖZKÖK*, *Duygu DELİOĞLAN, Feyzi ÇUKADAR*

S094 Doğal Kriyoprotektanların Dondurulmuş Gıda Üretiminde Kullanım Olanakları **150**
Beyzanur BAYRAKTAR*, *Kardelen DEMİRCİ, Fatih Mehmet YILMAZ*

S095 Muz Depolamasında Klimakterik Pik Yönetimi: Etilen Mekanizmasının Hasat Sonrası Fizyolojisine Etkileri **151**
Eda Nur BİRDOĞAN*, *Tuğba AKTAR*

S097 *Lactiplantibacillus plantarum* ile Fermente Edilmiş Shiitake (Lentinula edodes) Mantar Turşusunun Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi **152**
Aysel GÜLBANDILAR*, Nejdet ATİK**, *Manolya SOYUYÜCE, Hasan Mert YILDIZ*

S099 Bakteriyofaj-Postbiyotik Karışımının Patojen İnhibisyonunda Kullanımı **153**
Cansu TÜFEKÇİ*, *Şeyma Betül ENCU, Aslı YILDIRIM, Esra ACAR SOYKUT*

S100 Malt Posasından Hemiselüloz Bazlı Filmlerin Eldesi ve Gıda Ambalajı Yönünden Karakterizasyonu **154**
Buse SEZER*, *Gürbüz GÜNEŞ*

S101 Vegan ve Glutensiz Keşkül Geliştirilmesi: Duyusal ve Fiziko-Kimyasal Karakterizasyon **155**
Vural DEMİRCİ, Tuğba KAPUCUOĞLU SEZER, Murat DEMİRCİ, Laura LOPEZ-MAS, Ingrid AGUILO AGUAYO, Sine ÖZMEN TOĞAY, ***Yasemin ŞAHAN****

S102 Ekşi Maya Starteri ve Un Çeşidinin Tarhananın Duyusal Kabul Edilebilirliğine Etkisi **156**
Günnur YAVUZ, Merve SABUNCU, Gamze DÜVEN, Hakan DOĞAN, Yasemin ŞAHAN, ***Sine ÖZMEN TOĞAY****

S103 Liyofilize Fındık-Bazlı Yoğurt Alternatifi Üretimi ve Rekonstitüsyon Sonrası Kalite Özellikleri **157**
Zehra ŞİMŞEK*, Zeynep Sena VARLIK, Fuat GÖKBEL, Nazife Nur YAZĞAN**

S105 Türkiye'de Yetişkinlerde Meyve ve Sebze Tüketim Sıklığı ile Yakın Dönem Uyku Sorunları Arasındaki İlişki **158**
Burak ERİM, ***Halil İbrahim BİNİCİ****

S106 Kek Üretiminde Şeker İkamesi Olarak Monk Meyvesi Ekstraktı Kullanılması **159**
Merve KAHRAMAN*

S107 Taze, Kurutulmuş ve Konserve Kayısının Çevresel Etkilerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi ile Karşılaştırılması **160**
Samiye AKIN ADAL*, Zafer ERBAY*

S108 Renkli Taneli Buğday Unlarının Bazı Kalite Özellikleri ve Rotatif Bisküvi Üretiminde Kullanım Potansiyelinin Değerlendirilmesi **169**
Benay ÇOLAK*, Yaşar KARADUMAN, Ahmet GÖRGÜLÜ*

S109 Gülhatmi Ekstraktı İçeren Patates Kabuğu Nişastası Bazlı Filmlerin pH'ya Bağlı Renk Değişiminin Değerlendirilmesi **170**
Çağla ÇAM*, Eda BERK, Ayça AYDOĞDU EMİR*

S110 Karnıyarık Otu (*Plantago ovata* Forssk.) Tohum Kabuğunun Glutensiz Noodleların Pişirme ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Etkisi **171**
Cihat GÜNER*, Hakan BAŞDOĞAN, Aslı AKSOY*

S111 Aquafabanın Hazır Noodle Üretiminde Guar Gam İkamesi Olarak Kullanımının Pişirme ve Tekstürel Özellikler Üzerine Etkisi **172**
Recep KARA*, Hakan BAŞDOĞAN, Aslı AKSOY*

S112 Mor Reyhan Yapraklarından Biyoaktif Bileşenlerin Ekstraksiyonunda Kolin Klorür Tabanlı Doğal Derin Ötektik Solventlerin Selektif Etkinliğinin Belirlenmesi **173**
Mariam ALRADWAN*, Yaren Didem ESENDEMİR, Semanur YILDIZ ÖZDEMİR**

S113 pH Değişimi ile Kabak Çekirdeği Protein Tozunun Modifikasyonu ve Teknofonksiyonel Özelliklerinin Değerlendirilmesi **174**
Yaren Didem ESENDEMİR*, Mariam ALRADWAN, Semanur YILDIZ ÖZDEMİR**

S114 Farklı Çiftliklerden Elde Edilen Çiğ Sütlerin ICP-MS ile Mineral Profillemesi ve Tank Harmanlamasının Değerlendirilmesi **175**
Beyza ARDA DENİZ*

S115 Farklı Kurutma Yöntemlerinin Limon Kabuğunun Kurutma Kinetiği ve Kalitesi Üzerine Etkisi **176**
Merve Sılanur YILMAZ*

S116 Taze Kaşar Peynirinde *Debaryomyces hansenii* 111M Kaynaklı Petrol Kokusu Oluşumuna Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi **177**
***Ezgi BİTİM**, Müge URGU ÖZTÜRK, Ali TOPCU, Tuğba BULAT, Selin AÇIKEL, Melissa ORHAN, Gülten TİRYAKİ GÜNDÜZ, Nurcan KOCA**

S117 Kontrollü Kurutma Koşullarında Üretilen Normal ve Kırmızı Kilichinin Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi **178**
***Adamou MAMOUDOU ANZA**, Süleyman POLAT*

S118 Hardal Tohumu Biyoaktif Bileşiklerinin Antimikrobiyal Özellikleri ve Gıda Koruma Potansiyeli **185**
***Melisa GÜRHAN BAYIRLI**, Duygu BENZER GÜREL*

S119 Anadolu Manda Rumen Kaynaklı Rekombinant Ksilanaz Enziminin Yanıt Yüzeyi Yöntemi (RSM) ile Meyve Suyu Zenginleştirme İşleminin Optimizasyonu **186**
***Bilge YILMAZ**, Yusuf SÜRMELİ, Hasan Murat VELİOĞLU**

S120 Kaşar Peynirinden İzole Edilen Sorbata Dirençli Küfler Tarafından Mikotoksin Oluşumuna Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi **187**
***Selin AÇIKEL**, Gülten TİRYAKİ GÜNDÜZ, Nurcan KOCA**

S121 Vakum İmpregnasyon Tekniği ile Kırmızı Pancar Suyu Katkılı Fonksiyonel Elma Cipsi Üretimi **188**
***Selin ŞENKAYA**, Jale YILDIRIM, Damla USTA, Bige KARAMAN**

S122 Karvakrol İçeren Nanolif Ambalajın Ekmeğin Raf Ömrü Üzerine Etkisi **195**
*Ayla GÜR, Gül VATANSEVER, **Ayşe Neslihan DÜNDAR**, Furkan Türker SARICAOĞLU*

S123 Meyve Sularında Soğuk Atmosferik Plazma Uygulaması **196**
***Beyhan GÜNAYDIN DAŞAN**, İsmail Hakkı BOYACI*

S124 Bakteriyofaj Endolizinleri ve Gıda Güvenliğindeki Potansiyel Uygulamaları **197**
***Aslı YILDIRIM**, Şeyma Betül ENCU, Esra ACAR SOYKUT*

S125 Ulva lactuca'dan Elde Edilen Ulvanın Yağ Enkapsülasyonunda Yumuşak Kapsül Kaplama Materyali Olarak Kullanım Potansiyelinin Araştırılması **198**
*Dilara ALTINOK, **Oya Irmak ŞAHİN***

S126 Siyah Nohut Ununun Bazı Kalite Özelliklerinin Araştırılması **199**
***Sinem EMİR ÇETİNKAYA**, Bilge YILMAZ, Hasan Murat VELİOĞLU**

S127 Keçiboynuzu Unu İlavesinin Taş Kadayıf Tatlısının Fizikokimyasal, Tekstürel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisinin Araştırılması **200**
Ercan KARAHALİL, **Merve AL***

S128 Bazı Baklagil Protein Konsantrelerinin Teknofonksiyonel Özelliklerinin Karşılaştırılması **208**
***Yağmur DALMIZRAK**, Buse ÖZDERE YILMAZ, İrem ODABAŞ, Seher KUMCUOĞLU, Şebnem TAVMAN**

S129 Atık Kahve Telvesinin Nişasta Bazlı Filmlerin Antioksidan Aktivitesi ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi **209**
***Ece GİRAY TUFAN**

S130 Ambalaj Türlerinin Ekşi Mayalı Ekmeklerin Raf Ömrü Üzerine Etkisi **210**
Ercan KARAHALİL, **Mustafa AVCISOY**, Merve AL, Ferhat TAŞKIRAN*

S131 Bulut Mutfaklarda Gıda Güvenliği **211**
Cansu AĞAN SARIÇİÇEK*, Simge AKTOP*

S134 Sürdürülebilir Gastronomi ve Sıfır Atık Pratiklerinde Mikrobiyal Güvenlik Açıkları **212**
Simge AKTOP*, Cansu AĞAN SARIÇİÇEK*

S135 Elektro Eğirme Yöntemi ile Probiyotiklerin Stabilizasyonu ve Uygulama Alanları **213**
Gülay ÇOKSARI*

S136 Disfaji Diyeti için Farklı Protein Kaynaklarıyla Kompozit Jel Üretimi ve Jelin Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi **217**
Esma Nur OKUMUŞ*, Kerem ÖZSOY, Fuat GÖKBEL, Nazife Nur YAZĞAN**

S137 Konvansiyonel Olmayan Maya Kaynaklı Postbiyotiklerin Farklı Kurutma Teknikleriyle Son Ürün Özelliklerinin Değerlendirilmesi **218**
Su ERSAN*, İrem KURT, Neslihan KAYRA, Emrah NİKEREL, Burcu ŞİRİN KAYA**

S138 Döngüsel Ekonomi Yaklaşımıyla Peynir Altı Suyunun Lor Üretiminde Değerlendirilmesinin Kaşar Peynirinin Çevresel Performansına Etkisi **219**
Elif ÇELEBİ*, Neslihan ÇOLAK, Nurcan KOCA**

S139 Bisküvi Hamuru Gelişiminin Yakın Kızılötesi Spektroskopisi ile Gerçek Zamanlı İzlenmesi **220**
Kübra GÜVEN*, İsmail Hakkı BOYACI*

S141 Yeşil Mutabakat Perspektifinde Döngüsel Gastronomi ve Profesyonel Mutfaklarda Gıda Atıklarının Değerlendirilmesi **221**
Zeynep ERTAŞ*, Halide YILDIRIM, Çağla ÖZER*

S142 Lime, Lamas ve Kütdiken Meyvelerinden Üretilen Limonataların Fizikokimyasal Özellikleri ve Teorik pH Değerlerinin Deneysel Olarak Doğrulanması **222**
Kübra YÜKSEL*, Halide YILDIRIM, Çağla ÖZER*

S143 Patates Unu İkamesinin Buğday Hamurunun Teknolojik ve Reolojik Özellikleri Üzerine Etkisi **223**
Ayşenur ÖZLER*, İrem Sude ALTUNTAŞ, Beyza GÖRGÜN, Ahmet Tunahan ACAR, Mehmet Ergül YEŞİLYURT*

S144 Süzme Yoğurt Suyunun Bazı Özellikleri ve Fermente İçecek Üretiminde Kullanılması **224**
Hatice Kübra KIZILAY KURŞUN*, Esin ÖZEL, Firuze ERGİN ZEREN, Ahmet KÜÇÜKÇETİN*

S145 Kronik Böbrek Hastalarına Uygun Alternatif Ara Öğün Geliştirme ve Duyusal Analiz **225**
Edanur ÖZ, ***Başak CAN****

S146 Fındık Zarının Sürdürülebilir ve Fonksiyonel Bir Gıda Bileşeni Olarak Değerlendirilmesi: Kapsamlı Bir Derleme **226**
Merve KANDİL*

S147 Yeni Nesil Et Alternatiflerinde Tüketici Güveni: Agro-Endüstriyel Yan Ürünlerden Şeffaf ve Sürdürülebilir Gıda Sistemlerine **231**
Ulduz Kazemzadehazad KURT*, Betül ARSLAN SOLMAZ, Ayla SOYER*

S148 Sumak (*Rhus coriaria*) Meyvesi ve Diyet Lifinden Yeşil Sentez Yöntemiyle Gümüş Nanopartikül Üretimi ve Karakterizasyonu **232**
***Büşra ERDEM**, Yakup ŞİRİN, Gülşah GÖKCE, Hayriye OKTA ÖZKAN, Buket KOYUKAN, Perihan GÜRKAN, Murat İNAL*

S150 İncir Yaprağı Fenolik Ekstraktı ile Zenginleştirilmiş Pektin Bazlı Biyopolimer Film Geliştirilmesi ve Karakterizasyonu **233**
***Kardelen Sena KIRDI**, Beyza SARICAOĞLU, Hafizenur ŞENGÜL-BİNAT, Esra ÇAPANOĞLU, Fatma Ebru FIRATLIGİL*

S151 Sürdürülebilir Gıda Sistemlerinde Kenevir Tohumu (*Cannabis sativa* L.): Besinsel ve Fonksiyonel Potansiyel **234**
Mustafa YILDIZ*

S152 Fındık ve Fındık Yağının İnsan Beslenmesindeki Önemi **235**
***Merve KANDİL**, Adem SAVAŞ*

S153 Metal-Organik Framework (MOF) Yapılarının Su Ürünlerinde Akıllı Ambalaj Olarak Kullanımı **239**
***Nashwa ALAHMAD**, Furkan Türker SARICAOĞLU*

S154 Bezelye, Narenciye ve Patates Liflerinin Modifiye Atmosferde Paketlenmiş Tüketime Hazır Tavuk Dönerlerin Kalitesi Üzerine Etkileri **240**
***Eylem Ezgi FADILOĞLU**, Sibel KAYA BAYRAM, Melda İLHAN ÖZKAN*

POSTER BİLDİRİLER **241**

P001 Sürdürülebilir Biyoaktif Bileşik Üretimi için Domates Posası Atıklarının Değerlendirilmesi **242**
***Pınar ALEMDAR**, Gizem YURDACAN, Burcu KAYA*, Yonca KARAGÜL YÜCEER*

P002 Melisa (*Melissa officinalis* L.) İlaveli Fonksiyonel Pirinç Lapası Toz Karışımı Geliştirilmesi: Ekstrüzyon Teknolojisi ve Türk Gıda Kodeksi Kapsamında Beslenme ve Sağlık Beyanlarının Değerlendirilmesi **249**
Aybüke BOZDAĞ*

P003 Gıda Sektörü için Lesitin Emülgatörüne Alternatif Bitkisel Yağ Bazlı AMP (Amonyum Fosfatid) Emülgatörü Sentezi **250**
Aslı TOPTAŞ TAĞ, **Mehmet ALİMOĞULLARI***

P004 Dondurmada Buzlanma ve Kristal Oluşumunu Önlemek Amacı ile Gliserol Monostearat 60 (GMS 60) Emülgatörü Sentezi **251**
***Mehmet ALİMOĞULLARI**, Aslı TOPTAŞ TAĞ, Ceren EREN MEMET, Melek YILDIZ*

P007 Narenciye Atığı *Citrus maxima*, Merr. (Pomelo) Kabuğunun Mikrodalga Destekli Aseton Ekstraktının Antimikrobiyal, Antioksidan Özelliklerinin ve Fitokimyasal İçeriğinin Değerlendirilmesi **252**
***Gamze ŞEKER**, Sonay ÖZKAN, Burcu SAĞLAM, Mustafa HANİK, Cemre GÜN*

P011 Tahıllarda Deoksinivalenol (DON) Tehdidi: Sağlık Riskleri, Mevzuat Limitleri ve İklim Değişikliğinin Etkileri **253**
***Sevde Nur KESKİN**, Yağmur KUTLU, Zeynep ÖZAKBAŞ, Esma Beril ÖZBAĞIR, Adnan Fatih DAĞDELEN*

P012 Polisakkarit Bazlı Gıda Ambalajlarındaki Gelişmeler: Fonksiyonelleştirme Stratejileri ve Sürdürülebilirlik Yaklaşımları **254**
***Ceren Su ERGİN**, Birsen ULUSOY, Şeyma AYTEKİN, Adnan Fatih DAĞDELEN*

P017 DHA ile Zenginleştirilmiş Bitki Bazlı Bir İçeceğin Raf Ömrü Boyunca Oksidatif Stabilitesinin Değerlendirilmesi **255**
***İpek BAYRAM**, Anna NUCCITELLI, Eric A. DECKER*

P018 Bitkisel Kaynaklı Tarımsal Atıkların Sürdürülebilir Gıda Ambalaj Malzemelerine Dönüştürülmesi: Güncel Yaklaşımlar ve Fonksiyonel Uygulamalar **256**
Mecid YAĞIZ, Osman Efe FERHATOĞLU, **Ezgi DURAN**, Mehmet Can ERGİN, Adnan Fatih DAĞDELEN*

P021 Gıda Ambalajlamasında Nişasta Bazlı Biyolojik Olarak Parçalanabilir Polimer Karışımları ve Termal Stabilite Gelişimleri (2019–2024) **257**
***Ferit Kaan TAŞKIN**, İsmail DALGIÇ, Gamze GÜLDİKEN, Tarık Efe GÜNER, Adnan Fatih DAĞDELEN*

P022 Yeşil Çözücüler ile Bal Kabağından Biyoaktif Bileşiklerin Ultrasonik Destekli Ekstraksiyonu **258**
*Selin AK, Adile ŞAŞ, **Naciye KUTLU KANTAR****

P027 Glutensiz Kurabiyelerin Kalite Özellikleri; Yağ Türü ve Emülgatör Olarak Aquafaba Etkisi **259**
***Kübra AKTAŞ**, Emine Feyza TOPBAŞ*

P028 Evelik (*Rumex patientia* L.) Yapraklarından RuBisCO Bakımından Zengin Protein Eldesi ve Fonksiyonel Özelliklerinin Değerlendirilmesi **260**
***Şeydanur DEMİRER**, Aleyna ÜNLÜ, Gülşah KARABULUT**

P029 Çölyak Hastalarına Yönelik Glutensiz Kraker Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma **261**
*Ayşegül UĞUZ, **Hacer LEVENT****

P030 Tavuk Jelatini/Keçiboynuzu Gamı Bazlı Biyo-Bozunur Ambalaj Filmi Üretimi ve Çeşitli Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi **262**
***Aydın ERGE**, Rümeysa SAYGILI*

P031 Gıda Bilimi Perspektifinden Formononetin: Kaynakları, Teknolojik Uygulamaları ve Fonksiyonel Potansiyeli **263**
***Mustafa Onur YÜZER**, Emre TURAN*

P033 Etten Bitki Bazlı Ürünlere Geçiş: Bezelye Proteini İçeren Hibrit Burgerlerde Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi **264**
Gülsüme BIÇAKCI*

P034 Akışkan Yataklı Kazanlarda Hava Reküperatörü Uygulamasının Enerji Performansına Etkisinin İncelenmesi **265**
*Ali ŞAHİN, **Merve ÖMÜRLÜ**, Hüseyin ŞAHİN, Ali NALBANT*

P035 Gıda Teknolojisinde İnovatif ve Çok Fonksiyonlu Biyoambalaj Yaklaşımları **266**
***Betül YİĞİT**, Adnan Fatih DAĞDELEN*

P036 Elek Altı Kuru Üzüm Artıklarının Matcha Tozu (*Camellia sinensis*) ile Zenginleştirilerek Glütensiz Fonksiyonel Pestil Üretiminde Değerlendirilmesi **267**
Berfin PEŞMEN, **Amirmohammad NADERKHAMSEH**, Ebrar YEŞİLYURT, Dilara HELVACI, Simay TOPAK, Seda ERSUS*

P037 Sarımsak Kabuğu Atıklarından NADES Kullanılarak Elde Edilen Ekstraktlardaki Polifenollerin HPLC–PDA ile Karakterizasyonu ve in *vitro* Biyoerişilebilirliği **276**
Elif Ceren KAYA*, *Merve TOMAS, Senem KAMİLOĞLU BEŞTEPE*

P038 Menengiç Bazlı Fonksiyonel Marmelatların Fenolik Bileşiklerinin in *vitro* Biyoerişilebilirliği ve Duyusal Özelliklerinin Değerlendirilmesi **277**
Rümeysa YAVAŞ*, *Senem KAMİLOĞLU BEŞTEPE*

P039 Geleceğin Protein Kaynakları: Hücre Tarımı ve Post-Biyoteknolojik Gastronomi **278**
Kadir YAVUZ*, *Dilek DÜLGER ALTINER, Emine AYDIN*

P040 Farklı Oranlarda Hurma İlavesinin Kefirin Depolama Süresince Fizikokimyasal ve Renk Özellikleri Üzerine Etkisi **279**
Safiye Nur DİRİM, ***Yasemin Mia KUNT****

P041 Gıda Güvenliği Kültüründe Dijital Dönüşüm: Yapay Zekâ Destekli Kalite Yönetim Sistemlerinden Güncel Uygulamalara **286**
Gamze DÜVEN*, *Özen SÖKMEN*

P042 Çeşitli Meyve Suyu Konsantreleri Kullanılarak Şeker İlavesiz Kızılcık Pestili Üretimi **287**
İlayda GÜNEŞ, Melek YILMAZ, Güldeste ÇAKMAK, ***Derya ATALAY****, *Hande Selen ERGE*

P043 Meyve ve Sebzelerin Ultrason Destekli Kurutulmasında Kütle Transferi, Kalite Özellikleri ve Enerji Verimliliğinin Değerlendirilmesi **288**
Aynur Sultan BİBEROĞLU*, *Fatma Zehra YEKELER, Gökçen YILDIZ*

P044 Bitkisel Protein Kaynaklı Yan Ürün Karışımından Peptit Eldesi: Sürdürülebilir İşlem Parametrelerinin Optimizasyonu **294**
İlayda ŞANLI*, *Duygu GÖKÇEN, Dilara DEVECİOĞLU, Funda KARBANCIOĞLU GÜLER, Gülay ÖZKAN*

P046 Farklı Tuz Kaynaklarının Krakerlerde Aroma Matriksi İçerisindeki Duyusal Davranışlarının İncelenmesi: Tuzluluk Algısı, Umami Karakteri ve Beğeni Üzerine Etkileri **295**
Hazal HANCI, Esra DEĞİRMENCİOĞLU, Hakan DÖNMEZ, Şevket ÇALIŞKAN, Kübra KOCATÜRK, Büşra HANTAL, Dilek ALTAY, ***Aslı BARLA DEMİRKOZ****

P047 Gıda Endüstrisinde Sentetik Antioksidanlara Alternatif Olarak Doğal Antioksidanların Kullanımı **296**
Kamala ASGAROVA*, *İrem TOPRAKÇI YÜKSEL, Selin ŞAHİN SEVGİLİ*

P048 Gıda İşleme Yan Ürünlerinden Elde Edilen Doğal Antioksidanların Gıda Korumadaki Potansiyeli **297**
Yasemin TOKUR*, *İrem TOPRAKÇI YÜKSEL, Selin ŞAHİN SEVGİLİ*

P049 Yaş Meyve ve Sebze İhracatında Stratejik Değeri Artan Bir Sebze: Kapya Biber **298**
Papatya TİFTİKÇİ*

P050 Nohut Unu ve Zerdeçal Tozu ile Hazırlanan Glutensiz Makarna Formülasyonlarında Farklı Nişasta Tiplerinin Fiziksel ve Fonksiyonel Özelliklere Etkisi **299**
Hilal ÇELİK*, *Görkem ÖZÜLKÜ, Hatice Sena OLCAY*

P051 Gıda Endüstrisinde Dijital Dönüşüm: Tarladan Sofraya Akıllı Sistemler ve Makine Öğrenimi Uygulamaları **300**
Ferit Kaan TAŞKIN, Gülşen UÇAR, Ceylin NAK, ***Fatma Tuba KIRAÇ DEMİREL****

P053 Kenevir Protein İzolatının Reolojik Davranışının Yüksek Basınçlı Homojenizasyon ile Modifikasyonu **301**
Osman GÜL, Meliha Ayza KAPLAN, ***Latife Betül GÜL****

P054 Rafine Zeytinyağı ve Pirina Yağında Mineral Yağ Hidrokarbon Kirliliği Bulgularının İncelenmesi: Son Uyarılar ve İzleme Verileri (2016–2026) **302**
Yasin ÖZDEMİR*, *Seda KAYAHAN, Onur ÖZDİKİCİERLER, Fahri YEMİŞÇİOĞLU*

P055 Fındık Protein İzolatının Isıl İşlem Kaynaklı Konformasyonel ve Yapısal Özelliklerinde Değişimler **303**
Raiyan MOHAMMAD, ***Osman GÜL****

P056 Siyah Susam ve Tahininin Gıda Formülasyonlarında Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma **304**
Feyza KAYA, ***Murat ZORBA****

P057 Ceviz Septum İnfüzyonlarının Antioksidan Özellikleri Üzerine Demleme Süresinin Etkisi **305**
Muhammed Ali DOĞAN*, *Uğurcan AYDIN, İrem AŞIK, Çiğdem UYSAL PALA*

P058 Mikrodalga Kurutmada Hacimsel Kütle Taşınımı ve Isıl Gecikmenin Sonlu Farklar Modellemesi **306**
Berkay BERK*

P059 Tıbbi ve Aromatik Bitki Kaynaklı Mikroyeşilliklerin Fonksiyonel ve Biyoaktif Gıda Bileşeni Olarak Kullanım Potansiyeli **307**
Sevde Nur KESKİN, Yağmur KUTLU, Zeynep ÖZAKBAŞ, Esma Beril ÖZBAĞIR,
Fatma Tuba KIRAÇ DEMİREL*

P060 Karaçam Kozalağı Şuruplarının Enkapsülasyonu ve Karakterizasyonu **308**
Esmanur GÜR*, *Gülay YILMAZ, Nadide SEYHUN*

P062 Fibrilasyon Süresinin Fındık Protein Fibrili Oluşumu Üzerindeki Etkisi **309**
Mihriban TÜRKUÇAR*, *Enise ÇOPOĞLU, Mahmud Ekrem PARLAK,*
Furkan Türker SARICAOĞLU

P063 Atık Değerlendirme Yaklaşımıyla Prebiyotik Meyve Barı Üretimi **310**
Selinay ÜSTÜN*, *Sıla DÜZGÜN, Nadide SEYHUN*

P064 Biyofilm Oluşumunun Bakteriyofajlar ile Kontrolü **311**
Ekrem ÖZEL*, *Zehra EFET, Şebnem GÜNDOĞDU, Mustafa KAYA, Esra ACAR SOYKUT*

P065 Glutensiz Kek ve Waffle Üretiminde Fonio Ununun Kullanım Potansiyeli **312**
Semanur KILIÇ*, *Meltem ÇAĞLIYAN, Nadide SEYHUN*

P066 Farklı Çözdürme Tekniklerinin Dondurulmuş Sığır Karaciğerinin Kalitesi Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi **313**
Nazlıcan AVŞAR, ***Ece Özge GÜNÜNÇ****, *Duygu BÜYÜKTAŞ, Sibel UZUNER, Figen KOREL*

P067 Hindistan Cevizi Unu veya Keçiboynuzu Unu İlavesinin Zeytin Ezmesinin Fizikokimyasal, Antioksidan ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi **314**
Rukiye SOLAK, Deniz GÜNAL KÖROĞLU, ***Semra TURAN****

P068 Biber İşleme Yan Ürünlerinin Biyobozunur Ambalaj Materyali Üretiminde Değerlendirilmesi **315**
Nurdan ÖZDEMİRLİ*, *Senem KAMİLOĞLU BEŞTEPE*

P069 Kivi Atıklarından Elde Edilen Pektin Bazlı ve Kekik Uçucu Yağı ile Zenginleştirilmiş Pektin-Aljinat Kompozit Filmlerinin Kurutulmuş Piliç Eti için Aktif Ambalaj Materyali Olarak Kullanımı **316**
Şevval HALLAÇ*, Zeynep Nazlım SOYTÜRK, Zeynep İrem ÇELİK, Gülnihal BİLGİN, Zeynep Sena BEYAZKAYA, Eda DEMİROK SONCU*

P070 Fesleğen ve Bamya Tohumu Kullanılarak Kaju Bazlı Vegan Peynir Alternatiflerinin Geliştirilmesi **317**
Ebru KÜRGEN*, Hilal KILMANOĞLU, Aycan YİĞİT ÇINAR*

P071 Farklı Bitkisel Esansiyel Yağların *Candida* Türleri Üzerine Antifungal Etkilerinin Disk Difüzyon Yöntemi ile İncelenmesi **318**
Esra ÇELİKBAŞ*, Pelin ERGELEN, Seda ALTUNTAŞ*

P072 Yerel Kaynaklardan İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Antibakteriyel Peptit Üretim Potansiyellerinin İncelenmesi **319**
***Bahar BAKAR**, Gökhan Gurur GÖKMEN, Duygu KIŞLA, Burcu KAPLAN TÜRKÖZ**

P073 Nanoenkapsülasyon ile Aroma Maskeleme **320**
Emine AYDIN*, Dilek DÜLGER ALTINER, Kadir YAVUZ*

P074 Yenilebilir Çiçeklerin Fonksiyonel Gıda ve Beslenme Perspektifinden Antikanser Potansiyeli: Biyoaktif Bileşenler ve Etki Mekanizmaları **321**
Fatma ŞAHİN*, Meryem APARI, Kübra Feyza EROL*

P076 Kültür Eti Teknolojisi: Gıda Sistemleri ve Üretim Süreçleri Açısından Güncel Bir Değerlendirme **322**
Sonay ÇAKICI*, Furkan Türker SARICAOĞLU*

P077 Mor Üzüm Posası Ekstraktı İçeren Aljinat Bazlı Boba Toplarının Fiziksel ve Tekstürel Özelliklerinin İncelenmesi **323**
Begümcan ÇELİK*, Mahmud Ekrem PARLAK, Furkan Türker SARICAOĞLU*

P078 Postbiyotiklerin Gıda Endüstrisindeki Yükselişi: Fonksiyonel Gıda Geliştirme, Güvenlik, Standardizasyon ve Gelecek Perspektifleri **324**
*Zeynep KİLCİ**, **Melike CİNİVİZ**, Ramazan Ülkü ÇETİN*

P079 Postbiyotiklerin Gıda Güvenliği ve Biyokoruma Yaklaşımındaki Potansiyeli: Doğal Antimikrobiyal Bileşenlerden Temiz Etiketli Fonksiyonel Gıdalara **325**
*Ramazan Ülkü ÇETİN, Melike CİNİVİZ, **Zeynep KİLCİ****

P081 Gıdanın İşlenmesinde Geleneksel ve Yenilikçi Yöntemlerin Karşılaştırılması **326**
Nurdan ÖZDEMİRLİ*, Senem KAMİLOĞLU BEŞTEPE*

P082 Bitkisel Süt Alternatiflerinde Hurmanın Kullanım Olanakları **327**
Buket DİPCİSEL*, Gülfem ÜNAL*

P084 Sürdürülebilir Ambalaj Üretimi Kapsamında Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi ve Emisyon Kaynaklarının Değerlendirilmesi **328**
Hülya ÇAKMAK*, Hatice Kübra GÜL*

P085 Atıştırmalık Sektöründe Pişirme Prosesinde Elektrifikasyon Dönüşümünün Değerlendirilmesi **329**
Ozan ALTIN, **Sercan MERTADAM**, Faruk CİNGÖZ, Emret SÜZEN*

P086 Atıştırmalık Sektöründe Kullanılan Soğutma Tünellerinde Hava Sirkülasyonu ve Isı Transferi Mekanizmasının İncelenmesi **330**
Ozan ALTIN*, *Mertcan DEMİR, Sercan MERTADAM, Uğur YENDİ*

P087 Ultrases Destekli Ekstraksiyon ile Ayva (Cydonia oblonga Mill.) Yapraklarından Biyoaktif Bileşiklerin Elde Edilmesi: Optimizasyon ve Karşılaştırmalı Bir Çalışma **331**
Mehmet GÜLDANE, Zuhal ŞAHİN, ***Rumeysa ŞEKEROĞLU****

P088 Bez Tulum Peynirinin Aroma Profili ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Karakterizasyonu **332**
Pınar UZUN*, *Anıl BODRUK, Ebru SARIKAYA, Nuray DOĞAN, İlknur SELEK AKSOY, Aslı BARLA DEMİRKOZ*

P089 Atıştırmalık Sektöründe Kullanılan Soğutma Tünellerinde Işıma Isı Transferi Verimliliğinin Arttırılması **333**
*Ozan ALTIN**,* ***Mertcan DEMİR***

P091 Farklı Amiloz/Amilopektin Oranlarına Sahip Nişastaların Ksantan Gam (XG) ve Keçiboynuzu Gamı (LBG) Kombinasyonu ile Etkileşimi **334**
Ezgi YILMAZ*, *Duygu ÖZMEN*

P092 Avokado Tozu ve Ebegümeci Proteini İçerikli Bitkisel Çikolata Kreması Üretimi **335**
Ezgi DERELİ*, *Zülal AKSOY CAF, Fadime SAĞDIÇ, Şevval DEMİRTAŞ, Burcu KUTBAY, Seda ERSUS*

P093 Fermente Siyah Havuç Posasından Ardışık Ekstraksiyon ve Biyoteknolojik Yöntemlerle Yüksek Katma Değerli Bileşenlerin Elde Edilmesi **343**
Murat İNTEPE, Ebru SOLMAZ, Nadide KOCAER, ***Alp Eren ŞAHİN****

P094 Mikroenkapsülasyonun Nar Kabuğu Polifenollerinin Bitki Bazlı Yoğurtlardaki Biyoerişilebilirliğine Etkisi **344**
Senem KAMİLOĞLU BEŞTEPE*, *Bilge BUDAK, Cem DAVRAN, Ayşen CAN*

P095 Fındık Kabuğundan Selüloz Eldesinde Farklı Ağartma Yöntemlerinin Karşılaştırılması **345**
Şevval ÇELİK, Betül KALAYCIOĞLU, ***Emrah KIRTIL****

P096 Çiyanın Fenolik Bileşikleri ve Isıl İşlem Yöntemlerinin Fenolik Bileşikler Üzerine Etkisi **346**
Meltem LAÇİN*, *Arzu BAŞMAN*

P097 Kızılötesi Uygulamasının Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Tohumunun Fenolik Bileşenleri ve Enzim İnhibisyonu Üzerine Etkisi **347**
Elif Nur DİLBİRLİĞİ, ***Arzu BAŞMAN****, Meltem LAÇİN*

P098 Üzüm Posası Pektini İçeren Termiye ve Kavun Çekirdeği Bazlı Fermente Bitkisel Süt Alternatifinin Geliştirilmesi **348**
Rümeysa BALABAN, Fatmanur ABİK, ***Ertan ERMİŞ****

P099 Doğal Kaynaklı Tatlandırıcıların Fizikokimyasal ve Teknolojik Özellikleri Açısından Karşılaştırılması: Bal, Hurma Suyu Konsantresi ve Elma Suyu Konsantresi **349**
Gizem Şevval TOMAR*, *Nur Simay BORAN YAĞMUR*

P100 Fizikokimyasal ve Spektroskopik Analizlerle Sızma Zeytinyağında Tağşişin Belirlenmesi **350**
Ece TURGUT, Gizem SAĞLAM, Beyza KULA, ***Mutlu PİLAVTEPE-ÇELİK****

P101 Dose-Dependent Effect of Allicin-Enriched Edible Coating System on the Microbiological Safety and Shelf Life of Refrigerated Chicken Drumsticks **351**
Melda İLHAN ÖZKAN*, Sibel KAYA BAYRAM, Berfin Eda ELÇİK, Ayşe Handan BAYSAL, Şeyda ÇANCI*

P102 *Cyberlindnera fabianii* MİAU-1 Suşunun Ön İşlem Uygulanmamış Zeytin Karasuyunda Gelişimi ve Toplam Fenolik Madde Üzerine Etkisi **352**
Kübra ERYAŞAR ÖRER*, Seda KARASU YALÇIN*

P103 Cibrika Otlu Peynirinin Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi **353**
Zeynep KAÇAR*, Nükhet Nilüfer ZORBA**

P104 Gıda Güvenliğinde Yeni Nesil Katalitik Yaklaşımlar: Nanozim Tabanlı Sistemlerin Güncel Uygulamaları ve Gelecek Perspektifleri **354**
Gökhan Gurur GÖKMEN*

P105 Propolisin Ekmek Üretiminde Doğal Koruyucu Olarak Kullanımı: Mikrobiyal Raf Ömrü, Antioksidan Aktivite ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri **355**
İbrahim PALABIYIK, Fatih AKYÜZ, ***Harun Sami ÇİFTÇİ****, Çağlar DOĞUER*

P106 Asetik Asit Bakterilerinin Probiyotik Potansiyeli ve Biyoaktif Metabolitleri **356**
Gülden KILIÇ*

P108 Endemik *Centaurea ptosimopappa* Ekstrelerinin Biyolojik Aktivite ve Hücresel Güvenlilik Açısından *in vitro* Değerlendirilmesi **357**
Simge KARA ERTEKİN*, Hüseyin SERVİ, Zehra DEMİR*

P109 Keçiboynuzu Gamı ve Aloe Vera Jel İçeren Mikrodalga, Ultrases Uygulanmış Hamurlardan Elde Edilen Glutensiz Keklerin Kalite ve Bayatlama Özellikleri **358**
Semin Özge KESKİN*, Mutlu PİLAVTEPE-ÇELİK*

P110 Fermente Sebzelerden Fonksiyonel Gıda Bileşenine: Liyofilize Turşu Tozlarının Üretimi ve Karakterizasyonu **359**
Burcu CAM, Melike KÜÇÜK, Elif TÜMAY ÖZER, Bilgen OSMAN, ***Yasemin ŞAHAN****

P112 Farklı Kahve Ürünlerinde 5-Hidroksimetilfurfural (HMF) Düzeylerinin HPLC-DAD ile Kantitatif Analizi ve Karşılaştırılması **360**
Şeyma ÖZKAN BÖLÜKBAŞI*, Güler ÇELİK*

P113 2024 Mahsul Yılı Gün Kurusu (Natural) Kuru Kayısıda Okratoksin A Varlığının Değerlendirilmesi **361**
Umut KOVANCILAR*, Cengiz DALLI, Buket ALANTOR*

P116 Mus Formülasyonlarında Farklı Protein Kaynaklarının Renk, Tekstür ve Yoğunluk Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi **365**
Cansu ÇELEBİ, ***Fatih KUŞ****

P118 Siklodekstrinler ve Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları **366**
Gizem ÇELİK*, Zehra İrem YILDIZ**

P119 Uzun Raf Ömürlü Muffin Kek Üretimine Yönelik Premikslerin Geliştirilmesi ve Ürün Stabilitesinin Değerlendirilmesi **367**
***Pelin YAZICIGİL**, Serhat HELVACI*

P121 UHT Yemeklik Kremada Farklı Modifiye Nişasta Kaynaklarının Reolojik Performansının Değerlendirilmesi **368**
***Mehmet Can AĞCA**, Koray Salih AYBEK*

P122 Akıllı Gıda Ambalajlarında Kullanılan Biyobelirteçler: Güncel Gelişmeler, Nanoteknolojik Yaklaşımlar ve Gelecek Perspektifleri **369**
***Hayrunnisa KAYA**, Meryem ŞEN, Nadide SEYHUN, Rasim Alper ORAL*

P123 Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Mekanik Gübre Yönetim Sistemlerinin Kısmi Bütçeleme Analizi ve Sürdürülebilirlik Potansiyeli **376**
Dilanur SARIOĞLU*

P124 Glütensiz Gıdalarda Yapısal Özelliklerin Geliştirilmesi: Glütenin Teknolojik Fonksiyonlarının Alternatif Bileşenlerle Karşılanması **377**
*Aycan YİĞİT ÇINAR, **Büşra BAYRAK****

P125 Gıda Biyokorumasında Pediyosininin Rolü **378**
*Aycan YİĞİT ÇINAR, Zeynep ÇORBACIOĞLU, **Ayşegül ATAK****

P126 Üzüm İşleme Yan Ürünlerinin Değerlendirilmesi: Diyet Lifi Açısından Zengin Üzüm Sapı Tozu ve Konsantre Üzüm Şurubu Üretimi **379**
***Zülal AKSOY CAF**, Sezen HOROZOĞLU BAYRAM, Meliha KAHVECİ, Özgün KÖPRÜALAN AYDIN*

P127 *Alicyclobacillus* Türlerinde Lizogeni Varlığının İncelenmesi **380**
***Kübranur BAYRAK**, Şeyma Betül ENCU, Esra ACAR SOYKUT*

P128 Pişirme Yöntemlerinin Balık Köftesi Kalite Kriterlerine Etkisi **381**
***Hatice GÜNDÜZ**, Fatma ÖZTÜRK, Ahsen Vuslat ÇOBANOĞLU, Fettah GÜNDÜZ*

P129 Gıda Güvenliğinde Yenilikçi Çözümler: Tazelik İndikatörleri **382**
*Eymen ÖZTÜRK, Ümran ETCİOĞLU, **Hatice GÜNDÜZ****

P130 Kurkuminin Teknolojik Dönüşümü: Farklı Formülasyon Yaklaşımlarıyla Geliştirilen Doğal Renk Çözümlerinin Gıda Uygulamalarında Değerlendirilmesi **383**
Gizem ŞAHİN*

P131 Kırmızı ve Mavi Tip Siyah Havuç Konsantrelerinin Antosiyanin Profili ve Renk Özellikleri Açısından Karşılaştırılması **384**
Pınar Anıl HACIDOĞAN*

P132 Glütensiz Ekmeklerde Ekşi Hamur Tozu Kullanımının Depolama Stabilitesi ve Duyusal Özellikler Üzerine Etkilerinin İncelenmesi **385**
*Serdar Mustafa EVCİN, **Simge ÖZBEK****

P133 Kek Kalitesinin Sınıflandırılması: Veri Odaklı Bir Makine Öğrenmesi Yaklaşımı **386**
***Simge ÖZBEK**, Emrah KIRTIL*

P134 *Chlorella vulgaris* İçeren Kitosan Bazlı Yenilebilir Kaplamaların Tavuk Göğüs Etinin Raf Ömrü ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi **387**
***İsmail Umut KAYA**, Şeyma Nur SALİH, Çağla NALINCI, Özge GÜNEŞ, Güliz HASKARACA*, Semanur YILDIZ ÖZDEMİR*

P135 Soft Inclusion Sistemlerinde Yapı, Tekstür ve Stabilite: Formülasyon Yaklaşımları **388**
Derya ARSLAN*, *Şevval ŞEN, Esra DEVSEREN*

P136 Pirinç Sütünün Ultrases Destekli Ekstraksiyonu, Mikroalg ile Zenginleştirilmesi ve Elde Edilen Bitki Bazlı Süt Karışımının Yanıt Yüzey Yöntemi ile Stabilizasyonu **389**
Yağmur Eda ÖZBEK*, *Ersin YETAN, Asude KARABULUT, İrem KOCABAŞ, Ece Nur KARAÇELİK SAĞIR, Arzu AKPINAR BAYİZİT*

P137 UHT Süt Ürünlerinde Mikrobiyolojik Kalite Kontrolü: Klasik Ekim (KOB/mL) ve ATP Biyolüminesans (RLU) Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi **390**
Doğan KAYA*, *Koray Salih AYBEK, Guşef ŞEKERCİ, Mehmet Can AĞCA*

P138 Mikrobiyal Peynir Mayası ve Fermente Peynir Mayasının (FPC) Kaşar Peynirinin Olgunlaşma Özellikleri Üzerine Etkilerinin Karşılıklı Değerlendirilmesi **391**
Melek GÜNAY*, *Ziya Ozan DERİNSU, Hasan ORAL*

P139 Karaçam (*Pinus nigra*) Kozalak Şurubunun Sağlıklı ve Kanser Akciğer Hücre Hatları Üzerindeki Sitotoksik Etkisinin Değerlendirilmesi **392**
Elif TURAN*, *Nadide SEYHUN, Gökçe TANER*

P141 Yağ Bazlı Kaplama Soslarının Reolojik Özellikleri ile Döküm Performansı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi **393**
Yaren DOĞAN*

P142 Sıcak Hava Ön Kurutma-Mikrodalga Vakum Kurutma Hibrit Teknolojisi ile Meyve ve Sebze Cipsi Üretimi, Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi **394**
Ecenaz TAMUSTA*, Özgün KÖPRÜALAN AYDIN**

P143 Farklı Karıştırma Hızlarının Fermente Süt Ürününün Viskozitesi ve Su Salması Üzerine Etkisi **395**
Öznur KIYMA*, *Büşra SOYDAN TEKİN, Görkem ONGAN BAHAR*

P144 Çiğ Sütün Doğal Antimikrobiyal Savunmasında Laktoferrinin Rolü ve Gıda Güvenliği Açısından Önemi **400**
Melike ALACA*, *Mustafa AY*

P145 Bambu Yaprağı Özütü ile Priming Uygulamasının Beyaz Haşhaş Tohumlarının Çimlenmesi ve Toplam Fenolik Madde İçeriği Üzerine Etkisi **401**
Eda İLHAN BAŞOĞLU*, *Ömer Utku ÇOPUR, Azime ÖZKAN KARABACAK, Özge SÜFER*

P146 Tüketici Perspektifinden Et Analoglarının Kabulü Motivasyonel Faktörler ve Engeller **402**
Selin ÖZÜESEN, ***Gülen YILDIZ TURP****

P147 *Lacticaseibacillus rhamnosus* GG Suşundan Elde Edilen Farklı Postbiyotik Formlarının Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi **403**
Nada ROQDI*, *Sümeyye ÇALIŞKAN, Şeyma Betül ENCU, Hamza GÖKTAŞ, İbrahim ÇAKIR**

P148 Karnabahar Yapraklarından Derin Ötektik Çözücüler Kullanılarak Toplam Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu **404**
Merve BOZTEPE*, *Arzu AKPINAR BAYİZİT, Adnan Fatih DAĞDELEN, Fatma Tuba KIRAÇ DEMİREL*

P149 Endüstriyel Tavuk Döner Üretiminde Farklı Kesim Sürelerinin Bazı Ürün Özellikleri Üzerine Etkileri ile Sistemin Enerji ve Ekserji Verimliliğinin İncelenmesi **405**
Gülen YILDIZ TURP*, Gökhan GÜRLEK, Yağmur GÜL, Bahar KAYA, Aleyna TANIK, Ercan ŞÜĞÜN, Almila ÇAVUŞOĞLU*

P150 Alternatif Protein Kaynaklarının İçecek Sektöründeki Kullanım Alanları **406**
*Yaren BEKİROĞLU**, ***Heval ÇEVİK***

P151 Biyobozunur Köpükler ile Gıda Ambalajlamanın Geleceği **407**
Adnan Fatih DAĞDELEN*, Sibel TUNA*

P152 Farklı Peynir Mayalarının Süt Pıhtılaşma Kinetiği ve Jel Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi **408**
Melek GÜNAY*, Hasan ORAL*

P153 Eşme Çeşidi Ayvadan (*Cydonia oblonga Miller*) Elde Edilen Ayva Barı Örneklerinin Fizikokimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması **409**
Nur DEDE*, Nadide SEYHUN, Zeynep SALMAN, Şevval İlayda GANİOĞLU, Elif Ayça MERT, Zehra Nur YILDIRAN*

P154 Bakteriyofajlar ile *Alicyclobacillus acidoterrestris* Suşlarının İnhibisyonu **410**
Ceyda DÖRTKÖŞE*, Şeyma Betül ENCU, Esra ACAR SOYKUT*

P155 Yayıkaltı Suyunun Katma Değerli Ürünlere Dönüştürülmesinde Membran Filtrasyon ve Süperkritik Karbondioksit Ekstraksiyon Yaklaşımı **411**
Onur KARAALİOĞLU*, Didem TAŞKIN, Burak ARDA, Hande EREL, Ali TOPCU, Hamdi Barbaros ÖZER*

P156 UHT Kakaolu Süt İçeceklerinde Kakao Sedimentasyonunun Önlenmesine Yönelik Hidrokolloid Stabilizatör Kompleksi Geliştirilmesi **412**
Burak ARDA*, Hande EREL, Onur KARAALİOĞLU*

P157 Ekmek Pişirmede Yenilikçi Isıtma Teknolojileri: Enerji Verimliliği ve Ürün Kalitesi **413**
Esra Gül YURTTAŞ*, Gökçen YILDIZ*

P158 Gıda Yan Ürünlerinden Fonksiyonel Toz Üretiminde Kurutma Teknolojilerinin Rolü: Yapı ve Tekno-Fonksiyonel Özellikler **414**
Ahmed Mahmoud Abdelrahman ABDELKADER*, Gökçen YILDIZ*

P159 Deiyonize Elma Suyu Konsantresi ve Tapyoka Dekstrin Kullanılarak Şeker İkamesine Yönelik Toz Üretiminin Optimizasyonu **423**
*Emine Şeyma ŞİMŞEK, **Kerem ÖZSOY****, Mehmet İNAN*

P161 GC/MS-SPME ile Alphonso ve Totapuri Mango Çeşitlerinin Uçucu Aroma Profillerinin Karakterizasyonu **424**
Merve SUBAŞI*

P162 Pektin Ekstraksiyonunda Yenilikçi Yöntemler **425**
Tuğçe ATBAKAN KALKAN*

P163 Farklı Bitkisel Demlemelerle Zenginleştirilmiş Peynir Altı Suyu Bazlı Fonksiyonel İçeceklerin Geliştirilmesi ve Duyusal Değerlendirilmesi **426**
*Büşra AYDIN**, ***Nurullah ŞANLI***

P165 Tahıllarda ve Baklagillerde Çimlendirme Proseslerinin Geliştirilmesi ve Ürün Eldesi **427**
İlayda TEKELİ*, Bihter AYDIN, Mustafa KARADUMAN*

P167 Ekstraksiyon Teknolojilerinde Yenilikçi ve Yeşil Yaklaşımlar **428**
Serenay AŞIK AYGÜN*

P168 Şeftali Püre Üretiminde Farklı Kabuk Soyma Oranlarının Pürenin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi **429**
Batuhan BEKTAŞ*, *Ebru BOZKURT ABDİK, Mustafa KARADUMAN*

P169 Aronya Meyvesinin Bütüncül İşlenmesi ve Proses Çıktılarından Katma Değeri Yüksek Ticari Ürün Eldesi **430**
Gülsen BAĞCI*, *Ebru BOZKURT ABDİK, Mustafa KARADUMAN*

P170 Döngüsel Ekonomi Perspektifinden Kuru Meyve İşleme Yan Ürünlerinin Katma Değerli Kullanım Potansiyeli **431**
Gamze ÇAKITLI*, *Sinem ÜNEY ÇAM*

P171 Serbest ve Enkapsüle Glukono Delta Laktonun Toz Kek Karışımlarının Kabarması ve Yapısal Özellikleri Üzerine Etkisi **432**
Büşra BARMAN*

P172 A1 ve A2 Sütlerin Bileşimsel, Teknolojik ve Sağlık Açısından Karşılaştırılması **433**
Faden İrem TORUZ*, *Neşe YILMAZ TUNCEL*

P173 Eker Süt Ürünleri'nde Dijital Dönüşüm ve Yapay Zekâ Uygulamaları **434**
Merve GÜVEN*, *Sena OKUR ÖZAKÇAYLI*

P174 C Vitaminli Limon Aromalı Doğal Zengin Mineralli Gazlı İçecekte Askorbik Asit Stabilitesinin Değerlendirilmesi **435**
Bahar AHMETOĞLU*

P175 Matcha ve Ubenin Fonksiyonel Gıda Uygulamalarındaki Potansiyeli **436**
Eda NURKO*, *Duygu BENZER GÜREL, Rıdvan BOZER*

P176 Antik Tahıldan Fonksiyonel Gıdaya: Amarant (*Amaranthus* spp.) Tohumunun Besinsel ve Biyoaktif Özellikleri ile Gastronomik Kullanım Potansiyeli **437**
Deniz ERGÜN, ***Zehra KAYA****

P177 *Lacticaseibacillus casei* Kaynaklı Postbiyotiklerin Gıda Kökenli Bakteriler Üzerindeki İnhibitör Etkilerinin İncelenmesi **438**
Sümeyye ÇALIŞKAN*, *Nada ROQDI, Şeyma Betül ENCU, Hamza GÖKTAŞ, İbrahim ÇAKIR*

P178 Geleneksel Türk Fermente Gıdalarında Çoklu-Omik Yaklaşımlar **439**
Melda DUSAK*

P180 Çikolata Sektöründe Kullanılan Emülgatörler **440**
Zeki AŞİROĞLU*, *Özge AKGÜL, Begüm Ceren MEMECAN, Amine Beyza ÖZATA*

P181 Lupin Ununun Teknofonksiyonel Özellikleri ve Gıda Ürünü Olarak Kullanım Potansiyeli **441**
Sevim KELEŞ*, Emine Sevilay POLAT, Seda KIRDI, Ömer Faruk DENİZ, Fuat GÖKBEL, Nazife Nur YAZĞAN**

P182 Tarımsal Ürünlerde NIR Spektroskopisi Kalibrasyon Modellerinin Matristen Bağımsız Geliştirilebilirliğinin Araştırılması **442**
Ahsen Sena ÇAKIR*, *İsmail Hakkı BOYACI*

P183 Arı Ürünlerinin Kozmetik Formülasyonlarda Kullanımının Ağır Metal Kontaminasyonu Açısından Değerlendirilmesi **443**
Merve SAKA*, *Hatice Kübra GÜL*

P184 Doğal Zengin Mineralli Su Bazlı Bezelye Proteinli Aromalı Fonksiyonel İçecek Geliştirilmesi ve Raf Ömrü Stabilite Değerlendirilmesi **444**
Ali ÖZ*

P185 Vitamin ve Mineral İçeriğine Sahip Meyve Suyu İlaveli Fonksiyonel İçeceğin Fizikokimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi ve Formülasyon Optimizasyonu **445**
Neval Güler ERBAŞ*

P186 Biyoaktif Bileşiklerin Eldesinde Doğal Derin Ötektik Çözücü ve Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon Uygulamaları **446**
Adnan Fatih DAĞDELEN, Perihan YOLCI ÖMEROĞLU,* ***Pınar ŞAHİN DİLMENLER***

P187 Pul Biberde Farklı Tağşiş Maddelerinin Yakın Kızılötesi Hiperspektral Görüntüleme ile Değerlendirilmesi **447**
Hayriye ÖZKAN*, *İsmail Hakkı BOYACI*

P188 Süt Ürünlerinde Koruyucu Sistemlerin Etkinliği ve Geleceği: Antimikrobiyal Mekanizmalar, Kombinasyon Etkileri ve Yeni Koruma Yaklaşımları **448**
Nilgün GÜNAL*

P192 Afet Gıdası Olarak Süt Ürünleri: Teknolojik, Beslenme ve Sürdürülebilirlik Perspektifleri **449**
Ceyda ERDEVİREN*, *Murat Baha ÖZEL, Seda ALTUNTAŞ*

P193 Hellim/Halloumi için Sürdürülebilir Ambalajlama: Coğrafi Köken ve Ürün Özellikleri **450**
Sinem GÜNEŞ*, *Meltem GÜNEŞ*

P194 Rüşeym İçeriğinin Tam Buğday Ununun Besinsel, Reolojik ve Oksidatif Özellikleri Üzerine Etkisi **451**
Aslı ÖZTUĞ*, *Mehmet Ergül YEŞİLYURT, Latif GÜMÜŞEL*

P196 Demir Tozu Bazlı Oksijen Tutucuların Dondurarak Kurutulmuş Domateslerin Depolama Stabilitesine Etkisi **452**
Adamou MAMOUDOU ANZA*, *Nazire Dilber ÇELİK, Süleyman POLAT*

P197 Dondurarak Kurutulmuş Elek Altı Aronya Meyvesi Tozu Ekstraktının Mikroenkapsülasyonu ve Doğal Renk Maddesi Olarak Kullanımının Değerlendirilmesi **453**
Beril SEVİM, Berfin PEŞMEN, Seda ERSUS,* ***Amirmohammad NADERKHAMSEH***

P198 Bursa Süt Helvası: Geleneksel Üretim ve Besinsel Özellikleri Üzerine Bir Derleme **461**
Dilek YILMAZ*, *Nadide SEYHUN, Aycan YİĞİT ÇINAR*

P200 Serum Proteinlerinin Nanofibrilleşmesi ve Gıda Uygulamaları **465**
Vasıf Kubilay AYRANCI,* ***Zafer ERBAY***

P201 Düşük Mikron BOPP Film Geliştirilmesinde Formülasyon ve Proses Optimizasyonu **466**
Gizem ŞAHİN BOL*, *Gülgün KAYIN ÇETİN, Hasret KARAKURT MUMCU, Eda Nur DİNÇ*

P202 Sağlıklı Atıştırmalık Ürünlerde Kullanılan Bitkisel Yağların Kalite ve Güvenilirlik Açısından Değerlendirilmesi....**467**
Sena EROL, Işıl ÖZARSLAN NADHIM*

P203 BOPP Filmlerde Sürtünme Katsayısının İyileştirilmesi ve Ambalaj Stabilitesinin Artırılması....**468**
Hasret KARAKURT MUMCU, Gizem ŞAHİN BOL, Gülgün KAYIN ÇETİN, Eda Nur DİNÇ*

P204 Piyasadaki Yüksek Proteinli Ürünlerde İstenmeyen Duyusal Profillerin Belirlenmesi ve Peynir Altı Suyu ile Bezelye Proteini İçeren Süt Bazlı İçeceklerde Tat Optimizasyonu ve Duyusal Değerlendirilmesi....**469**
Sena İrem DURAN, Hande YÜCE*

P205 Peynir Altı Suyunun Turşu Üretiminde Alternatif Bir Fermentasyon Bileşeni Olarak Değerlendirilme Potansiyeli....**470**
Beyza TOK, Hasan CANKURT*

P206 Gıda Patojen Tespitinde Yeni Yaklaşımlar....**471**
Mustafa EVREN, ***Mustafa APAN****

P207 Süperkritik CO_2 Ekstraksiyonu ile Üretilen Alternatif Bitkisel Protein Konsantrelerinin Biyokimyasal Karakterizasyonu ve Amino Asit Skoruna Dayalı Beslenme Kalitesinin Değerlendirilmesi....**472**
Işıl ÖZARSLAN NADHIM, Sena EROL*

P208 İklim Değişikliği ve Gıda Güvenliğinde 5996 Sayılı Kanun ve Yasal Mevzuatın Rolü....**473**
Zeynep TORUNLER, Ayşe Neslihan DÜNDAR*

P209 Gıdalarda Kullanılan Mikroenkapsülasyon ve Özellikleri....**474**
Mustafa EVREN, ***Mustafa APAN****

P210 Paraprobiyotik İlavesinin Kefirin Bazı Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Etkisi....**475**
***Işıl KAAN**, Firuze ERGİN ZEREN*, Ahmet KÜÇÜKÇETİN*

P211 Çörek Otu Yağının Kitosan Kaplı Aljinat-Peyniraltı Suyu Protein İzolatı ile Mikrokapsüllenmesi....**476**
Furkan HAYTAOĞLU, Firuze ERGİN ZEREN,* ***Işıl KAAN***

P212 Nişasta Retrogradasyonunun Kontrolünde Polifenollerin Rolü....**477**
Elif DAĞLI, Ayşe Neslihan DÜNDAR*

P213 Siyah İncir Kabuğu Ekstraktından Elde Edilen Fenolik Bileşiklerin Enkapsülasyonu ve Karakterizasyonu....**478**
Hilal Özge BOYRAZ, Nadide SEYHUN*

P214 Ayçiçeği Küspesinin Glutensiz Keklerde Kullanım Potansiyelinin Araştırılması....**479**
Bilal TAŞTEPE, Ünkan URGANCI, ***Fatma IŞIK****

P215 Gıda Zincirinde Mikroplastikler: Gıda Güvenliği Açısından Değerlendirmesi....**480**
Maira KAYUPOVA SABİTOVNA, Perihan YOLCI ÖMEROĞLU*

P216 Farklı Bitkisel Sütlerin Yulaf Bazlı Kefir Üretiminde Kullanım Potansiyeli....**481**
Berna Hateme KURUÇ, Hasan CANKURT*

P217 Tarımsal ve Gıda Atıklarının Değerlendirilmesinde Moleküler Biyoloji, Genetik Mühendisliği ve Sentetik Biyoloji Yaklaşımları....**482**
Ekin Selin ŞAHİN, ***Sıla KARAGÜZEL***, Simel BAĞDER ELMACI*

P218 Mikrobiyal Protein Üretimi: Fermantasyon Yöntemleri, Substratlar ve Üretici Mikroorganizmalar **483**
Ekin Selin ŞAHİN*, *Neslihan ÇELİK, Sude ŞENOCAK, Bilge SAZAK, Nehir Erva ÖZKALDI, Taylan Alp TAÇYILDIZ, Simel BAĞDER ELMACI*

P219 Et Ürünlerinde Marinasyon Uygulamaları **484**
Ülkü Hilal CIRIK*, *İlker Turan AKOĞLU*

P221 Olgunlaşma Sürecinde Şavak Tulum Peynirinde Ambalaj Materyaline Bağlı Bazı Değişimlerin İncelenmesi **489**
Abdurrahman ÇELİK, Ali TEKİN, Didem ŞAHİNGİL,* ***Ali Adnan HAYALOĞLU***

P222 Farklı Bitkisel Protein Kaynaklarında Ekstraksiyon Yöntemlerinin Protein Verimi, İkincil Yapı ve Tekno-fonksiyonel Özellikler Üzerine Etkisi **490**
Büşra KAYA TURAN*, *Melike VURMAZ, Şerife Fidan ATILMIŞ, Merve BERÇİN, Ali Adnan HAYALOĞLU*

P223 Bitki Bazlı Protein Alternatiflerinde Protein–Polifenol Etkileşimlerinin Protein Sindirilebilirliği ve Polifenollerin Biyoerişilebilirliği Üzerindeki Rolü **491**
Şerife Fidan ATILMIŞ*, *Melike VURMAZ, Büşra KAYA TURAN, Merve BERÇİN, Ali Adnan HAYALOĞLU*

P224 Gıda Teknolojisi ve Gıda Güvenliğinde Yapay Zeka Kullanımı **492**
Yeşim AKTEPE*, *İbrahim ÇAKIR*

P225 Gıda Atıklarından Elektro-Fermentasyonla Hidrojen ve Değerli Kimyasalların Üretimi **493**
Merve EZGİ*, *Nadide SEYHUN, Sait SARGIN*

P226 Asitlendirilmiş Salamurasız Kornişon Turşu Ürün Tasarımı **494**
Ezgi DÜNDAR ÖZGİDER*, *Erol MUŞMUL, Gaye KATLIOĞLU*

YAZAR DİZİNİ **495**

SPONSORLARIMIZ **504**

TÜRKİYE 16. GIDA KONGRESİ

Davetli Konuşmalar

D01 – D07 · 7 konuşma

Moleküler Anlayıştan Sürdürülebilir Gıdaya

Halil Mecit ÖZTOP*

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Gıda sistemlerinin sürdürülebilir biçimde dönüşümü, bileşenlerin moleküler yapısı ile gerçek gıda ve sindirim koşullarındaki davranışı arasındaki ilişkinin anlaşılmasını gerektirmektedir. Bu sunumda, Ufuk 2020, Ufuk Avrupa ve PRIMA programları kapsamında desteklenen uluslararası projelerden elde edilen bulgular, tahribatsız NMR ve MRI yöntemlerini yapı-işlev ilişkisi, bileşen geliştirme ve pilot ölçekte doğrulama ile bütünleştiren ortak bir yaklaşım çerçevesinde değerlendirilmektedir. Gıda özgünlüğü kapsamında, pancar ve kamış kaynaklı şekerlerin ayrımında tek alan şiddetinde ölçülen TD-NMR relaksasyonunun yetersiz kaldığı, hızlı alan döngülü (FFC) NMR profillerinin ise ayırt edici ek bilgi sağladığı belirlenmiş; çikolatada kristal yapının değerlendirilmesi için NMR temelli bir temper indeksi ölçüm sistemi geliştirilmiştir. Şeker pancarı yaprağı proteininin üretimi endüstriyel ölçeğe taşınmış, Akdeniz'e özgü baklagil, yaprak ve yan ürün kaynaklarından yüksek saflıkta protein konsantreleri elde edilmiştir. Isıl olmayan işlemlerle domates ürünlerinde mikrobiyal güvenlik sağlanırken likopen korunmuştur. Akış destekli MRI ile emülsiyon ve lif sistemlerinin simüle mide koşullarındaki yeniden yapılanması yerel olarak izlenebilmiştir. Bulgular, gıda bileşenlerinin işlevselliğinin bileşimin yanı sıra gerçek gıda matrisindeki davranışa bağlı olduğunu ve uygulamaya aktarımda güvenlik, duyusal kabul, ölçeklenebilirlik ve sürdürülebilirliğin birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Alternatif protein; Flow-MRI; gıda özgünlüğü; NMR relaksometri; yan ürün değerlendirme.

*Sorumlu yazar: mecit@metu.edu.tr

Türkiye'nin Peynir Zenginliği ve Sürdürülebilirliği

Ali Adnan HAYALOĞLU*

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya

Türkiye, coğrafi olarak Asya ve Avrupa kıtası ile Ortadoğu ülkelerinin kesişim noktasında konumlanmaktadır. İnsanlık tarihinin başladığı coğrafyayı da içine alan ülkemiz, birçok peynir çeşidinin ortaya çıkmasına ev sahipliği yapmış ve bazılarında da öncü rol oynamıştır. Türkiye'de 200'den fazla peynir çeşidinin olduğu çeşitli kaynaklarda listelenmiştir ancak, Akdeniz'e kıyısı olan ülkemizde en çok üretilen peynir, Beyaz peynirin de içinde olduğu salamurada olgunlaştırılan peynirler grubudur. Salamura peynirlerden sonra, Kaşar gibi pasta-filata tipi peynirler, tulum, toprak ve ahşap esaslı kaplarda olgunlaştırılan peynirler ile, Van Otlu peyniri gibi çeşitli ot ve baharatlarla ve Konya küflü veya Erzurum Civil peyniri gibi küflerle olgunlaştırılan peynirleri kategorize etmek mümkündür. Peynirlerin dünyadaki dağılımı iklim ve coğrafyaya bağlı olarak değişim göstermiştir. Ülkemizde de, kısmen daha sıcak iklime sahip güney illerimizde pıhtısı kaynatılan peynirler (Hellim, Malatya, Urfa peynirleri gibi), Orta Anadolu'da tulum, bez torba, küp ve çanakta, Doğu ve Kuzey Anadolu'da tulum ve ahşap ambalajlarda, Marmara'da salamura ortamında olgunlaştırılan peynirlerin dağılım gösterdiği dikkati çekmektedir. Son yıllarda, plastik esaslı ambalajların yaygınlaşması ile birlikte, gerek vakum paketleme gerekse salamura altında olgunlaştırılan peynirlerde zamanın gereklerine uyum süreci yaşanmıştır. Türkiye'deki sosyal yaşam koşullarındaki değişim, kırsaldan kentlere göçler ve hayvancılığın azalması nedeniyle, yöresel peynirlerin üretim metodolojisinin artık unutulmaya başlandığı, buna bağlı olarak peynir çeşitliliğinin azaldığı, coğrafi işaretlemenin yeterli olmadığı veya gereği gibi koruma usullerinin uygulanmadığı gözlemlenmiştir. Tüm bu olumsuzluklar peynir çeşitliliğindeki sürdürülebilirliğe de negatif olarak yansımıştır. Sonuç olarak, Türkiye'nin peynir zenginliği süt hayvancılığının azalması, maliyetlerin artması ve tarımın cazibesinin bir şekilde azalması nedeniyle, peynir çeşitliliğinde sürdürülebilirliğin sağlanamayacağı öngörülmektedir. Tarım ve mühendisliğin birleştirici ve motive edici gücü kullanılarak gerekli önlemlerin alınması ve çeşitliliğin korunması başlıca çözümler olarak tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi işaret; peynir çeşitleri; salamura peynir; tulum peynirleri; Türkiye'nin peynir haritası.

*Sorumlu yazar: adnan.hayaloglu@inonu.edu.tr

Gıda Sistemlerinin Geleceği: Sürdürülebilirlik

Yasemin ŞAHAN*

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

İklim değişikliği, nüfus artışı, doğal kaynakların giderek azalması ve gıda kaybı ve israfı, küresel gıda sistemlerinin sürdürülebilirliğini tehdit eden temel sorunlar arasında yer almaktadır. Artan gıda talebinin sınırlı doğal kaynaklarla karşılanması, gıda güvencesinin sağlanması ve çevresel etkilerin azaltılması, tarım ve gıda sektöründe bütüncül bir dönüşümü zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda sürdürülebilir gıda sistemleri; tarımsal üretim, gıda işleme, dağıtım, tüketim ve atık yönetimi süreçlerinin çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Bu çalışmada, sürdürülebilir gıda sistemlerinin temel bileşenleri ve gıda değer zincirinin farklı aşamalarında uygulanabilecek yenilikçi yaklaşımlar güncel literatür ve sektörel gelişmeler çerçevesinde ele alınmıştır. Tarımsal üretimde hassas tarım teknolojileri, yapay zekâ destekli uygulamalar, etkin su ve toprak yönetimi ile biyolojik çeşitliliğin korunması; gıda üretiminde kaynak ve enerji verimliliğinin artırılması; gıda laboratuvarlarında enerji, su ve kimyasal tüketiminin azaltılması sürdürülebilirliğin önemli bileşenleri olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca bitkisel bazlı gıdalar ve alternatif protein kaynakları gibi yenilikçi beslenme yaklaşımlarının sürdürülebilir tüketim açısından potansiyeli tartışılmıştır. Gıda kayıp ve israfının önlenmesi, gıda işleme yan ürünlerinin ileri dönüşüm uygulamalarıyla katma değerli ürünlere dönüştürülmesi ve döngüsel ekonomi ilkelerinin yaygınlaştırılması, kaynak kullanım etkinliğini artırabilecek stratejiler olarak öne çıkmaktadır.

Sürdürülebilir gıda sistemlerine geçişin yalnızca teknolojik yeniliklerle sağlanamayacağı; bilimsel araştırmaların, eğitim faaliyetlerinin, etkili politikaların, sektörel iş birliklerinin ve tüketici farkındalığının birlikte geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, iklim değişikliğine dirençli, kaynak kullanımında etkin, gıda güvenilirliğini ve toplum sağlığını önceleyen sürdürülebilir bir gıda sisteminin oluşturulması, gıda değer zincirindeki tüm paydaşların ortak sorumluluğudur. Gıdanın geleceği, üretimden tüketime uzanan tüm süreçlerin bilimsel, yenilikçi ve bütüncül bir yaklaşımla yeniden yapılandırılmasına bağlıdır.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel ekonomi; gıda kaybı ve israfı; iklim değişikliği; ileri dönüşüm.

*Sorumlu yazar: yasemins@uludag.edu.tr

Yeni Nesil Fonksiyonel Karbonhidratların Sürdürülebilir Üretimi**

Hümeyra İSPİRLİ*

Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bayburt

Karbonhidratlar, besinsel işlevlerinin yanı sıra gıdaların teknolojik ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Özellikle prebiyotik potansiyel taşıyan poli- ve oligosakkaritler, bağırsak mikrobiyotasının desteklenmesi ve yeni nesil fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi açısından dikkat çekmektedir. Bu bileşiklerin üretiminde doğal kaynaklardan ekstraksiyon, kimyasal sentez, mikrobiyal üretim ve enzimatik sentez gibi farklı yaklaşımlar kullanılmaktadır. Mikrobiyal ve enzimatik yöntemler, hedeflenen karbonhidratların yapısal özelliklerinin kontrol edilmesi ve farklı niteliklerde ürünlerin elde edilmesi bakımından önemli fırsatlar sunmaktadır.

Laktik asit bakterilerinde bulunan karbonhidrat aktif enzimler, yapısal çeşitlilik gösteren polisakkaritlerin ve oligosakkaritlerin sentezinde önemli rol oynamaktadır. Glukansükrazlar, dallandırıcı sükrazlar, glukanotransferazlar ve fruktansükrazlar, katalizledikleri reaksiyonlar aracılığıyla farklı glikozidik bağ yapılarına, dallanma derecelerine ve moleküler özelliklere sahip ürünlerin oluşumunu sağlamaktadır. Bu enzimlerin moleküler ve katalitik özelliklerinin incelenmesi, genetik modifikasyonlarla aktivitelerinin yönlendirilmesi ve farklı enzimlerin kombine kullanımı, özgün karbonhidrat yapılarının geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca alternatif karbon kaynaklarının değerlendirilmesi, üretim süreçlerinin sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Enzimatik yöntemlerle elde edilen bu bileşiklerin viskozite, tekstür ve su tutma gibi teknolojik özellikleri ile prebiyotik potansiyellerinin değerlendirilmesi, gıda uygulamalarındaki kullanım olanaklarının belirlenmesi açısından önemlidir. Bu doğrultuda, karbonhidrat aktif enzimlerin sunduğu yapısal çeşitlilik ve üretim olanakları, sürdürülebilir yaklaşımlarla yeni nesil fonksiyonel gıda bileşenlerinin geliştirilmesine yönelik önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enzimatik sentez; fonksiyonel karbonhidratlar; laktik asit bakterileri.

*Sorumlu yazar: humeyraispirli@bayburt.edu.tr

**Bu çalışma 116O523, 121O007, 122O440, 125O591 numaralı projeler ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

Hasat Sonrası Gıda Güvenliğinde Antagonistik Mayaların Biyokontrol Potansiyeli: Sürdürülebilir Bir Yaklaşım

Funda KARBANCIOĞLU GÜLER*

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

Dünya nüfusundaki hızlı artış, küresel gıda talebini artırmakta ve bu talebi karşılamak için gıda üretiminin verimli hale getirilmesini zorunlu kılmaktadır. Artan üretim ihtiyacına karşın ekilebilir alanların sınırlı olması, özellikle hasat sonrası ürün kayıplarının azaltılmasını önemli kılmaktadır. Tarımsal ürünlerde meydana gelen hasat sonrası kayıpların en önemli nedenlerinden biri, küflerin neden olduğu hastalıklar ve bunlara eşlik eden mikotoksin oluşumudur. Meyvelerde hasat sonrası dönemde oluşan küf kaynaklı bozulmalar ve bunlara eşlik eden mikotoksin kontaminasyonu, gıda güvenliği açısından da önemli bir sorun oluşturmaktadır.

Küf kaynaklı hastalıkları ve mikotoksin oluşumunu kontrol altına almak amacıyla fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler kullanılmaktadır. Kimyasal fungisitlerin çevresel etkileri, kalıntı sorunları ve mevzuat kısıtlamaları nedeniyle biyolojik kontrol stratejileri giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Biyokontrol yaklaşımı, çeşitli mikroorganizmaların bitki patojenlerini kontrol etmek amacıyla, insan, hayvan ve bitki sağlığı üzerinde toksik etkileri görülen kimyasal pestisitler yerine kullanılmasını içermektedir. Bu kapsamda antagonistik mayalar, patojen küf gelişimini baskılayan ve mikotoksin oluşumunu azaltan sürdürülebilir biyokontrol ajanları olarak öne çıkmaktadır.

Antagonistik mayalar, konak yüzeylerde güçlü kolonizasyon yeteneği, patojenlerle besin ve alan rekabeti, uçucu organik bileşikler ve antimikrobiyal metabolit üretimi, pH değişiklikleri ve konak savunma mekanizmalarının uyarılması gibi yollarla küf gelişimini sınırlandırabilmektedir. Biyokontrol etkinliği suş özellikleri, meyve yüzeyi, sıcaklık ve uygulama yöntemi gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bu nedenle suş seçimi, formülasyon geliştirme, depolama stabilitesi ve regülasyon süreçlerinin optimize edilmesi gereklidir. Güncel araştırmalar, antagonistik mayaların küf ve mikotoksin riskini azaltmada kimyasal fungisitlere sürdürülebilir bir alternatif olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antagonistik maya; biyokontrol; mikotoksin.

*Sorumlu yazar: karbanci@itu.edu.tr

Gıda Üretiminde Dinamik Proses Kontrolü için Yakın Kızılötesi Spektroskopisi

İsmail Hakkı BOYACI*

Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara

Güvenli, sürdürülebilir ve yüksek kaliteli gıdaya yönelik artan küresel talep, yasal düzenlemelerin sıkılaşması ve kaynak verimliliği beklentisi, üretim hattında gerçek zamanlı ve tahribatsız proses izleme ihtiyacını artırmıştır. Yakın kızılötesi spektroskopisi (NIRS); hızlı, sürekli, tahribatsız ve çok parametreli ölçüm imkânı sunmasıyla gıda endüstrisinde dinamik proses kontrolü için öne çıkan proses analitik teknolojilerinden (PAT) biridir. Hat içi ve hat üstü konfigürasyonlarda uygulanabilmesi, ürün özelliklerinin proses sırasında izlenmesine ve sapmalara erken müdahale edilmesine olanak tanımaktadır. Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı sensör ağları ve siber-fiziksel sistemler gibi Endüstri 4.0 bileşenleriyle bütünleştirilmesi, NIRS verisinin üretim yönetim sistemleriyle ilişkilendirilmesini ve veri odaklı karar mekanizmalarının kurulmasını mümkün kılmaktadır. Bu çalışmada NIRS tabanlı dinamik proses kontrolü; ölçüm konfigürasyonları, spektral ön işleme ve kalibrasyon stratejileri, endüstriyel uygulama örnekleri ile mevcut sınırlamalar açısından değerlendirilmektedir. Cihazlar arası kalibrasyon transferi, çevresel değişkenlik, sensör kayması ve standartlaştırılmış validasyon protokollerinin eksikliği, endüstriyel yaygınlaşmayı sınırlayan başlıca sorunlar olmayı sürdürmektedir. Bu sorunların aşılmasında çoklu sensör füzyonu, minyatür spektrometre platformları, dijital ikizler ve yapay zekâ tabanlı veri analizi yaklaşımları gelecek dönemin öncelikli araştırma alanları olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dinamik proses kontrolü; Endüstri 4.0; gıda üretimi; proses analitik teknolojisi (PAT); yakın kızılötesi spektroskopisi.

*Sorumlu yazar: ihb@hacettepe.edu.tr

Üniversite Kontenjanları, Yerleştirmeler ve Akademik Personel Verileriyle Gıda Mühendisliği Bölümlerinin Güncel Durumu

Zafer ERBAY*

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

Ülkemizde 1975 yılında başlayan gıda mühendisliği eğitimi 50 yılı aşkın süredir sürmektedir. Bu çalışmada, 1975'ten günümüze gıda mühendisliği programlarına yerleşen öğrenci sayıları temel alınarak, yıllara bağlı mezun sayısı ve program doluluk oranları analiz edilmiştir. Ayrıca, araştırma alanını "Gıda Bilimleri ve Mühendisliği" olarak seçmiş akademisyenler, 2025–2026 YÖKSİS verileri kullanılarak; sayı, unvan dağılımı, çalışma alanları ve görev yaptıkları bölümler açısından incelenmiştir. 2026 yılı itibarıyla ilgili akademisyen sayısının 1561'e ulaştığı, bunların %52,8'inin gıda mühendisliği bölümlerinde görev yaptığı belirlenmiştir. Bu bölümlerdeki akademik personelin %80,1'inin öğretim üyesi olduğu, öğretim üyelerinin %46,2'sinin profesör kadrosunda bulunduğu ve profesörlerin araştırma alanlarında "Gıda Teknolojileri" ve "Gıda Kimyası"nın öne çıktığı saptanmıştır. Elde edilen bulgular, 2006 sonrası gözlenen düşüş eğiliminin; doluluk oranları, yerleşen öğrenci sayısı ve başarı sıralamaları gibi göstergelerde son iki yılda durduğunu ve yeniden artış eğilimine girildiğini göstermektedir. Bunun yanı sıra, 1975 yılından bugüne üniversite kontenjanları üzerinden yapılan projeksiyonla, Türkiye'deki 2010 yılı itibarıyla 13 binin üzerinde olan gıda mühendisi sayısının, 2026'ya gelindiğinde 55 bini geçtiği tahmin edilmektedir. Bu sonuçlar, gıda mühendisliği bölümlerinin ve eğitiminin mevcut durumu ile geleceğine yönelik önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akademik personel; eğitim; gıda mühendisliği; üniversite kontenjanları.

*Sorumlu yazar: zerbay@atu.edu.tr

TÜRKİYE 16. GIDA KONGRESİ

Sözlü Bildiriler

S001 – S154 · 136 bildiri

Peynir Altı Suyu Proteini İzolatı–Kitosan Maillard Konjugatları Tabanlı Çift Emülsiyon Filmlerinin Yapısal ve Fonksiyonel Özellikleri**

Sevgin DIBLAN[1,*], Zafer ERBAY[2]

[1]Tarsus Üniversitesi, Mersin Tarsus Organize Sanayi Bölgesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, 33100, Tarsus, Mersin

[2]Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 01250, Adana

Bu çalışma, sürekli faz olarak peynir altı suyu proteini izolatı–kitosan Maillard konjugatlarının ve iç fazda emülgatör olarak poligliserol polirisinoleat (PGPR) veya amonyum fosfatidin (AMP) kullanıldığı antosiyanin yüklü çift emülsiyon filmlerinin geliştirilmesini ve karakterizasyonunu amaçlamaktadır. Optimum konjugasyon koşulları yanıt yüzey yöntemi ile belirlenmiş ve 70 °C, 19,26 saat, 3,7:10 kitosan/protein oranı ve pH 5 olarak saptanmıştır. Antosiyanin içeren birincil emülsiyonlar hazırlanarak sisteme %3, %6,5 ve %10 (W_1/O) oranlarında dahil edilmiştir. AMP ile stabilize edilen emülsiyonlar daha yüksek viskozite sergileyerek daha kalın filmler oluştururken, PGPR içeren sistemler hidrofobik yapıları nedeniyle daha düşük şişme ve suda çözünürlük göstermiştir. Su buharı geçirgenliği, en yüksek iç faz oranlarında PGPR ve AMP stabilize filmler için sırasıyla 0,06 ve 0,12 $g \cdot mm/m^2 \cdot h \cdot kPa$ değerlerine kadar düşmüştür. Temas açısı ölçümleri, başlangıçtaki su giriş kinetiğinin yüzey ıslanabilirliği tarafından kontrol edildiğini, toplam su absorpsiyon kapasitesinin ise esas olarak emülgatör tipi ve iç mikroyapı tarafından belirlendiğini ortaya koymuştur. Termal ve mekanik analizler, %6,5 PGPR ve %6,5–10 AMP içeren filmlerin çekme özelliklerini iyileştirdiğini ve bozunma sıcaklığını 500 °C'nin üzerine çıkardığını ortaya koymuştur. FTIR analizleri bileşenler arasındaki etkileşimleri doğrulamış, yüzey yağı analizleri ise emülsiyon stabilitesinin daha fazla optimizasyona ihtiyaç duyduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Antosiyanin yüklü emülsiyon filmleri; çift emülsiyon filmleri; film karakterizasyonu; fonksiyonel gıda ambalajları; peynir altı suyu proteini izolatı–kitosan konjugatları.

*Sorumlu yazar: sdiblan@tarsus.edu.tr

**Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2218 - Yurt İçi Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı kapsamında 122C074 proje numarası ile desteklenmiştir.

ImageJ/Fiji ile Görüntü İşlemede Temel Teknikler ve Gıda Analizlerindeki Uygulamaları

Pelin SALUM*

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

Görüntü, görsel olarak algılanan bir nesne, olay ya da olgunun betimlenmesi veya kaydedilmesiyle elde edilen görsel bir temsildir. Dijital görüntü ise analog (fiziksel) görüntünün sayısal ifadesidir. Bu süreçte ışık önce elektriksel sinyallere dönüştürülmekte, ardından bu sinyaller sayısallaştırılmaktadır. Görüntü analizi, belirli bir uygulama amacı doğrultusunda görüntü verilerinin incelenmesini kapsar. Görüntü işleme ise girdisi bir görüntü olan ve çıktısı yine bir görüntü ya da görüntüye ilişkin özellikler veya parametreler olan her türlü sinyal işleme yöntemini ifade etmektedir. Görüntü işleme süreci temel olarak görüntünün edinimi, ön işlemler, segmentasyon, morfolojik işlemler ve analiz aşamalarının tamamını ya da bir bölümünü içerebilir.

Görüntü analizi için çeşitli ticari ve açık kaynaklı yazılım platformları mevcuttur. Özellikle yaşam bilimleri alanına yönelik geliştirilen Fiji (Fiji Is Just ImageJ), ImageJ tabanlı açık kaynaklı bir görüntü işleme paketidir. Bilimsel görüntü analizini kolaylaştıran çok sayıda yerleşik özellik (makrolar ve eklentiler) içermesi sayesinde, az ya da hiç programlama deneyimi olmayan kullanıcıların dahi görüntü analizi gerçekleştirmesine olanak tanımaktadır. Gıda alanında literatür incelendiğinde, söz konusu yazılımın farklı uygulamalarda pratik bir araç olarak kullanıldığı görülmektedir. Koloni, tane veya partikül sayımı gibi basit işlemlerin yanı sıra; uzunluk, çap, çevre ve hacim hesaplamaları, partikül boyut analizi ve gözenek boyutlarının belirlenmesi gibi çeşitli ölçümler; renk ölçümleri ve renk değişimine dayalı analizler (örneğin akıllı ambalaj sistemleri ve renk değişimine dayanan bileşen tespiti); ayrıca sınıflandırma, ağ ve lif yapılarının incelenmesi ile fraktal boyut analizi gibi daha karmaşık uygulamalar bu program aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada, görüntü işleme sürecinin temel bileşenleri ile gıda alanında yaygın olarak kullanılan analizlere örnekler sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Fiji; görüntü işleme; ImageJ.

*Sorumlu yazar: salumpelin.91@gmail.com

Peynir Altı Suyu Tozundan Fungal Biyokütle Üretimi ve Karakterizasyonu**

Burcu KAYA[1], Onur GÜNEŞER[2], Yonca KARAGÜL YÜCEER[1,*]

[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Çanakkale
[2]Uşak Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Uşak

Peynir altı suyu, peynir üretiminde pıhtıdan ayrılan yeşilimsi renkteki sıvıdır. Dünyada her yıl 100 milyon tonun üzerinde üretilen peynir altı suyunun %30'u peynir altı suyu tozuna dönüştürülerek hammadde olarak değerlendirilmektedir. Çalışmada, *Rhizopus oryzae* kullanılarak peynir altı suyu tozundan elde edilen biyokütlenin genel kompozisyonu, amino asit ve yağ asidi profili, morfolojik, fonksiyonel ve duyusal özellikleri ile uçucu bileşenlerinin belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. Peynir altı suyu tozuna kıyasla biyokütlenin protein içeriği %52,13 oranında artmıştır. Toplam esansiyel amino asit içeriği fungal biyodönüşüm yoluyla 38,92 mmol/kg'dan 218,35 mmol/kg'a yükselmiştir. *R. oryzae* biyokütlesinin gelişmiş su tutma kapasitesine ve yağ absorpsiyon kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Taramalı elektron mikroskobu görüntüleri, *R. oryzae* miselyumunun karakteristik lifli ağ yapısını desteklemiştir. *R. oryzae* biyokütlesinde alkol, aldehit, keton, ester, fenol, asit ve diğer olmak üzere toplam 41 adet uçucu bileşen tespit edilmiştir. Benzil alkol (1113,46 µg/kg), izoamil alkol (864,89 µg/kg) ve hekzanal (495,80 µg/kg) biyokütle için temel uçucu bileşenlerdir. Bununla birlikte *R. oryzae* biyokütlesinde ransit, cila/vernik, fermente ve metalik/ambalaj karakteristik duyusal özellikler olarak tanımlanmıştır. Bu çalışma, peynir altı suyu tozunun sürdürülebilir gıda üretimi için yüksek besin değerine sahip gıda bileşenleri üretme potansiyeli olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fungal biyokütle; peynir altı suyu tozu; *Rhizopus oryzae*.

*Sorumlu yazar: yoncayuceer@comu.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2515-COST Bilim ve Teknolojide Avrupa İşbirliği Programı kapsamında 123O298 proje numarası ile desteklenmiştir.

Kinoa Bazlı Vegan Yoğurt**

Emine Zülal ZOR, Emir ÖVENLER, İlkay YILMAZ*

Başkent Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Ankara

Bu çalışmada, vegan beslenmeye yönelik artan ilgi doğrultusunda kinoa bazlı vegan yoğurt ürünlerinin geliştirilmesi ve bu ürünlerin duyusal ve bazı kimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında kinoa bazlı bir ürün geliştirilmiş ve farklı bitkisel bazlarla zenginleştirilmiş dört farklı vegan yoğurt örneği üretilmiştir. Ürünler kontrollü koşullarda fermente edilmiştir. İkinci aşamada, üretilen örnekler 12 eğitimli panelist ve 80 tüketici panelistin katılımıyla duyusal analize tabi tutulmuştur. Duyusal değerlendirmelerde görünüş, tat, renk, koku, doku, lezzet ve genel beğeni kriterleri dikkate alınmıştır. Ayrıca ürünlerin fonksiyonel özelliklerini belirlemek amacıyla toplam fenolik madde (TPC) ve antioksidan kapasite (CUPRAC) analizleri yapılmıştır. Bunun yanı sıra ham protein, toplam yağ ve rutubet analizleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar piyasada bulunan tek bazlı vegan yoğurtlarla karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, kinoa bazlı vegan yoğurtların besinsel değer, fonksiyonel özellikler ve duyusal kabul edilebilirlik açısından umut verici bir alternatif olduğunu göstermektedir. Bu değerlerin literatürde yer alan bitkisel bazlı fermente ürünlerle benzerlik göstermesi ve bazı ticari vegan yoğurtlara kıyasla daha yüksek seviyelere ulaşması, geliştirilen ürünün fonksiyonel gıda niteliğini desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan kapasite; bitkisel süt ürünleri; fonksiyonel gıda; kinoa bazlı vegan yoğurt; toplam fenolik madde.

*Sorumlu yazar: ilkayyilmaz@baskent.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK 2209 tarafından desteklenmiştir.

Safran Tağşişinin Tespitinde Akıllı Telefon Tabanlı Görüntü Analizi ve Makine Öğrenmesine Dayalı Hibrit Yaklaşımlar

Negin AZARABADİ*

Gıda İşleme Bölümü, Gıda Kalite Kontrolü ve Analizi Programı, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İstanbul Gelişim Üniversitesi

Safran (*Crocus sativus* L.), yüksek ekonomik değeri nedeniyle tağşişe en açık gıda ürünlerinden biri olup, bu durum hızlı, güvenilir ve sahada uygulanabilir analiz yöntemlerine olan ihtiyacı artırmaktadır. Geleneksel kalite ve saflık değerlendirmesi, ISO 3632 standardı kapsamında UV-Görünür (UV-Vis) spektrofotometrik analizlerle gerçekleştirilmektedir; ancak bu yöntemler zaman, maliyet ve laboratuvar gereksinimleri açısından sınırlılıklar taşımaktadır. Alternatif olarak, CIE *L*a*b** renk uzayına dayalı kolorimetrik yaklaşımlar öne çıkmakta, ancak ölçüm koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir.

Bu çalışmada, *L*a*b** renk parametrelerine dayalı yöntemler sistematik ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş; ekstrakt bazlı analizlerde çözücü etkisi ve optik sapmaların doğruluğu sınırladığı, kuru örneklerde ise daha tutarlı sonuçlar elde edilmesine rağmen numune heterojenliğinin yeterince temsil edilemediği belirlenmiştir.

Bu sınırlamaları aşmak amacıyla, görüntü işleme ve makine öğrenmesi tabanlı yaklaşımlar ele alınmış ve özellikle akıllı telefon tabanlı görüntü analiz sistemlerinin potansiyeli vurgulanmıştır. RGB görüntü analizi ve derin öğrenme algoritmalarına dayalı bu sistemlerin, örneğin tamamından veri elde ederek daha yüksek doğruluk sağladığı değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, mobil cihazlar aracılığıyla hızlı ve örnek bütünlüğünü koruyarak tağşiş tespitine olanak tanıyan entegre hibrit bir yaklaşım önerilmektedir. Önerilen yaklaşım, gıda otantikliğinin sağlanmasında pratik, uygulanabilir ve yüksek doğruluk potansiyeline sahip bir çözüm sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı telefon tabanlı analiz; gıda otantikliği; görüntü işleme; *L*a*b** renk uzayı; makine öğrenmesi; safran; tağşiş.

*Sorumlu yazar: negin.azarabadi@yahoo.com

Çikolata ve Ürünlerinde Poligliserol Polirisinolat (PGPR) Emülgatör Kullanımı

Aslı TOPTAŞ TAĞ*, Mehmet ALİMOĞULLARI

UBC Kimya, İzmir

Çikolatada PGPR (Poligliserol Polirisinoleat) kullanımı, üretim sürecini kolaylaştırmak ve ürünün kıvamını iyileştirmek için oldukça yaygındır. PGPR, çikolatanın viskozitesini (akışkanlığını) düşürür. PGPR kullanımı ile birlikte çikolata ürünlerinde daha az kakao yağı kullanarak aynı akışkanlık elde edilir; böylece maliyet düşürülür. Çikolatanın pürüzsüz ve homojen olmasına katkı sağlar. Genelde çok düşük oranlarda (%0,1–0,5 civarı) eklenir. Çoğunlukla lesitin ile birlikte kullanılır. PGPR'nin çikolata viskozitesi üzerindeki etkisini ölçmek için reolojik analiz yöntemleri kullanılır. Çikolatada yield value (akma gerilimi) ölçümü, sadece akademik bir parametre değil; doğrudan üretim kalitesi ve proses verimliliğini belirleyen kritik bir göstergedir. Çünkü çikolata, akmaya başlamadan önce belirli bir direnci yenmek zorunda olan kompleks bir süspansiyondur. UBC KİMYA olarak farklı tip çikolata bazlı ürünlerde farklı akış beklentilerini karşılamak üzere formülize edilmiş dört farklı tip PGPR ürünümüz bulunmaktadır. BADE ER PGPR ST, BADE ER PGPR EP, BADE ER PGPR PLUS, BADE ER PGPR LF. Sütlü çikolatada %0,1 kullanımda sırasıyla çikolatadaki yield value değerini; %35–45; %50–60; %70–80 aralığında düşürmektedir. BADE ER PGPR LF ürünümüz düşük yağ içeren çikolata ürünleri (%25–30 yağ içeren) için özel olarak formülize edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çikolata; emülgatör; reoloji.

*Sorumlu yazar: aslitoptastag@ubcchemicals.com

Endüstriyel Gıdadan Gastronomik Deneyime X ve Y Kuşaklarında Tüketici Algısının Dönüşümü

Eda KÜLAK*

İstanbul Okan Üniversitesi

Modern gıda tüketimi artık sadece beslenme ihtiyacını karşılayan bir süreç değildir. Aynı zamanda deneyim, anlam ve algının da önemli olduğu bir yapıya dönüşmüştür. Bu değişim özellikle endüstriyel gıda ürünlerinde daha belirgin hale gelmiştir.

Bu çalışmada, endüstriyel gıda ürünlerinin tüketiciler tarafından nasıl gastronomik bir deneyim olarak algılandığının incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada algılanan kalite, güven, otantiklik ve duyusal deneyim boyutları temel alınmıştır. Özellikle gastronomik sunum, hikâyeleştirme ve deneyim tasarımının bu algıyı nasıl şekillendirdiği değerlendirilmiştir.

Araştırmanın örneklemi İstanbul'da yaşayan X ve Y kuşağı tüketiciler olarak belirlenmiştir. Veri toplama süreci için yapılandırılmış bir anket formu tasarlanmıştır. Anket formunun oluşturulmasında, algılanan kalite, güven, otantiklik ve deneyim boyutlarını ölçmeye yönelik ilgili literatürde yer alan ölçeklerden yararlanılmış ve ifadeler araştırma kapsamına uygun biçimde uyarlanmıştır. Araştırma modeli, kuşaklar arası algı farklılıklarının karşılaştırmalı olarak incelenmesine imkân verecek şekilde kurgulanmıştır.

Literatür ve kuramsal çerçeve, gastronomik unsurların endüstriyel gıda ürünlerine yönelik tüketici algısında önemli bir yere sahip olduğunu göstermiştir. Sunum biçimi, ürün anlatısı ve deneyim boyutu, tüketici kabulü açısından temel unsurlar olarak değerlendirilmiştir. X ve Y kuşakları arasında kalite, güven ve otantiklik algısının farklılaşabildiği ilgili çalışmalarda ortaya konmuştur. Bu çerçevede çalışma, endüstriyel gıdaların deneyimsel değer bağlamında ele alınmasına yönelik bir değerlendirme sunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Deneyim; endüstriyel gıda; gastronomi; tüketici algısı; X ve Y kuşağı.

*Sorumlu yazar: behrete@gmail.com

Kiraz Sapı Atıklarından Selüloz Nanokristal (CNC) Üretimi ve Proses Parametrelerinin Nanoyapısal Özellikler Üzerindeki Etkisi**

Eda YILDIZ[1,2,*], Zeynep ALTINTAŞ[1,3]

[1]Biyoesinimli Malzemeler ve Biyosensör Teknolojileri Bölümü, Malzeme Bilimi Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Kiel Üniversitesi, 24143 Kiel, Almanya
[2]Gıda Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06800 Ankara
[3]Kiel Nano, Yüzey ve Arayüz Bilimi (KiNSIS), Kiel Üniversitesi, 24118 Kiel, Almanya

Kiraz sapı atıklarından selüloz nanokristal (CNC) üretimi üç temel aşamadan oluşmaktadır: alkali işlem, ağartma ve asit hidrolizi. Alkali işlemde çözünür hemiselüloz, pektin ve diğer ekstraktif bileşenler uzaklaştırılarak selüloz yapısı saflaştırılmaktadır. Ağartma aşamasında lignin giderilmekte ve beyaz renk oluşumu bu etkinliğin göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Son aşama olan asit hidrolizi ile selüloz lifleri nanokristal boyuta indirgenmektedir. Süreç koşulları CNC özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Bu çalışmada işlem süresi, sıcaklık, kimyasal konsantrasyon ile sonikasyon süresi ve gücü temel proses parametreleri olarak ele alınmış; etkileri parçacık boyutu, PDI, zeta potansiyeli, FTIR ve SEM analizleri ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, proses koşullarındaki değişimlerin CNC özelliklerini belirgin şekilde etkilediğini göstermiştir.

Örneğin, %50 H_2SO_4 ile 20 °C'de 2 saat asit hidrolizi ve %15 genlikte 5–10–15 dakika sonikasyon uygulanan örneklerde parçacık boyutu 262–326 nm, PDI ise yaklaşık 0,6 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, %50 H_2SO_4 ile 50 °C'de 30 dakika hidroliz ve %30 genlikte 5–10 dakika sonikasyon uygulandığında parçacık boyutu 252–335 nm aralığında gözlenmiştir. Buna karşılık, %40 H_2SO_4 ve %30 genlikte 5–10 dakika sonikasyon uygulanan örneklerde parçacık boyutu 370–474 nm'ye yükselmiştir. Tüm örneklerde PDI yaklaşık 0,6 seviyesindedir.

Sonuçlar, asit hidrolizi ve sonikasyon koşullarının CNC'nin boyut özelliklerini belirgin şekilde etkilediğini ve proses optimizasyonunun nanoyapısal özelliklerin kontrolü açısından kritik olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Atık değerlendirmesi; proses optimizasyonu; selüloz nanokristalleri.

*Sorumlu yazar: edaberk@metu.edu.tr
**Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 1059B192302040 proje numaralı burs programı kapsamında desteklenmiştir.

Alternatif Protein Kaynağı Olarak Böcek Proteinlerinden Üretilen Yenilebilir Filmlerin Taze Kesilmiş Elma Küplerinde Uygulanması**

Tuba BUYRUK[1], Özge SÜFER[1,*], Gülşah ÇALIŞKAN KOÇ[2], Osman Cem ALTINCI[3], Azime ÖZKAN KARABACAK[4], Sebahat ÖZTEKİN[5]

[1]Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 80000, Osmaniye
[2]Uşak Üniversitesi, Eşme Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Gıda Teknolojisi Programı, Uşak
[3]Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 80000, Osmaniye
[4]Bursa Uludağ Üniversitesi, Gemlik Asım Kocabıyık Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Programı, Gemlik, Bursa
[5]Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

Bu çalışmada, *Tenebrio molitor, Zophobas morio* ve *Acheta domesticus* proteinleri kullanılarak yenilebilir biyobozunur filmler geliştirilmiş ve bu filmlerin taze kesilmiş elmaların kalite özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Toplam fenolik madde içeriği açısından en yüksek değer 3,48 mg GAE/g film ile *Tenebrio molitor* proteinli filmlerde belirlenirken, DPPH yöntemiyle belirlenen en yüksek antioksidan aktivite 2,06 µmol TE/g film ile *Zophobas morio* proteinli filmlerde saptanmıştır. Ayrıca filmlerin su buharı geçirgenlik değerlerinin 0,79–1,09 × 10^{-5} g/Pa·m·s aralığında olduğu belirlenmiştir. Depolama çalışmaları sonucunda, film kaplanan elma örneklerinde kalite kayıplarının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu görülmüştür. Kaplanmamış örneklerde ağırlık kaybı %17'nin üzerine çıkarken, film uygulanan örneklerde bu değer %7,9–10,2 aralığında kalmıştır. En düşük ağırlık kaybı *Tenebrio molitor* proteinli filmlerde gözlenmiştir. Elde edilen bulgular, böcek proteini bazlı yenilebilir filmlerin sürdürülebilir gıda ambalajlama uygulamaları açısından potansiyel taşıdığını göstermiştir. Bununla birlikte, bariyer ve fonksiyonel özelliklerin geliştirilmesi amacıyla farklı aktif bileşenler ve modifikasyon teknikleriyle desteklenmesinin gelecekteki çalışmalar açısından yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite; biyobozunur ambalaj; böcek proteini; taze kesilmiş elma; yenilebilir film.

*Sorumlu yazar: ozgesufer@hotmail.com.tr
**Bu çalışma, TÜBİTAK 1002-A Hızlı Destek Programı kapsamında desteklenen 124O721 numaralı proje ile gerçekleştirilmiştir.

Gümüş Nanopartiküllerin Gıda Koruyucusu Olarak Kullanım Potansiyelleri

Kübra GÖNÜLLÜ[1,*], Merve KESKİN[2]

[1]Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilecik
[2]Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Bilecik

Gıda güvenliği ve gıdalarda raf ömrünün uzatılması günümüzde halk sağlığı açısından önemlidir. Et, balık, süt ürünleri, taze meyve ve sebzeler mikrobiyal kontaminasyon, oksidasyon, nem kaybı ve fiziksel bozulma gibi faktörler nedeniyle kısa sürede kalite kaybına uğrayabilmekte, bu da zehirlenmelere ve enfeksiyonlara neden olabilmektedir. Geleneksel ambalaj yöntemleri pasif bariyer görevi görmektedir, ancak mikrobiyal gelişimi baskılama ve ürünün tazelik durumunu izleme konusunda sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle son yıllarda aktif, antimikrobiyal ve akıllı ambalaj sistemlerine olan ilgi artmıştır. Nanopartiküller küçük boyut, geniş yüzey alanı ve yüksek yüzey reaktivitesi ile gıda koruma teknolojilerinde önemli fonksiyonel materyaller arasında yer almaktadır. Gümüş, çinko oksit, titanyum dioksit nanopartiküller ile nanokil gibi yapılar biyopolimer bazlı ambalaj filmlerine, yenilebilir kaplamalara ve hidrojel sistemlere entegre edilmektedir. Bu yapılar ambalaj materyaline antimikrobiyal aktivite, mekanik dayanım, antioksidan koruma ve tazelik göstergesi gibi özellikler kazandırabilmektedir. Özellikle geniş spektrumlu antimikrobiyal etkileri nedeniyle gümüş nanopartiküller gıda ambalajı çalışmalarında öne çıkmaktadır. Nanopartikül temelli aktif ve akıllı ambalajlar, gıdalarda raf ömrünü uzatma ve güvenliği izlenebilir hale getirme potansiyeli taşır, fakat yaygın kullanım için düşük migrasyonlu, biyobozunur ve güvenliği kanıtlanmış sistemlerin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada gümüş nanopartiküllerin gıda koruyucu olarak kullanım potansiyelleri ve dezavantajları derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aktif ambalaj; antimikrobiyal etki; gıda koruyucusu; nanopartikül; yeşil sentez.

*Sorumlu yazar: dytkubragonullu@gmail.com

Donuk Vişnelerde Kalite Kayıplarının Önlenmesinde Yenilebilir Kaplama Uygulamaları

İrem Gül KELEŞ, Sedef Melek BAŞ*, Adnan Fatih DAĞDELEN

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Bu deneysel çalışmada, donuk vişnelerin endüstriyel olarak işlenmesi ve soğuk depolanması sırasında meydana gelen kalite kayıplarının önlenmesinde yenilebilir kaplama uygulamalarının kullanım olanakları araştırılmıştır. Dondurulmuş meyve ürünlerinde çözünme aşaması sonrasında sıklıkla oluşan su salınımı, doku bozulması, renk kayıpları ve tanelerin birbirine yapışması gibi fiziksel problemler son ürün kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Literatürde, peynir altı suyu proteini (P) bazlı kaplamaların dondurulmuş somon filetolarında çözünme sonrası su kaybını azalttığı, ağırlık korunumu sağladığı ve genel kalite özelliklerini iyileştirdiği bildirilmiştir. Bu çalışmada ise söz konusu biyopolimerik yaklaşımın donuk vişne matrisindeki uygulanabilirliği detaylıca araştırılmıştır. Bu amaçla, peynir altı suyu proteini (P) ve sodyum aljinat (AJ) bazlı fonksiyonel kompozit kaplama formülasyonları geliştirilmiş ve dondurulmuş vişnelere endüstriyel daldırma yöntemi ile uygulanmıştır. Kaplanan meyve örneklerinde depolama süresince meydana gelen su salınımı, ağırlık kaybı, renk değişimi, tekstürel sertlik özellikleri ve duyusal kalite kriterleri zamana bağlı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerin donuk meyve sektöründe kalite kayıplarının azaltılmasına, ürün raf ömrünün uzatılmasına ve gıda israfının önlenmesine katkı sağlaması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kalite kaybı; vişne; yenilebilir kaplama.

*Sorumlu yazar: sedefmelekb@icloud.com

Bakla Proteininin Çeşitli Koşullar Altında Amiloid Fibril Oluşumunun İncelenmesi: Mekanizmalar, Yapısal Analiz ve Fonksiyonel Uygulamalar**

Derin KOŞAR, Doğa YILMAZ, Elif ÇAVDAROĞLU*

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 35430, Gülbahçe Köyü, Urla, İzmir

Bu çalışmada, bakla proteininin ısıl işlem (80 °C/95 °C; 1–12 saat) ve mikrodalga (MW; 2/5 dk) uygulamalarıyla, farklı NaCl konsantrasyonlarında (0–320 mM) amiloid fibril oluşturma potansiyeli ve tekno-fonksiyonel özelliklere etkisi incelenmiştir. Fibril yapısı FTIR, Thioflavin T (ThT) floresansı ve Atomik Kuvvet Mikroskobisi (AFM) ile karakterize edilmiştir. FTIR dekonvolüsyon analizleri, MW inter-β tabaka içeriğini kontrol seviyesinin (%4) üzerine çıkararak %5,3'e yükselttiğini; 95 °C'nin ise inter-β yerine intra-β tabakayı arttırdığını göstermiştir (%12,2'den %15,2'ye). İntra-β üzerinde sıcaklık, inter-β üzerinde ise NaCl baskın etki göstermiştir. AFM görüntüleri, 80 °C-12 saat ve 95 °C-8 saat (0 mM NaCl) koşullarında karakteristik çizgisel amiloid fibril oluşumunu doğrulamıştır. ThT analizinde en yüksek intensite 95 °C (8–12 saat, 0–80 mM NaCl) grubunda gözlenmiş; intensitenin inter-β yerine intra-β ($r = +0,57$, $p < 0,05$) ve α-heliks ($r = +0,57$, $p < 0,05$) ile pozitif trend gösterdiği saptanmıştır. Tekno-fonksiyonel analizlerde, su tutma kapasitesi kontrolde en yüksek iken (>7 g/g) ısıl işlemle %52–62 azalmış; MW orta değerler (5,09–5,45 g/g) vermiştir. Yağ tutma kapasitesi inter-β ile negatif korelasyon gösterirken ($r = −0,62$, $p < 0,05$) 80 °C–12 saat–0 mM koşulunda kontrolün yaklaşık 1,8 katına ulaşmıştır (7,84 g/g). Emülsiyon kapasitesi tüm koşullarda yüksek bulunmuş (%93,0–98,1); en iyi emülsiyon stabilitesi 80 °C–8 saat–80 mM koşulunda elde edilmiştir (ES7d = %87,1). Rastgele sarmal yapılarla pozitif ($r = +0,65$, $p < 0,05$), β-dönüşü yapılarıyla negatif ($r = −0,59$, $p < 0,05$) korelasyon sergilemiştir. Protein çözünürlüğü (pH 3–10), pH 5'te minimum ile U-şekilli profil sergilemiş; pH 3'te intra-β ile negatif ($r = −0,83$, $p < 0,001$), β-dönüşü ($r = +0,72$, $p < 0,01$) ile pozitif korelasyon göstermiştir. Sonuçlar, gerçekleştirilen fibrilizasyonun, bakla proteininin yağ tutma ve emülsifikasyon başta olmak üzere tekno-fonksiyonel özelliklerini iyileştirmede yenilikçi bir strateji sunduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Amiloid fibril; bakla proteini; FTIR; modifikasyon; tekno-fonksiyonel.

*Sorumlu yazar: elifcavdaroglu@iyte.edu.tr

**Bu çalışma TÜBİTAK-2209/A-2024 tarafından finanse edilmiştir.

Gıda Biyoaktif Bileşenlerinin Nanoenkapsülasyonu ve Terapötik Uygulama Potansiyeli

Eda ÜLKERYILDIZ BALÇIK*

Akdeniz Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 07070, Antalya

ÖZET

Beslenme-sağlık ilişkisinin daha iyi anlaşılması gıdaların yalnızca besin kaynağı olarak değil, aynı zamanda hastalık önleyici ve sağlığı destekleyici işlevsel bileşenler olarak değerlendirilmesine yol açmıştır. Fenolik asitler, flavonoidler, karotenoidler, vitaminler, esansiyel yağlar, probiyotikler ve bitkisel ekstraktlar gibi biyoaktif bileşenler önemli sağlık etkileri sunmalarına rağmen düşük çözünürlükleri, degradasyonları ve gastrointestinal koşullara duyarlılıkları nedeniyle sınırlı biyoyararlanıma sahiptir. Nanoenkapsülasyon teknolojileri bu kısıtlamaların aşılmasında umut verici bir yaklaşımdır.

Bu bildiride, gıda bazlı nano-taşıyıcı sistemler geliştirme kapsamında; nanolipozom, nanoemülsiyon, iyonik jelleşme, koaservasyon, elektrospraying/elektrospinning ve nanopresipitasyon gibi nanoenkapsülasyon yöntemleri ele alınmış; bu tekniklerin avantajları ve güncel uygulamaları değerlendirilmiştir. Ayrıca doğal/sentetik gıda bazlı nanotaşıyıcıların biyouyumluluk, biyobozunurluk ve toksisite özellikleri ile nano-taşıyıcı olarak salınım mekanizmaları incelenmiştir. Çekirdek-taşıyıcı materyal etkileşimleri, partikül boyutu, stabilizasyonu ve karakterizasyonunun özellikle hedefli taşıma sistemleri üzerindeki etkileri vurgulanmıştır. Güncel çalışmalar, gıda bazlı nanopartiküllerin yalnızca fonksiyonel gıda geliştirmede değil, aynı zamanda taşıyıcı sistemler geliştirmede hedefli taşınma ve kontrollü salınım gibi avantajlar sunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, nanopartiküllerin çevre ve sağlık üzerine toksikolojik-immünolojik etkilerinin henüz öngörülememesi bu sistemlerin uygulamadaki temel sınırlamalardır.

Sonuç olarak, gıda nanopartiküllerinin "nano-taşıyıcı" yaklaşımı sürdürülebilir, biyouyumlu ve hedefe yönelik yeni nesil terapötik sistemlerin geliştirilmesinde güçlü bir potansiyel taşımaktadır. Ancak bu potansiyelin çevre ve sağlık etkilerinin belirlenebilmesi için daha kapsamlı araştırmalar gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşenler; gıda bazlı nano-taşıyıcı sistemler; gıda nanopartikülleri; nanoenkapsülasyon teknikleri; toksisite.

1. GİRİŞ

Gıdalar, beslenmenin ötesinde insan fizyolojik süreçlerini etkileyen fenolik bileşikler, flavonoidler, karotenoidler, vitaminler, esansiyel yağlar, peptitler, prebiyotikler, probiyotikler gibi biyoaktif bileşenler içerir. "Nutrasötik" beslenme ve farmasötik alanlarını bir araya getiren ve gıda kökenli bileşenlerin koruyucu ve destekleyici sağlık etkilerinin önemini yansıtan bir kavramdır (Dogra vd., 2025). Biyoaktif bileşikler, suda düşük çözünürlük, çevresel etkilere (ışık/oksijen/sıcaklık) duyarlılık, gastrointestinal (GIS) ortamda bozunma gibi özellikler gösterdiğinden düşük biyoyararlanıma sahiptir (Pateiro vd., 2021; Hao vd., 2026). Örneğin, β-karoten, kurkumin ve astaksantinin suda çözünürlükleri sırasıyla 0,6, 3,12 ve 7,9 × 10^{-10} ppm

*Sorumlu yazar: edaulkeryildiz@akdeniz.edu.tr

gibi oldukça düşük düzeylerde olup, polifenoller, fitosteroller ve bazı vitaminlerin oral biyoyararlanımları <%5–10 düzeyinde kalabilmektedir (Dima vd., 2020).

Nanoenkapsülasyon, aktif bileşenlerin nano ölçekli taşıyıcı sistemler içinde hapsedilmesi yoluyla çözünürlük ve stabilitelerinin artırılması, çevresel etmenlere karşı korunması ve belirli koşullar altında kontrollü salınım ile biyoyararlanımlarının artırılmasını hedefleyen bir yaklaşımdır (Kamble vd., 2025; Pateiro vd., 2021; Rezagholizade-Shirvan vd., 2024). Gıda nanopartiküllerinin tasarımında, lipid, protein ve karbonhidrat bazlı taşıyıcılar, biyobozunur ve biyouyumlu özellikleri ile dikkat çeker. Bu taşıyıcılar, yüzey aktiflik ve işlenebilirlik özellikleri sayesinde hidrofobik aktif bileşiklerin etkin bir şekilde taşınmasını sağlar (Liu vd., 2024; Maviah vd., 2020; Pateiro vd., 2021).

Bu çalışmanın amacı, gıda nanoenkapsülasyon uygulamalarına güncel bir bakış sunarak, gıda bazlı nanotaşıyıcı sistemlerin üretim yaklaşımlarını karşılaştırmak, gıda nanopartiküllerinin terapötik araştırmaları incelemek, gıda sınıfı nano taşıyıcılar ile tasarlanan hedefli salınım sistemleri geliştirme potansiyelini değerlendirmek ve bu nanopartiküllerin güvenlik ve düzenleyici sınırlarını tartışmaktır.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, gıda biyoaktif bileşenlerin nanoenkapsülasyon uygulamaları incelenmiş; bu biyoaktiflerin nanotaşıyıcılar aracılığıyla taşınmasının terapötik potansiyel üzerindeki etkileri, GIS davranışları ve salınım mekanizmaları ele alınmıştır. Ayrıca, gıda bazlı nanotaşıyıcılar kullanılarak farmasötik etkin maddelerin hedefli salınım çalışmaları da değerlendirilmiştir. Konuyla ilgili güncel çalışmalar değerlendirilerek özellikle gıda nanopartiküllerinin terapötik potansiyelleri, gıda bazlı taşıyıcı materyallerle geliştirilen nano-taşıyıcı sistemler ve uygulama alanları üzerinde durulmuş, güvenlik kısıtlamaları tartışılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Gıda Biyoaktif Bileşenleri ve Nanoenkapsülasyon Yöntemleri

Gıda biyoaktif bileşenleri, fizyolojik işlevleri etkileyerek sağlığı destekleyen polifenoller (fenolik asitler ve flavonoidler), karotenoidler, vitaminler, fitosteroller, uçucu yağlar, terpenler, çoklu doymamış yağ asitleri ve çeşitli bitkisel fitokimyasallardan oluşmaktadır (Nisar ve Wan, 2025). Birçok biyoaktif bileşik kararsızdır ve ışık, sıcaklık, oksijen ve pH değişimleri gibi çevresel koşullara duyarlılık gösterdiğinden işleme ve depolama sürecinde kayıplara uğrar; ayrıca GIS sistemde degradasyona uğradıklarından düşük biyoyararlanıma sahiptir (Kamble vd., 2025). Nanoenkapsülasyon, biyoaktif bileşenleri taşıyıcı sistemler içerisinde hapsederek çözünürlük ve kararlılıklarını artıran, aynı zamanda GIS sistemde kontrollü salınımı ile hücresel geçişini destekleyen bir tekniktir (Hao vd., 2026). Fonksiyonel gıda ve nutrasötik ürünlerin geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılan nanoenkapsülasyon yöntemlerinin formülasyon ve yöntem etkileşimleri dikkate alınarak avantajları ve uygulamaları Tablo 3.1'de karşılaştırmalı olarak özetlenmiştir.

Tablo 3.1. Gıda nanopartikülleri üretiminde nanoenkapsülasyon yöntemleri.

Formül	Yöntem	Aktif bileşen	Taşıyıcı	Avantaj	Uygulama	Sınırlılık	Kaynaklar
Lipid bazlı	**Nanoemülsiyon**	polifenoller karotenoidler vitaminler uçucu yağlar ω-3 yağ asitleri	trigliseritler fosfolipitler + emülgatörler	Çözünürlük, kararlılık ve biyoyararlanımı artırma, kontrollü salınım	Fonksiyonel gıdalar ve nutrasötiklerin tasarımı	Ostwald olgunlaşması, emülgatör bağımlılığı, çevresel koşullara duyarlılık	Kamble vd., 2025; Lüdtke vd., 2025
	Nanolipozom	polifenoller vitaminler peptitler bitkisel ekstraktlar	çift tabakalı fosfolipit veziküller kolesterol stabilizasyonu	Hidrofilik/ hidrofobik bileşikleri taşıma, kontrollü salınım	Fonksiyonel gıda tasarımı ve hedefli taşıma	Lipid oksidasyonu, füzyon/sızıntı sorunları, agregasyon	Garcia-Morales vd., 2025
	Nanoyapılı lipid taşıyıcılar	karotenoidler polifenoller vitaminler lipofilik biyoaktifler	katı/sıvı lipid karışımlar	Yüksek yükleme kapasitesi, Lipofilik bileşiklerin yüksek kararlılığı	Lipofilik bileşikleri hedefli taşıma	Lipid oksidasyonu, üretim karmaşıklığı, fiziksel değişimler	Lüdtke vd., 2025
Protein bazlı	**Nanoemülsiyon**	polifenoller karotenoidler vitaminler uçucu yağlar	zein kazein WPI SPI BSA + emülgatörler	Kolay işlenebilirlik, lipofilik bileşiklerin çözünürlüğünü artırma	Fonksiyonel gıdalar ve nutrasötiklerin tasarımı	pH, iyonik güç ve sıcaklığa duyarlılık, emülgatör bağımlılığı, agregasyon eğilimi	Kamble vd., 2025; Lüdtke vd., 2025
	Nanopresipitasyon	kurkumin resveratrol polifenoller uçucu yağlar bitkisel ekstraktlar	zein kazein WPI gliadin SPI BSA	Basit ve hızlı partikül üretimi, lipofilik bileşiklerin çözünürlüğünü artırma	Lipofilik bileşikleri hedefli taşıma	Organik çözücüyü buharlaştırma gereksinimi	Rahaiee vd., 2023; Ribeiro vd., 2026
	İyonik jelasyon	Antioksidanlar polifenoller peptitler vitaminler	WPI SPI β-Laktoglobulin α-Laktalbumin	Düşük enerji gereksinimi	Hassas biyoaktiflerin korunması ve kontrollü salınım	pH ve iyonik güce duyarlılık; partikül boyutu kontrolü	Bourbon vd., 2019; Zhu vd., 2018

Tablo 3.1. (devam) Gıda nanopartikülleri üretiminde nanoenkapsülasyon yöntemleri.

Formül	Yöntem	Aktif bileşen	Taşıyıcı	Avantaj	Uygulama	Sınırlılık	Kaynaklar
	Koaservasyon	polifenoller peptitler vitaminler uçucu yağlar aromalar	jelatin legumin zein/kitosan kompleksleri	Yüksek kararlılık, kontrollü salınım	Aroma ve hassas biyoaktiflerin korunması	pH/yük oranına yüksek bağımlılık; proses kontrolü ve ölçek büyütme zorluğu	Hong vd., 2020
	Kendiliğinden birleşme (self-assembly)	polifenoller, hidrofobik biyoaktifler, vitaminler	kazein albümin miselleri protein nanotüpleri	Yüksek enkapsülasyon etkinliği, kontrollü salınım	Farmasötik hedefli salınım	Nanopartikül boyutu ve morfolojisi çevresel koşullara duyarlılık	Hong vd., 2020
Karbonhidrat bazlı	**İyonik jelasyon**	polifenoller, vitaminler, bitkisel ekstraktlar, peptitler	kitosan-aljinat-Ca^{2+} kitosan-TPP	Basit ve hızlı üretim, hızlı biyobozunurluk	Fonksiyonel gıdalar ve nutrasötiklerin tasarımı, kontrollü salınım	Polimer yükü, pH, sıcaklık ve iyonik koşullara duyarlılık	Rahaiee vd., 2023; Liu vd., 2020
	Nanopresipitasyon	polifenoller, karotenoidler, hidrofobik biyoaktifler	modifiye nişasta, kitosan, selüloz türevleri	Basit ve hızlı üretim, yüksek yükleme kapasitesi	Hassas biyoaktiflerin korunması ve kontrollü salınım	Organik çözücü uzaklaştırma gereksinimi, üretim koşullarına duyarlılık, agregasyon	Liu vd., 2026; Adeogun vd., 2025
	Kompleks koaservasyon	polifenoller, vitaminler, uçucu yağlar	kitosan-aljinat, kitosan-pektin kitosan-gam arabik	Suda çözünürlük ve kararlılık artışı	Hassas bileşiklerin korunması ve kontrollü salınım	pH ve iyonik güce duyarlılık, agregasyon	Andrade vd., 2025
	İnklüzyon kompleksleşmesi	fenolik asitler aroma bileşikleri uçucu yağlar	α-, β-, γ-siklodekstrin türevleri	Suda çözünürlük ve stabilite artışı, biyoyararlanım iyileştirilmesi	Aroma korunması ve GIS taşınması	Taşıyıcı/biyoaktif yapısına bağlı kompleksleşme, sınırlı yükleme kapasitesi, yüksek maliyet	Lv vd., 2026

Tablo 3.1. (devam) Gıda nanopartikülleri üretiminde nanoenkapsülasyon yöntemleri.

Formül	Yöntem	Aktif bileşen	Taşıyıcı	Avantaj	Uygulama	Sınırlılık	Kaynaklar
Sentetik polimer içeren	**Nanopresipitasyon**	polifenoller, kurkumin bitkisel ekstraktlar, lipofilik biyoaktifler	PLA PLGA PCL PVP Eudragit	Basit, hızlı ve tek adımlı üretim, yüksek yükleme kapasitesi, kontrollü salınım	Biyoaktif hedefli taşıma, nano-taşıyıcı sistemler geliştirme	Organik çözücü uzaklaştırma gereksinimi, güvenlik sınırlamaları	Da Rocha vd., 2020; Siddh vd., 2026
	Tuzla çöktürme (salting-out)	hidrofobik/ hidrofilik biyoaktifler,	PLA PLGA PCL PVP Eudragit	Isı gereksiniminin düşük olması	Polimerik nanopartikül üretimi, hedefli nano-taşıyıcı sistemler geliştirme	Tuzun uzaklaştırılma gereksinimi, güvenlik sınırlamaları	Patadiya vd., 2025
	Kendiliğinden birleşme (self-assembly)	hidrofobik biyoaktifler	PEG–PLA, PEG–PLGA vb. amfifilik blok kopolimerler	Suda çözünürlük ve stabilite artışı, biyoyararlanım iyileştirilmesi	Hedefli -taşıyıcı sistemler/biyoaktif taşıma, kontrollü salınım	Moleküler yapı ve çevresel koşullara bağımlılık	Su vd., 2025
	Flaş nanopresipitasyon (FNP)	polifenoller, kurkumin, bitkisel ekstraktlar, hidrofobik/hidrofilik bileşikler	Proteinler, PLGA/PCL Polimerler lipidler	Çok hızlı ve kontrollü karışma, dar boyut dağılımı, ölçeklenebilirlik potansiyeli	Biyoaktif/ nutrasötik ve nano-taşıyıcı sistemler taşıma sistemleri	Proses kontrolü ve formülasyon optimizasyonu gereksinimi	Ülkeryıldız Balçık vd., 2025
Özel ekipman gerektiren	**Membran nanopresipitasyon (MNP)**	polifenoller, vitaminler, hidrofobik biyoaktifler	protein ve polimer bazlı taşıyıcılar	Kontrollü karışım, homojen partikül oluşumu, sürekli üretime uygunluk	Fonksiyonel gıdalar ve nutrasötiklerin tasarımı	Gözenek tıkanması; özel membran sistemi gereksinimi; ölçek büyütme zorluğu	Trémouille ve Charcosset, 2026
	Elektrospreyleme / elektroeğirme	polifenoller, vitaminler, uçucu yağlar, probiyotikler, peptitler	proteinler, polisakkaritler, sentetik polimerler	Yüksek özgül yüzey alanı, kontrollü/sürdürülebilir salınımı	Probiyotiklerin korunması, Aktif ambalaj nanolifleri	Yüksek voltaj gereksinimi, proses koşullarına yüksek bağımlılık, düşük üretim hızı	Shabanloo vd., 2026

Tablo 3.1. (devam) Gıda nanopartikülleri üretiminde nanoenkapsülasyon yöntemleri.

Formül	Yöntem	Aktif bileşen	Taşıyıcı	Avantaj	Uygulama	Sınırlılık	Kaynaklar
	Nano-püskürterek kurutma	proteinler, peptitler, nükleik asitler, kurkumin	proteinler ve biyopolimerler; jelatin, alginat, kitosan, PLGA, pektin	Doğrudan kuru nanopartikül üretimi, yüksek ürün verimi, dar partikül boyutu dağılımı	Toz fonksiyonel bileşen ve nutrasötik üretimi	Proses parametrelerine güçlü bağımlılık, yüksek viskozitede nozzle tıkanması, düşük üretim kapasitesi, sınırlı ölçeklenebilirlik	Jadhav vd., 2025

Tablo 3.1'de özetlenen nanoenkapsülasyon yöntemleri, gıda biyoaktiflerinin taşınmasında tek bir yöntemin tüm uygulamalar için üstün olmadığını; uygun sistemin biyoaktif bileşiğin fizikokimyasal özellikleri, taşıyıcı materyalin yapısı, hedeflenen salınım profili ve proses gereksinimleri dikkate alınarak seçilmesi gerektiğini göstermektedir. Lipid bazlı nanoenkapsülasyon tasarımları, özellikle vitaminler, karotenoidler ve polifenoller gibi antioksidan bileşiklerin çözünürlüğünü ve stabilitesini artırmakta, ayrıca uzatılmış veya kontrollü salınım yoluyla biyoyararlanımlarını geliştirmektedir (García-Morales vd., 2025). Nanolipozomların çift tabakalı yapısı hidrofilik ve lipofilik bileşiklerin aynı sistem içerisinde taşınmasına olanak vermektedir (Pateiro vd., 2021; Kamble vd., 2025; García-Morales vd., 2025). Protein ve polisakkarit bazlı nanopartiküller, kendiliğinden düzenlenme, koaservasyon, iyonik jelasyon veya nanopresipitasyon gibi yöntemlerle, polifenoller, vitaminler, peptitler, uçucu yağlar ve bitkisel ekstraktlar gibi çeşitli aktif bileşenin korunmasını ve kontrollü salınımını mümkün kılmaktadır (Pateiro vd., 2021; Liu vd., 2024).

Nanopresipitasyon, basit, düşük enerji gerektiren bir yöntem olup hidrofobik bileşiklerin enkapsülasyonuna uygunluğu nedeniyle hem gıda hem de farmasötik sistemlerde yaygın olarak araştırılmaktadır (Mehrotra vd., 2026; Liu vd., 2026; Siddh vd., 2026). Nanopresipitasyon yöntemiyle meyve suyu ile doldurulmuş WPI nanopartiküllerinin ortalama boyutunun 178,3 ± 39,7 nm ve dağılımlarının 0,02 PDI olduğu belirtilmiştir (Ribeiro vd., 2026). Öte yandan, kurkumin içeren kazein nanopartiküllerinin boyut aralığı 80–195 nm olarak belirlenmiş ve boyut dağılımları 0,1 PDI değeriyle rapor edilmiştir (Mehrotra vd., 2026). Flaş nanopresipitasyon (FNP) yöntemi, milisaniye ölçeğindeki hızlı karışım ve süper doygunluk oluşturması sayesinde partikül oluşumunun daha etkin kontrol edilmesine olanak vermektedir. FNP yöntemiyle elde edilen Styrax liquidus yüklü zein nanopartiküllerinin, nanopresipitasyon yöntemine göre daha küçük ve homojen olduğu, ayrıca %82 enkapsülasyon etkinliğinde üretildiği bildirilmiştir (Ülkeryıldız-Balçık vd., 2025). İyonik jelasyon yöntemi ile safran ekstraktı yüklü kitosan-aljinat nanopartiküllerinin küresel yapıda ve %68 enkapsülasyon etkinliği ile üretildiği, ayrıca 48 saate kadar kontrollü salınım gösterdiği bildirilmiştir (Rahaiee vd., 2023). Kompleks koaservasyonda ise kitosan-gam arabik gibi zıt yüklü biyopolimerlerin etkileşiminden yararlanılarak uçucu yağlar ve diğer hassas biyoaktiflerin nanokapsüllenmesi mümkün olmaktadır (Andrade vd., 2025).

Elektrosprey ve elektroeğirme, yüksek elektrik alanın polimer çözeltisini yüklü jet akış haline getirerek sırasıyla nano damlacıklar veya sürekli nanolifler hâline dönüştürülmesine dayanan enkapsülasyon teknikleridir (Shabanloo vd., 2026). Elektrospreyleme/elektroeğirme yöntemi özellikle ısıya duyarlı biyoaktiflerin nanoenkapsülasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır. Resveratrol dolgulu zein nanopartiküllerinin 230–330 nm boyutunda ve %68 enkapsülasyon etkinliğinde üretildiği, serbest resveratrole göre daha sürdürülebilir GIS salınımı sergilediği bildirilmiştir (Panagiotopoulou vd., 2022). Nano püskürterek kurutma yöntemi de ısıya duyarlı biyoaktiflerin korunması ve depolamaya uygun kuru formülasyonlara dönüştürülmesi bakımından nutrasötik geliştirmede yaygın olarak çalışılmaktadır **(**Chellamboli vd., 2025; Jadhav vd., 2025).

3.2. Gıda Bazlı Nano-taşıyıcı Sistemlerin Tasarımı

Gıda biyoaktiflerinin terapötik potansiyelini kısıtlayan en büyük etmen biyolojik erişilebilirliklerinin düşük olmasıdır. Bu nedenle, biyoaktiflerin suda çözünürlüğünü artırmak, enzimatik degradasyondan korumak ve lipid/protein bazlı nano taşıyıcılara hapsetmek, hücresel alımı artırarak biyoyararlanımı iyileştirebilir (Hao vd., 2026). Bu nano yapıların tasarımı, GIS

pH değişimleri, enzimler ve gıda matriksi ile uyumun yanı sıra aktif bileşenin kimyasal yapısına doğrudan bağlıdır (Zhou ve McClements, 2022).

"Gıda bazlı nano-taşıyıcı sistemler" kavramı, gıda kökenli bir aktif bileşiğin herhangi bir nanopartiküle yüklenmesinden daha ileri bir kavramı ifade etmelidir. Nutrasötik ürünlerde belirli fizyolojik işlevlerin desteklenmesi öne çıkarken, nano-taşıyıcı sistemler kavramında tanımlanmış bir hastalığa yönelik önleyici/tedavi edici doz, hedefleme mekanizması, farmakokinetik özellikler, biyodağılım, mukoadezyon, hücresel alım ve toksikolojik güvenlilik parametreleri öne çıkmaktadır (Hao vd., 2026). Başka bir ifadeyle, "nano-taşıyıcı sistemler" yaklaşımında bir aktif bileşenin yalnızca kararlı nanopartiküllerini üretmek değil, bu partiküllerin sindirim boyunca geçirdiği dönüşümü öngörebilmek kritik önemdedir. Bu nedenle, biyoaktif bileşen içeriğinin değişkenliği veya kontaminasyonu gibi standardizasyon zorluğu, biyokimyasal dönüşümün kromatografik veya spektroskopik yöntemlerle izlenememesi ve standart üretim koşullarının optimizasyon gerekliliği gıda kaynaklı bir biyoaktif bileşiğin terapötik amaçlı bir ürüne dönüştürülmesinde temel kısıtlardandır (Wang vd., 2023).

Son yıllardaki çalışmalar gıda biyoaktif bileşenlerinin kontrollü ve hedefe yönelik tasarımında nano-taşıyıcı sistemlerin daha fazla araştırıldığını göstermektedir (Kumari vd., 2026). Tablo 3.2'de gıda nanopartiküllerinin ve gıda bazlı nano-taşıyıcı sistemlerin farmasötik uygulamaları özetlenmiştir.

Tablo 3.2. Gıda nanopartikülleri ve gıda bazlı nano-taşıyıcı sistemlerin farmasötik uygulamaları.

Gıda					
Etken madde	**Yöntem**	**Nanotaşıyıcı**	**Uygulama/Hedef**	**Başlıca avantaj**	**Kaynak**
Kurkumin	Kendiliğinden birleşme (Self assembly)	Zein–soforolipid nanopartikülleri	Nutrasötik	%94 enkapsülasyon etkinliği ve %11 yükleme kapasitesi, suda çözünürlük ve biyoerişilebilirlik artışı	Yuan vd., 2021
Kurkumin	Nanopresipitasyon	Hiyalüronik asit–zein nanopartikülleri	Kolorektal kanser	Serbest kurkumine göre CRC hücrelerinde IC_{50} değerinde %28 azalma, CD44 aracılı hücresel alımda artış, fare modelinde tümör büyümesini %54 baskılama	Liu vd., 2022
Vitamin B12	Nanoenkapsülasyon	Protein–lipid kompozit nanopartiküller	Vitamin eksikliği	Vitamin B12 hücresel alım etkinliğinin 20 kat artışı; *in vivo* sıçan modelinde B12 yetersizliğinin giderilmesi	Arshad vd., 2021
Demir (Fe)	Nanoenkapsülasyon	Katı lipid nanopartiküller (SLN)	Demir eksikliği	Ticari demir tabletlerine kıyasla biyoyararlanımın 4 kat artış	Arshad vd., 2021
Resveratrol	Nanopresipitasyon	SPI-PG nanopartikülleri	Ülseratif kolit	Serbest resveratrole göre daha yüksek in vitro biyoyararlanım, ülseratif kolit ve antioksidan aktivite	Li vd., 2023
Kurkumin-resveratrol	Nanoyapılı lipid taşıyıcı	Lipid nanopartikülleri	Romatoid artrit	%76 enkapsülasyon etkinliğinde nanoformülasyon ile eklem iyileşmesi artışı ve serbest bileşiklere göre daha güçlü antiinflamatuvar etki	Abbas vd., 2021
Zerdeçal	Nanopresipitasyon	Zein- Na-Cas-kitosan nanopartikülleri	Böbrek ve karaciğer kanseri	Ekstrakt yüklü nanopartiküller böbrek ve karaciğer tümör hücrelerine karşı sitotoksik/antiproliferatif aktivite göstermiştir.	Agostinho vd., 2025
Sığla yağı ekstrakt	Nanopresipitasyon / Flaş nanopresipitasyon	PCL nanopartikülleri	Peptik ülser, Mide kanseri	%87,36 ve %76,61 enkapsülasyon etkinliğinde nanoformülasyon 200 µg/mL'de %55,80 ve %54,69 üreaz inhibisyonu, ayrıca AGS mide adenokarsinom hücrelerinde güçlü inhibisyon.	Ülkeryıldız-Balçık vd., 2025
Nar kabuğu ekstraktı	Nanopresipitasyon	Zein nanopartikülleri	Karaciğer kanseri	%99,31 enkapsülasyon etkinliğinde nanoformülasyon 24 saate kadar kontrollü salınım. HepG2 hücrelerinde serbest ekstrakta kıyasla IC_{50} yaklaşık 2,5 kat azalma.	Mohsen vd., 2024
Ficus religiosa (hint inciri) yaprak ekstraktı	İyonik jelasyon	Kitosan nanopartikülleri	Peptik ülser	%84 enkapsülasyon etkinliğinde nanoformülasyon %71 ülser inhibisyonu ve serbest ekstraktan daha güçlü gastroprotektif etki.	Anjum vd., 2025

Tablo 3.2. (devam) Gıda nanopartikülleri ve gıda bazlı nano-taşıyıcı sistemlerin farmasötik uygulamaları.

Gıda					
Yıldız anason ekstraktı	İyonik jelasyon	Kitosan nanopartikülleri	Akciğer kanseri	NCI-H460 akciğer kanseri hücrelerinde serbest ekstraktan daha güçlü, doza bağlı sitotoksisite.	Abdelaziz vd., 2024
Yeşil çay ekstraktı	Nanoenkapsülasyon	Kitosan nanopartikülleri	Prostat kanseri	%6 yeşil çay ekstraktı yüklü nanopartiküller PC-3 prostat kanseri hücrelerinde sitotoksisite ve apoptoz.	Alqahtani vd., 2026
Farmasötik					
Etken madde	**Yöntem**	**Nanotaşıyıcı**	**Uygulama/Hedef**	**Başlıca avantaj**	**Kaynak**
Doksorubisin (DOX)	Flaş nanopresipitasyon	Aljinat- zein nanopartiküller	Kanser tedavisi	%77,9 enkapsülasyon etkinliği ve %16,3 yükleme kapasiteli nanopartiküllerden sürekli DOX salınımı.	Ye vd., 2022
Dosetaksel	Nanopresipitasyon	Kondroitin sülfat ile hibritlenmiş zein nanopartiküller	Prostat kanseri	157,8 nm boyutlu ve %64 enkapsülasyon etkinliği ile yaklaşık 72 saat sürekli salınım, PC-3 prostat kanseri hücrelerinde geliştirilmiş antitümör etkinlik.	Lee, 2021
Paklitaksel + JQ1	Nanopresipitasyon	zein nanopartiküller	Triple-negatif meme kanseri	<200 nm, PDI 0,1–0,2; her iki -taşıyıcı sistemler için yaklaşık %35 enkapsülasyon etkinliği; kanser hücrelerinde tekli -taşıyıcı sistemler formülasyonlarından daha güçlü sitotoksik aktivite.	Celano vd., 2022
Sorafenib	Koaservasyon	Deve sütü kazeini nanopartikülleri	Karaciğer kanseri	230 nm boyut, 0,261 PDI, −14,4 mV zeta potansiyeli ve %96 enkapsülasyon etkinliği; HepG2 hücrelerine karşı sitotoksik etkinlik	Mittal vd., 2024
Donepezil hidroklorür	Nanoemülsiyon	PLGA nanopartiküller	Alzheimer hastalığının tedavisi	136,37 nm, PDI 0,122, zeta-potansiyel −24,17 mV, EE %69,22; sürekli salınım	Kömür vd., 2025
Paklitaksel	Kendiliğinden birleşme (Self assembly)+ HA yüzey kaplama	Sığır sütü kazeini nanopartikülleri	Melanom	%93,1 enkapsülasyon etkinliği ile A375 melanom hücrelerinde %61 inhibisyon farelerde tümör inhibisyonu %74,6.	Wang vd., 2022
Doksorubisin	Kendiliğinden birleşme (Self assembly)+ yüzey modifikasyonu	Whey protein nanopartikülleri	Triple-negatif meme kanseri	4T1 tümörlü farelerde, serbest DOX'a göre daha yüksek antitümör etkinlik.	Singh vd., 2022

3.3. Nanotaşıyıcıların Taşıma ve Salınım Performansını Belirleyen Mekanizmalar

Gıda sistemleri ile tasarlanmış nanopartiküllerin taşıma performansı yalnız yüksek enkapsülasyon etkinliği veya yükleme kapasitesi ile değil aynı zamanda GIS ortamında kararlılığın korunması, kontrollü salınım ve epitel bariyerden geçiş gibi süreçlerle belirlenir (Islam vd., 2026). Gıda matriksi, sindirim enzimleri, safra tuzları ve pH geçişleri partikül yüzeyini etkileyerek başlangıçtaki kararlı özellikleri değiştirebilir (Zhou ve McClements, 2022).

Bu performansı belirleyen en temel özelliklerden biri partikül boyutu ve yüzey alanıdır (Han vd., 2024; Awuchi vd., 2022). Nano boyut, partikülün yüzey alanı/hacim oranını ve sulu ortamdaki dispersiyonu artırırken, mukus tabakasıyla etkileşimi ve GIS sistemde kalış süresini de iyileştirir (Lei ve Lee, 2024; Sophian, 2026). Aynı zamanda, partiküllerin yüzey yükü ve kimyasal yapısı da kolloidal stabiliteyi ve mukus-hücre membranı etkileşimini doğrudan etkiler. Yüzey yükünün yetersiz olduğu veya iyonik gücün arttığı koşullarda partiküllerde agregasyon meydana gelebilir (Li vd., 2023). Aktif bileşen ile taşıyıcı arasındaki hidrofobik etkileşimler, hidrojen bağları, van der Waals kuvvetleri ve elektrostatik etkileşimler, aktif maddenin nanoyapı içinde tutulmasını ve salınım hızını kontrol eder. Salınım, pH, enzim ve iyonik güç gibi GIS uyaranlar yoluyla taşıyıcı matristen difüzyon, erozyon veya parçalanma mekanizmalarıyla gerçekleşir (Hao vd., 2026). Bu şekilde, taşıyıcı yapısının değişimini sağlayarak, uyaran-duyarlı ve bölgeye özgü kontrollü salınım tasarımı mümkün hale gelir (Sophian, 2026). Sonuç olarak, nanotaşıyıcıların yüzeylerinin ligand veya biyolojik olarak tanınabilen fonksiyonel gruplarla modifikasyonu, reseptör-aracılı hedefli hücresel alımı destekleyebilir. Örneğin, hiyalüronik asit-zein nanopartiküllerinde, HA ve CD44 etkileşiminin kurkuminin hücresel alımını ve antikanser etkinliğini arttırdığı görülmüştür (Liu vd., 2022).

Gıda proteinlerinin aktif bileşenlerle hidrofobik, elektrostatik ve hidrojen bağları ile etkileşimi, güçlü bir matriste enkapsülasyon sağlaması ve GIS sistemde pH değişimi ve proteazlar tarafından hidrolizi protein kimyasına ve konformasyonuna göre değişmektedir (Maviah vd., 2020). Zeinin hidrofobik amino asitlerce zengin yapısı lipofilik bileşiklerin matriste güçlü biçimde tutulmasını sağlarken, whey protein ve kazein gibi daha esnek protein yapıları daha zayıf bir matris oluşturur ve GIS sistemde enzimler tarafından parçalanması ile aktif bileşiğin salınımı hızlanır (Sophian, 2026). Karbonhidrat bazlı nanopartiküllerde salınım daha çok matriksin su alarak şişmesi, iyonizasyonu, gevşemesi ve erozyonu mekanizmaları ile kontrol edilir. Kitosan, alginat ve pektin gibi polisakkaritlerin çok sayıda $–NH_2$, –COOH ve –OH grubu içermesi bu sistemleri özellikle pH-duyarlı hale getirir. Kitosanın amino grupları düşük pH'da matriksin şişmesine neden olarak aktif bileşenin difüzyonunu hızlandırabilirken, alginatın karboksil grupları düşük pH'da yapıyı daha kompakt hale getirerek salınımı baskılayabilir (Shen vd., 2023; Sophian, 2026). Kitosan nanopartiküllerinde aktif bileşenin polimer ağı içerisinden difüzyonu, polimer zincirlerinin gevşemesi ve şişmesiyle birlikte kontrollü salınım oluşturabildiği gösterilmiştir (Alqahtani, 2026). Lipid bazlı nanopartiküllerde ise salınım mekanizması lipid matriksin kristal düzeni, lipid sindirimi ve aktif bileşiğin misellere hapsolması ile kontrol edilir. Nanoyapılı lipid taşıyıcılarda katı ve sıvı lipidlerin birlikte bulunması matrisin kristal örgüsünde kusurlar ve amorf bölgeler oluşturarak aktif bileşiğin hem daha fazla yüklenmesine hem de matriksten daha kolay ve kontrollü biçimde salınımına olanak sağlar (Han vd., 2024; Sophian, 2026). Öte yandan GIS sistemde lipaz ve safra tuzları lipid matrisi parçalayarak biyoaktif bileşiğin serbest kalmasına ve karma miseller ile kolloidal sindirim ürünleri oluşmasına neden olarak biyoerişilebilirliği etkileyebilir (McClements vd., 2021). Sentetik polimer bazlı nanopartiküllerin salınım mekanizması polimerin molekül ağırlığı, monomer oranı, kristalliği ve hidrofobikliği ile kontrol edilir ve salınım ester bağlarının

hidrolizi ile gerçekleşir (Patadiya vd., 2025). Sentetik polimer bazlı taşıyıcılar doğal taşıyıcılardan daha öngörülebilir ve uzun süreli salınım avantajı sağlasa da organik çözücü kalıntısı, asidik bozunma ürünleri ve gıda uygulamalarındaki düzenleyici sınırlamalar önemli dezavantajlardır (Han vd., 2024; Awuchi vd., 2022).

3.4. Gıda nanopartikülleri ile Hastalık Önleyici Hedefli Taşıma Sistemleri Geliştirilmesi

Gıda nanopartikülleri, biyoaktif bileşiklerin GIS koşullarda korunması ve hastalıkla ilişkili dokulara etkin bir şekilde taşınması açısından gıda ile farmasötik uygulamalar arasında önemli bir köprü oluşturmaktadır (Sophian, 2026). Gıda biyoaktifleri ile nano-taşıyıcı sistemler yaklaşımının en görünür kesişim alanlarından biri kanser araştırmalarıdır. Hiyalüronik asit–zein nanopartikülleri ile taşınan kurkuminin, CD44 aracılığıyla hücresel alımının arttığı ve serbest kurkumine kıyasla kolorektal kanser hücrelerinde IC_{50} değerini %26–28 oranında düşürdüğü, ayrıca tümör gelişimini %54 oranında engellediği rapor edilmiştir (Liu vd., 2022). Resveratrolün SPI-PG nanopartiküllerine entegre edilmesi, serbest formuna kıyasla daha üstün in vitro biyoyararlanım ve antioksidan aktivite göstermiş, ayrıca ülseratif kolite karşı etkili bir koruma sağladığı tespit edilmiştir (Li vd., 2023). Bitkisel ekstraktların gıda sınıfı nanotaşıyıcılara yüklenmesi de antikanser potansiyelini arttırmaktadır. Zein nanopartiküllerine %99 enkapsülasyon etkinliği ile yüklenen nar kabuğu ekstraktının HepG2 hücrelerindeki IC_{50} değerini serbest ekstrakta göre yaklaşık 2,5 kat azalttığı bildirilmiştir (Mohsen vd., 2024). Benzer bir şekilde, zerdeçal ekstraktı içeren zein–Na-Cas–kitosan nanopartiküllerinin, 786-O böbrek ve HUH7.5 karaciğer tümör hücrelerinde hücre çoğalmasını önleyici bir etki gösterdiği raporlanmıştır (Agostinho vd., 2025). Kitosan nanopartikülleriyle taşınan yıldız anason ve yeşil çay ekstraktlarının sırasıyla akciğer ve prostat kanseri modellerinde serbest ekstraktlara kıyasla daha güçlü antikanser etki gösterdiği bildirilmiştir (Abdelaziz vd., 2024; Alqahtani vd., 2026).

Hastalık önleyici uygulamalar yalnızca kansere odaklanmamaktadır. Kitosan nanopartiküllerine yüklenen *Ficus religiosa* ekstraktının gastrik ülser modelinde %71 oranında ülser inhibisyonu sağlaması nanotaşıyıcıların gastroprotektif potansiyelini vurgulamaktadır (Anjum vd., 2025). Ayrıca protein-lipid kompozit nanopartiküllerin vitamin B12'nin hücresel alımını 20 kat, katı lipid nanopartiküllerin ise Fe'in biyoyararlanımını 4 kat arttırdığı bildirilmiş ve bu nanopartiküller beslenmeye bağlı hastalıkların önlenmesinde umut verici bulunmuştur (Arshad vd., 2021). Dolayısıyla gıda bazlı nanopartiküller yalnızca biyoaktif bileşenlerin stabilitesini ve biyoyararlanımını artıran pasif enkapsülasyon sistemleri olarak değil; yüzey modifikasyonu, kontrollü salınım ve reseptör aracılı hücresel alım gibi mekanizmalarla belirli doku ve hücrelere yönlendirilebilen, antikanser ve hastalık önleyici yeni nesil hedefli taşıma platformları olarak değerlendirilebilir.

3.5. Gıda Nanopartiküllerinin Güvenliği

Gıda nanopartiküllerinin fonksiyonel gıda ve nutrasötik uygulamalarındaki hızlı gelişimine karşın, güvenlik ve standardizasyon belirsizlikleri uygulamada temel sınırlılıklardır (Sophian, 2026; Waqar vd., 2026). Nanopartiküllerin güvenliği, yalnızca taşıyıcı materyalin gıda sınıfı veya GRAS niteliğinde olmasına bağlı değildir; bunun yanı sıra, partikül boyutu ve dağılımı, zeta-potansiyeli, morfolojisi, enkapsülasyon etkinliği, yükleme kapasitesi, depolama stabilitesi, GIS sindirimi/salınımı, biyoyararlanımı ve toksisite özellikleri gibi faktörlerin de değerlendirilmesi gerekmektedir (Waqar vd., 2026). Özellikle GIS sistemdeki biyokimyasal dönüşümler partikül özelliklerini değiştirerek sindirim, mukozal penetrasyon, hücresel alım ve potansiyel toksisiteyi etkileyebilmektedir (Zhou ve McClements, 2022). Öte yandan,

nanopartiküllerin uzun süreli kullanımı sonucunda ortaya çıkabilecek sitotoksik, genotoksik, immünojenik etkiler ile doku ve organ birikimi etkilerinin de değerlendirilmesi gerekmektedir (Sophian, 2026; Corteggio vd., 2024). Doğal polimerler, biyobozunur, biyouyumlu ve düşük toksisite özellikleri ile sentetik nanopartiküllere kıyasla daha güvenlidir (Abdulraheem vd., 2025; Cushen vd., 2012). Ancak zamanla doku/organ birikimi, hücresel işlev bozukluğu, inflamasyon ve bağırsak mikrobiyotasında dengesizliklere neden olabilir. Öte yandan özellikle bitkisel/hayvansal protein bazlı nano taşıyıcıların alerjik ve immünolojik potansiyelleri açıklığa kavuşturulmalıdır (Corteggio vd., 2024).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), gıda ürünlerinde nanopartiküllerin nanospesifik karakterizasyonunun risk değerlendirmesi açısından önemini belirtmektedir (EFSA Scientific Committee, 2021). FDA, çoğu sentetik polimerlerin gıda nanopartikül üretiminde kullanılmasını onaylasa da EFSA; PEG, PVA ve PVP'nin gıda ürünlerinde kullanımını riskli bulmaktadır (EFSA Scientific Committee, 2009).

Hammadde standardizasyonu yanında üretim ölçeğinin büyütülmesi, tekrarlanabilirlik, çözücü kalıntıları, toksikolojik ve immünolojik verilerin yetersizliği gibi sınırlılıklar gıdadan-nano-taşıyıcı sistemler geliştirme yaklaşımının önündeki teknik engellerdir (Chellamboli vd., 2025). Gıda nanopartiküllerinin hastalık önleyici hedefli taşıma sistemlerine dönüştürülmesinde, teknolojik etkinliğin yanı sıra risk değerlendirmesi, uzun dönem toksikolojik çalışmalar, karakterizasyon ve sindirim protokollerinin standardizasyonu ile uluslararası düzenleyici otoritelerin birlikte ele alınması, bu sistemlerin laboratuvar ortamından güvenli ticari ve klinik uygulamalara aktarılabilmesi için kritik öneme sahiptir (Zhou ve McClements, 2022; Sophian, 2026; Waqar vd., 2026).

4. SONUÇ

Gıda biyoaktif bileşenlerinin nanoenkapsülasyonu, gıda bilimi ile farmasötik nanoteknoloji arasında önemli bir ortak araştırma alanı oluşturmuştur. Bu çalışmada, gıda biyoaktif bileşenlerinin düşük çözünürlük, kimyasal kararsızlık ve sınırlı biyoyararlanım gibi temel kısıtlarının nanoenkapsülasyon yoluyla azaltılabileceği; kontrollü salınım, yüzey modifikasyonu ve reseptör-aracılı hücresel alım mekanizmalarından yararlanarak hastalık önleyici uygulamalara yönelik hedefli taşıma sistemlerinin geliştirilebileceği ortaya konmuştur. Ayrıca, gıda sınıfı nano taşıyıcıların farmasötik etkin maddelerin taşınmasında da kullanılabildiği ve uygun formülasyon koşullarında serbest etkin maddelere kıyasla avantajlar sağlayabildiği gösterilmiştir. Gıda nanopartiküllerinin fonksiyonel gıdadan ziyade farmasötik amaçlarla değerlendirilebilmesi için yalnızca yüksek enkapsülasyon etkinliği veya küçük partikül boyutu yeterli olmayıp; terapötik doz, hedefleme mekanizması, GIS dönüşüm, farmakokinetik özellikler, biyodağılım, hücresel alım ve toksikolojik güvenliliğin kapsamlı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, bu partiküllerin güvenli ve standardize ürünlere dönüştürülmesi için *in vivo* ve klinik doğrulamaların yanı sıra güvenlik ve düzenleyici çerçevelerin geliştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Abdelaziz, M. A., Alalawy, A. I., Sobhi, M., Alatawi, O. M., Alaysuy, O., Alshehri, M. G., Mohamed, E. I., Abdelaziz, M. M., Algrfan, I. A., & Mohareb, R. M. (2024). Elaboration of chitosan nanoparticles loaded with star anise extract as a therapeutic system for lung cancer: Physicochemical and biological evaluation. *International Journal of Biological Macromolecules, 279*, 135099.

Abdulraheem, M. I., Moshood, A. Y., Zang, Y., Mawof, A., Zhang, Y., Raghavan, V., & Hu, J. (2025). Nanoparticles in food and agriculture: An overview of research progress, prospects and current knowledge. *Food Biophysics, 20*, 61.

Abbas, H., El-Deeb, N. M., & Zewail, M. (2021). PLA-coated Imwitor® 900 K-based herbal colloidal carriers as novel candidates for the intra-articular treatment of arthritis. *Pharmaceutical development and technology*, *26*(6), 682-692.

Adeogun, O., Lawal, M., Adekunle, A., Nejo, O., & Oluwa, O. K. (2025). Biocompatible nanopolymer coating based on chitosan nanoprecipitation containing guava oil to control fruit rot, enhance defense-related enzymes, and quality of chili pepper. *Future Postharvest and Food, 2*(3), 335–360.

Agostinho, M. S. P., Nardino, D. A., Dusman, E., dos Santos, F. I., Bressiani, P. A., Meurer, E. C., Tonin, L. T. D., Aranha, A. C. R., Defendi, R. O., Suzuki, R. M., & Sipoli, C. C. (2025). Nanoencapsulation of turmeric bioactive compounds in zein nanoparticles: Optimization, characterization, and anticancer potential. *ChemistrySelect, 10*, e202501485.

Alqahtani, L. S. (2026). Dual-functional green tea polyphenol loaded chitosan nanoparticles for eradication of uropathogenic biofilm and induction of apoptotic pathways in prostate cancer cells. *Applied Biochemistry and Biotechnology, 198*, 6750–6784.

Andrade, S. C. A., Uchôa, A. F. C., Formiga, A. L. D., Cardoso, A. L. M. R., Magalhães, N. S. S., França, R. O., dos Santos, S. G., Magnani, M., Xavier-Junior, F. H., & Stamford, T. C. M. (2025). Development of optimized *Origanum vulgare* L. essential oil-loaded chitosan/gum Arabic nanocapsules by complex coacervation. *ACS Omega, 10*(42), 50652–50665.

Anjum, S., Soliman, M. M., Althobaiti, F., Albattal, S. B., Dar, M. R., Inam, M., Khan, A. K., Elshehawi, A., & Mujahid, H. (2025). Impacts of *Ficus religiosa*-loaded chitosan nanoparticles against indomethacin-induced peptic ulcer in rats: Promising therapy with enhanced bioavailability and gastro-protective activity. *Toxicology Research, 14*, tfaf034.

Arshad, R., Gulshad, L., Ul-Haq, I., Farooq, M. A., Al-Farga, A., Siddique, R., Manzoor, M. F., & Karrar, E. (2021). Nanotechnology: A novel tool to enhance the bioavailability of micronutrients. *Food Science & Nutrition, 9*(6), 3354–3361.

Awuchi, C. G., Morya, S., Dendegh, T. A., Okpala, C. O. R., & Korzeniowska, M. (2022). Nanoencapsulation of food bioactive constituents and its associated processes: A revisit. *Bioresource Technology Reports, 19*, 101088.

Bourbon, A. I., Pereira, R. N., Pastrana, L. M., Vicente, A. A., & Cerqueira, M. A. (2019). Protein-based nanostructures for food applications. *Gels, 5*(1), 9.

Celano, M., Gagliardi, A., Maggisano, V., Ambrosio, N., Bulotta, S., Fresta, M., Russo, D., & Cosco, D. (2022). Co-encapsulation of paclitaxel and JQ1 in zein nanoparticles as potential innovative nanomedicine. *Micromachines, 13*(10), 1580.

Chellamboli, C., Muthamizhi, K., Ramalakshmi, S., Karthikeyan, C., Lo, S. C., & Rajkumar, S. (2025). Recent advances in agri-food waste valorisation and nanoencapsulation of bioactive compounds for sustainable development. *Discover Food, 5*, 355.

Corteggio, A., Heinzl, T., Boraschi, D., Voci, S., Gagliardi, A., Cosco, D., & Italiani, P. (2024). Safety of zein nanoparticles on human innate immunity and inflammation. *International Journal of Molecular Sciences, 25*(21), 11630.

Cushen, M., Kerry, J., Morris, M., Cruz-Romero, M., & Cummins, E. (2012). Nanotechnologies in the food industry: Recent developments, risks and regulation. *Trends in Food Science & Technology, 24*(1), 30–46.

Da Rocha, L. V. M., Merat, L. C., de Menezes, L. R., Finotelli, P. V., da Silva, P. S. R. C., & Tavares, M. I. B. (2020). Extract of curcuminoids loaded on polycaprolactone and pluronic nanoparticles: Chemical and structural properties. *Applied Nanoscience, 10*, 1141–1156.

Dima, C., Assadpour, E., Dima, S., & Jafari, S. M. (2020). Bioavailability and bioaccessibility of food bioactive compounds: Overview and assessment by in vitro methods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 19*(6), 2862–2884.

Dogra, A., Nandini, Kumar, R., Nagar, S., Kumar, S., Singh, A., Garg, N., Jit, S., Malhotra, J., Singh, A., & Bala, K. (2025). Nutraceuticals: A futuristic approach in the field of biotechnology and nanotechnology. *Indian Journal of Natural Products and Resources, 16*(4), 568–583.

EFSA Scientific Committee. (2009). The potential risks arising from nanoscience and nanotechnologies on food and feed safety. *EFSA Journal, 7*(3), 958.

EFSA Scientific Committee. (2021). Guidance on technical requirements for regulated food and feed product applications to establish the presence of small particles including nanoparticles. *EFSA Journal, 19*(8), 6769.

García-Morales, J., Fimbres-Olivarría, D., González-Vega, R. I., Bernal-Mercado, A. T., Aubourg-Martínez, S. P., López-Gastélum, K. A., Robles-García, M. A., Ornelas-Paz, J. J., Ruiz-Cruz, S., & Del-Toro-Sánchez, C. L. (2025). Nanoliposomes as effective vehicles of antioxidant compounds in food and health. *International Journal of Molecular Sciences, 26*(12), 5523.

Han, Y., Pei, Y., Wang, J., Xiao, Z., Miao, Y., Wang, Z., Zhang, F., Hou, W., Yi, Y., & Chen, S. (2024). Research progress on the nano-delivery systems of food-derived bioactive components. *Food Bioscience, 62*, 105189.

Hao, M., Tan, X., Liu, K., & Xin, N. (2026). Nanoencapsulation of nutraceuticals: Enhancing stability and bioavailability in functional foods. *Frontiers in Nutrition, 12*, 1746176.

Hong, S., Choi, D. W., Kim, H. N., Park, C. G., Lee, W., & Park, H. H. (2020). Protein-based nanoparticles as drug delivery systems. *Pharmaceutics, 12*(7), 604.

Islam, S., Nabi, M. H. B., Ahmad, I., & Zzaman, W. (2026). Encapsulation in food systems: From technique-driven approaches to functional, scalable, and sustainable industrial applications. *International Journal of Food Science, 2026*, 7367634.

Jadhav, K., Kole, E., Abhang, A., Rojekar, S., Sugandhi, V., Verma, R. K., Mujumdar, A., & Naik, J. (2025). Revealing the potential of nano spray drying for effective delivery of pharmaceuticals and biologicals. *Drying Technology, 43*(1–2), 90–113.

Kamble, M. G., Singh, A., Singh, S. V., Kamble, M. G., Sagar, N. A., & Rani, N. (2025). Nanotechnology for encapsulation of bioactive components: A review. *Discover Food, 5*, 116.

Kömür, M., Kıyan, H. T., & Öztürk, A. A. (2025). Development of donepezil hydrochloride-loaded PLGA-based nanoparticles for Alzheimer's disease treatment. *Scientific Reports, 15*, 13184.

Kumari, K., Tripathy, S., & Srivastav, P. P. (2026). Emerging encapsulation techniques for controlled and targeted delivery of bioactive compounds in food and nutraceutical systems. *Frontiers in Nutrition, 13*, 1826702.

Lee, H. S., Kang, N. W., Kim, H., Kim, D. H., Chae, J. W., Lee, W., Song, G. Y., Cho, C. W., Kim, D. D., & Lee, J. Y. (2021). Chondroitin sulfate-hybridized zein nanoparticles for tumor-targeted delivery of docetaxel. *Carbohydrate Polymers, 253*, 117187.

Lei, Y., & Lee, Y. (2024). Nanoencapsulation and delivery of bioactive ingredients using zein nanocarriers: Approaches, characterization, applications, and perspectives. *Food Science and Biotechnology, 33*, 1037–1057.

Li, W., Bi, D., Yi, J., Yao, L., Cao, J., Yang, P., Li, M., Wu, Y., Xu, H., Hu, Z., & Xu, X. (2023). Soy protein isolate-polyguluronate nanoparticles loaded with resveratrol for effective treatment of colitis. *Food Chemistry, 410*, 135418.

Liu, L., McClements, D. J., Liu, X., & Liu, F. (2024). Overcoming biopotency barriers: Advanced oral delivery strategies for enhancing the efficacy of bioactive food ingredients. *Advanced Science, 11*, 2401172.

Liu, Q., Cai, W., Zhen, T., Ji, N., Dai, L., Xiong, L., & Sun, Q. (2020). Preparation of debranched starch nanoparticles by ionic gelation for encapsulation of epigallocatechin gallate. *International Journal of Biological Macromolecules, 161*, 481–491.

Liu, L., Yang, S., Chen, F., & Cheng, K. W. (2022). Hyaluronic acid-zein core-shell nanoparticles improve the anticancer effect of curcumin alone or in combination with oxaliplatin against colorectal cancer via CD44-mediated cellular uptake. *Molecules, 27*(5), 1498.

Liu, S., Lin, Y., Fu, X., Xia, Q., Xiao, N., Liu, Y., Liu, R. H., & Xia, W. (2026). Malt endogenous amylase-hydrolyzed nanostarch for anthocyanin encapsulation by nanoprecipitation: Fabrication, characterization and evaluation. *Food Chemistry, 500*, 147530.

Lüdtke, F. L., Silva, T. J., da Silva, M. G., Hashimoto, J. C., & Ribeiro, A. P. B. (2025). Lipid nanoparticles: Formulation, production methods and characterization protocols. *Foods, 14*(6), 973.

Lv, J., Ren, Y., Zhang, Y., Fan, Y., & Wang, G. (2026). Characterization and mechanism of ferulic acid/γ-cyclodextrin inclusion complex: Stoichiometric optimization and application in active food packaging films. *Food Research International, 239*, 119517.

Maviah, M. B. J., Farooq, M. A., Mavlyanova, R., Veroniaina, H., Filli, M. S., Aquib, M., Kesse, S., Boakye-Yiadom, K. O., & Wang, B. (2020). Food protein-based nanodelivery systems for hydrophobic and poorly soluble compounds. *AAPS PharmSciTech, 21*, 101.

McClements, D. J., Das, A. K., Dhar, P., Nanda, P. K., & Chatterjee, N. (2021). Nanoemulsion-based technologies for delivering natural plant-based antimicrobials in foods. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 5*, 643208.

Mehrotra, M., Singh, S., Kansal, N., Verma, K., Kumar, A., & Sagar, N. A. (2026). Formulation of casein-curcumin nanodispersions using microfluidization and nano-precipitation methods: Cytotoxicity and in vitro release in a mango drink. *Sustainable Food Technology, 4*, 842–850.

Mittal, A., Mahala, N., Dhanawade, N. H., Dubey, S. K., & Dubey, U. S. (2024). Evaluation of the cytotoxic activity of sorafenib-loaded camel milk casein nanoparticles against hepatocarcinoma cells. *Biotechnology Journal, 19*, 2300449.

Mohsen, S., Bakr, M. M., ElDegwy, M. A., Abouhussein, D. M. N., Fares, A. R., & ElMeshad, A. N. (2024). Pomegranate extract-loaded surfactant-free zein nanoparticles as a promising green approach for hepatic cancer: Optimization and in vitro cytotoxicity. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences, 10*, 73.

Nisar, M. F., & Wan, C. (2025). Nanotechnology-based delivery systems for enhanced bioavailability of antioxidant compounds in fruits and vegetables. *Current Research in Nutrition and Food Science, 13*(Special Issue), 1–15.

Panagiotopoulou, M., Papadaki, S., & Krokida, M. (2022). Formation and characterization of zein electrosprayed nanoparticles containing bioactive compounds. *South African Journal of Chemical Engineering, 40*, 32–47.

Patadiya, A., Mehta, D., & Karuppiah, N. (2025). Bridging nature and nanotechnology: A review on the potential of herbal nanoparticles in medicine. *E3S Web of Conferences, 619*, 05005.

Pateiro, M., Gómez, B., Munekata, P. E. S., Barba, F. J., Putnik, P., Bursać Kovačević, D., & Lorenzo, J. M. (2021). Nanoencapsulation of promising bioactive compounds to improve their absorption, stability, functionality and the appearance of the final food products. *Molecules, 26*(6), 1547.

Rahaiee, S., Shojaosadati, S. A., & Hashemi, M. (2023). An efficient ionic gelation-based nano-delivery system to improve the stability and controlled release of saffron extracts. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 52*, 102831.

Rezagholizade-Shirvan, A., Soltani, M., Shokri, S., Radfar, R., Arab, M., & Shamloo, E. (2024). Bioactive compound encapsulation: Characteristics, applications in food systems, and implications for human health. *Food Chemistry: X, 24*, 101953.

Ribeiro, D. N., de Medeiros, F. G. M., da Silva, E. S., Passos, T. S., & Hoskin, R. T. (2026). From by-product to bioactive ingredients: Comparing spray drying and nanoprecipitation to create sustainable fruit powders. *Food and Humanity, 6*, 101116.

Shabanloo, R., Akbari, S., & Haghighatkish, M. (2026). A review of the electrospinning of polymer solutions with essential oils. *Journal of Microencapsulation*. Advance online publication.

Shen, M., Liu, S., Jiang, C., Zhang, T., & Chen, W. (2023). Recent advances in stimuli-response mechanisms of nano-enabled controlled-release fertilizers and pesticides. *Eco-Environment & Health, 2*, 161–175.

Siddh, S., Tripathi, B., & Nunia, V. (2026). Redefining nanoquercetin synthesis: A modern nanoprecipitation method for enhanced efficiency. *Separation Science and Technology, 61*(3–5), 639–652.

Singh, S., Maurya, P., Rani, S., Mishra, N., Nisha, R., Singh, P., & Saraf, S. A. (2022). Development of doxorubicin hydrochloride-loaded whey protein nanoparticles and its surface modification with N-acetyl cysteine for triple-negative breast cancer. *Drug Delivery and Translational Research, 12*, 3047–3062.

Sophian, A. (2026). Nanoencapsulation of bioactive compounds: Recent advances in food systems for enhanced stability and bioavailability. *Food Chemistry, 520*, 149594.

Su, P., Wang, Z., Chai, T., Zhang, M., & Jin, G. (2025). Oral polymer nanoparticles containing curcumin and berberine hydrochloride based on cerebroprotein hydrolysate-phospholipid crown ether self-assembly: Evaluation of nanoparticle properties and in vivo targeting. *European Polymer Journal, 236*, 114169.

Trémouille, L., & Charcosset, C. (2026). Preparation of liposomes, lipid nanoparticles, or polymer nanoparticles by nanoprecipitation and their purification: Where are membrane processes? *Current Opinion in Colloid & Interface Science, 82*, 101989.

Ülkeryıldız-Balçık, E., Sahin-Nadeem, H., Cosgun, G., Konuk-Takma, D., Yıldıztekin, M., Gezen, A., Yazici, E., Oylumlu, E., Tanriover, G., & Torun, M. (2025). Polycaprolactone nanoparticles as a delivery vehicle for *Styrax liquidus*: Therapeutic effects on ulcer and gastric cancer cells. *Process Biochemistry, 157*, 42–55.

Wang, M., Zhang, Y., Fei, Z., Xie, D., Zhang, H., Du, Q., & Jin, P. (2022). Hyaluronan oligosaccharides-coated paclitaxel-casein nanoparticles with enhanced stability and antitumor activity. *Nutrients, 14*(19), 3888.

Wang, H., Chen, Y., Wang, L., Liu, Q., Yang, S., & Wang, C. (2023). Advancing herbal medicine: Enhancing product quality and safety through robust quality control practices. *Frontiers in Pharmacology, 14*, 1265178.

Waqar, M., Vasanthkumar, S. S., Ullah, Q., Awlqadr, F. H., Arshad, M. T., Panpipat, W., Chaijan, M., Kirkusawi, S. H. M., & Laryea, E. (2026). Nanoencapsulation in functional foods: Improving delivery, stability, and sustainability of bioactive compounds. *International Journal of Food Science and Technology, 61*(1), vvag020.

Ye, W., Zhang, G., Liu, X., Ren, Q., Huang, F., & Yan, Y. (2022). Fabrication of polysaccharide-stabilized zein nanoparticles by flash nanoprecipitation for doxorubicin sustained release. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 70, 103183.

Yuan, Y., Huang, J., He, S., Ma, M., Wang, D., & Xu, Y. (2021). One-step self-assembly of curcumin-loaded zein/sophorolipid nanoparticles: Physicochemical stability, redispersibility, solubility and bioaccessibility. *Food & Function, 12*(13), 5719–5730.

Zhou, H., & McClements, D. J. (2022). Recent advances in the gastrointestinal fate of organic and inorganic nanoparticles in foods. *Nanomaterials, 12*(7), 1099.

Zhu, Y., Chen, X., McClements, D. J., Zou, L., & Liu, W. (2018). pH-, ion- and temperature-dependent emulsion gels: Fabricated by addition of whey protein to gliadin-nanoparticle coated lipid droplets. *Food Hydrocolloids, 77*, 870–878.

Ultrasonikasyon Destekli ve Geleneksel Maserasyon ile Aromatik Zeytinyağlarının Biyoaktif Bileşenlerce Zenginleştirilmesi**

Rukiye SOLAK[1], Deniz GÜNAL KÖROĞLU[2,*], Semra TURAN[1]

[1]Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu
[2]Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Serdivan, Sakarya

Aromatik zeytinyağı üretiminde maserasyon teknikleri, yağın duyusal özelliklerinin yanı sıra fonksiyonel bileşenlerini değiştiren etkili bir yaklaşımdır. Özellikle ultrasonikasyon destekli maserasyon, ekstraksiyon verimini artırarak zeytinyağının biyoaktif profilini güçlendiren yenilikçi bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Ultrasonikasyon destekli maserasyon ile elde edilen aromatik zeytinyağlarında, genlik ve süreye bağlı olarak toplam fenolik madde (14,21–26,17 mg GAE/100 g) ve tokoferol miktarı (220–403 mg/kg) önemli ölçüde artmıştır. Yüksek genlik (%90–96) ve orta sürelerde (15–30 dk) biyoaktif bileşen ekstraksiyonu maksimuma ulaşmıştır. Serbest yağ asidi miktarı %0,86–1,18 aralığında saptanmıştır. Yanıt yüzey metodolojisi ile belirlenen optimum koşullarda (~%90 genlik, 15 dk) yüksek fenolik ve tokoferol içeriği ile düşük asitlik gözlenmiştir. Natürel zeytinyağına kıyasla aromatik yağlar daha yüksek antioksidan kapasite göstermiştir.

Maserasyon yöntemiyle elde edilen aromatik zeytinyağları, kontrol zeytinyağına kıyasla biyoaktif bileşenler açısından zenginleşmiştir. Özellikle ultrasonikasyon destekli maserasyon örneklerinde tokoferol miktarı en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Geleneksel maserasyon ise daha sınırlı etki göstermiştir. Serbest yağ asidi miktarı düşük kalmış (%0,70–0,95) ve kalite korunmuştur. Yağ asidi kompozisyonu değişmemiş, oleik asit ~%74 oranında saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre aromatik zeytinyağı hazırlanmasında ultrasonikasyon destekli maserasyon tekniğinin geleneksel maserasyon tekniğine kıyasla daha etkili olduğu ve daha kısa sürede zeytinyağlarının biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilebildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Aromatik zeytinyağı; maserasyon; ultrasonikasyon; yanıt yüzey metodolojisi.

*Sorumlu yazar: denizkoroglu@sakarya.edu.tr
**Bu çalışma Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2025-TDR-009 proje numarası ile desteklenmiştir.

Havuç Posasından Mikrokristal Selülozun Yeşil Üretimi ve Antioksidan Özelliklerinin Karakterizasyonu

Hilal MERAL*, Aslıhan DEMİRDÖVEN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tokat

Gıda endüstrisi yan ürünlerinin katma değeri yüksek fonksiyonel bileşenlere dönüştürülmesi, sürdürülebilir üretim yaklaşımlarının temel odak noktalarından biri hâline gelmiştir. Bu çalışmada, havuç işleme prosesinden elde edilen ve diyet lifi açısından zengin havuç posasından mikrokristalin selüloz (MCC) üretimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen örneklerin antioksidan özellikleri kapsamlı olarak incelenmiştir. MCC üretiminde otoklavlama ve ultrason ön işlemlerinin etkisi değerlendirilmiş, süreç Cevap Yüzey Yöntemi (RSM) kullanılarak optimize edilmiştir. Optimum koşullarda MCC verimi %36,62 olarak belirlenmiş olup bu değer, geleneksel asit hidrolizi yöntemi (%31,40) ile elde edilen verimden daha yüksek bulunmuştur. Antioksidan analiz sonuçlarına göre, DPPH yönteminde en yüksek değer ticari MCC örneğinde belirlenirken, ABTS ve FRAP değerleri otoklavlama-ultrason ön işlemleri ile elde edilen MCC örneğinde en yüksek seviyede tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği ise en yüksek asit hidrolizi ile üretilen MCC örneğinde saptanmıştır. Elde edilen bulgular, MCC örneklerinin fenolik bileşik içeriği ile antioksidan kapasite arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak, havuç posasından otoklavlama ve ultrason ön işlemleri ile elde edilen MCC'nin ticari örneklerle kıyaslandığında dikkat çekici fonksiyonel özellikler sergilediği bu anlamda gelecekteki araştırmalar için bir temel oluşturarak, farklı tarımsal atıkların değerlendirilmesi ve yeşil teknolojilerin geliştirilmesi yönünde önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekstraksiyon; havuç posası; mikrokristalin selüloz; optimizasyon.

*Sorumlu yazar: hilal.meral@gop.edu.tr

Berberis vulgaris Kaynaklı Peptit Fraksiyonlarının Yapısal, Kolloidal ve Termal Özellikleri Üzerine Etkisi**

Fahriye Şeyma ÖZCAN[1,*], Nihat ÖZCAN[1], Muhammed Allam ELNASANELKASIM[2], Fatih BOZKURT[3], Osman SAĞDIÇ[3]

[1]TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, İklim ve Yaşam Bilimleri Başkan Yardımcılığı, Kocaeli
[2]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Hatay
[3]Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği, İstanbul

Bitkisel kaynaklı peptitler, fonksiyonel gıda ve nutrasötik uygulamalardaki potansiyelleri nedeniyle yoğun ilgi görmekte olup, peptitlerin biyolojik ve teknolojik özellikleri büyük ölçüde molekül ağırlıkları ve yapısal organizasyonlarından etkilenmektedir. Bu çalışmada, ultrason destekli derin ötektik çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen Berberis vulgaris protein izolatı alkalaz enzimi ile hidrolize edilmiş ve ultrafiltrasyon kullanılarak >10 kDa, 3–10 kDa ve < 3 kDa peptit fraksiyonlarına ayrılmıştır. Hidroliz derecesi 180 dakikalık reaksiyon sonunda %15,73 ± 0,14'e ulaşmış ve protein yapısında ileri düzey parçalanma meydana gelmiştir. FTIR analizleri, hidroliz ve membran fraksiyonlamanın sekonder yapıda önemli değişikliklere yol açtığını göstermiştir. Protein izolatında %15,98 α-heliks ve %45,57 β-tabaka yapısı belirlenirken, düşük molekül ağırlıklı fraksiyonlarda α-heliks içeriğinin azalması ve rastgele bobin yapılarının artması, daha düzensiz ve esnek peptit konformasyonlarının oluştuğunu ortaya koymuştur. Zeta potansiyeli değerleri −19,83 ± 1,16 ile −33,90 ± 0,98 mV arasında değişmiş, en yüksek kolloidal stabilite >10 kDa fraksiyonunda gözlenmiştir. DSC analizlerinde protein izolatının 100 °C denatürasyon sıcaklığına sahip olduğu, buna karşın fraksiyonların farklı termal geçiş davranışları sergilediği, >10 kDa fraksiyonunun 140,7 °C ile daha yüksek termal stabilite gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, alkalaz hidrolizi ve ultrafiltrasyon temelli fraksiyonlama işlemleri peptitlerin sekonder yapısını, kolloidal davranışını ve termal özelliklerini önemli ölçüde değiştirmiş; özellikle düşük molekül ağırlıklı peptit fraksiyonlarının biyoaktif peptit üretimi için uygun adaylar olabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif peptitler; fonksiyonel özellikler; fraksiyonlama.

*Sorumlu yazar: seyma.bayraktar@tubitak.gov.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından ikili işbirliği projesi kapsamında 123N424 numarası ile desteklenmiştir.

Geliştirilen Kızgın Buhar Destekli Ankastre Fırın Prototipinde Bütün Tavuk Pişirilmesi: Pişirme Parametrelerinin Bazı Kalite Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi**

Ahmet Tarık CAN[1], Ecenaz GÜLEN[1], Özge FİLİZ[1], Meryem TÜMER[1], Deryanur KALKAVAN[2], Özgül ÖZDESTAN OCAK[3], Figen KAYMAK ERTEKİN[3,*]

[1]Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir
[2]Ar-Ge Merkezi, Arçelik A.Ş., İstanbul
[3]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Bu çalışmada, kızgın buhar destekli ankastre fırında bütün tavuk pişirme işlemleri farklı sıcaklık, buhar debisi ve süre kombinasyonlarında gerçekleştirilmiştir. Pişirme uygulamaları 200, 220 ve 250 °C sıcaklıklarda, 5–11,5 mL/dak aralığında değişen buhar debilerinde ve 30, 40 ve 50 dakikalık sürelerde yürütülmüştür. Pişirilen örneklerde ağırlık kaybı, su tutma kapasitesi (STK), renk özellikleri (L^*, a^*, b^*, esmerleşme indisi, Chrome, hue ve ΔE) ile tekstürel özellikler (delme, kesme ve tekstür profil analizi) incelenmiştir. Sonuçlar, sıcaklık, süre ve buhar debisinin ürün kalitesi üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermiştir. Denenen pişirme koşullarında sıcaklık, süre ve buhar debisinin artmasıyla birlikte ağırlık kaybı ve esmerleşme indisi değerleri artarken, STK değerleri azalmıştır. Düşük sıcaklıklarda sınırlı düzeyde yüzey renk oluşumu gözlenirken, yüksek sıcaklıklarda daha belirgin kabuk gelişimi ve karakteristik kızarmış tavuk görünümü elde edilmiştir. Tekstür analizleri, sıcaklık artışına bağlı olarak yüzey sertliğinin arttığını, buna karşılık göğüs etinde daha yumuşak bir yapının oluştuğunu ortaya koymuştur. Bulgular, kızgın buhar destekli fırın teknolojisinin bütün tavuk pişirmede istenilen renk gelişimi, uygun tekstürel özellikler ve homojen pişmişlik sağlama potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Bütün tavuk; kızgın buhar destekli fırın; renk özellikleri; tekstürel özellikler.

*Sorumlu yazar: figen.ertekin@ege.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından TEYDEB 1505 Programı kapsamında 5250001 proje numarası ile ve ARÇELİK A.Ş. tarafından desteklenmiştir.

Kızgın Buharlı Pişirme Teknolojisinin Ekmek Kalitesi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi ve Pişirme Kalite Metriğinin Oluşturulması**

Ecenaz GÜLEN[1], Ahmet Tarık CAN[1], Özge FİLİZ[1], Meryem TÜMER[1], Deryanur KALKAVAN[2], Özgül ÖZDESTAN OCAK[3], Figen KAYMAK ERTEKİN[3,*]

[1]Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 35040 İzmir
[2]ARÇELİK A.Ş., 34445, İstanbul
[3]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 35040 İzmir

Kızgın buharlı fırınlar, doygun buhara ek ısı verilerek elde edilen yüksek sıcaklıklı buharın kullanıldığı yenilikçi pişirme sistemleridir. Literatürde bu sistemlerle ilgili çalışmalar büyük ölçüde et ve et ürünlerine odaklanırken, hamur ürünleri üzerine yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı, farklı pişirme sıcaklığı, süre ve buhar debisinin kızgın buharlı fırında pişirilen ekmeklerin fiziksel, renk ve tekstürel kalite özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemektir. Ön denemelerde 180 °C ve 220 °C sıcaklıklarda gerçekleştirilen pişirmelerde sırasıyla yetersiz pişme ve aşırı kabuk sertleşmesi gözlendiğinden, çalışma sıcaklık aralığı 190–210 °C olarak belirlenmiştir. Ayrıca 5–11,5 mL dk^{-1} aralığında farklı buhar debileri değerlendirilmiş ve bu doğrultuda deneyler yürütülmüştür. Pişirme sonrasında ağırlık kaybı, yükseklik değişimi, hacim, spesifik hacim, renk parametreleri ve tekstürel özellikler analiz edilmiştir. En yüksek hacim (1296 cm^3) ve spesifik hacim (2,88 $cm^3\ g^{-1}$) 200 °C, 30 dakika ve 10,5 mL dk^{-1} koşulunda elde edilirken, en düşük ağırlık kaybı %6,44 ile 190 °C, 30 dakika ve 10 mL dk^{-1} koşulunda belirlenmiştir. Buna karşılık en yüksek ağırlık kaybı %15,92 ile 210 °C, 50 dakika ve 10 mL dk^{-1} koşulunda gerçekleşmiştir. Sonuçlar, sıcaklık, pişirme süresi ve buhar debisinin ekmeklerin kalite özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini ve kızgın buharlı pişirme sistemlerinin hamur ürünlerinde kullanım potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ankastre fırın; buhar debisi; ekmek; kızgın buhar; pişirme.

*Sorumlu yazar: figen.ertekin@ege.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK TEYDEB 1505 5250001 nolu proje ve ARÇELİK A.Ş. tarafından desteklenmektedir.

Farklı Starter Kültür ve Ekşi Hamur Kullanımının Tarhana Hamurlarının Uçucu Bileşen Profili Üzerindeki Etkileri**

Furkan DEMİRGÜL*

Doğuş Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, İstanbul

Bu çalışmada, farklı starter kültür kullanımının tarhana aroma profiline etkisini belirlemek amacıyla, proteolitik laktik asit bakterileri (Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis PFC341, Lactiplantibacillus plantarum PFC74 ve Levilactobacillus brevis PFC80) ve Tip 1 ekşi hamur ile 21 günlük fermantasyonla dört farklı tarhana hamuru üretilmiştir. Fermente edilmemiş hamur kontrol grubu olarak değerlendirilmiş ve uçucu madde profilleri GC-MS ile incelenmiştir. Bulgular, starter kültürlerin tarhananın aromatik özellikleri üzerinde suşa özgü metabolik farklılıklar yarattığını ortaya koymuştur. Kontrol örneğinde uçucu profilin temelini ham madde (yoğurt, un, nane ve sebzeler) kaynaklı olduğu düşünülen serbest yağ asitleri ve terpenler oluşturmaktadır. Buna karşın, L. delbrueckii subsp. lactis PFC341 suşu ile üretilen örnekte gül benzeri aromayla karakterize edilen fenetil alkol ve meyvemsi etil dekanoat; L. plantarum PFC74 suşunun kullanıldığı örnekte etil asetat ve fenetil asetat gibi meyvemsi aroma bileşikleri; L. brevis PFC80 suşunun kullanıldığı örnekte fırınlanmış ekmek aromasıyla ilişkilendirilen 3-metil-1-butanol ve etil nonanoat; ekşi hamurlu örnekte ise fenetil asetat (bal/gül) ve izoamil asetat (muz) gibi bileşikler dikkat çekici bulunmuştur. Sonuç olarak, starter kültür seçiminin tarhana fermantasyonunda uçucu bileşiklerin oluşumunda belirleyici rol oynadığı ve ürüne duyusal katma değer kazandırılmasında suş bazlı teknolojik optimizasyonun önemi ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Laktik asit bakterileri; starter kültür; tarhana; uçucu bileşikler.

*Sorumlu yazar: fdemirgul@dogus.edu.tr

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 1001 Programı kapsamında 123O453 proje numarası ile desteklenmiştir.

Fındık ve Zeytin Yaprağı Tozu ve Ekstraktları Katkılı Polilaktik Asit Filmlerin Aktif Gıda Ambalaj Filmi Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması

Emre BAHADIR[1,*], Adnan Fatih DAĞDELEN[2]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa
[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Gıda ambalajları alanında petrol bazlı plastiklere alternatif arayışı sürmektedir. Biyobozunur bir polimer olan ve gıda ambalajlarına çevreci bir çözüm sunan polilaktik asit (PLA), son zamanlarda bu alanda oldukça önem kazanmıştır. Bu çalışmada, PLA ana matrisine, kurutulmuş fındık ve zeytin ağacı yapraklarından elde edilen tozların (35–65 µm partikül boyut aralığında) farklı oranlarda ve ekstraktlarının sabit oranlarda eklenmesiyle aktif özellik gösteren biyobozunur ambalaj geliştirilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen filmler; temel özellikler ve antioksidan aktivite açısından değerlendirilmiş ve katkı maddesi içermeyen PLA filmleri ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan mekanik, bariyer, renk, FTIR, ışık geçirgenliği, opaklık ve antioksidan aktivite analizleri sonucunda, genel olarak fındık yaprağı tozu içeren filmlerin, zeytin yaprağı tozu içeren filmlere kıyasla daha olumlu sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Bariyer özellik analizlerinde %2 oranında fındık tozu eklenen filmde bariyer özellik aynı oranda zeytin yaprağı tozu eklenen filmden %35,1 ve kontrol filminden %24,3 daha iyi bir performans sergilemiştir. Aktif bileşen içeren filmlerde oran arttıkça mekanik ve bariyer özellikler zayıflamış, ışık geçirgenliği ise azalmıştır. Filmlerde aktif bileşen içeren filmler, antioksidan aktivite yönünden oldukça başarılı bulunmuştur. Sonuçlar, fındık yaprağı tozunun biyobozunur PLA ambalajlarında doğal bir aktif bileşen olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, sürdürülebilirlik açısından tarımsal yan ürünlerin katma değerli ambalaj materyalleri üretiminde kullanılabilirliğini göstermesi bakımından da büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aktif ambalajlama; biyobozunur film; fındık yaprağı; PLA; zeytin yaprağı.

*Sorumlu yazar: emreb448@gmail.com

Laktoferrin ve Osteopontin Kompleksinin *in silico* ve *in vitro* Antimikrobiyal Aktivitesinin ve Isıl İşlem Stabilitesinin Değerlendirilmesi

Büşra SEVİM*, Evrim GÜNEŞ ALTUNTAŞ

Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara

ÖZET

Anne sütü biyoaktif proteinlerinden laktoferrin (LF) ve osteopontin (OPN), yenidoğan bağışıklığında ve patojenlere karşı savunmada önemli roller üstlenmektedir. Ancak donör sütlerine uygulanan ısıl işlemler biyoaktivite kayıplarına yol açabilmektedir. Bu çalışmada, OPN'nin tek başına ve LF ile kompleks halindeyken barındırdığı antimikrobiyal potansiyelinin in silico tahmini ve HTST işlemine tabi tutulmuş/tutulmamış üç farklı hacimsel orandaki (3:1, 5:1, 8:1) LF:OPN komplekslerinin sinerjistik kapasitelerinin in vitro agar spot yöntemiyle patojenlere karşı değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın in silico aşamasında, OPN dizisindeki potansiyel antimikrobiyal peptit (AMP) bölgeleri CAMPR3 ve AntiBP3 araçlarıyla analiz edilmiştir. Hesaplamalı sonuçlar, OPN'nin 53–74 ve 112–131 amino asit bölgelerinde AMP potansiyelinin varlığını tahmin etmiştir. *In vitro* testlerde, ısıl işlemsiz kontrol grubundaki 3:1 LF:OPN oranı, tüm patojenlere karşı serbest proteinlerden daha geniş inhibisyon zonları oluşturmuştur. Çalışılan konsantrasyonda serbest LF için ısıl işlem öncesinde veya sonrasında ölçülebilir inhibisyon zonu gözlenmezken, 3:1 LF:OPN karışımı HTST sonrasında *Escherichia coli* (~10 mm), *Streptococcus mutans* (~11 mm), *Listeria monocytogenes* (~9,5 mm) ve *Pseudomonas aeruginosa* (~8 mm) karşısında ölçülebilir aktivitesini sürdürmüştür. Ortaya konan bu yapısal-fonksiyonel bulgular, LF ve OPN için detaylı ileri analizlerin gerekliliğini işaret ederken, elde edilen sonuçların biyoaktif protein içerikli gıdaların işlenmesi ve geliştirilmesi açısından yeni bir perspektif sunacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal peptit; HTST; laktoferrin; osteopontin; sinerjistik etki; süt biyoaktif proteinleri.

1. GİRİŞ

Anne sütü, yenidoğanın büyüme ve gelişimi için gerekli besin öğelerinin yanı sıra bağışıklık sisteminin olgunlaşmasına, gastrointestinal sistemin gelişimine ve enfeksiyonlara karşı korunmaya katkı sağlayan çok sayıda biyoaktif bileşen içermektedir. Bu bileşenler arasında yer alan laktoferrin (LF); demir bağlama kapasitesi, antimikrobiyal aktivitesi ve immünomodülatör işlevleri nedeniyle anne sütünün temel savunma proteinlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Lönnerdal, 2003). Osteopontin (OPN) ise insan sütünde yüksek miktarda bulunan; hücre adezyonu, immün yanıtın düzenlenmesi ve intestinal gelişim gibi çeşitli biyolojik süreçlerde görev alan, yüksek derecede fosforillenmiş ve asidik bir glikoproteindir (Sørensen ve Christensen, 2023).

Donör anne sütü ve süt kökenli ürünler, mikrobiyolojik güvenliğin sağlanabilmesi amacıyla ısıl işleme tabi tutulmaktadır. Bununla birlikte ısıl işlem; proteinlerin konformasyonu, çözünürlüğü ve biyolojik aktivitesi üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. Yüksek sıcaklık-kısa süre uygulaması olarak tanımlanan HTST (High Temperature Short Time), genellikle 72 °C'de 15 saniye uygulanmakta ve daha uzun süreli pastörizasyon işlemlerine kıyasla biyoaktif süt

*Sorumlu yazar: busrasevimm@gmail.com

bileşenlerinin korunması açısından avantaj sağlayabilmektedir. Ancak LF gibi ısıya duyarlı proteinlerin miktar ve fonksiyonlarında HTST sonrasında da azalma meydana gelebildiği bildirilmektedir (Kontopodi vd., 2022). Bu nedenle biyoaktif proteinlerin ısıl işlem koşullarındaki stabilitesinin artırılmasına yönelik protein-protein etkileşimlerinin araştırılması önem taşımaktadır.

LF ve OPN, zıt elektrostatik özellikleri nedeniyle birbirleriyle yüksek afiniteyle etkileşebilmektedir. Katyonik özellikteki birden fazla LF molekülünün, anyonik OPN molekülü üzerindeki farklı bağlanma bölgeleriyle etkileşerek kompleks oluşturabildiği ve yüksek afiniteli etkileşimler için ayrışma sabitinin yaklaşık 10^{-6} M düzeyinde olduğu bildirilmiştir (Yamniuk vd., 2009). LF kompleksinin tekil proteinlere kıyasla in vitro sindirime karşı daha kararlı olduğu, intestinal hücreler tarafından bağlanma ve alımının arttığı ve bazı biyolojik aktivitelerinin farklılaştığı gösterilmiştir (Liu vd., 2019). OPN'nin intrinsik olarak düzensiz protein karakteri, farklı bağlanma yüzeylerine uyum sağlamasına ve etkileşime bağlı olarak değişken konformasyonlar oluşturmasına olanak tanımaktadır (Morris vd., 2021). Bu özellik, OPN'nin ısıl işlem sırasında LF'nin yapısal ve fonksiyonel davranışını modüle edebilecek esnek bir moleküler eşlikçi olarak görev yapabileceğini düşündürmektedir.

LF'nin antimikrobiyal aktivitesi ayrıntılı biçimde araştırılmış olmasına karşın OPN'nin doğrudan veya dolaylı antimikrobiyal potansiyeli yeterince açıklığa kavuşturulmamıştır. OPN yüksek negatif yüke sahip olduğundan çoğunlukla katyonik özellik gösteren klasik antimikrobiyal peptitlerden farklılaşmaktadır. Bununla birlikte intrinsik olarak düzensiz proteinlerin çevresel koşullara ve moleküler etkileşimlere bağlı olarak farklı konformasyonlar kazanabilmesi, OPN dizisinde normal koşullarda erişilebilir olmayan potansiyel biyoaktif bölgelerin bulunabileceğini düşündürmektedir. Protein dizilerindeki aday antimikrobiyal peptit bölgelerinin hesaplamalı yöntemlerle taranması, deneysel olarak incelenebilecek kısa fonksiyonel bölgelerin belirlenmesinde etkili bir ön değerlendirme yaklaşımıdır. Ancak bu tahminlerin biyolojik aktiviteyi tek başına kanıtlamadığı ve belirlenen aday bölgelerin ileri deneysel çalışmalarla doğrulanması gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada, insan OPN dizisindeki potansiyel antimikrobiyal peptit bölgelerinin CAMPR3 ve AntiBP3 araçları kullanılarak in silico olarak belirlenmesi ve farklı hacimsel oranlarda hazırlanan LF karışımlarının HTST öncesi ve sonrasındaki antimikrobiyal aktivitelerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 3:1, 5:1 ve 8:1 LF hacimsel oranlarında hazırlanan karışımların seçilmiş Gram-pozitif ve Gram-negatif indikatör mikroorganizmalara karşı oluşturdukları inhibisyon zonları incelenmiştir. Çalışmanın temel hipotezi, LF ve OPN arasındaki etkileşimlerin antimikrobiyal aktiviteyi modüle edebileceği ve belirli LF oranlarının serbest proteinlere kıyasla daha belirgin ve HTST sonrasında kısmen korunabilen bir antimikrobiyal etki gösterebileceğidir.

2. YÖNTEM

2.1. OPN Dizisinin Elde Edilmesi ve Antimikrobiyal Peptit Bölgelerinin Tahmini

İnsan osteopontinine (hOPN) ait amino asit dizisi UniProt veri tabanından elde edilmiştir. OPN dizisindeki potansiyel antimikrobiyal peptit bölgelerinin belirlenmesinde CAMPR3 ve AntiBP3 web tabanlı tahmin araçlarından yararlanılmıştır. CAMPR3 analizinde, antimikrobiyal peptitlerin sınıflandırılması amacıyla destek vektör makinesi (Support Vector Machine, SVM) ve rastgele orman (Random Forest, RF) algoritmaları kullanılmıştır. Tahmin edilecek maksimum peptit uzunluğu, sunucunun varsayılan ayarı olan 20 amino asit olarak bırakılmıştır.

Algoritmalar tarafından 0–1 aralığında hesaplanan antimikrobiyal peptit olasılık değerlerinden 0,60'ın üzerinde bulunan sonuçlar değerlendirmeye alınmıştır (Waghu vd., 2016).

AntiBP3 aracında hOPN dizisi, Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere karşı antibakteriyel aktivite gösterme potansiyeli taşıyan bölgelerin belirlenmesi amacıyla ayrı ayrı analiz edilmiştir. AntiBP3 tarafından belirlenen potansiyel başlangıç bölgeleri ve peptit dağılımları, CAMPR3 ile elde edilen tahminlerle birlikte değerlendirilmiştir (Bajiya vd., 2024). Hesaplamalı analiz sonuçları, doğrudan antimikrobiyal aktivite kanıtı olarak değil, deneysel doğrulama gerektiren aday peptit bölgeleri olarak yorumlanmıştır.

2.2. LF:OPN Karışımlarının Hazırlanması

In vitro deneylerde ticari rekombinant insan osteopontini ve insan laktoferrini kullanılmıştır. OPN ve LF çalışma çözeltileri sırasıyla 25 µg/mL ve 100 µg/mL konsantrasyonlarında hazırlanmıştır. Çalışma konsantrasyonları, özellikle rekombinant OPN'nin sınırlı miktarda bulunması ve bütün deney gruplarında karşılaştırılabilir örnek hacimlerinin oluşturulabilmesi dikkate alınarak belirlenmiştir.

LF ve OPN çalışma çözeltileri hacim esasına göre 3:1, 5:1 ve 8:1 LF oranlarında birleştirilmiştir. Bu oranlar molar stokiyometrik kompleks oluşumunu temsil etmek amacıyla değil, farklı LF:OPN birlikteliklerinin karşılaştırılması amacıyla kullanılmıştır. Karışımlar hazırlanırken önce LF, ardından OPN çözeltisi eklenmiş ve örnekler pipetleme yoluyla homojenleştirilmiştir. Proteinler arasındaki etkileşimin desteklenmesi amacıyla hazırlanan karışımlar oda sıcaklığında 1 saat inkübe edilmiştir. Serbest LF, serbest OPN ve LF:OPN karışımları ileri analizlere kadar −20 °C'de saklanmıştır. LF ve OPN arasındaki elektrostatik etkileşim ve birden fazla LF molekülünün tek bir OPN molekülüyle etkileşebilme potansiyeli, farklı LF oranlarının oluşturulmasında teorik dayanak olarak değerlendirilmiştir (Yamniuk vd., 2009).

2.3. HTST Uygulaması

Serbest LF, serbest OPN ve 3:1, 5:1 ve 8:1 LF:OPN karışımları ısıl işlem uygulanmamış kontrol grubu ile HTST uygulanmış deney grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. HTST koşulları, yaklaşık 72 °C'de 15 saniyelik kısa süreli ısıl işlem yaklaşımı temel alınarak laboratuvar ölçeğinde simüle edilmiştir (Kontopodi vd., 2022). Protein örnekleri PCR tüplerine aktarılarak ortalama 72,8 °C'ye ayarlanmış su banyosunda 15–16 saniye tutulmuş ve ısıl işlemin sonlandırılması amacıyla hızla buz üzerine alınmıştır. Kontrol grubuna aynı örnek hazırlama işlemleri uygulanmış ancak sıcaklık uygulaması gerçekleştirilmemiştir. Isıl işlem uygulanmış ve uygulanmamış örnekler antimikrobiyal aktivite analizine kadar −20 °C'de saklanmıştır.

2.4. İndikatör Mikroorganizmaların Hazırlanması

Antimikrobiyal aktivitenin değerlendirilmesinde Gram-negatif indikatör mikroorganizmalar olarak *Escherichia coli* ATCC 25922, *E. coli* ATCC 8739, *Salmonella* Enteritidis ATCC 13076 ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 kullanılmıştır. Gram-pozitif indikatör mikroorganizmalar olarak metisiline duyarlı *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, metisiline dirençli *S. aureus* ATCC 43300, *Streptococcus mutans* ATCC 25175 ve *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 çalışmaya dahil edilmiştir. İndikatör mikroorganizmalar Tryptic Soy Broth (TSB) içerisinde aktifleştirilmiştir.

2.5. Agar Spot Yöntemiyle Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesi

LF:OPN karışımları ile serbest LF ve OPN'nin antimikrobiyal aktiviteleri agar spot yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Aktifleştirilen indikatör mikroorganizma kültürleri, %0,75 agar içeren yumuşak Tryptic Soy Agar (TSA) besiyerine %0,5 oranında inoküle edilmiş ve önceden hazırlanmış TSA tabakalarının üzerine dökülmüştür. İndikatör mikroorganizmaları içeren agar yüzeyine ısıl işlem uygulanmamış ve HTST uygulanmış serbest protein ve LF:OPN karışımlarından 10 µL damlatılmıştır. Petri kapları ilgili indikatör mikroorganizmanın optimum gelişme sıcaklığında 18 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından örneklerin çevresinde oluşan inhibisyon zonlarının çapları milimetre cinsinden ölçülerek kaydedilmiştir.

LF oranları, ısıl işlem koşulları ve indikatör mikroorganizmalar arasındaki farklılıklar inhibisyon zon çapları üzerinden karşılaştırılmıştır. Karışımların etkisi kesin sinerji olarak değil, LF ve OPN birlikteliğiyle ilişkili antimikrobiyal aktivite olarak yorumlanmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. OPN Dizisindeki Potansiyel Antimikrobiyal Peptit Bölgeleri

CAMPR3 ile gerçekleştirilen analizde insan OPN dizisi üzerinde antimikrobiyal peptit olma olasılığı 0,60'ın üzerinde bulunan üç bölge belirlenmiştir. SVM algoritması, birbiriyle büyük ölçüde örtüşen 54–73 ve 55–74 amino asit bölgelerini sırasıyla 0,755 ve 0,724 olasılık değerleriyle potansiyel antimikrobiyal peptit olarak sınıflandırmıştır. RF algoritması ise 112–131 amino asit bölgesini 0,609 olasılık değeriyle antimikrobiyal peptit adayı olarak tahmin etmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. İnsan OPN dizisinde CAMPR3 ile tahmin edilen potansiyel antimikrobiyal peptit bölgeleri.

Algoritma	Amino asit bölgesi	Peptit dizisi	AMP olasılığı
SVM	54–73	LLAPQNAVSSEETNDFKQET	0,755
SVM	55–74	LAPQNAVSSEETNDFKQETL	0,724
RF	112–131	DDTDDSHQSDESHHSDESDE	0,609

AntiBP3 analizinde de insan OPN dizisi içerisinde Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere karşı aktivite gösterebilecek potansiyel başlangıç bölgeleri belirlenmiştir. AntiBP3 ve CAMPR3 sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi, OPN'nin belirli dizi bölgelerinin antimikrobiyal etki bakımından araştırılmaya değer adaylar oluşturduğunu göstermiştir. Bununla birlikte kullanılan araçlar farklı veri setleri ve tahmin yaklaşımlarına dayandığından, elde edilen sonuçlar birbirini doğrulayan kesin kanıtlar yerine birbirini tamamlayan hesaplamalı tahminler olarak değerlendirilmiştir. CAMPR3 ve AntiBP3 gibi makine öğrenmesi temelli araçlar aday peptitlerin önceliklendirilmesini sağlamakla birlikte, tahmin edilen aktivitenin sentetik peptit, minimum inhibitör konsantrasyonu (MIC) ve mekanizma analizleriyle doğrulanması gerekmektedir (Bajiya vd., 2024; Waghu vd., 2016).

OPN yüksek oranda negatif yüklü ve intrinsik olarak düzensiz bir protein olduğundan, belirlenen diziler klasik katyonik antimikrobiyal peptitlerden farklı özellikler göstermektedir. Özellikle 54–74 ve 112–131 bölgelerinin asidik amino asitler bakımından zengin olması, bu bölgelerin doğrudan membran bozucu klasik peptitler gibi davranmasının zorunlu olmadığını düşündürmektedir. OPN'nin intrinsik olarak düzensiz yapısı nedeniyle çevresel koşullara ve moleküler etkileşimlere bağlı olarak farklı konformasyonlar kazanabilmesi, bu bölgelerin erişilebilirliğini ve olası biyolojik etkilerini değiştirebilir (Morris vd., 2021). Dolayısıyla hesaplamalı sonuçlar, OPN'nin doğrudan bakterisidal bir protein olduğunu göstermekten çok,

proteinin yapısında antimikrobiyal veya bakteriyel etkileşimlerle ilişkili olabilecek aday bölgelerin bulunduğuna işaret etmektedir.

3.2. LF:OPN Karışımlarının Antimikrobiyal Aktivitesi

Isıl işlem uygulanmamış kontrol gruplarında serbest LF ve serbest OPN, incelenen indikatör mikroorganizmalara karşı ölçülebilir inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Buna karşılık 3:1, 5:1 ve 8:1 LF:OPN karışımlarının tamamı bütün indikatör mikroorganizmalara karşı inhibisyon zonu meydana getirmiştir. Bu bulgu, kullanılan deney koşullarında antimikrobiyal etkinin tek başına LF veya OPN'den ziyade proteinlerin birlikte bulunmasıyla ilişkili olarak ortaya çıktığını göstermiştir.

Kontrol grubunda 3:1 LF:OPN karışımı, *E. coli* ATCC 8739 dışındaki bütün indikatör mikroorganizmalarda en geniş inhibisyon zonunu oluşturmuştur. En yüksek zon çapları *E. coli* ATCC 25922'de 17,33 ± 0,58 mm, *Salmonella* Enteritidis'te 16,00 ± 1,00 mm ve *P. aeruginosa*'da 15,33 ± 1,15 mm olarak belirlenmiştir. *E. coli* ATCC 8739'da ise en geniş kontrol zonu 16,00 ± 1,00 mm ile 5:1 karışımında ölçülmüştür. Gram-pozitif mikroorganizmalarda 3:1 karışımının zon çapları 13,17 ± 0,29 ile 14,33 ± 0,58 mm arasında değişmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. LF karışımlarının HTST öncesi ve sonrasında oluşturduğu inhibisyon zonları.

İndikatör mikroorganizma	3:1 LF:OPN (K/HTST), mm	5:1 LF:OPN (K/HTST), mm	8:1 LF:OPN (K/HTST), mm
E. coli ATCC 25922	17,33 ± 0,58 / 10,0	15,67 ± 0,58 / 8,0	15,50 ± 0,50 / 7,0
E. coli ATCC 8739	14,00 ± 0,00 / 9,0	16,00 ± 1,00 / 9,5	13,33 ± 0,58 / 9,5
S. Enteritidis ATCC 13076	16,00 ± 1,00 / 9,0	13,83 ± 1,04 / 6,0	11,83 ± 0,29 / 5,0
P. aeruginosa ATCC 27853	15,33 ± 1,15 / 8,0	14,00 ± 1,00 / 7,0	13,50 ± 0,50 / 6,0
S. aureus ATCC 25923	14,33 ± 0,58 / 9,0	13,33 ± 0,58 / 8,0	12,50 ± 0,50 / 7,0
S. aureus ATCC 43300	13,17 ± 0,29 / 8,5	9,83 ± 0,29 / 8,0	10,67 ± 0,58 / 7,5
S. mutans ATCC 25175	14,33 ± 0,58 / 11,0	13,50 ± 0,50 / 10,0	11,83 ± 0,29 / 10,0
L. monocytogenes ATCC 7644	13,67 ± 0,76 / 9,5	12,67 ± 0,58 / 7,0	12,17 ± 0,29 / 6,0

K: Isıl işlem uygulanmamış kontrol; HTST: Yüksek sıcaklık-kısa süre işlemi. Değerler aynı hücrede kontrol/HTST sırasıyla verilmiştir.

HTST uygulamasından sonra bütün LF:OPN karışımlarının zon çaplarında azalma görülmüş, ancak ölçülebilir antimikrobiyal aktivite tamamen ortadan kalkmamıştır. Isıl işlem sonrası 3:1 karışımı; *E. coli* ATCC 25922, *S.* Enteritidis, *P. aeruginosa*, her iki *S. aureus* suşu, *S. mutans* ve *L. monocytogenes* için çalışılan oranlar arasındaki en geniş zonu oluşturmuştur. *E. coli* ATCC 8739'da ise 5:1 ve 8:1 karışımları 9,5 mm ile 3:1 karışımından daha geniş zon meydana getirmiştir. Bu nedenle 3:1 oranının genel olarak en belirgin aktivite profilini gösterdiği, ancak her mikroorganizma için mutlak biçimde en etkili oran olmadığı görülmüştür.

HTST sonrasında 3:1 karışımında belirlenen zon çapları *E. coli* ATCC 25922 için 10 mm, *S. mutans* için 11 mm, *L. monocytogenes* için 9,5 mm ve *P. aeruginosa* için 8 mm olarak ölçülmüştür. Bu değerler ısıl işlem uygulanmamış kontrol grubundan düşük olmakla birlikte, karışımın termal uygulama sonrasında antimikrobiyal aktivitesini kısmen sürdürdüğünü göstermektedir. En yüksek oransal korunma 3:1 karışımında yaklaşık %76,8 ile *S. mutans*'a karşı gözlenirken, *P. aeruginosa*'ya karşı zon çapının yaklaşık %52,2'si korunmuştur. Ancak zon çapı ile antimikrobiyal etkinlik arasında doğrusal bir ilişki varsayılamayacağından, bu yüzdeler aktivitenin nicel gücünden çok zon çapındaki göreli korunmayı ifade etmektedir.

Serbest LF'nin hem kontrol hem de HTST grubunda ölçülebilir zon oluşturmaması, HTST sonucunda LF aktivitesinin kaybedildiğini ileri sürmek için yeterli değildir. Çalışılan konsantrasyonda serbest LF'nin aktivitesi, kullanılan agar spot yöntemiyle başlangıçta da tespit edilememiştir. Buna karşılık LF karışımlarında zon oluşması, proteinlerin birlikte bulunmasının antimikrobiyal davranışı değiştirdiğini göstermektedir. LF ve OPN'nin zıt elektrostatik özellikleri nedeniyle kompleks oluşturabildiği ve birden fazla LF molekülünün tek bir OPN molekülünün farklı bölgelerine bağlanabildiği daha önce gösterilmiştir (Yamniuk vd., 2009). LF komplekslerinin sindirime karşı tekil proteinlerden daha kararlı olabildiği ve bazı biyolojik aktivitelerinin değişebildiği de bildirilmiştir (Liu vd., 2019). Mevcut bulgular, bu etkileşimin proteinlerin hedef mikroorganizmayla temasını, çözünürlüğünü veya işlevsel bölgelerinin erişilebilirliğini değiştirmiş olabileceğini düşündürmektedir.

HTST uygulaması sonrasında karışımlardaki zon çaplarının azalması, ısıl işlemin proteinlerin antimikrobiyal fonksiyonlarını kısmen sınırlandırdığını göstermektedir. Isıl işlemlerin LF düzeyi ve aktivitesinde azalmaya neden olabildiği; HTST'nin uzun süreli pastörizasyon yöntemlerine göre daha koruyucu olmasına rağmen LF fonksiyonunu tamamen korumadığı bildirilmiştir (Kontopodi vd., 2022). Buna rağmen LF:OPN karışımlarında bütün indikatör mikroorganizmalar için ölçülebilir aktivitenin sürmesi, OPN ile etkileşimin LF'nin ısıl işlem sonrasındaki fonksiyonel davranışını modüle etmiş olabileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte mevcut deney tasarımı, bu etkinin yapısal koruma, çözünürlüğün değişmesi, bakteriyel yüzeyle etkileşim veya farklı bir mekanizma üzerinden gerçekleştiğini tek başına ortaya koymamaktadır, ileri analizlerin gerekliliğini desteklemektedir.

Isıl işlem uygulanmamış serbest OPN örneklerinde inhibisyon zonu gözlenmezken, HTST sonrasında serbest OPN'nin farklı indikatörlerde yaklaşık 5–8 mm arasında değişen düşük düzeyli zonlar oluşturması dikkat çekici bulunmuştur. Bu durum, ısıl işlem sonucunda OPN'nin konformasyonel dağılımının değişmiş veya başlangıçta erişilebilir olmayan bazı dizi bölgelerinin açığa çıkmış olabileceğini düşündürmektedir. CAMPR3 ve AntiBP3 analizlerinde OPN dizisi üzerinde potansiyel antimikrobiyal bölgelerin belirlenmiş olması bu yoruma hesaplamalı bir dayanak sağlamaktadır. Ancak agar spot analizi, gözlenen zonun doğrudan tahmin edilen peptit bölgelerinden kaynaklandığını göstermemektedir. Bu ilişkinin doğrulanabilmesi için aday bölgelerin sentetik peptitler hâlinde üretilmesi, minimum inhibitör konsantrasyonlarının belirlenmesi ve işlem görmemiş OPN ile HTST uygulanmış OPN'nin karşılaştırmalı yapısal analizlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın en önemli sınırlılığı, antimikrobiyal etkinin yalnızca inhibisyon zonları üzerinden değerlendirilmiş olmasıdır. Agar ortamındaki difüzyon, proteinlerin moleküler büyüklüğü, yükü, çözünürlüğü ve olası agregasyonu tarafından etkilenebildiğinden zon çapları doğrudan bakterisidal etkinlik olarak yorumlanmamalıdır. Ayrıca serbest proteinlerle karışımlar arasındaki ilişkinin kesin olarak sinerjistik olduğunun gösterilebilmesi için konsantrasyon kontrollü doz-yanıt analizleri, minimum inhibitör ve minimum bakterisidal konsantrasyon deneyleri ile uygun etkileşim modellerine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu nedenle mevcut sonuçlar, LF ve OPN arasında kesin bir antimikrobiyal sinerjiden ziyade, proteinlerin birlikte bulunmasıyla ortaya çıkan ve HTST sonrasında kısmen korunan bir antimikrobiyal aktiviteyi desteklemektedir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, insan OPN dizisinin potansiyel antimikrobiyal peptit bölgeleri taşıdığı hesaplamalı yöntemlerle gösterilmiş ve LF birlikteliğinin ısıl işlem öncesi ve sonrasındaki

antimikrobiyal davranışı deneysel olarak değerlendirilmiştir. CAMPR3 analizinde OPN dizisinin 54–73, 55–74 ve 112–131 amino asit bölgeleri antimikrobiyal peptit adayı olarak belirlenmiş; AntiBP3 sonuçları da OPN üzerinde Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilerle ilişkili olabilecek potansiyel antibakteriyel bölgelerin bulunduğunu desteklemiştir.

Çalışılan konsantrasyonlarda serbest LF ve OPN, ısıl işlem uygulanmamış koşullarda ölçülebilir inhibisyon zonu oluşturmazken, 3:1, 5:1 ve 8:1 LF:OPN karışımlarının tamamı incelenen indikatör mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Genel olarak en belirgin aktivite profili 3:1 LF:OPN karışımında elde edilmiştir. HTST uygulaması bütün karışımların zon çaplarında azalmaya neden olmakla birlikte antimikrobiyal aktiviteyi tamamen ortadan kaldırmamış; özellikle 3:1 karışımı Gram-pozitif ve Gram-negatif indikatörlerin çoğuna karşı ölçülebilir aktivitesini sürdürmüştür. Bu sonuçlar, LF ve OPN'nin birlikte bulunmasının tekil proteinlerden farklı bir antimikrobiyal davranış oluşturduğunu ve OPN ile etkileşimin LF'nin ısıl işlem sonrasındaki fonksiyonel özelliklerini modüle edebileceğini düşündürmektedir.

HTST sonrasında serbest OPN'de düşük düzeyli inhibisyon zonlarının ortaya çıkması, hesaplamalı olarak belirlenen potansiyel antimikrobiyal bölgelerin ısıl işlemle ilişkili yapısal değişiklikler sonucunda erişilebilir hâle gelmiş olabileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte bu ilişkinin doğrulanabilmesi için aday OPN bölgelerinin sentetik peptitler hâlinde test edilmesi, minimum inhibitör ve bakterisidal konsantrasyonlarının belirlenmesi ve ısıl işlem öncesi ile sonrasındaki yapısal değişimlerin karşılaştırılması gerekmektedir.

Sonuç olarak elde edilen bulgular, LF birlikteliğinin ısıl işleme kısmen dayanıklı biyoaktif protein sistemlerinin geliştirilmesi bakımından araştırılmaya değer olduğunu göstermektedir. Ancak karışımın kesin olarak sinerjistik kabul edilebilmesi ve gıda sistemlerinde kullanım potansiyelinin ortaya konulabilmesi için doz-yanıt, etkileşim, güvenlilik ve gerçek gıda matriksi çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Büşra Sevim'in Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsünde tamamlanan doktora tezinin bir bölümünden üretilmiştir (Sevim, 2026). Çalışmanın gerçekleştirilmesine sağladığı araştırma bütçesi için Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı'na (TÜSEB) (Proje No: 31684) ve akademik ve teknik altyapı sağlayan Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Bajiya, N., Choudhury, S., Dhall, A., & Raghava, G. P. S. (2024). AntiBP3: A method for predicting antibacterial peptides against Gram-positive/negative/variable bacteria. *Antibiotics, 13*(2), 168. https://doi.org/10.3390/antibiotics13020168

Kontopodi, E., Boeren, S., Stahl, B., van Goudoever, J. B., van Elburg, R. M., & Hettinga, K. (2022). High-temperature short-time preserves human milk's bioactive proteins and their function better than pasteurization techniques with long processing times. *Frontiers in Pediatrics, 9*, 798609. https://doi.org/10.3389/fped.2021.798609

Liu, L., Jiang, R., & Lönnerdal, B. (2019). Assessment of bioactivities of the human milk lactoferrin-osteopontin complex in vitro. *The Journal of Nutritional Biochemistry, 69*, 10–18. https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2019.03.016

Lönnerdal, B. (2003). Nutritional and physiologic significance of human milk proteins. *The American Journal of Clinical Nutrition, 77*(6), 1537S–1543S. https://doi.org/10.1093/ajcn/77.6.1537S

Morris, O. M., Torpey, J. H., & Isaacson, R. L. (2021). Intrinsically disordered proteins: Modes of binding with emphasis on disordered domains. *Open Biology, 11*(10), 210222. https://doi.org/10.1098/rsob.210222

Sørensen, E. S., & Christensen, B. (2023). Milk osteopontin and human health. *Nutrients, 15*(11), 2423. https://doi.org/10.3390/nu15112423

Waghu, F. H., Barai, R. S., Gurung, P., & Idicula-Thomas, S. (2016). CAMPR3: A database on sequences, structures and signatures of antimicrobial peptides. *Nucleic Acids Research, 44*(D1), D1094–D1097. https://doi.org/10.1093/nar/gkv1051

Yamniuk, A. P., Burling, H., & Vogel, H. J. (2009). Thermodynamic characterization of the interactions between the immunoregulatory proteins osteopontin and lactoferrin. *Molecular Immunology, 46*(11–12), 2395–2402. https://doi.org/10.1016/j.molimm.2009.04.024

Çok Katmanlı PLA/Zein/PLA Filmlerde Sinnamaldehit İlavesinin Fiziksel, Mekanik ve Bariyer Özelliklere Etkisi

Şükran AŞGIN UZUN*, Çiğdem AKDEMİR IŞIK, Mahmud Ekrem PARLAK, Furkan Türker SARICAOĞLU, Ayşe Neslihan DÜNDAR

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Biyobozunur ambalajlara yönelik artan ilgi doğrultusunda, çok katmanlı film sistemleri fonksiyonel özelliklerin geliştirilmesi açısından önemli bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışmada, polilaktik asit (PLA) ve zein kullanılarak üç katmanlı (PLA/Zein/PLA) filmler üretilmiş; farklı oranlarda (%0–10) sinnamaldehit (Cin) ilavesinin filmlerin mekanik, optik, termal ve bariyer özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre film kalınlıkları 0,45 ± 0,02–0,158 ± 0,03 mm aralığında değişmiş, en yüksek değer %10 katkılı örnekte gözlenmiştir. Renk analizleri, artan Cin konsantrasyonuna bağlı olarak L^* değerinde değişimler meydana geldiğini; a^* ve b^* değerlerinde sırasıyla yeşil ve sarı tonlara doğru kayma ile yüksek konsantrasyonlarda opaklık artışı olduğunu göstermiştir. DSC analizleri, filmlerin kristallenme ve erime karakteristiklerini ortaya koymuştur; elde edilen termogramlar, katkı maddesi oranının malzemenin termal özellikleri üzerindeki değişimini yansıtan karakteristik faz geçişlerini net bir şekilde göstermektedir. Mekanik analizlerde kopma uzaması Cin ilavesiyle artmış, patlatma mesafesi 1,8 ± 0,48–12,69 ± 0,92 mm aralığında değişmiş olup en yüksek değer %7 Cin eklenen filmde gözlemlenmiştir. Su buharı geçirgenliği açısından, %1–7 oranında Cin içeren filmler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamakla birlikte, kontrol filmine kıyasla daha düşük değerler elde edilmiştir ($p < 0,05$).

Sonuç olarak, belirli orana kadar Cin ilavesinin çok katmanlı filmlerin fiziksel, yapısal ve bariyer özelliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok katmanlı biyobozunur film; polilaktik asit; zein.

*Sorumlu yazar: sukranasginn@gmail.com

Mikroyeşil Üretimi ve Fonksiyonel Gıda Üretiminde Kullanımı

Fatimatüz Zehra SARI*, Sibel BÖLEK

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gıda Teknolojisi Ana Bilim Dalı, İstanbul

ÖZET

Bu çalışmada besin değeri yüksek ve sağlık üzerine olumlu etkileri olan, erken gelişim döneminde hasat edilen sebze ve meyvelerin genç fideleri mikroyeşillerin üretim süreçleri ile fonksiyonel gıda üretiminde kullanım potansiyellerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında mikroyeşil üretiminde kullanılan farklı tohum türleri, yetiştirme ortamları, ışık koşulları ve hasat sonrası uygulamalar incelenmiştir. Ayrıca mikroyeşillerin vitamin, mineral, fenolik bileşik ve antioksidan içerikleriyle çeşitli gıdalarda kullanım olanakları değerlendirilmiştir.

Mikroyeşillerin olgun bitkilere kıyasla daha yüksek düzeylerde askorbik asit (20,4–147,0 mg/100 g), toplam karotenoid (5,2–12,1 mg/100 g) ve toplam fenolik bileşik (236–376 mg GAE/100 g) içerdiği rapor edilmiştir. Ayrıca mavi (450–470 nm) ve kırmızı (630–660 nm) LED uygulamalarının fenolik bileşik ve antioksidan kapasiteyi artırarak besinsel kaliteyi geliştirdiği saptanmıştır. Fonksiyonel gıdalarda özellikle toz formda kullanılan mikroyeşillerin besin profilini geliştirdiği, ancak ürünlerin tat, renk ve tekstür özelliklerinin korunabilmesi için kullanım oranlarının dikkatle belirlenmesi gerektiği belirlenmiştir.

Mikroyeşiller, yüksek biyoaktif bileşik içerikleri, kısa üretim süreleri ve sürdürülebilir üretim avantajları sayesinde fonksiyonel gıda geliştirmede önemli bir potansiyele sahiptir. Ayrıca farklı gıda ürünlerinin besin değerini artırabilmekte ve kontrollü yetiştirme koşullarıyla besinsel kaliteleri daha da geliştirilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşikler; fonksiyonel gıda; mikroyeşil.

1. GİRİŞ

Son yıllarda artan dünya nüfusu ile değişen yaşam tarzı ve beslenme alışkanlıkları, kronik hastalıkların görülme sıklığını artırmış ve fonksiyonel gıdalara olan ilgiyi yükseltmiştir. Fonksiyonel gıdalar; vitaminler, mineraller, fenolik bileşikler, karotenoidler ve diğer biyoaktif bileşenler sayesinde savunmayı destekleyerek bağışıklık fonksiyonlarını güçlendirebilmekte ve kronik hastalık riskinin azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir (Granato vd., 2020; Martirosyan vd., 2022). Bu nedenle doğal kaynaklı fonksiyonel bileşenlerin araştırılması önem kazanmıştır.

Mikroyeşiller, yüksek besin yoğunluğu ve zengin fitokimyasal içerikleri nedeniyle dikkat çeken, çimlenmeden sonra kotiledon yaprakları tamamen açıldığında ve ilk gerçek yaprak oluşmadan önce, genellikle 7–21 gün içinde hasat edilen bitkisel ürünlerdir (Xiao vd., 2012; Kyriacou vd., 2016). Erken gelişim dönemindeki metabolik aktiviteleri sayesinde askorbik asit, karotenoidler, fenolik bileşikler, flavonoidler ve diğer antioksidan bileşenler bakımından zengin olup fonksiyonel gıda geliştirmede önemli bir bileşen olarak değerlendirilmektedir (Pinto vd., 2015; Kyriacou vd., 2016; Di Gioia vd., 2017; Mir vd., 2017).

*Sorumlu yazar: 251002078@ogrenci.sbu.edu.tr

Mikroyeşiller; filiz ve genç yaprak bitkilerden hasat dönemi ve tüketim şekli bakımından ayrılmaktadır (Kyriacou vd., 2016; Turner vd., 2020). Özellikle *Brassicaceae, Amaranthaceae* ve *Fabaceae* familyalarına ait türlerin askorbik asit, karotenoidler, fenolik bileşikler ve glukozinolatlar bakımından zengin olduğu, ayrıca kısa üretim süresi, düşük su tüketimi ve sınırlı alan gereksinimi sayesinde sürdürülebilir üretim için önemli avantajlar sunduğu bildirilmektedir (Xiao vd., 2012; Kyriacou vd., 2019; Di Gioia vd., 2017).

Mevcut çalışmalar çoğunlukla besinsel özellikler ve yetiştirme tekniklerine odaklanırken, üretim koşullarının besinsel kaliteye etkisi ile fonksiyonel gıda uygulamalarını birlikte ele alan çalışmalar sınırlıdır (Mir vd., 2017; Kyriacou vd., 2021). Bu çalışmada mikroyeşillerin üretim süreçleri, besinsel ve fonksiyonel özellikleri ile fonksiyonel gıda uygulamalarındaki kullanım potansiyelinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. MİKROYEŞİLLERİN BESİNSEL ve BİYOAKTİF BİLEŞİMİ

Mikroyeşiller, erken gelişim döneminde hasat edilmeleri nedeniyle vitamin, mineral ve biyoaktif bileşikler bakımından zengin bitkisel ürünlerdir. Çimlenme sonrası artan metabolik aktivite, fenolik bileşikler, flavonoidler, karotenoidler ve glukozinolatlar gibi sekonder metabolitlerin sentezini artırmakta, bu da olgun bitkilere göre daha yüksek antioksidan kapasite sağlamaktadır (Xiao vd., 2012; Kyriacou vd., 2016; Kyriacou vd., 2019). Tablo 2.1'de farklı mikroyeşil türlerinde bulunan başlıca biyoaktif bileşikler ve potansiyel sağlık etkileri özetlenmiştir.

Mikroyeşillerin besin bileşimi türe, genotipe, hasat zamanına ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişmektedir. *Brassicaceae* familyasına ait brokoli, kırmızı lahana ve turp mikroyeşilleri glukozinolatlar ve fenolik bileşikler bakımından öne çıkarken, *Amaranthaceae* ve *Apiaceae* familyalarına ait türler karotenoidler, askorbik asit ve mineraller açısından daha zengindir (Di Gioia vd., 2019; Kyriacou vd., 2021).

Başlıca biyoaktif bileşikler C vitamini, E vitamini, β-karoten, lutein, fenolik asitler, flavonoidler ve antosiyaninlerdir. Askorbik asit içeriğinin 20,4–147,0 mg/100 g, toplam karotenoidlerin 5,2–12,1 mg/100 g ve toplam fenolik bileşiklerin 236–376 mg GAE/100 g arasında değiştiği bildirilmektedir (Xiao vd., 2012; Kyriacou vd., 2021). Bu bileşikler serbest radikallerin uzaklaştırılması ve oksidatif stresin azaltılmasına katkı sağlayarak mikroyeşilleri önemli bir fonksiyonel gıda bileşeni haline getirmektedir (Xiao vd., 2012; Kyriacou vd., 2019; Mir vd., 2023).

Mikroyeşillerin besinsel değeri, biyoaktif bileşik miktarı kadar biyoyararlanımlarına da bağlıdır. Fenolik bileşikler ve karotenoidlerin sindirim boyunca büyük ölçüde korunduğu, biyoyararlanımlarının ise bitki türü ve gıda matriksine göre değiştiği bildirilmektedir. Bu nedenle uygun işleme teknikleri, biyoaktif bileşiklerin korunması açısından önem taşımaktadır (de la Fuente vd., 2019; Mir vd., 2023).

Tablo 2.1. Farklı mikroyeşil türlerinin öne çıkan biyoaktif bileşikleri ve potansiyel sağlık etkileri.

Mikroyeşil türü	Öne çıkan biyoaktif bileşikler	Potansiyel sağlık etkisi	Kaynak
Brokoli	Glukozinolatlar, C vitamini	Antioksidan, kemopreventif/antikanser potansiyeli	Xiao vd. (2012); Demir vd. (2023)
Kırmızı lahana	Antosiyaninler, fenolik bileşikler	Güçlü antioksidan aktivite	Xiao vd. (2012); Kyriacou vd. (2016)
Turp	Glukozinolatlar, fenolik bileşikler	Antioksidan ve antiinflamatuvar potansiyel	Demir vd. (2023); Arya vd. (2023)
Amarant	Karotenoidler, demir	Besin zenginleştirme ve antioksidan kapasite	Xiao vd. (2012); Trandel-Hayse vd. (2025)

3. ÜRETİM KOŞULLARININ MİKROYEŞİLLERİN BESİN KALİTESİNE ETKİSİ

Mikroyeşillerin besinsel ve fitokimyasal bileşimi bitki türünün yanı sıra yetiştirme koşullarına da bağlıdır. Işık, yetiştirme ortamı, besin çözeltisi, sıcaklık ve hasat zamanı; bitki gelişimi ile biyoaktif bileşik sentezini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle kontrollü çevre tarımı (Controlled Environment Agriculture, CEA) sistemleri besin kalitesinin artırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Kyriacou vd., 2016; Di Gioia vd., 2019).

Işık, kaliteyi belirleyen temel çevresel faktörlerden biridir. Mavi LED ışığı (450–470 nm) fenolik bileşikler, flavonoidler ve askorbik asit sentezini artırırken, kırmızı LED ışığı (630–660 nm) biyokütle oluşumunu desteklemektedir. Kırmızı ve mavi LED ışıklarının birlikte uygulanması antioksidan kapasite ve fenolik bileşik birikimini artırmakta, ancak ışık koşullarının türe göre optimize edilmesi gerekmektedir (Samuolienė vd., 2017; Alrifai vd., 2019).

Yetiştirme ortamı da ürün kalitesini etkilemektedir. Toprak temelli sistemlerin yanında cocopeat, torf, perlit, kaya yünü ve hidroponik sistemler kullanılmaktadır. Özellikle hidroponik üretim, mineral madde ve biyoaktif bileşik içeriğini artırabilmektedir (Di Gioia vd., 2019; Kyriacou vd., 2021).

Besin çözeltisi, biyozenginleştirme ile hafif tuzluluk ve kontrollü su stresi uygulamaları mikroyeşillerin fonksiyonel değerini artırabilmektedir. Ancak bu uygulamaların tür ve doza göre planlanması gerekmektedir (Puccinelli vd., 2019; Pannico vd., 2020).

Uygun hasat zamanı ile hızlı soğutma ve düşük sıcaklıkta depolama; vitaminler, fenolik bileşikler ve diğer kalite özelliklerinin korunmasına katkı sağlamaktadır (Turner vd., 2020; Mir vd., 2023). Tablo 3.1'de mikroyeşillerin besinsel kalitesini etkileyen başlıca üretim faktörleri ve biyoaktif bileşikler üzerindeki etkileri özetlenmiştir.

Tablo 3.1. Mikroyeşillerde besinsel kaliteyi etkileyen üretim faktörleri ve başlıca etkileri.

Üretim faktörü	Besinsel kalite üzerine etkisi	Öne çıkan kaynak
Mavi LED	↑ Fenolik bileşikler, ↑ C vitamini	Samuolienė vd. (2017)
Kırmızı LED	↑ Biyokütle, ↑ Fotosentez	Alrifai vd. (2019)
Hidroponik sistem	↑ Mineral içeriği, standart üretim	Di Gioia vd. (2019)
Selenyum biyozenginleştirme	↑ Antioksidan kapasite	Puccinelli vd. (2019)
Kontrollü tuzluluk stresi	↑ Fenolik bileşikler	Pannico vd. (2020)
Erken hasat (kotiledon dönemi)	Vitamin ve fenolik bileşiklerin korunması	Xiao vd. (2012)

4. FONKSİYONEL GIDA ÜRETİMİNDE MİKROYEŞİLLERİN KULLANIMI

Mikroyeşiller; vitamin, mineral, fenolik bileşikler, flavonoidler ve diğer biyoaktif bileşenler bakımından zengin olmaları nedeniyle fonksiyonel gıda geliştirmede önemli bir bileşendir. Taze, kurutulmuş, toz veya ekstrakt formunda kullanılabilen mikroyeşiller; fırıncılık ürünleri, glutensiz ürünler, fonksiyonel içecekler ve bitki çaylarında besinsel değeri artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Ancak mikroyeşil türü ve kullanım oranı, ürünün renk, tekstür, aroma ve duyusal olarak kabul edilebilirliğini etkilemektedir (Klopsch vd., 2018; Sharma vd., 2025).

Fırıncılık ürünlerinde yapılan çalışmalar, mikroyeşil ilavesinin pişirme sırasında bazı sekonder metabolit kayıplarına rağmen fenolik bileşikleri ve fonksiyonel özellikleri koruduğunu göstermektedir. Benzer şekilde mikroyeşil ilaveli bisküvilerde besinsel ve fonksiyonel özelliklerin geliştiği ve tüketici kabulünün yüksek olduğu bildirilmiştir (Klopsch vd., 2018; Rana vd., 2025).

Glutensiz ürünlerde dereotu (*Anethum graveolens* L.) mikroyeşili ilave edilen nohut ve bezelye unlu krakerlerde antioksidan kapasitenin arttığı, mikrobiyolojik stabilitenin korunduğu, raf ömrünün uzadığı ve yüksek tüketici kabulü sağlandığı belirlenmiştir (Sharma vd., 2025).

Fonksiyonel süt bazlı içeceklerde mikroyeşil ilavesinin antioksidan aktiviteyi artırdığı, yüksek duyusal kabul ve depolama stabilitesi sağladığı bildirilmektedir (Gunjal vd., 2025). Limon melisa (*Melissa officinalis* L.) mikroyeşillerinden hazırlanan bitki çaylarında fenolik bileşik ve antioksidan kapasite daha düşük, mineral içerikleri ise daha yüksek bulunmuş; demleme sıcaklığının mineral içeriğini önemli ölçüde etkilemediği belirtilmiştir (Newman vd., 2023).

Bir başka çalışmada chia mikroyeşillerinin noodle üretiminde besin değerini artırdığı ve teknolojik özellikleri desteklediği rapor edilmiştir (John vd., 2025). Ayrıca kırmızı mizuna mikroyeşillerinde uygulanan enkapsülasyon teknolojisinin fenolik bileşikler, glukozinolatlar ve izotiyosiyanatların biyoerişilebilirliğini artırdığı ve antioksidan aktivitenin korunmasına katkı sağladığı *in vitro* sindirim modeli ile ortaya konmuştur (Bafumo vd., 2025).

Genel olarak mikroyeşiller; ekmek, bisküvi, glutensiz ürünler, süt bazlı içecekler, bitki çayları ve noodle gibi farklı gıda sistemlerinde besinsel kaliteyi artıran doğal fonksiyonel bileşenlerdir. Enkapsülasyon teknolojileri ise biyoaktif bileşiklerin korunmasını ve biyoyararlanımını artırarak bu potansiyeli güçlendirmektedir.

5. ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARDA AVANTAJLAR ve SINIRLILIKLAR

Mikroyeşiller; kısa yetiştirme süresi (7–21 gün), düşük su tüketimi, sınırlı üretim alanı gereksinimi ve yüksek besin yoğunluğu nedeniyle fonksiyonel gıda endüstrisi için önemli bir hammaddedir. Kontrollü çevre tarımı ve hidroponik sistemlerde üretilebilmeleri yıl boyunca standart üretimi ve sürdürülebilirliği desteklemektedir (Kyriacou vd., 2016; Di Gioia vd.,

2019). Ayrıca bazı türlerin olgun bitkilere göre daha yüksek düzeyde askorbik asit, α-tokoferol, karotenoid ve fenolik bileşik içerdiği bildirilmektedir. Xiao vd. (2012) kırmızı lahana mikroyeşillerinin olgun bitkiye kıyasla yaklaşık 6 kat daha fazla C vitamini, yaklaşık 40 kat daha fazla E vitamini ve yaklaşık 29 kat daha fazla lutein ve zeaksantin içerdiğini rapor etmiştir.

Yüksek solunum hızı ve su aktivitesi nedeniyle mikroyeşillerin raf ömrü, uygun soğuk zincir sağlanmadığında genellikle 7–14 gün ile sınırlıdır. Bu nedenle hızlı soğutma, uygun ambalaj, düşük sıcaklıkta depolama ve hijyen uygulamaları kalite ile mikrobiyolojik güvenliğin korunması açısından kritik öneme sahiptir (Turner vd., 2020; Mir vd., 2023).

Fonksiyonel gıda formülasyonlarında mikroyeşillerin kullanım oranı ürün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Düşük ilave oranları besinsel değer ve antioksidan kapasiteyi artırırken, yüksek oranlar renk, aroma ve tekstürü olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle optimum kullanım düzeyinin belirlenmesi gerekmektedir. Son çalışmalar, mikroyeşillerin ekmek, kurabiye, muffin, içecek ve diğer yenilikçi ürünlerde başarılı uygulamalarını ortaya koyarken; endüstriyel üretim, raf ömrünün uzatılması, biyoyararlanım ve tüketici kabulüne yönelik araştırmalara daha fazla ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır (Teng vd., 2021; Mir vd., 2023).

6. SONUÇ

Bu çalışmada mikroyeşillerin üretim sistemleri, besinsel özellikleri ve fonksiyonel gıda üretimindeki kullanım potansiyeli değerlendirilmiştir. Askorbik asit, karotenoidler, fenolik bileşikler, glukozinolatlar ve diğer biyoaktif bileşenler bakımından zengin olmaları, mikroyeşilleri fonksiyonel gıda geliştirilmesinde önemli bir doğal bileşen hâline getirmektedir.

Mikroyeşillerin besinsel kalitesi yetiştirme koşullarından etkilenmektedir. Kontrollü çevre tarımı, hidroponik sistemler ve LED aydınlatma besinsel kaliteyi artırırken; kısa üretim süresi, düşük su tüketimi ve sınırlı alan gereksinimi sürdürülebilir üretim açısından önemli avantajlar sağlamaktadır.

Mevcut çalışmalar, mikroyeşillerin farklı gıda ürünlerinin besinsel değerini ve antioksidan kapasitesini artırdığını göstermektedir. Ancak optimum kullanım oranının belirlenmesi, raf ömrünün uzatılması ve mikrobiyolojik güvenliğin sağlanması endüstriyel uygulamalar için öncelikli konular olmaya devam etmektedir.

Sonuç olarak mikroyeşiller, yüksek besin yoğunlukları, zengin fitokimyasal profilleri ve sürdürülebilir üretim avantajlarıyla fonksiyonel gıda sektöründe umut vadeden doğal bileşenlerdir. Biyoyararlanım, klinik etkinlik ve endüstriyel uygulamalara yönelik araştırmaların artırılması, kullanım alanlarının genişlemesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Alrifai, O., Hao, X., Marcone, M. F., & Tsao, R. (2019). Current review of the modulatory effects of LED lights on photosynthesis of secondary metabolites and future perspectives of microgreen vegetables. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 67(22), 6075–6090.

Arya, K. S., Kutty, M. S., & Pradeepkumar, T. (2023). Microgreens of tropical edible-seed species, an economical source of phytonutrients: Insights into nutrient content, growth environment and shelf life. Future Foods, 8, 100262.

Bafumo, R. F., Alloggia, F. P., Ramirez, D. A., Ferreyra, S., Perez, M. B., Fontana, A., ... & Camargo, A. B. (2025). Enhanced bioaccessibility of encapsulated red Mizuna microgreens: A phytochemical profile approach. Food Bioscience, 66, 106249.

De la Fuente, B., López-García, G., Máñez, V., Alegría, A., Barberá, R., & Cilla, A. (2019). Evaluation of the bioaccessibility of antioxidant bioactive compounds and minerals of four genotypes of Brassicaceae microgreens. Foods, 8(7), 250.

Demir, K., Sarıkamış, G., & Seyrek, G. Ç. (2023). Effect of LED lights on the growth, nutritional quality and glucosinolate content of broccoli, cabbage and radish microgreens. Food Chemistry, 401, 134088.

Di Gioia, F., De Bellis, P., Mininni, C., Santamaria, P., & Serio, F. (2017). Physicochemical, agronomical and microbiological evaluation of alternative growing media for the production of rapini (Brassica rapa L.) microgreens. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(4), 1212–1219.

Granato, D., Barba, F. J., Bursać Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. Annual Review of Food Science and Technology, 11(1), 93–118.

Gunjal, M., Khalangre, A., Singh, J., Ercisli, S., & Rasane, P. (2025). Novel approach for development and optimization of microgreens-based functional dairy beverage: Antioxidant enhancement, consumer acceptability, and kinetic shelf-life modeling. Food Chemistry: X, 28, 102559.

John, S., Gunathilake, S., Aluthge, S., Farahnaky, A., & Majzoobi, M. (2025). Unlocking the potential of chia microgreen: Physicochemical properties, nutritional profile and its application in noodle production. Food and Bioprocess Technology, 18(6), 5605–5620.

Klopsch, R., Baldermann, S., Voss, A., Rohn, S., Schreiner, M., & Neugart, S. (2018). Bread enriched with legume microgreens and leaves—Ontogenetic and baking-driven changes in the profile of secondary plant metabolites. Frontiers in Chemistry, 6, 322.

Kyriacou, M. C., Rouphael, Y., Di Gioia, F., Kyratzis, A., Serio, F., Renna, M., ... & Santamaria, P. (2016). Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. Trends in Food Science & Technology, 57, 103–115.

Kyriacou, M. C., De Pascale, S., Kyratzis, A., & Rouphael, Y. (2017). Microgreens as a component of space life support systems: A cornucopia of functional food. Frontiers in Plant Science, 8, 2235.

Kyriacou, M. C., El-Nakhel, C., Pannico, A., Graziani, G., Soteriou, G. A., Giordano, M., ... & Rouphael, Y. (2019). Genotype-specific modulatory effects of select spectral bandwidths on the nutritive and phytochemical composition of microgreens. Frontiers in Plant Science, 10, 1501.

Martirosyan, D., Lampert, T., & Ekblad, M. (2022). Classification and regulation of functional food proposed by the Functional Food Center. Functional Food Science, 2(2), 25–46.

Mir, S. A., Shah, M. A., & Mir, M. M. (2017). Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57(12), 2730–2736.

Newman, R. G., Moon, Y., Tou, J. C., McManus, T., & Waterland, N. L. (2023). Harvest stage and brewing conditions impact mineral content, phenolic compounds, and antioxidant capacity of lemon balm (Melissa officinalis L.) herbal tea. Plant Foods for Human Nutrition, 78(2), 336–342.

Pannico, A., El-Nakhel, C., Graziani, G., Kyriacou, M. C., Giordano, M., Soteriou, G. A., ... & Rouphael, Y. (2020). Selenium biofortification impacts the nutritive value, polyphenolic content, and bioactive constitution of variable microgreens genotypes. Antioxidants, 9(4), 272.

Pinto, E., Almeida, A. A., Aguiar, A. A., & Ferreira, I. M. (2015). Comparison between the mineral profile and nitrate content of microgreens and mature lettuces. Journal of Food Composition and Analysis, 37, 38–43.

Puccinelli, M., Malorgio, F., Rosellini, I., & Pezzarossa, B. (2019). Production of selenium-biofortified microgreens from selenium-enriched seeds of basil. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99(12), 5601–5605.

Rana, G. K., Mishra, S. P., Ansari, F., Pancheshwar, D. K., & Singh, Y. (2025). Chemical and organoleptic study of microgreen-based functional biscuits. Archives of Current Research International, 25(8), 469–477.

Samuolienė, G., Viršilė, A., Brazaitytė, A., Jankauskienė, J., Sakalauskienė, S., Vaštakaitė, V., ... & Duchovskis, P. (2017). Blue light dosage affects carotenoids and tocopherols in microgreens. Food Chemistry, 228, 50–56.

Sharma, T., Singh, K. P., Chudali, S., Limbu, B. H., & Gupta, A. (2025). Phytochemical and nutritional properties of leguminous microgreens and its application in food industry. In Recent Trends and Applications of Leguminous Microgreens as Functional Foods (pp. 605–619). Springer Nature Switzerland.

Teng, J., Liao, P., & Wang, M. (2021). The role of emerging micro-scale vegetables in human diet and health benefits—An updated review based on microgreens. Food & Function, 12(5), 1914–1932.

Trandel-Hayse, M., Bai, J., Jeffries, K., Poole, G., Hensley, M., Schonborn, W., & Rosskopf, E. (2025). Light source and spectra influence the phytochemical profile of amaranth microgreens. Food Bioscience, 64, 105839.

Turner, E. R., Luo, Y., & Buchanan, R. L. (2020). Microgreen nutrition, food safety, and shelf life: A review. Journal of Food Science, 85(4), 870–882.

Xiao, Z., Lester, G. E., Luo, Y., & Wang, Q. (2012). Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: Edible microgreens. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60(31), 7644–7651.

Protein Fibrili–Ekzopolisakkarit Konjugatları: Üretim Yöntemleri, Yapısal Özellikleri ve Gıda Uygulamalarındaki Potansiyelleri

Çiğdem AKDEMİR IŞIK*, Mahmud Ekrem PARLAK, Furkan Türker SARICAOĞLU

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Artan dünya nüfusu, sürdürülebilir gıda üretimi ve temiz etiketli ürünlere yönelik talep, protein bazlı fonksiyonel biyomalzemelere ilgiyi artırmıştır. Kontrollü asidik ve termal koşullarda üretilen protein fibrilleri (PF), yüksek yüzey alanı ve gelişmiş fonksiyonel özellikleriyle öne çıkmaktadır. Peynir altı suyu ile bezelye ve soya gibi bitkisel proteinlerden elde edilen fibrillerin emülsifiye edici, köpük oluşturucu ve jel yapıcı özellikler gösterdiği bildirilmektedir. Literatürde protein fonksiyonlarının geliştirilmesinde polisakkaritlerle konjugasyonun önemli bir modifikasyon yaklaşımı olduğu vurgulanmaktadır. Özellikle Maillard reaksiyonu temelli protein–karbonhidrat etkileşimleri, çözünürlük ve emülsiyon stabilitesini artırmaktadır. Protein fibrillerinin yüksek yüzey alanı ve reaktif amino grupları bu etkileşimi desteklemektedir. Mikrobiyal kaynaklı ekzopolisakkaritler (EPS), biyouyumlulukları ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle dikkat çekmektedir. Ancak özellikle laktik asit bakterisi kökenli EPS'lerin protein fibrilleri ile etkileşimlerine ilişkin çalışmalar sınırlıdır. Mevcut literatür, PF–polisakkarit sistemlerinin emülsiyon stabilizasyonu, jel oluşumu ve kontrollü salım gibi uygulamalarda umut verici sonuçlar sunduğunu göstermektedir. Buna karşın, hayvansal ve bitkisel protein fibrillerinin EPS'lerle karşılaştırmalı etkileşim mekanizmaları yeterince araştırılmamıştır. Bu nedenle PF–EPS konjugatlarının yapısal ve fonksiyonel özelliklerinin incelenmesi, yeni nesil sürdürülebilir gıda bileşenlerinin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ekzopolisakkarit konjugasyonu; protein fibrilleri.

*Sorumlu yazar: isik_cigdem@windowslive.com

Afetlerde Beslenme Hizmetlerinin Sahadaki Karşılığı: 6 Şubat Depremleri Sonrası Gıda Güvencesi Kapsamında Yararlanıcı Deneyimleri

Serap ARSLAN TOMAS[1,*], Başak YILDIZ[1], Alper GÜVEN[2]

[1]Türkiye Kızılay Derneği, Ankara
[2]Munzur Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Tunceli

ÖZET

Afetler sonrasında sunulan gıda ve beslenme hizmetleri, bireylerin temel ihtiyaçlarının karşılanması, sağlıklarının korunması ve afet sonrası iyileşme süreçlerinin desteklenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu araştırma, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında yürütülen gıda ve beslenme hizmetleri hakkında yararlanıcıların düşüncelerini analiz etmek amacıyla yapılmıştır. Çalışma, nicel ve nitel veri toplama tekniklerinin birlikte kullanıldığı karma yöntem yaklaşımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında afet bölgesinde beslenme hizmetlerinden yararlanan toplam 840 katılımcıdan elde edilen veriler analiz edilmiştir. Temelde veriler yardım türleri, adalet algısı, saha güvenliği, hizmet kalitesi ve genel memnuniyet düzeyi ile ilgili yararlanıcı deneyimleri çerçevesinde yürütülmüştür. Bulgular, beslenme hizmetlerinin afet sonrası dönemde temel ihtiyaçların karşılanmasında önemli bir işlev gördüğünü ve yararlanıcıların genel olarak hizmetlerden memnun olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak araştırma, afet dönemlerinde beslenme hizmet ve yardımlarının daha kapsayıcı, erişilebilir, adil ve ihtiyaç temelli planlanmasına yönelik kanıta dayalı temel düzeyde öneriler sunmakta; yararlanıcı deneyimini merkeze alan yaklaşımıyla afet yönetimi ve toplu beslenme alanındaki uygulama ve politika geliştirme süreçlerine katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Afet; gıda güvencesi; gıda yardımı; hizmet kalitesi; yararlanıcı deneyimi.

1. GİRİŞ

Afetler, bireylerin temel yaşam gereksinimlerine erişimini kesintiye uğratan çok boyutlu krizlerdir. Bu süreçte gıda ve beslenme hizmetleri, yaşamın sürdürülmesi, sağlık risklerinin azaltılması ve toplumsal toparlanmanın desteklenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanamaması; özellikle çocuklar, yaşlılar, gebeler, engelliler ve kronik hastalığı bulunan bireylerde malnütrisyon (yetersiz beslenme) ve enfeksiyon riskini artırabilmektedir (Webb vd., 2006). Bu nedenle afet dönemlerinde beslenme hizmetlerinin güvenli, yeterli, besleyici, düzenli ve erişilebilir biçimde sunulması gerekmektedir.

Gıda güvencesi, bireylerin sağlıklı bir yaşam için gerekli gıdaya sürekli erişimini ifade etmekte; afetlerde bu erişimin kesintiye uğraması kırılganlığı artırmaktadır (Maxwell ve Smith, 1992). Bu bağlamda beslenme hizmetlerinin etkinliği yalnızca sağlanan gıda miktarıyla değil, hizmetlerin erişilebilirliği, sürekliliği, ihtiyaç temelliliği ve adil dağıtımıyla da ilişkilidir. Uluslararası insani yardım standartları, gıda yardımlarının ihtiyaçlara uygun, güvenli, erişilebilir ve ayrımcılıktan uzak biçimde sunulmasını vurgulamaktadır (Sphere Association, 2018). Ayrıca düzenli ve güvenli beslenme hizmetleri, temel ihtiyaçların karşılanmasının yanı sıra afet sonrası güven duygusunun ve günlük yaşam rutinlerinin yeniden oluşturulmasına katkı sağlayarak psikososyal iyilik hâlini desteklemektedir (Norris vd., 2002).

*Sorumlu yazar: serapa@kizilay.org.tr

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen 7,7 ve 7,6 büyüklüğündeki depremler, 11 ili doğrudan etkileyerek milyonlarca kişinin barınma, gıda, temiz su ve sağlık gibi temel ihtiyaçlara erişimini kesintiye uğratmıştır (AFAD, 2023). Afetin geniş coğrafi etkisi, müdahale süreçlerinde hızlı, koordineli ve çok paydaşlı bir hizmet sunumunu zorunlu kılmış; çadır kentler, konteyner kentler ve diğer geçici yerleşim alanlarında temel hizmetlerin sürekliliğinin sağlanmasını öncelikli hâle getirmiştir. Bu süreçte gıda ve beslenme hizmetlerinin düzenli, güvenli, erişilebilir ve ihtiyaçlara uygun biçimde sunulması, afet sonrası yaşamın sürdürülmesi ve toparlanmanın desteklenmesi açısından önem taşımıştır (Türk Tabipleri Birliği, 2023).

Afet müdahalesinde Türk Kızılay, kitlesel beslenme hizmetlerinin planlanması ve yürütülmesinde; sıcak yemek üretimi ve dağıtımı, mobil mutfakların kurulması ve lojistik süreçlerin işletilmesi gibi alanlarda temel aktörlerden biri olmuştur (Türk Kızılayı, 2023). Bununla birlikte beslenme hizmetlerinin değerlendirilmesi yalnızca ulaştırılan yardım miktarıyla sınırlı tutulmamalı; gıda güvencesi kapsamında hizmetin erişilebilirliği, sürekliliği, ihtiyaçlara uygunluğu, dağıtım süreçlerinin adaleti ve yararlanıcı deneyimi gibi boyutları da kapsamalıdır.

Bu çerçevede çalışma, 6 Şubat depremleri sonrasında yürütülen beslenme hizmetlerini yararlanıcı deneyimi temelinde değerlendirmeyi; hizmetlerin güçlü yönlerini ve geliştirilmesi gereken alanları ortaya koymayı amaçlamaktadır. Elde edilen bulguların, gelecekte afet dönemlerinde daha kapsayıcı, ihtiyaç temelli, erişilebilir ve sürdürülebilir beslenme hizmetlerinin planlanmasına katkı sağlaması beklenmektedir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Tipi, Yeri ve Zamanı

Bu çalışma, afet sonrası dönemde Türk Kızılay tarafından yürütülen beslenme yardımı faaliyetlerinin yararlanıcılar üzerindeki yansımalarını belirlemeyi amaçlayan özgün bir alan araştırmasıdır. Araştırma Malatya, Elazığ, Diyarbakır, Kahramanmaraş, Adıyaman, Şanlıurfa, Adana, Osmaniye, Gaziantep, Kilis ve Hatay illerinde afet sonrası döneminde ilgili kurum tarafından elde edilen verilerin analizleri ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, hem mevcut durumu sayısal verilerle ortaya koymak hem de yararlanıcı deneyimlerini derinlemesine analiz etmek amacıyla nicel ve nitel veri toplama tekniklerinin birlikte kullanıldığı karma yöntem (mixed-method) tasarımı benimsenmiştir.

2.2. Araştırmanın Örneklemi

Afet sonrasında ilgili bölgede bulunan sıcak yemek, gıda sepeti veya hazır yiyecek gibi beslenme yardımı alan tüm afetzedeler araştırmanın evrenini oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini, evren içerisinden kolayda örnekleme (convenience sampling) yöntemiyle seçilen ve anketi eksiksiz dolduran 840 afetzede oluşturmaktadır.

2.3. Veri Toplanması ve Analizi

Veriler, afet bölgesindeki yararlanıcılara yüz yüze uygulanan yapılandırılmış bir anket formu aracılığıyla toplanmıştır. Nicel Verilerin Analizi: Toplanan nicel veriler istatistiksel analiz yazılımı (SPSS) kullanılarak çözümlenmiştir. Verilerin çözümlenmesinde betimsel istatistik yöntemlerinden frekans (n) ve yüzde (%) dağılımları hesaplanmış; kategorik değişkenlerin ve memnuniyet oranlarının dağılımı tablo ve grafikler halinde sunulmuştur. Nitel Verilerin

Analizi: Açık uçlu sorulardan elde edilen 960 veri satırı, tematik analiz yöntemine tabi tutulmuştur.

2.4. Etik Kurul Onayı ve Destekleyen Kuruluş

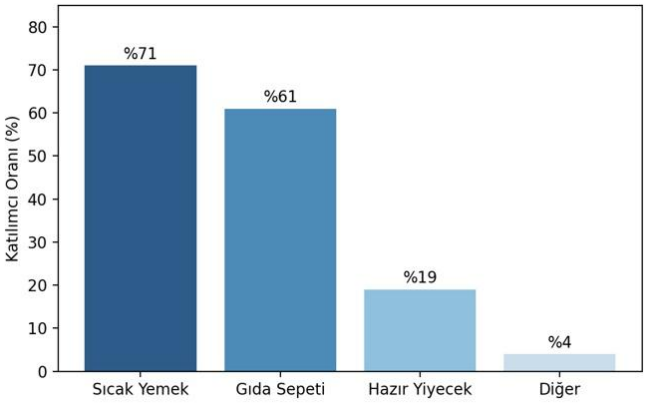
Araştırmaya katılımda "Gönüllü Onam Formu" ilkelerine bağlı kalınmış ve katılımcıların kişisel verilerinin gizliliği korunmuştur. Munzur Üniversitesi'nin 13,02.2026 tarihli 2026/3 sayılı toplantısında 3 nolu kararı ile Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Onayı bulunmaktadır. Bu araştırma, Türk Kızılay'ının öz kaynaklarıyla yürüttüğü bağımsız bir proje olup, etik kurul onayı Munzur Üniversitesi'nden alınmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma kapsamında afet sonrası dönemde Türk Kızılay tarafından sunulan beslenme hizmetleri kapsamındaki yardım türleri, hizmetin veriliş şeklindeki adalet algısı, saha güvenliği, kalitesi ve genel memnuniyet düzeyi açısından değerlendirilmiştir. Bulgular, beslenme hizmetlerinin yararlanıcılar tarafından genel olarak olumlu değerlendirildiğini; ancak adalet algısı kapsamında özel ihtiyaç sahibi bireylere erişim, bilgilendirme ve yardım miktarı gibi alanlarda geliştirilmesi gereken yönler bulunduğunu göstermektedir.

3.1. Yardım Türü Dağılımı

Katılımcıların afet sonrası dönemde, birden fazla beslenme yardımı türünden faydalandığı görülmüştür (Şekil 3.1). Katılımcıların %71'i sıcak yemek, %61'i gıda sepeti, %19'u hazır yiyecek ve %4'ü diğer beslenme yardımı türlerinden yararlandığını belirtmiştir. Oranların toplamının %100'ü aşması, yararlanıcıların yalnızca tek bir yardım türüyle sınırlı kalmadığını göstermektedir.



Şekil 3.1. Yardım türü dağılımı.

Bu bulgu, afet bölgesinde kısa vadeli sıcak yemek desteği ile orta vadeli gıda sepeti yardımının birlikte yürütüldüğünü göstermektedir. Sıcak yemek yardımının en yüksek orana sahip olması, afetin ilk dönemlerinde kitlesel beslenme hizmetlerinin merkezi rolünü ortaya koyarken; gıda sepetinin yüksek oranı, desteğin hane düzeyinde sürdürülebilir gıda erişimini de hedeflediğine işaret etmektedir. Hazır yiyeceklerin daha düşük oranda kalması ise bunların tamamlayıcı destek olarak kullanıldığını düşündürmektedir. Sıcak yemek yardımının en yüksek orana sahip olması, afet sonrası beslenme hizmetlerinin özellikle geçici barınma düzenine geçişle birlikte merkezi mutfaklar aracılığıyla sıcak yemek sunumuna yönelmesini öngören yaklaşımlarla uyumludur. Afetlerin ilk döneminde hazır gıda ve kumanyaların hızlı temini öncelik

kazanırken, izleyen dönemde merkezi mutfaklar aracılığıyla sıcak yemek sunumunun yaygınlaştırılması önerilmektedir (Aycan vd., 2002; Türk Kızılayı, 2024). Hazır yiyeceklerin daha düşük oranda kalması da bu ürünlerin temel beslenme kaynağından çok tamamlayıcı bir destek olarak kullanıldığını göstermektedir.

3.2. Toplumsal Algı (Adalet ve Güven Düzeyleri)

Afet bölgesindeki beslenme hizmetlerine ilişkin katılımcı algıları incelendiğinde, güvenlik ve ihtiyaçların dikkate alınması boyutlarında olumlu değerlendirmelerin yüksek olduğu görülmektedir. Katılımcıların %84'ü yardım dağıtımı sırasında kendini güvende hissettiğini, %74'ü ise sağlanan hizmetlerin kendi ihtiyaçlarını göz önünde bulundurduğunu belirtmiştir.

Tablo 3.1. Toplumsal algı, adalet ve güven düzeylerine ilişkin bulgular.

Önerme	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Fikrim Yok	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
Sağlanan yardım ve hizmetlerin ihtiyaçlarımı göz önünde bulundurduğunu düşünüyorum.	%11	%63	%13	%9	%4
Yardım dağıtımı sırasında güvende hissediyorum.	%31	%53	%12	%3	%0
Özel ihtiyaç sahibi kişilerin yardımlara ve hizmetlere erişebildiğini düşünüyorum.	%12	%21	%45	%13	%9
Yardımların gerçek ihtiyaç sahiplerine gittiğini düşünüyorum.	%16	%20	%33	%22	%9

Bulgular, katılımcıların %84'ünün yardım dağıtımı sırasında kendini güvende hissettiğini, %74'ünün ise sunulan hizmetlerin kişisel ihtiyaçlarını karşıladığını düşündüğünü göstermektedir. Bu durum, operasyonel güvenlik ve temel hizmet sunumunun genel olarak olumlu değerlendirildiğine işaret etmektedir. Buna karşılık, yardımların gerçek ihtiyaç sahiplerine ulaştığını düşünenlerin oranının %36'da kalması, bireysel hizmet memnuniyeti ile toplumsal adalet algısı arasında belirgin bir ayrışma olduğunu göstermektedir. Bu farklılaşma, afetlerin bireysel deneyimlerin yanı sıra toplumsal ilişkileri, örgütsel işleyişi ve kaynak dağılımını da etkileyen kolektif olaylar olması çerçevesinde değerlendirilebilir (Quarantelli, 2005). Özel ihtiyaç sahibi bireylerin yardımlara erişebildiğini düşünenlerin oranının %33 ile sınırlı kalması da önemli bir bulgudur. Bu soruda "fikrim yok" yanıtının %45'e ulaşması, engelliler, yaşlılar, çocuklu aileler ve kronik hastalığı bulunan bireyler gibi özel gereksinim gruplarına yönelik hizmetlerin yararlanıcılar açısından yeterince görünür olmadığını düşündürmektedir. Bu durum, mevcut özel destek mekanizmalarının bulunmadığı anlamına gelmemekle birlikte, bu hizmetlerin toplum tarafından yeterince bilinmediğine veya görünür kılınmadığına işaret etmektedir.

Uluslararası insani yardım standartları, dezavantajlı grupların farklılaşan ihtiyaçlarının dikkate alınmasını ve bu gruplara yönelik hizmetlerin erişilebilir, görünür ve izlenebilir biçimde sunulmasını vurgulamaktadır (Sphere Association, 2018). Bu doğrultuda, özel ihtiyaç sahibi bireylere yönelik dağıtım mekanizmalarının güçlendirilmesinin yanı sıra, dağıtım kriterlerinin daha şeffaf paylaşılması ve çift yönlü iletişim kanallarının geliştirilmesi; hizmetlerin kapsayıcılığını, toplumsal adalet algısını ve güveni güçlendirebilecek temel müdahale alanları olarak değerlendirilebilir.

3.3. Hizmet Kalitesi ve Memnuniyet Düzeyleri

Beslenme hizmetlerinin kalitesi; yardımların yeterliliği, verilen bilginin yeterliliği, hizmetlerin zamanlaması ve personel yaklaşımı olmak üzere dört boyutta değerlendirilmiştir. Bulgular, personel yaklaşımının en güçlü alan olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.2. Hizmet kalitesi ve memnuniyet düzeylerine ilişkin bulgular.

Boyut	Çok Memnunum	Memnunum	Kararsızım / Fikrim Yok	Memnun Değilim	Hiç Memnun Değilim
Yardımların yeterliliği	%19	%56	%10	%10	%6
Verilen bilginin yeterliliği	%17	%57	%14	%7	%5
Yardımların / hizmetlerin zamanlaması	%17	%62	%11	%5	%4
Kızılay personelinin yaklaşımı ve davranışları	%35	%53	%8	%2	%2

Katılımcıların %88'i personelin yaklaşımı ve davranışlarından memnun olduğunu belirtmiştir. Bu oran, afet koşullarında insani iletişimin ve saha personelinin tutumunun hizmet memnuniyetinde önemli bir belirleyici olduğunu göstermektedir. Yardımların zamanlamasına ilişkin memnuniyet oranı %79'dur. Bu bulgu, dağıtım süreçlerini ve tedarik zincirini afet koşullarına rağmen önemli ölçüde organize edebildiğini göstermektedir. Buna karşılık, yardımların yeterliliği ve verilen bilginin yeterliliği boyutlarında memnuniyet oranı %74 düzeyinde kalmıştır. Bu iki alan, nicel bulgularda görece daha düşük memnuniyet oranına sahip olması nedeniyle geliştirilmesi gereken temel hizmet boyutları arasında değerlendirilebilir.

Araştırmada beslenme hizmetlerinin kalitesi değerlendirildiğinde, personel yaklaşımının %88 ile en yüksek memnuniyet oranına sahip boyutu oluşturduğu görülmektedir. Hizmet kalitesi literatüründe (SERVQUAL modeli) personelin empati kurma, güven verme ve duyarlılık kapasitesi, genel hizmet algısının en güçlü belirleyicileri arasında yer almaktadır (Parasuraman vd., 1988). Bulgumuz, sahadaki personel davranışlarının yararlanıcı deneyimini doğrudan ve pozitif yönde etkilediğini doğrulamaktadır.

Yardımların zamanlamasına yönelik %79'luk memnuniyet oranı, afet lojistiği literatüründe kritik bir başarı göstergesi olan 'yanıt süresi ve operasyonel esneklik' (resilience) kavramlarıyla açıklanabilir; kriz koşullarına rağmen tedarik zincirinin etkin yönetildiğine işaret etmektedir. Öte yandan, yardımların ve verilen bilginin yeterliliği boyutlarının %74 düzeyinde kalması, uluslararası insani yardım standartlarında (Core Humanitarian Standard) sıkça vurgulanan 'kriz iletişiminde şeffaflık ve beklenti yönetimi' ihtiyacını desteklemektedir. Nicel olarak görece düşük kalan bu oranlar, afetin ilerleyen evrelerinde asimetrik bilgi akışının önlenmesi ve yararlanıcıların daha detaylı bilgilendirilmesi gerektiği yönündeki literatür önerileriyle paralellik göstermektedir.

3.4. Nitel Bulgular ve Stratejik Gelişim Alanları

Açık uçlu sorulardan elde edilen nitel veriler tematik olarak kodlanmış ve altı ana gelişim alanı altında toplanmıştır. Bulgular, katılımcıların özellikle yardımın zamanlaması, yardım miktarı ve bilgilendirme süreçlerine odaklandığını göstermektedir.

Tablo 3.3. Nitel verilerin tematik dağılımı.

Stratejik Gelişim Alanı (Tema)	Operasyonel Tanımlama ve Geri Bildirim Kapsamı	Frekans (n)	Yüzde (%)
1. Yardımların Yeterliliği ve Kapasite	Arz miktarının yararlanıcı yoğunluğuyla senkronizasyonu, kaynak yeterliliğinin optimizasyonu.	195	%20,3
2. Bilgi Akışı ve İletişim Kanalları	Yararlanıcıların hizmet duyurularına erişimi, kurumsal bilgilendirme ve çift taraflı iletişim.	192	%20,0
3. Yardımların Zamanlaması ve Lojistik Çeviklik	Dağıtım periyotlarının düzenlenmesi, sevkiyat hızı ve operasyonel sürekliliğin sağlanması.	205	%21,4
4. Personel Yaklaşımı ve Davranışsal Yetkinlik	Saha personelinin yararlanıcı odaklı iletişim süreçleri, kriz anı psikolojisi ve hizmet etiği standartları.	135	%14,1
5. Standardizasyon ve Kalite Kontrol	Ürünlerin (gıda/hijyen) duyusal ve teknik niteliklerinin iyileştirilmesi, muhafaza ve soğuk zincir denetimi.	148	%15,4
6. Hedefleme Doğruluğu ve Sosyal Adalet	İhtiyaç analiz metodolojisinin güçlendirilmesi, şeffaf dağıtım algısı ve denetim mekanizmaları.	125	%13,0
TOPLAM	Nitel veri setinde tematik olarak kodlanan toplam geri bildirim sayısı	960	%100

Nitel verilerde en yüksek frekansa sahip tema %21,4 ile “Yardımların Zamanlaması ve Lojistik Çeviklik” olmuştur. Bunu %20,3 ile “Yardımların Yeterliliği ve Kapasite”, %20,0 ile “Bilgi Akışı ve İletişim Kanalları” temaları izlemiştir. Bu bulgu, afet sonrası beslenme hizmetlerinde yalnızca yardımın varlığının değil; yardımın ne zaman, ne miktarda ve hangi bilgi akışıyla sunulduğunun da yararlanıcı deneyimi açısından belirleyici olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın nitel bulguları, nicel hizmet kalitesi boyutlarını derinlemesine desteklemekte ve yararlanıcıların öncelik sıralamasını net bir şekilde ortaya koymaktadır. En yüksek frekansa sahip temanın '%21,4' ile 'Yardımların Zamanlaması ve Lojistik Çeviklik' olması, insani lojistik literatüründe sıklıkla vurgulanan 'afet anında hız ve esneklik' (agility) ihtiyacı ile birebir örtüşmektedir (Thomas ve Kopczak, 2005). Afet yönetiminde zamanında müdahale, yararlanıcı gözünde kurumsal güvenilirliğin en temel yapı taşıdır.

İkinci ve üçüncü sırada yer alan 'Yardımların Yeterliliği ve Kapasite' (%20,3) ile 'Bilgi Akışı ve İletişim Kanalları' (%20,0) temaları, afetzedelerin sadece fiziksel gıdaya değil, aynı zamanda doğru bilgiye de ihtiyaç duyduğunu kanıtlamaktadır. Literatürde afet anında bilgi akışının sağlanması, belirsizlik kaynaklı travmayı azaltan kritik bir psikososyal ve operasyonel araç olarak kabul edilir (Longstaff, 2005). Nitel verilerden elde edilen bu yoğun odaklanma, çalışmanın nicel bulgularında görece düşük memnuniyet alanları olarak tespit edilen yeterlilik ve bilgilendirme boyutlarının, gerçek sahada yararlanıcı deneyimini doğrudan şekillendiren en kritik operasyonel kaldıraçlar olduğunu metodolojik olarak doğrulamaktadır.

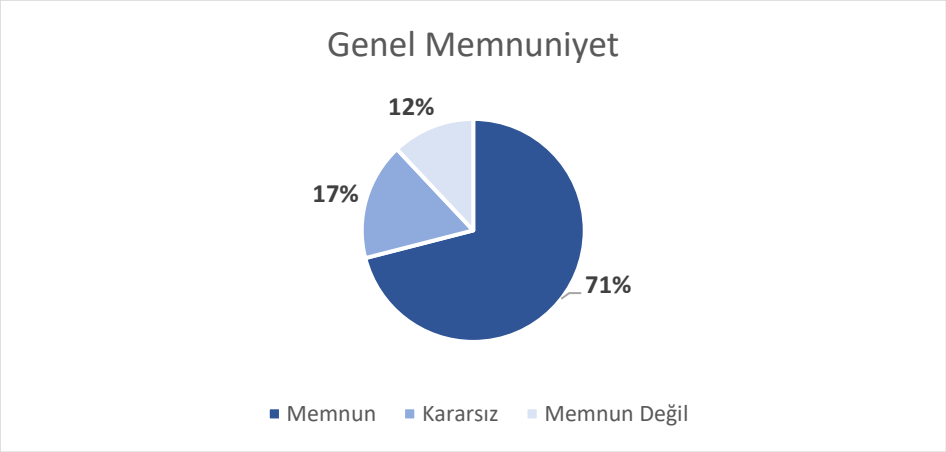
Nicel ve nitel bulgular birlikte değerlendirildiğinde, iki veri seti arasında önemli bir tutarlılık olduğu görülmektedir. Araştırma yöntem bilimi literatüründe bu durum 'metodolojik çeşitleme' (methodological triangulation) olarak adlandırılmakta ve elde edilen bulgular arasındaki yapısal uyum, araştırmanın iç geçerliliğini ve sahadaki veri güvenilirliğini en üst düzeye çıkarmaktadır (Creswell ve Creswell, 2018). Nicel veride görece daha düşük memnuniyet oranına sahip olan yardımların yeterliliği (%74) ve verilen bilginin yeterliliği (%74) boyutlarının, nitel verilerde de en yüksek frekansa sahip öncelikli gelişim alanları (sırasıyla %20,3 ve %20,0) olarak ortaya çıkması bu tutarlılığı doğrulamaktadır.

Afet yönetimi literatüründe de insani yardımın etkinliği değerlendirilirken maddi kaynak kısıtlılığı ile kriz anındaki bilgi asimetrisinin yararlanıcı memnuniyetini eş zamanlı ve birbirini

tetikler şekilde olumsuz etkilediği sıkça vurgulanmaktadır (Stoddard vd., 2015; CHS Alliance vd., 2014). Buna karşılık, personel yaklaşımı nicel veride en yüksek memnuniyet oranına sahipken, nitel veride daha düşük sıklıkla gelişim alanı olarak ifade edilmiştir. Bu bulgu, katılımcıların personel tutumunu genel olarak olumlu değerlendirdiğini; açık uçlu yanıtlarda ise daha çok operasyonel konulara, özellikle zamanlama, yeterlilik ve bilgilendirme süreçlerine odaklandığını ortaya koymaktadır. Ayrıca nitel verilerde "Standardizasyon ve Kalite Kontrol" temasının öne çıkması, sıcak yemeklerin niteliği, gıda güvenliği, muhafaza koşulları ve hizmet standardizasyonu gibi nicel ankette doğrudan ölçülmeyen bazı alanların da yararlanıcı deneyimi açısından önemli olduğunu göstermektedir. Afet besleme literatüründe kitlesel beslenme hizmetlerinin başarısı, yalnızca dağıtılan porsiyon sayılarıyla değil; gıdaların hijyen standartları, mikrobiyolojik güvenliği ve soğuk/sıcak zincir gibi muhafaza koşullarının korunmasıyla ölçülmektedir (UNHCR vd., 2002; Sphere Association, 2018). "Afetlerin akut evresinden normalleşme evresine geçilirken gıda güvenliği ve kalite kontrol süreçlerindeki yetersizlikler, halk sağlığı açısından önemli riskler oluşturabilmektedir. Özellikle gıdaların kontrol edilmemesi ve denetim mekanizmalarının yetersizliği, afetlerden etkilenen bireylere sunulan gıda hizmetlerinde güvenlik risklerini artırmaktadır (Çakır vd., 2025).

3.5. Genel Memnuniyet Düzeyi

Araştırmada beslenme hizmetlerine ilişkin genel memnuniyet düzeyi de değerlendirilmiştir. Katılımcıların %71'i sunulan beslenme hizmetlerinden genel olarak memnun olduğunu, %17'si kararsız veya nötr kaldığını, %12'si ise memnun olmadığını belirtmiştir.



Şekil 3.2. Genel memnuniyet düzeyi.

Genel memnuniyet oranının %71 olması, sunulan beslenme hizmetlerinin afet koşullarında büyük ölçüde olumlu karşılandığını göstermektedir. Ancak kararsız ve memnun olmayan katılımcıların toplam oranının %29 olması, hizmetlerin tüm yararlanıcılar açısından aynı düzeyde olumlu deneyimlenmediğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle genel memnuniyet bulgusu, hizmetlerin güçlü yönlerini göstermesi bakımından önemli olmakla birlikte, geliştirilmesi gereken alanların göz ardı edilmemesi gerektiğine de işaret etmektedir.

Afet yönetimi ve insani yardım literatüründe, genel memnuniyet oranlarının yüksek olduğu durumlarda dahi ortaya çıkan nötr veya olumsuz algı kümelenmeleri (%29), operasyonun yapısal olarak iyileştirilmesi gereken stratejik alanlarına ışık tutmaktadır. Literatürde afet sonrası beslenme hizmetlerinde geliştirilmesi gereken bu birincil alanlar; 'akıllı lojistik ve veri entegrasyonu', 'çift yönlü kriz iletişimi' ve 'gıda güvenliği standardizasyonu' başlıkları altında

toplanmaktadır (Buchanan-Smith vd., 2016; Sphere Association, 2018). Katılımcıların daha şeffaf bir bilgi akışı ve daha adil bir dağıtım beklentisi, insani yardımda yararlanıcı odaklı hesap verebilirlik (AAP) mekanizmalarının ve dijital takip sistemlerinin sahaya entegre edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Core Humanitarian Standard, 2014).

Ayrıca gıda kalitesi, sıcaklık muhafazası ve özel gereksinim gruplarının diyet ihtiyaçlarına (bebek, yaşlı, kronik hasta) yönelik menü standardizasyonunun artırılması, literatürde afet beslenmesinin kalitatif başarısını yükseltmek için önerilen en temel teknik gelişim alanlarıdır (WHO, 2002). Sonuç olarak bu %29'luk oran, sahadaki operasyonel kapasitenin niceliksel başarısını, teknolojik ve iletişimsel altyapıyla destekleyerek kalitesel bir dönüşüme uğratma ihtiyacını akademik olarak tescillemektedir.

4. SONUÇ

Bulgular gıda güvencesi kapsamında bütüncül olarak değerlendirildiğinde, afet sonrası sunulan beslenme hizmetlerinin özellikle güvenlik, personel yaklaşımı, hizmetlerin zamanlaması ve genel memnuniyet açısından olumlu algılandığı görülmektedir. Afet yönetimi literatüründe bu bulgular, kriz anlarında kurumsal lojistik kapasitenin, operasyonel çevikliğin ve sahada insan onurunu gözeten psikososyal yaklaşımın yararlanıcı algısı üzerindeki olumlu etkisini desteklemektedir (Thomas ve Kopczak, 2005; Parasuraman vd., 1988). Bununla birlikte, yardımların gerçek ihtiyaç sahiplerine ulaşıp ulaşmadığına ilişkin adalet algısının düşük kalması, özel ihtiyaç sahibi bireylerin hizmetlere erişimi konusunda yüksek belirsizlik bulunması ve yardım miktarı ile bilgilendirme süreçlerine yönelik geri bildirimlerin öne çıkması, hizmetlerin geliştirilmesi gereken temel alanları oluşturmaktadır.

Bu bulgular, büyük ölçekli afetlerde fiziksel ve lojistik başarının tek başına yeterli olmadığını; şeffaf bilgi kanalları, adil dağıtım süreçleri ve kırılgan gruplara yönelik görünür ve izlenebilir mekanizmaların da toplumsal güven ve adalet algısı açısından önemli olduğunu göstermektedir. İnsani yardım literatüründe bu durum prosedürel adalet ve sosyal kapsayıcılık çerçevesinde ele alınmakta; yardım kriterlerinin ve dağıtım süreçlerinin yeterince şeffaf olmaması, bireysel hizmet memnuniyeti yüksek olsa dahi toplumsal adalet algısını zayıflatabilmektedir (Sphere Association, 2018; Buchanan-Smith vd., 2016).

Sonuç olarak bu araştırma, afet dönemlerinde beslenme hizmetlerinin gıda güvencesi kapsamında yalnızca kantitatif gıda arzı ve lojistik bir yardım faaliyeti olarak değil; güven, adalet, kapsayıcılık, iletişim ve hizmet kalitesi boyutlarıyla birlikte bütüncül biçimde ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Gelecekteki afet müdahalelerinde ihtiyaç analizlerinin derinleştirilmesi, yardım miktarının ihtiyaçlarla daha iyi eşleştirilmesi, dağıtım kriterlerinin kamuoyuyla şeffaf biçimde paylaşılması, özel gereksinim gruplarına yönelik kapsayıcı ve görünür mekanizmaların geliştirilmesi ve yararlanıcılarla çift yönlü kriz iletişiminin güçlendirilmesi öncelikli stratejik alanlar olarak değerlendirilmektedir. Bu çerçevede, yalnızca gıda arzına odaklanmak yerine dijital izlenebilirlik, çift yönlü kriz iletişimi ve dezavantajlı grupları merkeze alan yararlanıcı odaklı hesap verebilirlik (AAP) mekanizmalarının geliştirilmesi; beslenme hizmetlerinin operasyonel etkinliğinin yanı sıra toplumsal kabulünü, yararlanıcı güvenini ve sosyal adalet algısını güçlendirebilecek önemli bir yaklaşım sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2023). *06 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan Kahramanmaraş) Mw: 7.7 – Mw: 7.6 depremleri raporu*. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.

https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Kahramanmara%C5%9F%20Depremi%20%20Raporu_02.06.2023.pdf

Aycan, S., Toprak, İ., Yüksel, B., Özer, H., & Çakır, B. (2002). Afet durumlarında beslenme hizmetleri. T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

Buchanan-Smith, M., Cosgrave, J., & Warner, A. (2016). Evaluation of humanitarian action guide. Active Learning Network for Accountability and Performance in Humanitarian Action (ALNAP).

CHS Alliance, Groupe URD, & Sphere Project. (2014). *Core humanitarian standard on quality and accountability*.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.

Çakır, M. A., Mercan, Y., İçyer, N. C., & Bozkurt, F. (2025). Post-disaster food safety and food security: An example of the Türkiye earthquake. Food Security, 17, 671–685. https://doi.org/10.1007/s12571-025-01539-3

Longstaff, P. H. (2005). Security, resilience, and communication in unpredictable environments such as terrorism, natural disasters, and complex technology. Center for Information Policy Research, Harvard University.

Maxwell, S., & Smith, M. (1992). Household food security: A conceptual review. In S. Maxwell & T. R. Frankenberger (Eds.), Household food security: Concepts, indicators, measurements: A technical review (pp. 1–72). UNICEF & IFAD.

Norris, F. H., Friedman, M. J., Watson, P. J., Byrne, C. M., Diaz, E., & Kaniasty, K. (2002). 60,000 disaster victims speak: Part I. An empirical review of the empirical literature, 1981–2001. Psychiatry: Interpersonal and Biological Processes, 65(3), 207–239. https://doi.org/10.1521/psyc.65.3.207.20173

Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, *64*(1), 12-40.

Quarantelli, E. L. (2005). Catastrophes are different from disasters: Some implications for crisis planning and managing drawn from Katrina. Understanding Katrina: Perspectives from the Social Sciences. Social Science Research Council.

Stoddard, A., Harmer, A., Haver, K., Taylor, G., & Harvey, P. (2015). *The state of the humanitarian system: 2015 edition*. Active Learning Network for Accountability and Performance in Humanitarian Action (ALNAP).

Sphere Association. (2018). *The Sphere handbook: Humanitarian charter and minimum standards in humanitarian response* (4th ed.). Sphere Association. https://spherestandards.org/wp-content/uploads/Sphere-Handbook-2018-EN.pdf

Thomas, A., & Kopczak, L. (2005). From logistics to supply chain management: The path forward in the humanitarian sector. Fritz Institute.

Türk Kızılayı. (2017). *Afetlerde beslenme hizmetleri kılavuzu*. Türk Kızılayı.

Türk Tabipleri Birliği. (2023). *6 Şubat 2023 Kahramanmaraş ve 20 Şubat 2023 Hatay depremleri birinci ay raporu*. Türk Tabipleri Birliği. https://www.ttb.org.tr/userfiles/files/1ayraporu.pdf

United Nations High Commissioner for Refugees, United Nations Children's Fund, World Food Programme, & World Health Organization. (2002). Food and nutrition needs in emergencies.

Bitki Bazlı Et Alternatiflerinin Geliştirilmesinde Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi Yaklaşımları

Şeyma Alime BAKIRCI[1,*], Azime ÖZKAN KARABACAK[2], Ömer Utku ÇOPUR

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Bursa
[2]Bursa Uludağ Üniversitesi Gemlik Asım Kocabıyık Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Programı, Gemlik, Bursa

Makine öğrenmesi büyük miktarda deneysel veriyi kullanarak sınıflandırma, regresyon ve kümeleme gibi görevlerde yüksek doğruluklu tahminler yapılmasını sağlayan yapay zekânın bir alt dalıdır. Bu özellikleri sayesinde gıda reolojisi alanındaki araştırmalarda önemli bir rol oynamaktadır. Bu derlemenin amacı, yapay zekâ ve makine öğrenmesi yaklaşımlarının sürdürülebilir gıda sistemlerine yönelik artan ilgiyle birlikte önem kazanan bitki bazlı et alternatiflerinin geliştirilmesinde sağladığı katkıları güncel literatür doğrultusunda değerlendirmektir. Bu kapsamda, yapay zekâ ve makine öğrenmesine ilişkin güncel çalışmalar incelenerek formülasyon optimizasyonu, kalite tahmini ve ürün geliştirme süreçlerindeki uygulamalar analiz edilmiştir. Gıda biliminde geliştirilen modellerin, spektral veriler, sensör çıktıları ve bileşim parametrelerinden yararlanarak tekstür, duyusal kalite gibi kritik kalite özelliklerinin tahmininde başarılı olduğu bildirilmektedir. Gıda teknolojilerindeki veri temelli yaklaşımlar, alternatif protein kaynaklarına yönelik araştırmaların daha etkin yürütülmesine olanak sağlamaktadır. Bitki bazlı et alternatiflerine yönelik formülasyon çalışmaları, hedeflenen tekstür ve besin değerine ulaşabilmek amacıyla bitkisel proteinler, yağlar ve bağlayıcıların kombinasyonuna odaklanmakta olup, bu süreç büyük ölçüde yinelemeli optimizasyon gerektirmektedir. Yapay zekâ ve makine öğrenmesi, bileşen özellikleri ile önceki formülasyon verilerini analiz ederek optimum formülasyonların geliştirilmesini desteklemektedir. Sonuç olarak, bitki bazlı et alternatiflerinin geliştirilmesinde veri temelli karar verme sistemlerinin kullanımı, araştırma ve geliştirme çalışmalarında kilit bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bitki bazlı et alternatifleri; optimizasyon; yapay zekâ.

*Sorumlu yazar: seymabakirci@uludag.edu.tr

Kahve Küspesinin Yeşil Ekstraksiyonu: NADES ile Biyoaktif Bileşiklerin Geri Kazanımı

Muhammed Talha AKBULUT, Göksel TIRPANCI SİVRİ*, Ahmet Şükrü DEMİRCİ, Serap DURAKLI VELİOĞLU

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ

Kahve küspesi (spent coffee grounds, SCG), fenolik bileşikler açısından zengin bir agro-endüstriyel yan ürün olup sürdürülebilir biyoaktif bileşik geri kazanımı bakımından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada, Doğal Derin Ötektik Çözücü (Natural Deep Eutectic Solvent, NADES) ve etanol ile ekstrakte edilen kahve küspelerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan özellikleri karşılaştırılmıştır. Ham kahve küspesinin nem ve yağ içerikleri sırasıyla %40,452 ± 1,024 ve %4,117 ± 0,201 olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde analizinde NADES (3826,7 ± 80,4 mg GAE/kg) ve etanol ekstraktları (3672,0 ± 95,9 mg GAE/kg) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$). DPPH radikal süpürme aktivitesini gösteren EC_{50} değeri NADES ekstraktında (0,183 ± 0,044 mg/mL), etanol ekstraktına (0,401 ± 0,059 mg/mL) göre daha düşük bulunmuş ve daha yüksek radikal giderme kapasitesine işaret etmiştir. Buna karşılık, CUPRAC yöntemiyle belirlenen antioksidan kapasite etanol ekstraktında (0,407 ± 0,049 mmol TR/g) NADES ekstraktına (0,277 ± 0,003 mmol TR/g) kıyasla daha yüksek saptanmıştır. Sonuçlar, NADES sistemlerinin kahve küspesinden biyoaktif bileşiklerin geri kazanımında geleneksel çözücülere alternatif olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu ve sürdürülebilir ekstraksiyon süreçlerinde değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan; biyoaktif bileşenler; fenolik madde; kahve küspesi; NADES.

*Sorumlu yazar: gtirpanci@nku.edu.tr

Ultrason Destekli Papain Hidrolizi ile Mısır Gluteninin Fonksiyonel Özelliklerinin Optimizasyonu

Esra KOCA YAĞMURCA*, Levent Yurdaer AYDEMİR

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

Mısır gluteni, yüksek protein içeriğine rağmen düşük çözünürlüğü ve sınırlı fonksiyonel özellikleri nedeniyle gıda uygulamalarında yeterince değerlendirilememektedir. Bu çalışmada, mısır gluteninin fonksiyonel ve biyoaktif özelliklerini geliştirmek amacıyla, enzim-substrat etkileşimini artırmak için ultrases destekli papain hidrolizi uygulanmış ve işlem koşulları Yanıt Yüzey Metodolojisi (RSM) ile değerlendirilmiştir. Enzim aktivitesi (0,50–5,00 U/mg), ultrasonik amplitüd (%25–65), katı:sıvı oranı (1:10–1:30 g/mL) ve hidroliz süresinin (30–180 dk) toplam protein içeriği, $ABTS^+$ radikal giderme aktivitesi ve emülsiyon aktivitesi (EAI) üzerindeki etkileri incelenmiştir. Toplam protein içeriği %32,64–69,21 arasında değişmiş ve model yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştur ($p < 0,0001$; $R^2 = 0,9868$). Enzim aktivitesi, katı:sıvı oranı ve etkileşimleri protein içeriğini önemli ölçüde etkilemiştir. $ABTS^+$ aktivitesi 183,70–464,64 µmol TE/g arasında değişmiş, model anlamlı bulunmuş ($p < 0,0001$; $R^2 = 0,8574$) ve enzim aktivitesi ile katı:sıvı oranı belirleyici faktörler olarak belirlenmiştir. EAI için yalnızca enzim aktivitesinin anlamlı etkisi belirlenmiş ($p < 0,0001$), ancak modelin açıklayıcılığı düşük kalmıştır ($R^2 = 0,4072$). Optimum koşullar 2,16 U/mg enzim aktivitesi, %25 amplitüd, 1:30 katı:sıvı oranı ve 44 dk hidroliz süresi olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, ultrases destekli papain hidrolizinin mısır gluteninin protein geri kazanımını ve antioksidan kapasitesini artırdığını, emülsiyon aktivitesi üzerinde ise sınırlı etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, MG'nin fonksiyonel gıda bileşeni olarak değerlendirilmesi için önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enzimatik hidrolizasyon; mısır gluteni; proses optimizasyonu; protein çözünürlüğü; ultrases.

*Sorumlu yazar: esrakoca.tr@outlook.com

GLP-1 Döneminde Gıda ve Sağlık Trendleri

Betül ORAL[1,*], Suzan TİREKİ[2]

[1]Özyeğin Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Otel Yöneticiliği Bölümü, İstanbul
[2]Özyeğin Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, İstanbul

Bağırsak L hücrelerinden salgılanan glukagon benzeri peptit-1 (GLP-1) hormonu, glisemi regülasyonu, mide boşalmasının yavaşlatılması ve iştah kontrolü üzerindeki etkileriyle metabolik sağlıkta kritik bir rol oynamaktadır. Obezite ve metabolik sendrom artışıyla birlikte, GLP-1 sinyalizasyonunun diyet bileşenleri aracılığıyla doğal yollarla uyarılması, farmakolojik olmayan alternatif bir müdahale stratejisi olarak önem kazanmıştır. Bu derleme çalışmasının amacı, GLP-1 yanıtını destekleyebilecek gıda bileşenlerini ürün geliştirme, formülasyon ve duyusal kabul açısından güncel literatür çerçevesinde değerlendirmektir. Bu doğrultuda proteinler, fermente edilebilir lifler, yapılandırılmış karbonhidratlar ve belirli lipid fraksiyonlarının postprandiyal GLP-1 yanıtını artırmadaki rolleri gıda araştırma ve geliştirme çalışmaları için güçlü bir potansiyel sunmaktadır. Ancak bu biyoaktif bileşenlerin kontrollü laboratuvar ortamlarının ötesinde etkinlik gösterebilmesi için gıda matrisi içindeki etkileşimleri, sindirim hızları ve ürün yapısı gibi formülasyon parametrelerinin optimize edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, fonksiyonel etkinliğin sürdürülebilir bir tüketim alışkanlığına dönüşmesi, ürünlerin duyusal kabulü ve genel tüketim deneyimi ile doğrudan ilişkilidir. Mevcut fizyolojik bulguların ticari gıda uygulamaları, ürün geliştirme süreçleri ve duyusal analizlerle entegre edilmesi, bu alandaki gelecekteki araştırmalar için kritik bir boşluğu dolduracaktır. GLP-1 yanıtını hedefleyen gıdaların tasarımında bileşen fonksiyonelliği, ürün formatı ve duyusal özelliklerin bütüncül bir yaklaşımla optimize edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel gıdalar; gıda trendleri; GLP-1.

*Sorumlu yazar: betul.oral@ozyegin.edu.tr

Hasanağa Enginar Atıklarından Elde Edilen İnülinin Prebiyotik Özelliği Kullanılarak Naneli Kefir Üretimi ve Özelliklerin Belirlenmesi**

Beyza ÖZDEMİR[1], Beyzanur ÖZÜREKLİ[1], Emine KARABULUT[1], Şevval Bilge AYMAN[1], Sena OKUR ÖZAKÇAYLI[2], Seda ALTUNTAŞ[1,*]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Bursa
[2]Eker Süt Ürünleri Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Hasanağa enginarının işlenmesi sırasında oluşan sap, yaprak ve brakte gibi yan ürünler, yüksek inülin içeriğine rağmen çoğunlukla değerlendirilmeden uzaklaştırılmaktadır. Bu çalışmada, enginar atıklarından elde edilen inülinin prebiyotik özelliğinden yararlanılarak fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş yağ azaltılmış naneli kefir üretimi amaçlanmıştır. İnülin, enginar atıklarından ultrasonik ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiş ve kefir formülasyonlarında %1,5 ve %3 düzeylerinde kullanılmıştır. Çalışma kapsamında tam yağlı kefir, naneli kefir, enginar kaynaklı ve ticari inülin ilaveli naneli kefirler üretilmiş; örnekler 21 gün boyunca 4 °C'de depolanarak fizikokimyasal, mikrobiyolojik, reolojik, duyusal ve antioksidan özellikleri açısından değerlendirilmiştir.

Sonuçlar, inülin ilavesinin kefirlerin kuru madde, karbonhidrat ve mineral madde içeriklerini artırdığını, pH ve asitlik değerlerinin ise depolama süresince kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığını göstermiştir. Nane ve inülin ilavesi toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktiviteyi artırmış, en yüksek değerler %3 inülin içeren örneklerde belirlenmiştir. Ayrıca inülin ilavesi ürünlerin kıvamını ve genel beğeni düzeyini olumlu yönde etkilemiştir. Bulgular, enginar atıklarından elde edilen inülinin kefir üretiminde değerlendirilebileceğini ve fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş yenilikçi süt ürünlerinin üretiminde kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Enginar atıkları; fonksiyonel gıda; inülin; kefir; prebiyotik; ultrasonik ekstraksiyon.

*Sorumlu yazar: seda.altuntas@btu.edu.tr
**Bu çalışma, Bursa Teknik Üniversitesi ve Eker Süt Ürünleri Gıda San. ve Tic. A.Ş. iş birliği ile yürütülen, TÜBİTAK 2209-B Sanayiye Yönelik Lisans Araştırma Projeleri Desteği Programı kapsamında desteklenen 1139B412402991 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Kitosan ve Postbiyotik Bazlı Yenilebilir Kaplamaların Taze İncirlerin Depolama Kalitesi ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerindeki Etkisi**

Amtalsaboor ALMAHBASHI, Evrim GÜNEŞ ALTUNTAŞ*

Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara

ÖZET

Bu çalışmada, kitosan ve *Lactiplantibacillus plantarum* F2 kaynaklı postbiyotik içeren yenilebilir kaplamaların taze incirlerin depolama kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kontrol, kitosan, postbiyotik ve kitosan + postbiyotik olmak üzere dört uygulama grubu oluşturulmuş ve örnekler 4 °C'de 30 gün boyunca depolanmıştır. Depolama süresince ağırlık kaybı, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde içerikleri ile mikrobiyolojik kalite değerlendirilmiş; depolama sonunda duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Ağırlık kaybı tüm gruplarda depolama süresince artmakla birlikte, 30. günde en düşük değer kitosan grubunda (%9,68 ± 1,28), en yüksek değer ise kontrol grubunda (%12,86 ± 2,96) belirlenmiştir; ancak gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Depolama sonunda en yüksek toplam fenolik (54,61 ± 0,54 mg GAE/g) ve toplam flavonoid (24,53 ± 2,75 mg QE/g) madde içeriği postbiyotik grubunda belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analizlerde kitosan grubunda toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve maya-küf sayılarında sırasıyla yaklaşık 2,9 ve 2,2 log azalma gözlenmiş ve depolama sonunda en düşük mikrobiyal yük bu grupta belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmede kitosan + postbiyotik grubu renk (4,30 ± 0,88) ve genel görünüm (4,17 ± 1,03) açısından yüksek puan alırken, en yüksek satın alma niyeti postbiyotik grubunda (3,70 ± 1,18) bulunmuştur. Genel olarak, kitosan uygulaması ağırlık kaybının sınırlandırılması ve mikrobiyolojik stabilitenin korunmasında; postbiyotik uygulaması ise fenolik ve flavonoid bileşiklerin korunmasında öne çıkmıştır. Kitosan + postbiyotik kombinasyonu ise özellikle renk ve genel görünüm açısından duyusal kaliteyi desteklemiştir. Bu bulgular, kitosan ve postbiyotiklerin taze incirlerin kalite özelliklerinin korunmasına yönelik yenilebilir kaplama sistemlerinde işlevsel bileşenler olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşikler; kitosan; postbiyotik; raf ömrü; taze incir; yenilebilir kaplama.

1. GİRİŞ

Taze meyve ve sebzeler, hasat sonrası su kaybı, mikrobiyal bozulma, oksidatif süreçler ve biyoaktif bileşiklerde meydana gelen değişimler nedeniyle kalite kaybına uğramaktadır (Adewoyin, 2023; Sokra, 2026). İnce kabuk yapısı ve yüksek su içeriği nedeniyle taze incir (*Ficus carica* L.) bu bozulma süreçlerine karşı özellikle hassas olup kısa bir raf ömrüne sahiptir (Tuai vd., 2020). Bu nedenle, hasat sonrası kaliteyi koruyacak ve sentetik koruyuculara alternatif oluşturabilecek doğal muhafaza yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yenilebilir kaplamalar, meyve yüzeyinde koruyucu bir bariyer oluşturarak su ve gaz transferini sınırlandırmaları ve mikrobiyal gelişmeyi azaltabilmeleri nedeniyle bu amaçla yaygın olarak araştırılmaktadır (Andriani ve Handayani, 2023).

*Sorumlu yazar: egunes@ankara.edu.tr

**Bu çalışma Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FDK-2024-3386 proje numarası ile desteklenmiştir.

Kitosan, film oluşturma, biyobozunurluk ve antimikrobiyal özellikleri nedeniyle yenilebilir kaplamalarda öne çıkan biyopolimerlerden biridir (Muñoz-Tebar vd., 2023). Bununla birlikte, kitosan bazlı kaplamaların fonksiyonel özelliklerinin biyoaktif bileşenlerle geliştirilmesi mümkün olmakta ve bu yaklaşım özellikle meyvelerin besinsel ve oksidatif kalitesinin korunması açısından önem taşımaktadır (Vieira vd., 2021).

Postbiyotikler ise probiyotik mikroorganizmaların metabolik ürünlerini ve hücre bileşenlerini içeren, canlı mikroorganizma içermeyen biyolojik olarak aktif bileşenlerdir (Liang ve Xing, 2023). Fenolik bileşikler, organik asitler ve diğer metabolitleri içerebilmeleri nedeniyle antioksidan ve antimikrobiyal özellikler gösterebilirler (Vera-Santander vd., 2023). Son yıllarda postbiyotiklerin yenilebilir kaplama sistemlerinde kullanımı araştırılmakta ve özellikle taze incirlerde biyoaktif bileşiklerin korunması ile mikrobiyal bozulmanın sınırlandırılması açısından potansiyel göstermektedir (Subramaniyan vd., 2024).

Bu çalışmanın amacı, kitosan ve *Lactiplantibacillus plantarum* F2 kaynaklı postbiyotik içeren yenilebilir kaplamaların taze incirlerin 4 °C'de 30 günlük depolama süresince kalite özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Bu kapsamda ağırlık kaybı, toplam fenolik ve flavonoid madde içerikleri, mikrobiyolojik kalite ve duyusal özellikler incelenerek kitosan, postbiyotik ve bunların kombinasyonunun taze incirlerin muhafazasındaki potansiyeli ortaya konulmuştur.

2. YÖNTEM

2.1. Materyal ve Kaplama Formülasyonları

Çalışmada, daha önce izole edilmiş *L. plantarum* F2 suşu kullanılmıştır (Çelik, 2022). Taze incir örnekleri Yalova ilindeki ticari bir bahçeden hasat olgunluğunda temin edilmiş; fiziksel hasar, çürüme veya görünür fungal hastalık belirtisi bulunan meyveler çalışma dışında bırakılmıştır. Çalışmada kontrol, kitosan, postbiyotik ve kitosan + postbiyotik olmak üzere dört uygulama grubu oluşturulmuştur.

Postbiyotik üretimi için *L. plantarum* F2 suşu MRS Broth ortamında %1 inokülasyon oranıyla 35 °C'de 24 saat inkübe edilmiş, ardından santrifüjlenmiş ve süpernatant 0,45 µm membran filtreden geçirilerek hücresiz postbiyotik elde edilmiştir (Almahbashi ve Gunes Altuntas, 2025). Kitosan kaplama %0,5 (a/h) konsantrasyonda %1 (h/h) asetik asit içerisinde hazırlanmıştır (Zhang vd., 2019). Kitosan + postbiyotik kaplaması ise %0,5 (a/h) kitosanın çözücü olarak postbiyotik süpernatant kullanılmasıyla hazırlanmıştır.

2.2. Kaplama Uygulaması ve Depolama

İncirler kaplama çözeltilerine üç kez daldırılmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Örnekler 4 °C'de 30 gün boyunca depolanmış ve depolama süresince belirlenen zaman noktalarında analiz edilmiştir.

2.3. Analizler

Ağırlık kaybı başlangıç ağırlığına göre yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde içerikleri sırasıyla mg GAE/g ve mg QE/g olarak belirlenmiştir (Sembiring vd., 2018; Sornsenee vd., 2021). Mikrobiyolojik kalite, toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve toplam maya-küf sayılarının KOB/g olarak belirlenmesiyle değerlendirilmiştir (Paolucci vd., 2020). Duyusal analiz, depolama sonunda 24 panelist tarafından 5 puanlı hedonik ölçek kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Miranda vd., 2022).

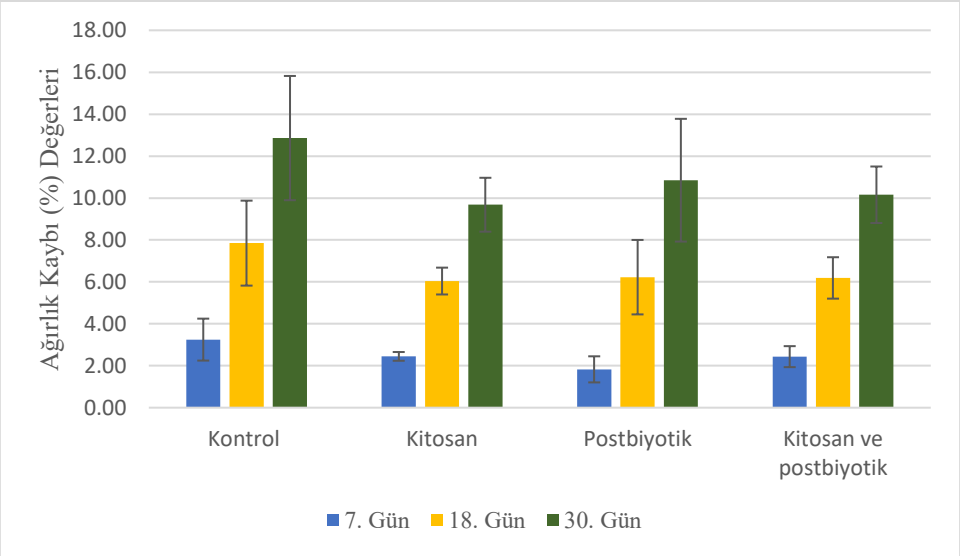
Ağırlık kaybı, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde analizleri depolamanın 0., 7., 18. ve 30. günlerinde; mikrobiyolojik analizler 0. ve 30. günlerinde; duyusal analiz ise yalnızca 30. günde gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel değerlendirmelerde veriler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiş ve SPSS Statistics 28.0 programı kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar Tek Yönlü ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiş; $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Ağırlık kaybı

Depolama süresince tüm gruplarda ağırlık kaybı kademeli olarak artmıştır (Şekil 3.1). 30. gün sonunda ağırlık kaybı kontrol grubunda %12,86 ± 2,96, postbiyotik grubunda %10,85 ± 2,93, kitosan + postbiyotik grubunda %10,16 ± 1,35 ve kitosan grubunda %9,68 ± 1,28 olarak belirlenmiştir. Sayısal olarak en düşük ağırlık kaybı kitosan grubunda görülmesine rağmen, gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F = 1,130$; $p = 0,393$).



Şekil 3.1. Depolama süresince ağırlık kaybı (%) değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Bu sonuç, kitosan kaplamanın su kaybını sınırlamaya yönelik bir bariyer oluşturabileceğini düşündürmekle birlikte, mevcut deney koşullarında bu etkinin istatistiksel olarak doğrulanmadığını göstermektedir. Literatürde de kitosan temelli kaplamaların meyvelerde su kaybını azaltabildiği ve ağırlık kaybını geciktirebildiği bildirilmiştir. Özellikle taze incir üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar, kitosan içeren kaplamaların kontrol grubuna kıyasla ağırlık kaybını azaltabildiğini göstermektedir (Adiletta vd., 2019). Ayrıca *Lactobacillus plantarum* kökenli postbiyotiklerin müsilaj ve guar gam gibi polisakkarit bazlı kaplamalarla birlikte kullanımının nem kaybını azalttığı ve ağırlık korunmasını iyileştirdiği rapor edilmiştir (Subramaniyan vd., 2025; Subramaniyan vd., 2024).

3.2. Toplam Fenolik Madde ve Toplam Flavonoid Madde

Toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde içeriklerine ilişkin bulgular sırasıyla Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'de sunulmuştur. Postbiyotik uygulaması hem fenolik hem de flavonoid içeriği açısından depolama sonunda en yüksek değerleri sağlamıştır ($p = 0{,}002$ $f = 9.340$). 30. günde en yüksek fenolik değeri Postbiyotik grubunda (54,61 ± 0,54 mg GAE/g) elde edilmiş; bunu Kitosan + Postbiyotik (48,68 ± 6,73), Kitosan (46,38 ± 2,98) ve Kontrol (40,89 ± 0,88) izlemiştir ($p = 0{,}002$). Benzer şekilde, en yüksek flavonoid değeri de Postbiyotik grubunda (24,53 ± 2,75 mg QE/g) kaydedilmiş; bunu Kitosan (13,72 ± 1,96), Kitosan + Postbiyotik (10,96 ± 0,18) ve Kontrol (7,69 ± 0,91) takip etmiştir ($p = 0{,}00$). Bu durum, postbiyotik bileşenlerinin oksidatif değişimleri sınırlandırmadaki potansiyeli ile ilişkilendirilebilir. Kitosan kaplaması da her iki parametrede kontrol grubuna kıyasla daha iyi koruma sağlamıştır. Kompozit formülasyon ise postbiyotiğin tek başına sağladığı koruyucu etkiyi bir miktar azaltmış, ancak yine de kontrolden daha iyi fenolik koruma sunmuştur. Literatürde, mango meyvelerinde kitosan/Nano-TiO_2 kompozit kaplamalarının (Xing vd., 2020) ve postbiyotiklerle zenginleştirilmiş keten tohumu müsilajı ile guar gamı kaplanan incirlerin benzer sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Subramaniyan vd., 2024). Ayrıca postbiyotik içeren PVA bazlı filmlerde flavonoid kayıplarının daha yüksek olduğu rapor edilmiş olsa da, çalışmamızda postbiyotik uygulamaları flavonoid içeriğini depolama boyunca daha iyi korumuştur (Subramaniyan vd., 2025).

Tablo 3.1. Farklı kaplama uygulamalarına tabi tutulan yaş incir örneklerinin depolama süresince toplam fenolik madde içeriği (mg GAE/g ekstrakt).

Group	0. Gün	7. Gün	18. Gün	30. Gün
Kontrol	40,94 ± 0,92	27,59 ± 0,15	51,75 ± 0,55	40,89 ± 0,88b
Kitosan	34,55 ± 0,31	43,07 ± 0,78	42,82 ± 0,31	46,38 ± 2,98b
Postbiyotik	39,47 ± 0,67	43,10 ± 0,92	59,66 ± 1,20	54,61 ± 0,54a
Kitosan + Postbiyotik	39,30 ± 0,63	38,59 ± 0,96	36,02 ± 1,27	48,68 ± 6,73ab

Farklı harflerle gösterilen gruplar (a-d) arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlıdır (Tukey, $p < 0{,}05$).

Tablo 3.2. Farklı kaplama uygulamalarına tabi tutulan yaş incir örneklerinin depolama süresince toplam flavonoid madde içeriği (mg QE/g ekstrakt).

Grup Adı	0.Gün	7.gün	18. gün	30. gün
Kontrol	2,46 ± 0,16	2,16 ± 0,31	19,99 ± 1,29	7,69 ± 0,91b
Kitosan	4,42 ± 0,13	15,94 ± 1,69	14,14 ± 1,66	13,72 ± 1,96c
Postbiyotik	2,38 ± 0,54	16,46 ± 1,08	26,69 ± 2,45	24,53 ± 2,75a
Kitosan + Postbiyotik	3,07 ± 0,05	11,02 ± 0,77	5,93 ± 0,71	10,96 ± 0,18bc

Farklı harflerle gösterilen gruplar (a-c) arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlıdır (Tukey, $p < 0{,}05$).

Yaş incir örneklerinin depolamanın 0. ve 30. günlerindeki toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve toplam maya-küf sayıları Tablo 3.3'te sunulmuştur. Mikrobiyolojik analizlerde uygulamalar arasındaki farklılık daha belirgin olmuştur. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı bakımından 30. gün sonunda en düşük değer kitosan grubunda ($3{,}40\times10^4$ KOB/g) belirlenmiştir. Bu grupta başlangıçtaki $2{,}46\times10^7$ KOB/g değerine kıyasla yaklaşık 2,9 log düzeyinde azalma görülmüştür. Buna karşılık kontrol grubunda bakteri sayısı $1{,}38\times10^4$ KOB/g'dan $1{,}75\times10^5$ KOB/g'a yükselmiştir. Postbiyotik ve kitosan + postbiyotik gruplarında ise 30. gün sonunda sırasıyla $4{,}50\times10^6$ ve $4{,}60\times10^6$ KOB/g değerleri belirlenmiştir.

Maya-küf sayısında da benzer bir eğilim gözlenmiştir. Kitosan grubunda sayı $1{,}50\times10^6$ KOB/g'dan $9{,}00\times10^3$ KOB/g'a düşerken, kontrol grubunda $1{,}30\times10^3$ KOB/g'dan

$2,90\times10^4$ KOB/g'a yükselmiştir. Postbiyotik ve kitosan + postbiyotik gruplarında ise 30. gün değerleri sırasıyla $3,80\times10^5$ ve $1,00\times10^6$ KOB/g olarak belirlenmiştir.

Genel olarak kitosan kaplaması, hem bakteriyel hem de fungal yükü depolama boyunca etkili şekilde baskılayarak en güçlü antimikrobiyal aktiviteyi göstermiştir. Literatürde, Aloe vera jeli ve kitosan içeren kaplamaların yaş incirlerde 21 günlük depolama sonunda bakteri ve maya-küf gelişimini etkin şekilde baskıladığı bildirilmiş olup bu bulgular çalışmamızdaki kitosan bazlı kaplamaların antimikrobiyal etkinliği ile uyumludur (Kaur vd., 2024).

Kompozit formülasyon ise kitosanın antimikrobiyal etkinliğini bir miktar zayıflatmış olmakla birlikte, 30. gün mutlak değerler açısından kontrol grubuna kıyasla daha yüksek mikrobiyal yük sergilemiştir. Bu nedenle, kompozit formülasyonun kontrolden daha iyi mikrobiyal stabilite sunduğu yönündeki ifade geçerli değildir.

Tablo 3.3. Farklı kaplama uygulamalarına tabi tutulan yaş incir örneklerinin depolamanın 0. ve 30. günlerindeki TAMBS ve toplam maya-küf sayısı bulguları (KOB/g).

Grup Adı	**TAMBS**		**TOPLAM MAYA-KÜF SAYISI**	
	0. Gün	30. Gün	0. Gün	30. Gün
Kontrol	$1,38\times 10^4$	$1,75\times 10^5$	$1,30\times 10^3$	$2,90\times 10^4$
Kitosan	$2,46\times 10^7$	$3,40\times 10^4$	$1,50\times 10^6$	$9,00\times 10^3$
Postbiyotik	$1,71\times 10^6$	$4,50\times 10^6$	$2,30\times 10^5$	$3,80\times 10^5$
Kitosan + Postbiyotik	$8,40\times 10^5$	$4,60\times 10^6$	$5,00\times 10^4$	$1,00\times 10^6$

3.3. Duyusal Değerlendirme

Farklı kaplama formülasyonları uygulanan yaş incir örneklerinin depolama sonundaki duyusal analiz bulguları Tablo 3.4'te verilmiştir. Duyusal analizde postbiyotik ve kitosan + postbiyotik formülasyonları öne çıkmıştır. Renk parametresinde en yüksek puan Kitosan + Postbiyotik grubunda ($4,30 \pm 0,88$) elde edilmiş; bunu Postbiyotik ($3,91 \pm 1,12$) ve Kitosan ($3,83 \pm 1,03$) izlemiş, en düşük değer Kontrol grubunda ($3,22 \pm 0,90$) kaydedilmiştir. Genel görünüm açısından Postbiyotik ve Kitosan + Postbiyotik grupları eşit ve en yüksek puanı (4,17) alırken, Kontrol grubu $3,22 \pm 1,00$ ile en düşük değerlendirmeyi almıştır. Satın alma niyeti açısından en yüksek puan Postbiyotik grubunda ($3,70 \pm 1,18$) elde edilmiş; bunu Kitosan + Postbiyotik ($3,61 \pm 1,27$) ve Kitosan ($3,22 \pm 1,09$) takip etmiş, en düşük değer Kontrol grubunda ($3,17 \pm 0,89$) kaydedilmiştir. Genel olarak postbiyotik içeren kaplama formülasyonları, yaş incirlerin renk, genel görünüm ve satın alma niyeti gibi tüketici kabulüyle doğrudan ilişkili parametreler üzerinde olumlu etkiler oluşturmuş; kontrol grubu ise tüm parametrelerde en düşük veya en düşüğe yakın değerleri almıştır. Literatürde, *L. plantarum* postbiyotiği ile zenginleştirilmiş keten tohumu müsilajı ve guar gamı kaplamalarının renk stabilitesini koruduğu ve oksidatif stresi azalttığı (Subramaniyan vd., 2024); PVA bazlı filmlere eklenen postbiyotiklerin duyusal kaliteyi artırdığı ve raf ömrünü uzattığı bildirilmiştir (Subramaniyan vd., 2025). Kitosan bazlı kaplamalarla ilgili olarak, %0,5 kitosan ve 200 mg L^{-1} timol kombinasyonunun yaş incirlerde yüksek kabul edilebilirlik sağladığı rapor edilmiştir (Saki vd., 2019).

Tablo 3.4. Farklı kaplama formülasyonları uygulanan yaş incir örneklerinin duyusal analiz bulguları.

Grup Adı	Renk	Genel Görünüm	Sertlik	Koku	Satın Alma
Kontrol	3,22 ± 0,90	3,22 ± 1,00	3,52 ± 1,12	2,87 ± 1,18	3,17 ± 0,89
Kitosan	3,83 ± 1,03	3,65 ± 0,88	3,04 ± 1,40	2,78 ± 1,31	3,22 ± 1,09
Postbiyotik	3,91 ± 1,12	4,17 ± 0,98	3,87 ± 1,22	2,87 ± 1,36	3,70 ± 1,18
Kitosan + Postbiyotik	4,30 ± 0,88	4,17 ± 1,03	3,13 ± 1,46	2,48 ± 1,24	3,61 ± 1,27

4. SONUÇ

Bu çalışmada, farklı kaplama formülasyonlarının (Kitosan, Postbiyotik ve Kitosan + Postbiyotik) yaş incirlerin depolama süresince kalite özellikleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Ağırlık kaybı açısından en düşük değer Kitosan grubunda (%9,68) elde edilmiş ve kitosan içeren kaplamaların nem bariyeri oluşturarak su kaybını etkili şekilde azalttığı belirlenmiştir. Toplam fenolik ve flavonoid madde içeriğinde ise en yüksek değerler Postbiyotik grubunda (sırasıyla 54,61 mg GAE/g ve 24,53 mg QE/g) elde edilmiş; postbiyotik kaplamanın bu bileşiklerin korunmasında üstün performans gösterdiği, kompozit formülasyonun ise postbiyotiğin koruyucu etkisini bir miktar azalttığı ancak yine de kontrolden daha iyi olduğu görülmüştür. Mikrobiyolojik açıdan kitosan kaplaması, TMAB'da ve maya-küf azalması sağlayarak en güçlü antimikrobiyal aktiviteyi göstermiştir; kontrol grubunda ise kaplama uygulanmadığı için her iki mikroorganizma grubunda belirgin artışlar meydana gelmiştir. Duyusal analizde ise postbiyotik içeren formülasyonlar renk, genel görünüm ve satın alma niyeti parametrelerinde en yüksek puanları alırken, kontrol grubu tüm parametrelerde en düşük veya en düşüğe yakın değerleri almıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde, kitosan bazlı kaplamalar su kaybını önlemede ve mikrobiyal kaliteyi korumada, postbiyotik içeren formülasyonlar ise fenolik bileşiklerin korunması ve duyusal kalitede öne çıkmış; kompozit formülasyon bazı parametrelerde sinerjik etki göstermemiş olsa da kontrolden üstün performans sergilemiştir. Sonuç olarak, yenilebilir kaplamaların yaş incirlerin raf ömrünü uzatmada ve kalitesini korumada etkili bir strateji olarak kullanılabileceği ortaya konmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü'ne sunulan ve Amtalsaboor Almahbashi tarafından gerçekleştirilen doktora tezinin bir kısmı olup (Almahbashi, 2026), Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından (Doktora Tez Projesi) FDK-2024-3386 nolu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Adewoyin, O. B. (2023). Pre-harvest and postharvest factors affecting quality and shelf life of harvested produce. In *New advances in postharvest technology*. IntechOpen.

Adiletta, G., Zampella, L., Coletta, C., & Petriccione, M. (2019). Chitosan coating to preserve the qualitative traits and improve antioxidant system in fresh figs (Ficus carica L.). *Agriculture*, *9*(4), 84.

Almahbashi, A., & Gunes Altuntas, E. (2025). From Preparation to Bioactivity: A Comparative Study on Preparation Methods and Characterization of Postbiotics. *Food Sci Nutr*, *13*(5), e70294. https://doi.org/10.1002/fsn3.70294

Almahbashi, A. A. A. (2026). *Yaş ve Kuru İncirlerin Muhafazasında Postbiyotik İçeren Yenilebilir Kaplama Materyallerinin Kullanımı* [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi]. Türkiye.

Andriani, V., & Handayani, N. A. (2023). Recent technology of edible coating production: A review. *Materials Today: Proceedings*, *87*, 200-206.

Çelik, A. A. (2022). *Determination of lactic acid and diacetyl amounts produced by Pediococcus strains isolated from some fermented products* Ankara Üniversitesi]. Türkiye National Thesis Center.

Kaur, N., Somasundram, C., Razali, Z., & Ahmed, Z. F. R. (2024). Sustainable Aloe vera/chitosan-based edible coatings reduce postharvest loss of stored fresh figs (Ficus carica L.). *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *8*, 1459600.

Liang, B., & Xing, D. (2023). The current and future perspectives of postbiotics. *Probiotics and antimicrobial proteins*, *15*(6), 1626-1643.

Miranda, M., Marilene De Mori, M. R., Spricigo, P. C., Pilon, L., Mitsuyuki, M. C., Correa, D. S., & Ferreira, M. D. (2022). Carnauba wax nanoemulsion applied as an edible coating on fresh tomato for postharvest quality evaluation. *Heliyon*, *8*(7).

Muñoz-Tebar, N., Pérez-Álvarez, J. A., Fernández-López, J., & Viuda-Martos, M. (2023). Chitosan edible films and coatings with added bioactive compounds: antibacterial and antioxidant properties and their application to food products: a review. *Polymers*, *15*(2), 396.

Paolucci, M., Di Stasio, M., Sorrentino, A., La Cara, F., & Volpe, M. G. (2020). Active edible polysaccharide-based coating for preservation of fresh figs (Ficus carica L.). *Foods*, *9*(12), 1793.

Saki, M., ValizadehKaji, B., Abbasifar, A., & Shahrjerdi, I. (2019). Effect of chitosan coating combined with thymol essential oil on physicochemical and qualitative properties of fresh fig (Ficus carica L.) fruit during cold storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *13*(2), 1147-1158.

Sembiring, E. N., Elya, B., & Sauriasari, R. (2018). Phytochemical screening, total flavonoid and total phenolic content and antioxidant activity of different parts of Caesalpinia bonduc (L.) Roxb. *Pharmacognosy journal*, *10*(1).

Sokra, I. (2026). Factors affecting postharvest quality during storage of agricultural produce: a comprehensive review. *Journal of Agriculture and Technology*, *2*(1), 55-60.

Sornsenee, P., Chatatikun, M., Mitsuwan, W., Kongpol, K., Kooltheat, N., Sohbenalee, S., Pruksaphanrat, S., Mudpan, A., & Romyasamit, C. (2021). Lyophilized cell-free supernatants of Lactobacillus isolates exhibited antibiofilm, antioxidant, and reduces nitric oxide activity in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 cells. *PeerJ*, *9*, e12586.

Subramaniyan, V., Sellamuthu, P. S., Jarugala, J., & Sadiku, E. R. (2025). Effect of PVA-based films incorporated with postbiotics, flax seed mucilage and guar gum to enhance the postharvest quality of fig fruits. *Food Chemistry*, *465*, 142018. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142018

Subramaniyan, V., Sellamuthu, P. S., Sadiku, E. R., & Jarugala, J. (2024). Effect of flax seed mucilage and guar gum coating enriched with postbiotics on postharvest storage of fig fruits (Ficus carica L.). *South African Journal of Botany*, *166*, 636-647.

Tuai, P., Tinjauan, S., JUSOH, N., DING, P., & Yeat, C. (2020). Extending post-harvest quality of fresh fig (Ficus carica L.) fruit through manipulation of pre-and post-harvest practices: A review. *Sains Malaysiana*, *49*(3), 553-560.

Vera-Santander, V. E., Hernández-Figueroa, R. H., Jiménez-Munguía, M. T., Mani-López, E., & López-Malo, A. (2023). Health benefits of consuming foods with bacterial probiotics, postbiotics, and their metabolites: a review. *Molecules*, *28*(3), 1230.

Vieira, T. M., Moldão-Martins, M., & Alves, V. D. (2021). Composite coatings of chitosan and alginate emulsions with olive oil to enhance postharvest quality and shelf life of fresh figs (Ficus carica L. cv.'Pingo De Mel'). *Foods*, *10*(4), 718.

Xing, Y., Yang, H., Guo, X., Bi, X., Liu, X., Xu, Q., Wang, Q., Li, W., Li, X., & Shui, Y. (2020). Effect of chitosan/Nano-TiO2 composite coatings on the postharvest quality and physicochemical characteristics of mango fruits. *Scientia Horticulturae*, *263*, 109135.

Zhang, L., Huang, C., & Zhao, H. (2019). Application of pullulan and chitosan multilayer coatings in fresh papayas. *Coatings*, *9*(11), 745.

Protein Nanofibrilleri ile Antosiyanin Kopigmentasyonunun Yumuşak Şekerlemelerde Stabilite ve Renk Özelliklerine Etkisi**

Merve AYDIN*, Vildan EYİZ, Aslı ÖZTUĞ, İsmail TONTUL

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya

Bu çalışmada, stabil doğal renklendiriciler elde etmek amacıyla nanofibril yapıdaki (doğrusal: D ve kıvrımlı: K) protein izolatları (bezelye: B ve peynir altı suyu: PAS) ile siyah havuçtan ultrafiltrasyonla ayrılmış (5 kDa ve 50 kDa permeatları; 5P ve 50P) antosiyaninler kopigmente edilmiştir. Kopigmente edilmiş örnekler (D-PAS-5P, K-PAS-50P, D-B-5P) ve kontrol grubu (5P ve 50P) renklendiriciler yumuşak jöle tipi şekerlemeye ilave edilmiş; antosiyaninlerin stabilitesi, sentetik ve doğal renklendirici içeren örneklerle kıyaslanmıştır. 28 gün boyunca depolanan örneklerde toplam monomerik antosiyanin (TMA) içeriği ve renk değerleri belirlenmiştir. Kopigmentasyon işleminin antosiyaninin stabilitesini artırarak yumuşak şekerleme içerisinde daha uzun süre bozulmadan kalma sürelerini uzattığı saptanmıştır. Kopigmente örnekler arasında en yüksek TMA korunumu K-PAS-50P örneğinde gözlenmiştir. Depolama boyunca örneklerin TMA miktarında ve parlaklıklarında azalma gözlenmiştir. Öte yandan, depolama boyunca K-PAS-50P örneğinin kırmızılık ve doygunluk, D-B-5P ve D-PAS-5P örneklerinin ise sarılık, ton açısı ve doygunluk değerleri artış göstermiştir. Ayrıca K-PAS-50P örneği sentetik ve doğal renklendiricilerden sonra en yüksek kırmızılık ve doygunluk değerlerine sahip bulunmuştur. Sonuç olarak, protein nanofibrilleriyle kopigmente edilen antosiyaninlerin, yumuşak şekerleme gibi gıda ürünlerinde sentetik renklendiricilere önemli bir alternatif olabileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Depolama; doğal renklendirici; kopigmentasyon; nanofibrilasyon; protein izolatı.

*Sorumlu yazar: merveeydn@hotmail.com

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 1005 kapsamında 123O687 proje numarası ile desteklenmiştir.

Uygulanan Bazı Isıl İşlemlerin Korunga Tohumunun Anti-Besinsel Özelliklerine ve Enzim Aktivitelerine Etkisi**

Ali Emre ANDAÇ, Necati Barış TUNCEL*

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

Günümüz gıda sistemlerinin temel hedeflerinden biri, artan dünya nüfusunu dengeli ve sürdürülebilir diyetlerle beslemektir. Protein eksikliği küresel ölçekte devam etmekte olup, gelecekte yeterli protein temini önemli bir sorun olarak görülmektedir. Bu noktada, yüksek protein (%42) ve diyet lif (%44) içeriğine sahip ancak düşük verim özelliği nedeniyle yeterince değerlendirilmeyen çok yıllık yem bitkisi olan korunganın umut vadeden adaylardan biri olduğu düşünülmektedir. Korunga, kuraklığa dayanıklılığı, düşük su ayak izi, azot fiksasyonu, arılar için çiçek kaynağı oluşturması ve toprak sağlığını iyileştirmesi gibi birçok tarımsal ve ekolojik avantaj sunmaktadır. Bu çalışmada, korunga tohumlarına farklı ısıl işlemler uygulanarak anti-besinsel özellikler ve enzim aktivitelerindeki değişimler değerlendirilmiştir. İnfrared mikronizasyon ve sıcak su ısıl işlemleri HCN içeriğini yaklaşık %30 oranında azaltmıştır. Lipaz inaktivasyonunda en etkili ısıl işlem infrared olmuştur. Benzer şekilde, infrared uygulaması lipoksigenaz enzimini diğer ısıl işlemlere kıyasla daha kısa sürede inaktive etmiştir. Isıl işlemlerin fitik asit içeriği üzerine etkisi sınırlı olup, en belirgin azalma kuru sıcak hava işleminde %17 oranı ile tespit edilmiştir. Tripsin inhibitör aktivitesi infrared ve kuru sıcak hava uygulamaları ile sırasıyla %85 ve %83 oranında azalmıştır. Tanen içeriğinin azaltılmasında en etkin yöntemin sıcak su uygulaması olduğu %94 oranında azalma ile ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Anti-besinsel; ısıl işlem; korunga.

*Sorumlu yazar: baristuncel@comu.edu.tr

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından ARDEB kapsamında 122O931 proje numarası ile desteklenmiştir.

Brewers' Spent Grain (BSG) Protein Fibrillerinin Şerbetçi Otu Fenolleriyle Konjugasyonu

Tunahan GÜRBÜZ*, Şükran AŞGIN UZUN, Mahmud Ekrem PARLAK, Furkan Türker SARICAOĞLU

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Bira üretimi sırasında ortaya çıkan bira posası (Brewers' Spent Grain, BSG), yüksek protein içeriğine rağmen çoğunlukla düşük katma değerli uygulamalarda değerlendirilmektedir. Buna karşın BSG, sürdürülebilir ve fonksiyonel gıda bileşenlerinin geliştirilmesi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Bu çalışma, BSG proteinlerinin yapısal ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesine yönelik yenilikçi bir yaklaşım önermektedir.

Çalışmanın temelini, BSG'den izole edilen proteinlerin fibrilasyon yoluyla yeniden yapılandırılması ve elde edilen protein fibrillerinin şerbetçi otu (*Humulus lupulus*) ekstraktları ile konjuge edilmesi oluşturmaktadır. Protein fibrillerinin yüksek yüzey alanı ve düzenli yapılarının, şerbetçi otunun fenolik ve antioksidan bileşenlerinin taşınması ve korunmasında avantaj sağlayabileceği öngörülmektedir. Böylece BSG proteinlerinin fonksiyonel özellikleri ile şerbetçi otunun biyoaktif özelliklerini bir araya getiren yeni bir bileşen geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Araştırma kapsamında BSG'den protein izolasyonu, proteinlerin fibrilasyon koşullarının belirlenmesi, şerbetçi otu ekstraktlarının elde edilmesi ve protein fibril–ekstrakt konjugatlarının hazırlanması planlanmaktadır. Elde edilecek yapıların fizikokimyasal, yapısal ve fonksiyonel özellikleri ayrıntılı olarak değerlendirilecektir. Geliştirilecek sistemin, bira formülasyonlarında protein zenginleştirme amacıyla kullanılmasının yanı sıra şerbetçi otundan kaynaklanan biyoaktif bileşiklerin stabilitesinin artırılmasına da katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Bu yaklaşım, bira endüstrisi yan ürünlerinin katma değerli bileşenlere dönüştürülmesine yönelik sürdürülebilir bir model sunarken, fonksiyonel ve temiz etiketli gıda katkı maddelerinin geliştirilmesine yönelik yeni bir araştırma alanı ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bira artığı (BSG); gıda katkı maddesi; konjugasyon; protein fibrilasyonu.

*Sorumlu yazar: tunahan0333@gmail.com

Sürdürülebilir Fonksiyonel Ürün Geliştirmede Güncel Yaklaşımlar: Probiyotik Vegan Peynir Analogları

Sude Nur UĞURLU, İlsu GENEL, Ceren BAKAN, Ayşegül KIRMIZIGÜL PEKER, İlkin ŞENGÜN*

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Tüketicilerin sürdürülebilir beslenmeye yönelmesi, vegan yaşam tarzının yaygınlaşması ve laktoz intoleransı gibi nedenler, bitkisel bazlı gıdalara olan ilgiyi artırmıştır. Bu eğilim doğrultusunda probiyotik özellik taşıyan bitkisel ürünler ve vegan peynir analogları önemli araştırma konuları arasında yer almaya başlamıştır. Bitkisel bazlı probiyotik ürünler; bağırsak mikrobiyotasını desteklemeleri, çevresel etkilerinin düşük olması ve farklı tüketici gruplarına hitap etmeleri nedeniyle dikkat çekmektedir. Vegan peynir analoglarının üretiminde soya, baklagiller, kuruyemişler ve çeşitli bitkisel protein kaynakları kullanılmaktadır. Ancak, geleneksel peynirlerin yapı, aroma ve tekstür özelliklerinin bitkisel hammaddelerle taklit edilmesi önemli teknolojik zorluklar oluşturmaktadır. Son yıllarda fermentasyon uygulamaları, probiyotik kültürlerin kullanımı ve prebiyotik bileşenlerin ilavesiyle ürünlerin duyusal ve besinsel özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Ayrıca, yerel baklagillerin değerlendirilmesi ve sürdürülebilir hammaddelerin kullanımı, yeni nesil fonksiyonel ürün geliştirme çalışmalarında öne çıkmaktadır. Bu derlemede, probiyotik vegan peynir analogları üzerine gerçekleştirilen güncel çalışmalar incelenmiş; kullanılan hammaddeler, üretim stratejileri, probiyotik canlılığını etkileyen faktörler ve ürün geliştirmede karşılaşılan temel teknolojik zorluklar ele alınmıştır. Literatür bulguları, fermentasyon uygulamaları ve uygun enkapsülasyon tekniklerinin vegan peynir analoglarının duyusal, teknolojik ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde etkili yaklaşımlar olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, tüketici beklentilerini karşılayan duyusal özelliklerin sağlanması, probiyotik stabilitesinin korunması ve yerel bitkisel kaynakların değerlendirilmesi gelecekteki araştırmalar için öncelikli çalışma alanları arasında yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel bazlı gıdalar; fonksiyonel gıda; probiyotikler; vegan peynir analoğu.

*Sorumlu yazar: ilkin.sengun@ege.edu.tr

Brokoli ve Karnabahar Atıklarından Elektrokoagülasyon Yöntemi ile Protein Tozu Üretim Optimizasyonu

Havva POLAT KAYA[1,*], Necati Barış TUNCEL[2]

[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Çanakkale

[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

Tarımsal gıda atıklarından protein gibi değerli bileşenlerin geri kazanılması, sürdürülebilir alternatif protein kaynaklarının geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, bu kaynaklardan çevre dostu ve sürdürülebilir yöntemlerle protein elde edilmesine yönelik çalışmalar da giderek artmaktadır. Bu çalışmada, herhangi bir kimyasal kullanımını gerektirmemesi, basit ekipmanla uygulanabilmesi ve kolay çalışabilir olması nedeniyle elektrokoagülasyon (EK) teknolojisinin, geleneksel protein geri kazanım yöntemlerinden biri olan izoelektrik çöktürmeye alternatif bir yöntem olma potansiyeli incelenmiştir.

Karnabahar yaprakları ve atık brokoliden EK yöntemi kullanılarak protein tozu üretimi optimize edilmiştir. Optimizasyon çalışmaları, Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) ve Merkezi Kompozit Tasarım (CCD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Akım ve işlem süresi bağımsız değişkenler olarak belirlenirken, ham protein içeriği ve protein verimi yanıt değişkenleri olarak seçilmiştir. Çalışmada, her iki yanıtın da maksimum düzeye çıkarılması hedeflenmiştir.

Optimum koşullarda elde edilen protein tozlarının besinsel ve anti-besinsel bileşimleri ile tekno-fonksiyonel özellikleri belirlenmiştir. Elektrokoagülasyon ile izoelektrik çöktürme yöntemleriyle elde edilen proteinlerin özellikleri karşılaştırılmıştır ve elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alternatif protein kaynağı; atık brokoli; elektrokoagülasyon; karnabahar yaprağı; tarımsal gıda atıkları.

*Sorumlu yazar: havva.polat@comu.edu.tr

Arı Ekmeği Ekstraktının Ultrafiltrasyon ile Zenginleştirilmesinde Membran Materyalinin ve Moleküler Kesme Sınırının Performansa Etkisi**

Şeyda YANARDAĞ KARABULUT[1,*], Hacı Ali GÜLEÇ[2], Hatice ŞANLIDERE ALOĞLU[1]

[1]Kırklareli Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kırklareli
[2]Trakya Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Edirne

Arı ekmeği, zengin biyoaktif bileşen içeriği sayesinde antioksidan, antimikrobiyal ve antikanserojen özellikler gösteren değerli bir arıcılık ürünüdür. Arı ekmeğinden elde edilen biyoaktif bileşiklerin ekstrakte edilerek konsantre edilmesi, doğal gıda katkı maddeleri ve fonksiyonel gıda bileşenlerinin geliştirilmesi açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Bu çalışmada, ultrason destekli enzimatik ekstraksiyonla elde edilen arı ekmeği ekstraktının ultrafiltrasyon ile zenginleştirilmesi ve farklı membran özelliklerinin proses performansına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Ultrafiltrasyon işlemleri, 4 ve 3 kDa moleküler ağırlık kesme sınırına (MWCO) sahip polietersülfon (PES) membranlar ile 2 kDa MWCO'lu rejenere selüloz asetat membran kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Denemeler, 1,5 bar transmembran basıncında ve yaklaşık 5 ağırlık azaltma faktörüne (WRF) ulaşılıncaya kadar kesikli konsantrasyon modunda yürütülmüştür. Besleme, permeat ve retentat akımları; pH, °Briks, toplam kuru madde, renk, toplam fenolik madde (TFM), antioksidan aktivite (AA) ve toplam karbonhidrat içerikleri açısından analiz edilmiştir.

Sonuçlar, membran materyali ve MWCO değerinin hem zenginleştirme performansını hem de membran akısını önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. İncelenen membranlar arasında 2 kDa rejenere selüloz asetat membran, yüksek biyoaktif bileşik geri kazanımı ve düşük kirlenme eğilimi ile öne çıkmıştır. 4, 3 ve 2 kDa MWCO'lu membranlarda TFM tutulma oranları sırasıyla %28, %50 ve %43; AA tutulma oranları ise %13, %32 ve %31 olarak belirlenmiştir. 2 kDa membranda hidrolik geçirgenlikteki azalma yalnızca %14 olmuş, temizlik sonrası başlangıç geçirgenliğinin %99'u geri kazanılmıştır. Ayrıca WRF = 5 değerine en kısa sürede (95 dakika) ulaşılmıştır. Bulgular, arı ekmeği ekstraktının ultrafiltrasyonla zenginleştirilmesinde membran materyalinin proses verimliliği, akı performansı ve ürün kalitesi açısından belirleyici bir parametre olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Arı ekmeği; biyoaktif bileşen; ultrafiltrasyon.

*Sorumlu yazar: seydakarabulut@klu.edu.tr
**Bu çalışma, Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP 2023/02) tarafından lisansüstü tez projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Atık Çay Polifenolleri ile Konjuge Edilmiş Bitkisel Protein İzolatlarının Fonksiyonel Özellikleri

Meliha ÖZTÜRK KOÇAK*, Perihan Kübra AKMAN, Ömer Said TOKER

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

Bitkisel protein izolatlarının fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi, gıda sistemlerinde kullanım alanlarının artırılması açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, atık çaydan geri kazanılan polifenoller kullanılarak soya, bezelye ve soya–bezelye protein izolatları konjugasyon yoluyla modifiye edilmiş ve konjugatların yapısal, fonksiyonel ve antioksidan özellikleri değerlendirilmiştir.

FTIR analizleri, 3200–3400 cm^{-1} bölgesindeki bant genişlemesiyle hidrojen bağı oluşumunu, Amid I ve Amid II bantlarındaki kaymalarla protein ikincil yapısındaki konformasyonel değişimleri ve 1000–1600 cm^{-1} bölgesindeki fenolik bant artışıyla polifenollerin proteinlere başarılı şekilde bağlandığını göstermiştir. Protein çözünürlüğü, polifenol ilavesiyle bezelye proteininde %19,88 ± 0,38'den %45,89 ± 0,56'ya, soya proteininde %19,95 ± 0,11'den %47,60 ± 0,37'ye ve soya–bezelye karışımında %24,34 ± 0,49'dan %46,30 ± 0,56'ya yükselmiştir. Konjugasyon işlemi tüm gruplarda zeta potansiyeli değerini artırmış, emülsiyonların damlacık boyutu tüm gruplarda azalmış; en belirgin düşüş bezelye proteininde 8742,00 ± 217,00 nm'den 808,15 ± 144,05 nm'ye gerçekleşmiştir. Soya grubu örnekleri 0,02 ± 0,02 polidispersite indeksi değeri ile en homojen dağılımı göstermiştir. Konjugatların köpük kapasitesinde polifenol ilavesi ile artış gözlenmiş ve bezelye grubu en güçlü köpük oluşturma kapasitesini göstermiştir (%135). Antioksidan aktivite %1 polifenol ilavesiyle bezelye proteininde 0,34 ± 0,07'den 2,34 ± 0,02 mg TE/g'a, soya proteininde 0,22 ± 0,03'ten 1,70 ± 0,02 mg TE/g'a ve soya–bezelye grubunda 0,16 ± 0,06'dan 1,36 ± 0,08 mg TE/g'a yükselmiştir.

Sonuç olarak, konjugasyon, protein izolatlarının fonksiyonel ve antioksidan özelliklerini geliştirerek gıda uygulamalarında kullanım potansiyelini artırmış ve sürdürülebilir bir yaklaşım sunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Atık çay; bitkisel protein izolatı; konjugasyon.

*Sorumlu yazar: meliha.kocak@medeniyet.edu.tr

Yeni Nesil Bir Biyosürfektan Olan Liamocinin *Aureobasidium pullulans* ile Fermantasyonu Üzerine Bir Araştırma

Aslı Deniz PEHLİVAN BOZDEMİR[1,*], Melek Tijen BOZDEMİR[2], Zekiye Yeşim ÖZBAŞ[1]

[1]Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara
[2]Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Ankara

Liamocin, *Aureobasidium pullulans* türünün nadir suşları tarafından üretilen, glikolipid yapılı yeni nesil bir biyosürfektandır. Bu çalışmanın amacı, yüksek derişimde liamocin üreten bir *A. pullulans* suşunun belirlenmesi ve farklı karbon ve azot kaynaklarının büyüme ve liamocin üretim kinetikleri üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır. Bu amaçla, altı *A. pullulans* suşu, sentetik bir fermantasyon ortamında liamocin üretimleri açısından karşılaştırmalı olarak incelenmişlerdir. Kesikli fermantasyon deneyleri, 100 mL çalışma hacmi ile erlenlerde, 28 °C'de ve 100 rpm çalkalama hızına ayarlanmış bir çalkalamalı su banyosunda gerçekleştirilmiştir. İncelenen suşlar arasında, *A. pullulans* NBRC 100716 suşu en iyi liamocin üreticisi olarak belirlenmiştir. Fermantasyon deneylerinde, mikroorganizma özgül üreme, maksimum özgül liamocin oluşum ve substrat tüketim hızları hesaplanmıştır. Seçilen *A. pullulans* suşunun üreme ve liamocin üretimi üzerine farklı karbon ve azot kaynaklarının etkileri araştırılmıştır. Liamocin üretimini en iyi destekleyen karbon ve azot kaynakları sırasıyla; fruktoz ile pepton-maya özütü kombinasyonu olarak saptanmış ve maksimum liamocin derişimi; 4,26 g/L olarak belirlenmiştir. MALDI-TOF-MS analizleri liamocinin moleküler yapısını ve A1, A2, B1 ve B2 tipindeki liamocinlerin varlığını doğrulamıştır. Ayrıca, üretilen liamocin suyun yüzey gerilimini sentetik yüzey aktif maddelerle rekabet edebilecek bir seviyeye (31,60 mN/m) düşürerek güçlü bir biyosürfektan potansiyeli sergilemiştir. Elde edilen bulgular, liamocinin petrokimya kökenli sürfektanlara alternatif oluşturabilecek umut vadeden bir biyomolekül olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Aureobasidium pullulans*; biyosürfektan; fermantasyon; liamocin.

*Sorumlu yazar: aslidennizpehlivan@gmail.com

Sürdürülebilir Gıda Sistemlerinde Sebze Atıklarının Katma Değerli Kullanımı

İnci TEMİZ, Azra Ece BUGAY, Ayşegül KIRMIZIGÜL PEKER, İlkin ŞENGÜN*

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Sebze atıkları ve yan ürünleri, küresel ölçekte gıda israfı ve kayıplarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Ancak son yıllarda sürdürülebilirlik, döngüsel ekonomi ve kaynak verimliliğine yönelik artan ilgi, bu ürünlerin yeniden değerlendirilmesini önemli bir araştırma alanı haline getirmiştir. Yapılan çalışmalar, yaprak, sap, kabuk, çekirdek ve posa gibi yan ürünlerin fenolik bileşikler, flavonoidler, antosiyaninler, karotenoidler, diyet lifi, vitaminler ve çeşitli biyoaktif bileşenler bakımından zengin olduğunu göstermektedir. Bu nedenle bu ürünler, fonksiyonel gıda bileşenleri, doğal antioksidanlar, prebiyotikler, doğal renklendiriciler ve biyobazlı ambalaj materyalleri için önemli bir hammadde kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Karnabahar, siyah havuç, domates, soğan ve patates işleme yan ürünlerinin doğal antioksidan ve fonksiyonel bileşen kaynağı olduğu bildirilmektedir. Yapılan araştırmalar, bu ürünlerin sadece kimyasal ve fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla değil, aynı zamanda kraker, yenilebilir film ve kaplama, doğal koruyucu ve fonksiyonel gıda bileşeni gibi yenilikçi ürünlerin geliştirilmesinde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Bitkisel kökenli gıda atıklarının katma değerli ürünlere dönüştürülmesi, atık miktarının azaltılması, doğal kaynakların daha verimli kullanılması ve çevresel etkilerin azaltılması açısından önemli avantajlar sunmakta olup ayrıca yeni ekonomik fırsatlar oluşturmakta ve sürdürülebilir üretim uygulamalarını desteklemektedir. Bu derlemede, bitkisel kökenli gıda atıklarının içerdiği değerli bileşenler, güncel değerlendirme yaklaşımları ve sürdürülebilir gıda sistemlerine katkıları ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşenler; döngüsel ekonomi; fonksiyonel gıda; sebze atıkları; sürdürülebilirlik.

*Sorumlu yazar: ilkin.sengun@ege.edu.tr

Tavuk Etinden İzole Edilen *Escherichia coli* Suşlarının Antibiyotik Direnç Profillerinin Belirlenmesi**

Büşra Özge ÖZOĞUL, Betül TOKUOĞLU, Ayşegül KIRMIZIGÜL PEKER, İlkin ŞENGÜN*

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Tavuk eti, yüksek besin değeri, ekonomik erişilebilirliği ve yaygın tüketimi nedeniyle dünya genelinde önemli bir hayvansal protein kaynağıdır. Ancak, kümes hayvancılığında antibiyotiklerin yaygın kullanımı, antibiyotik dirençli bakterilerin ortaya çıkmasına ve bu bakterilerin gıda zinciri aracılığıyla insanlara taşınmasına neden olarak önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadır. Bu çalışmada, İzmir'de farklı satış noktalarından temin edilen tavuk eti örneklerinden izole edilen *Escherichia coli* suşlarının bazı antibiyotiklere karşı duyarlılıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında, yaz ve sonbahar dönemlerinde toplanan 64 tavuk eti örneği analiz edilmiş, MacConkey agarda tipik koloni morfolojisi gösteren 534 potansiyel izolat elde edilmiştir. Fenotipik ve biyokimyasal doğrulama testleri sonucunda 34 izolat *E. coli* olarak tanımlanmıştır. Doğrulanan izolatların ampisilin, aztreonam, amoksisilin-klavulanik asit, seftazidim, gentamisin, sefotaksim, sefpodoksim ve kanamisin antibiyotiklerine karşı duyarlılıkları disk difüzyon yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Sonuçlar, izolatların antibiyotiklere karşı farklı düzeylerde duyarlılık ve direnç gösterdiğini ortaya koymuştur. En yüksek direnç oranları ampisilin ve sefpodoksime karşı belirlenirken, aztreonam ve gentamisine karşı yüksek duyarlılık saptanmıştır. Mevsimsel dağılım incelendiğinde toplam direnç oranının sonbahar örneklerine ait izolatlarda %39,4, yaz örneklerine ait izolatlarda ise %37,21 olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, tavuk etinin antibiyotik dirençli *E. coli* için potansiyel bir rezervuar olabileceğini göstermekte ve bu durum antibiyotik kullanımının rasyonelleştirilmesi ve direnç izleme programlarının düzenli olarak sürdürülmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antibiyogram; antibiyotik duyarlılık; *E. coli*; iklim değişikliği; tavuk eti.

*Sorumlu yazar: ilkin.sengun@ege.edu.tr

**Bu araştırma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir (Proje Numarası: 1919B012419653)

Soya Lesitininin Fosfolipaz A1 ile Enzimatik Modifikasyonu: Lizofosfolipit Üretimine Yönelik Bir Çalışma

Baldan KILINÇ[1], Aykut GÜNDOĞDU[1], Çisil TOSUN[2], Gülşah PEKDEMİR[2], Remziye YILMAZ[1,*]

[1]Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, FoodOmics Laboratuvarı, Ankara

[2]Abalıoğlu Yağ Sanayi ve Ticaret A.Ş. Ar-Ge Merkezi, İzmir

Lesitin, gıda, yem ve diğer biyobazlı endüstrilerde yaygın olarak kullanılan doğal bir fosfolipit kaynağıdır. Enzimatik hidroliz ile elde edilen lizofosfolipitler, daha yüksek hidrofilik karakter, geliştirilmiş emülsifikasyon kapasitesi ve biyolojik etkinlikleri nedeniyle özellikle yem katkı maddeleri ve fonksiyonel formülasyonlarda ilgi görmektedir (Vikbjerg vd., 2007; van Nieuwenhuyzen ve Tomás, 2008; Jiang vd., 2022). Bu çalışmada, soya lesitininin *Aspergillus oryzae* kaynaklı Fosfolipaz A1 (PLA1) enzimi ile modifikasyonu araştırılmış ve oluşan yapısal değişimlerin fonksiyonel özelliklere etkisi değerlendirilmiştir.

Enzimatik hidroliz süreci boyunca reaksiyon ilerleyişi, fosfolipit hidrolizinin yaygın göstergelerinden biri olan asit değeri analizi ile izlenmiştir (AOCS Ja 6-55, 2017). Hidroliz sonucunda asit değerinin 7,84 mg KOH/g'dan 22,25 mg KOH/g'a yükseldiği belirlenmiştir. Emülsiyon morfolojisindeki değişimler metilen mavisi destekli mikroskobik incelemeler ile değerlendirilmiş, modifiye örneklerde sistemin daha hidrofilik bir karakter kazandığını gösteren yapısal farklılıklar gözlenmiştir (van Nieuwenhuyzen ve Tomás, 2008). Elde edilen bulgular, PLA1 uygulamasının fosfolipit yapısında dönüşüm oluşturduğunu ve literatürde tanımlanan lizofosfolipit oluşum mekanizmaları ile uyumlu sonuçlar verdiğini göstermiştir (Jiang vd., 2022).

Sonuç olarak, enzimatik modifikasyonun soya lesitininin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde etkili bir yaklaşım olduğu değerlendirilmiş olup, çalışma yerli ve sürdürülebilir lizolesitin üretimine yönelik ileri ölçekli araştırmalar için temel oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Emülgatör teknolojisi; enzimatik hidroliz; fosfolipaz A1; lizofosfolipit; soya lesitini.

*Sorumlu yazar: remziye@hacettepe.edu.tr

Patates Nişastası, Peynir Altı Suyu Proteini ve Ksantan Gamın Glutensiz Mısır Ekmeği Kalitesi Üzerindeki Tekil ve Sinerjik Etkileri

Ayşegül SOYAKİL[1,*], Gözde KOCAOĞLU[1], Aisulu KONURBAEVA[1], Esra KARABULUT[1,2], Yaşar KARADUMAN[1]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Eskişehir
[2]Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara

ÖZET

Ekmek, dünya genelinde yaygın olarak tüketilen temel gıda ürünlerinden biridir. Ancak çölyak hastalığı ve gluten intoleransı gibi glutenle ilişkili rahatsızlıkların artması, glutensiz ürünlere olan talebi artırmıştır. Mısır ununun depo proteini olan zein, glutenin sağladığı viskoelastik ağ yapısını oluşturamadığından glutensiz ekmeklerde düşük hacim, yüksek ufalanma eğilimi ve hızlı bayatlama gibi kalite sorunları ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, glutensiz mısır ekmeğinin teknolojik, tekstürel ve duyusal kalite özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla patates nişastası, peyniraltı suyu protein konsantratı (WPC) ve ksantan gamın bireysel ve sinerjik etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda kontrol grubu (G1), tek bileşenli formülasyonlar (G2, G3, G4) ve çoklu bileşen içeren formülasyonlar (G5, G6) geliştirilmiştir. Formülasyon farklılıkları ekmek kalite özelliklerini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilemiştir ($p < 0,05$). En yüksek spesifik hacim G5 örneğinde (1,62 cm³/g) belirlenirken, üçlü bileşen kombinasyonunu içeren G6 örneği %36,22 nem içeriği, %12,63 pişme kaybı ve daha homojen gözenek yapısı ile dikkat çekmiştir. Kontrol grubu en düşük yapısal stabiliteyi gösterirken, ksantan gam içeren formülasyonlar daha yüksek yapısal bütünlük sağlamıştır. Tekstür profil analizi, G6 örneğinin depolama süresince daha kararlı yapı sergilediğini ve bayatlamaya karşı daha dirençli olduğunu göstermiştir. Duyusal değerlendirmede ise G5 ve G6 örnekleri genel beğeni açısından en yüksek puanları almıştır. Sonuç olarak, patates nişastası, peyniraltı suyu protein konsantratı ve ksantan gamın birlikte kullanılması glutensiz mısır ekmeğinin kalite özelliklerini önemli ölçüde iyileştirmiş; özellikle üçlü bileşen içeren G6 formülasyonu en başarılı sonuçları vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Glutensiz mısır ekmeği; ksantan gam; patates nişastası; peyniraltı suyu protein konsantratı; sinerjik etki.

1. GİRİŞ

Çölyak hastalığı, buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllarda bulunan gluten proteinlerine karşı gelişen kronik otoimmün bir hastalıktır (Gallagher vd., 2004). Bu bireyler için temel tedavi yaklaşımı, ömür boyu glutensiz diyet uygulanmasıdır (Arendt vd., 2007). Bu durum, glutensiz fırıncılık ürünlerinin geliştirilmesini önemli hâle getirmektedir.

Glutensiz ürünlerde kullanılan hammaddelerden biri mısır unudur. Ancak mısır unu, gluten içermediği için tek başına kullanıldığında geleneksel ekmeklerdeki yapısal özellikleri oluşturmakta yetersiz kalabilir (Sciarini vd., 2010).

Gluten, hamurun yoğrulması sırasında suyla etkileşerek viskoelastik bir protein ağı oluşturur. Bu ağ, fermantasyon sırasında meydana gelen karbondioksit gazının hamur içerisinde tutulmasına yardımcı olur. Pişirme sırasında gaz hücrelerinin genişlemesi ve hamur yapısının sabitlenmesiyle ekmeğin hacmi ve gözenekli iç yapısı oluşur (Lazaridou vd., 2007). Mısır

*Sorumlu yazar: soyakilaysegul@gmail.com

ununda gluten ağının bulunmaması, gaz tutma kapasitesini sınırlandırabilir. Bunun sonucunda düşük hacimli, daha yoğun dokulu ve istenmeyen tekstürel özelliklere sahip ekmekler elde edilebilir (Ronda vd., 2015).

Bu teknolojik sorunları azaltmak amacıyla glutensiz ekmek formülasyonlarında nişasta bazlı bileşenler, protein katkıları ve hidrokolloidler kullanılmaktadır (Mir vd., 2016). Çalışmamızda bu amaçla patates nişastası, peynir altı suyu protein konsantresi ve ksantan gam değerlendirilmiştir.

Patates nişastası, pişirme sırasında jelatinleşerek ekmek içi yapısının oluşumuna katkıda bulunabilir. Peynir altı suyu protein konsantresi, proteinlerin ısıl işlem sırasındaki yapısal değişimleri aracılığıyla ürün özelliklerini etkileyebilir. Ksantan gam ise su tutma kapasitesi ve viskozite üzerindeki etkisiyle hamurun yapısını ve gaz hücrelerinin stabilitesini değiştirebilir. Bu bileşenlerin etkileri, tek başına veya birlikte kullanılmalarına ve formülasyonun diğer özelliklerine bağlı olarak farklılaşabilir.

Ekmek kalitesini değerlendirmek için yalnızca hacim ve tekstür gibi makroskobik özelliklerin incelenmesi yeterli değildir. Ekmek içindeki gözeneklerin sayısı ve büyüklüğü de ürünün yapısal özellikleri hakkında bilgi verir. Dijital görüntü analizi, ekmek içi gözenek yapısının sayısal olarak değerlendirilmesine olanak sağlar (Zghal vd., 2002). Bu nedenle çalışmamızda ImageJ yazılımından yararlanarak ekmek içi görüntülerini analiz ettik ve sonuçları fiziksel, tekstürel ve duyusal analizlerle birlikte değerlendirdik.

Bu çalışmanın amacı, patates nişastası, peynir altı suyu protein konsantresi ve ksantan gamın farklı kombinasyonlarının glutensiz mısır ekmeğinin kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Bu kapsamda G1–G6 formülasyonlarını tekstür profil analizi, ImageJ ile gözenek analizi ve duyusal değerlendirme sonuçları üzerinden karşılaştırarak genel kalite özellikleri bakımından öne çıkan formülasyonu belirlemeyi amaçladık.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Çalışmanın Tipi, Yeri ve Zamanı

Çalışmamız, glutensiz mısır ekmeğinin kalite özelliklerini geliştirmeye yönelik deneysel bir araştırmadır. Araştırma, Mayıs–Haziran 2026 tarihleri arasında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yürütülmüştür.

2.2. Araştırmanın Evreni, Örneklem ve Örnek Büyüklüğü

Çalışmada kontrol grubu G1 olmak üzere toplam altı farklı glutensiz mısır ekmeği formülasyonu hazırlanmıştır. G2'de patates nişastası, G3'te peynir altı suyu protein konsantresi (WPC), G4'te ksantan gam kullanılmıştır. G5 formülasyonunda patates nişastası ve WPC, G6 formülasyonunda ise bu iki bileşenle birlikte ksantan gam kullanılmıştır.

Fiziksel, kimyasal, tekstürel ve mikroyapısal analizler üç bağımsız üretim tekrarı üzerinden gerçekleştirilmiş, her analiz en az üç teknik tekerrürle yürütülmüştür. Duyusal değerlendirmeye ise ön eğitim almış 11 panelist katılmıştır.

2.3. Materyal ve Ekmek Üretim Yöntemi

Çalışmada mısır unu, kuru maya, şeker, tuz ve bitkisel yağın yanı sıra fonksiyonel bileşen olarak patates nişastası, peynir altı suyu protein konsantresi ve ksantan gam kullanılmıştır.

Hazırlanan hamurlar kalıplara eşit miktarlarda dağıtılmış ve 35 °C sıcaklıkta, yüzde 85 bağıl nem koşullarında 45 dakika fermantasyona bırakılmıştır. Ardından 200 °C'de 30 dakika pişirilmiş, oda sıcaklığında yaklaşık iki saat soğutulduktan sonra analizlere alınmıştır.

2.4. Araştırmanın Değişkenleri

Araştırmanın bağımsız değişkenini, G1–G6 formülasyonlarında kullanılan fonksiyonel bileşenler ve bunların kombinasyonları oluşturmaktadır.

Bağımlı değişkenler ise spesifik hacim, pişme kaybı, nem, kül, dağılma oranı, kabuk ve ekmek içi renk değerleri, tekstürel özellikler, gözenek yapısı ve duyusal değerlendirme sonuçlarıdır.

2.5. Veri Toplama Yöntemleri

Ekmek örneklerinde spesifik hacim, pişme kaybı, nem, kül ve dağılma oranı analizleri yapılmıştır. Kabuk ve ekmek içi renkleri CIELAB renk sistemiyle değerlendirilmiştir.

Tekstür Profil Analizi ile sertlik, esneklik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik parametreleri birinci ve ikinci gün örneklerinde ölçülmüştür.

Ekmek içi mikroyapısı ImageJ yazılımıyla incelenmiş; toplam gözenek sayısı, ortalama gözenek alanı, gözenek çevresi ile maksimum ve minimum Feret çapları belirlenmiştir.

Duyusal değerlendirmede 11 panelist, dokuzlu hedonik skala üzerinden dış görünüş, iç renk, gözenek yapısı, koku, yumuşaklık, kumsu yapı, ağızda kuruluk, çiğnenebilirlik, tat ve genel beğeni kriterlerini değerlendirmiştir.

2.6. Verilerin İstatistiksel Analizi

Verilerin istatistiksel analizinde Minitab programı kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA), ortalamaların karşılaştırılmasında ise Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Sonuçlar ortalama ± standart sapma şeklinde ifade edilmiş ve istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

2.7. Etik Kurul Onayı, Destekleyen Kuruluş ve Finansman

Duyusal değerlendirmeler gönüllülük esasına göre yürütülmüştür. Çalışma herhangi bir kurum veya kuruluş tarafından finansal olarak desteklenmemiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına baktığımızda, formülasyonların spesifik hacim, pişme kaybı, nem, kül ve dağılma oranı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkileri olduğunu görüyoruz ($p < 0,05$).

Spesifik hacim bakımından en yüksek değer 1,62 cm^3/g ile G5 formülasyonunda, en düşük değer ise 1,21 cm^3/g ile G2 formülasyonunda belirlenmiştir. G5'te patates nişastası ve peynir altı suyu protein konsantresinin birlikte kullanılması, ekmeğin hacim kazanmasına katkı sağlamış olabilir. Benzer şekilde Lazaridou vd. (2007) ile Sciarini vd. (2010), glutensiz ekmeklerde kullanılan yapı geliştirici bileşenlerin hacim üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiğini bildirmiştir.

Nem miktarı en yüksek G6'da yüzde 36,22, en düşük ise G3'te yüzde 31,40 olarak belirlenmiştir. Pişme kaybı bakımından en yüksek değer yüzde 14,62 ile kontrol grubu G1'de, en düşük değer ise yüzde 10,46 ile G2'de elde edilmiştir.

Dağılma oranı en yüksek G1'de, en düşük ise yüzde değil, gram/gram cinsinden 0,0060 değeriyle G4'te bulunmuştur. Bu sonuç, ksantan gam içeren formülasyonun kırıntı oluşumuna karşı daha yüksek direnç gösterdiğini düşündürmektedir. Mir vd. (2016) ile Ronda vd. (2015) da yapı geliştirici bileşenlerin glutensiz ekmeklerin fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini bildirmiştir.

Kül miktarında ise G3 ve G5, yüzde 1,19 ile en yüksek değerleri göstermiştir. Ancak kül miktarı toplam mineral kalıntısı hakkında bilgi verir; tek başına belirli minerallerin miktarını göstermez.

Tablo 3.1. Glutensiz mısır ekmeği örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Formülasyon	Spesifik hacim (cm^3/g)	Pişme kaybı (%)	Nem (%)	Kül (%)	Dağılma oranı (g/g)
G1	$1,41 \pm 0,02^{c}$	$14,62 \pm 0,02^{a}$	$32,93 \pm 0,03^{e}$	$1,11 \pm 0,004^{c}$	$0,0570 \pm 0,0005^{a}$
G2	$1,21 \pm 0,02^{d}$	$10,46 \pm 0,02^{f}$	$36,06 \pm 0,04^{b}$	$1,09 \pm 0,004^{d}$	$0,0119 \pm 0,0004^{e}$
G3	$1,52 \pm 0,02^{b}$	$14,52 \pm 0,02^{b}$	$31,40 \pm 0,03^{f}$	$1,19 \pm 0,003^{a}$	$0,0501 \pm 0,0005^{b}$
G4	$1,49 \pm 0,02^{bc}$	$12,09 \pm 0,02^{e}$	$34,83 \pm 0,03^{d}$	$1,14 \pm 0,003^{b}$	$0,0060 \pm 0,0002^{f}$
G5	$1,62 \pm 0,02^{a}$	$12,45 \pm 0,02^{d}$	$35,25 \pm 0,03^{c}$	$1,19 \pm 0,003^{a}$	$0,0247 \pm 0,0004^{d}$
G6	$1,50 \pm 0,02^{b}$	$12,63 \pm 0,02^{c}$	$36,22 \pm 0,03^{a}$	$1,14 \pm 0,003^{b}$	$0,0484 \pm 0,0004^{c}$

Değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir (n = 3). Aynı sütunda farklı üst simge harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir (Tukey, $p < 0,05$).

3.2. Renk Özellikleri

Renk özelliklerini CIELAB renk sistemiyle değerlendirdik. Bu sistemde L^* parlaklığı, a^* kırmızı-yeşil eksenini, b^* ise sarı-mavi eksenini ifade etmektedir.

Dış kabuk analizinde L^* ve a^* değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenirken, b^* değerlerinde anlamlı farklılık görülmemiştir. En yüksek kabuk parlaklığı G4'te 61,76, en düşük L^* değeri ise G3'te 51,44 olarak ölçülmüştür. Kabuk a^* değeri bakımından G4, 1,59 ile en düşük değeri göstermiştir.

Ekmek içi renk sonuçlarında ise yalnızca a^* değerinde anlamlı farklılık belirlenmiştir. İç L^* ve b^* değerleri bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır.

G4 ve G6 gibi ksantan gam içeren formülasyonlarda kabuk rengindeki değişimler, yüzeydeki nem dağılımı ve pişirme sırasında gerçekleşen reaksiyonlarla ilişkili olabilir. Ancak bu mekanizmalar çalışmamızda doğrudan ölçülmediği için olası açıklamalar olarak değerlendirilmelidir. Lazaridou vd. (2007) ile Sciarini vd. (2010) da glutensiz ekmeklerde fonksiyonel bileşenlerin renk özelliklerini formülasyona bağlı olarak etkileyebildiğini bildirmiştir.

Tablo 3.2. Glutensiz mısır ekmeği örneklerinin kabuk ve ekmek içi renk özellikleri.

Formülasyon	Kabuk *L**	Kabuk *a**	Kabuk *b**	İç *L**	İç *a**	İç *b**
G1	54,74 ± 0,15^{b}	5,63 ± 0,31^{a}	21,76 ± 2,74^{a}	51,53 ± 1,46^{a}	5,07 ± 0,39^{a}	23,80 ± 1,06^{a}
G2	54,97 ± 1,49^{b}	4,62 ± 0,53^{a}	21,55 ± 0,66^{a}	52,20 ± 1,22^{a}	4,35 ± 0,38^{bc}	22,69 ± 1,00^{a}
G3	51,44 ± 2,27^{b}	5,69 ± 0,63^{a}	23,07 ± 1,02^{a}	50,16 ± 0,44^{a}	4,97 ± 0,31^{ab}	21,96 ± 1,73^{a}
G4	61,76 ± 1,69^{a}	1,59 ± 0,28^{c}	24,19 ± 0,77^{a}	50,90 ± 1,92^{a}	4,74 ± 0,33^{abc}	21,29 ± 1,18^{a}
G5	52,70 ± 3,89^{b}	5,39 ± 0,17^{a}	22,22 ± 2,15^{a}	51,75 ± 0,72^{a}	4,43 ± 0,37^{abc}	21,87 ± 1,45^{a}
G6	56,98 ± 3,29^{ab}	3,05 ± 0,78^{b}	24,32 ± 1,35^{a}	52,62 ± 1,12^{a}	4,09 ± 0,35^{c}	22,46 ± 0,47^{a}

Değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir (n = 3). Aynı sütunda farklı üst simge harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir (Tukey, $p < 0,05$). *L**: parlaklık, *a**: kırmızılık (+) /yeşillik (−), *b**: sarılık (+) /mavilik (−).

3.3. Tekstür Profil Analizi

Tekstür Profil Analizi sonuçlarında formülasyonların sertlik, esneklik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkileri belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Birinci gün ölçümlerinde en yüksek sertlik 6167,00 ile G4'te, en düşük sertlik ise 3021,40 ile G3'te belirlenmiştir. G4'te elde edilen yüksek sertlik değeri, bu formülasyonda daha dirençli bir yapı oluştuğunu göstermektedir. Bununla birlikte yüksek sertlik, ekmek kalitesi açısından her zaman olumlu bir özellik değildir.

Birinci gün esneklik değeri en yüksek G5'te 0,084, en düşük ise G2'de 0,063 olarak ölçülmüştür. Yapışkanlık ve çiğnenebilirlik sonuçları da formülasyonlara göre farklılık göstermiştir. Özellikle G5, birinci gün yapışkanlık ve esneklik bakımından yüksek değerler sergilemiştir.

İkinci gün sonuçlarında G4, 5304,61 ile en yüksek sertlik değerini korurken, G5'in sertliği 2619,00 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, depolama süresince tekstürel özelliklerin formülasyona bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Bu değişimler, bileşenlerin su tutma özellikleri ve nişastanın depolama sırasında geçirdiği yapısal değişimlerle ilişkili olabilir. Ancak bayatlama mekanizmasını doğrudan açıklayabilmek için ek analizlere ihtiyaç vardır. Lazaridou vd. (2007) ile Ronda vd. (2015), yapı geliştirici bileşenlerin glutensiz ekmeklerin tekstürel özellikleri üzerindeki önemini ortaya koymuştur.

Tablo 3.3. Glutensiz mısır ekmeği örneklerinin 1. gün Tekstür Profil Analizi (TPA) sonuçları.

Formülasyon	Sertlik (g)	Esneklik	Yapışkanlık	Çiğnenebilirlik
G1	3625,00 ± 228,47^{cd}	0,078 ± 0,007^{ab}	0,656 ± 0,033^{a}	187,00 ± 38,00^{ab}
G2	3650,10 ± 38,41^{cd}	0,063 ± 0,003^{b}	0,601 ± 0,008^{bc}	137,50 ± 9,25^{b}
G3	3021,40 ± 111,14^{d}	0,077 ± 0,006^{ab}	0,559 ± 0,004^{c}	130,23 ± 6,01^{b}
G4	6167,00 ± 731,93^{a}	0,067 ± 0,001^{ab}	0,607 ± 0,009^{b}	249,30 ± 27,97^{a}
G5	4156,70 ± 90,80^{bc}	0,084 ± 0,016^{a}	0,685 ± 0,003^{a}	238,90 ± 39,76^{a}
G6	4955,11 ± 10,36^{b}	0,068 ± 0,002^{ab}	0,607 ± 0,009^{b}	222,30 ± 17,91^{a}

Değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir (n = 3). Aynı sütunda farklı üst simge harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir (Tukey, $p < 0,05$).

3.4. Duyusal Değerlendirme

Duyusal değerlendirme, ön eğitim almış 11 panelist tarafından dokuzlu hedonik skala kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre formülasyonlar arasında dış görünüş, iç renk ve gözenek yapısı bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir.

Dış görünüşte en yüksek puan 7,09 ile G5'te, iç renk değerlendirmesinde en yüksek puan 6,82 ile yine G5'te elde edilmiştir. Gözenek yapısı bakımından ise G6, 6,73 puanla ilk sırada yer alırken G5, 6,64 puan almıştır. Buna karşılık G4, gözenek yapısı açısından 3,00 puanla en düşük değeri göstermiştir.

Koku, yumuşaklık, kumsu yapı, ağızda kuruluk, çiğnenebilirlik, tat ve genel beğeni bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmemiştir. Bununla birlikte genel beğeni ortalamaları G5'te 6,09, G6'da ise 6,00 olarak ölçülmüştür.

Bu sonuçlar, patates nişastası ve peynir altı suyu protein konsantresini birlikte içeren G5 ile üç bileşenin tamamını içeren G6'nın özellikle görünüş ve gözenek yapısı bakımından öne çıktığını göstermektedir. Ancak genel beğeni ortalamaları yüksek olsa da bu özellik bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmediğini belirtmek gerekir.

Sciarini vd. (2010) ile Mir vd. (2016) da glutensiz ekmeklerde fonksiyonel bileşenlerin ürünün görünüşünü ve iç yapısını etkileyebildiğini bildirmiştir.

3.5. ImageJ Gözenek Analizi

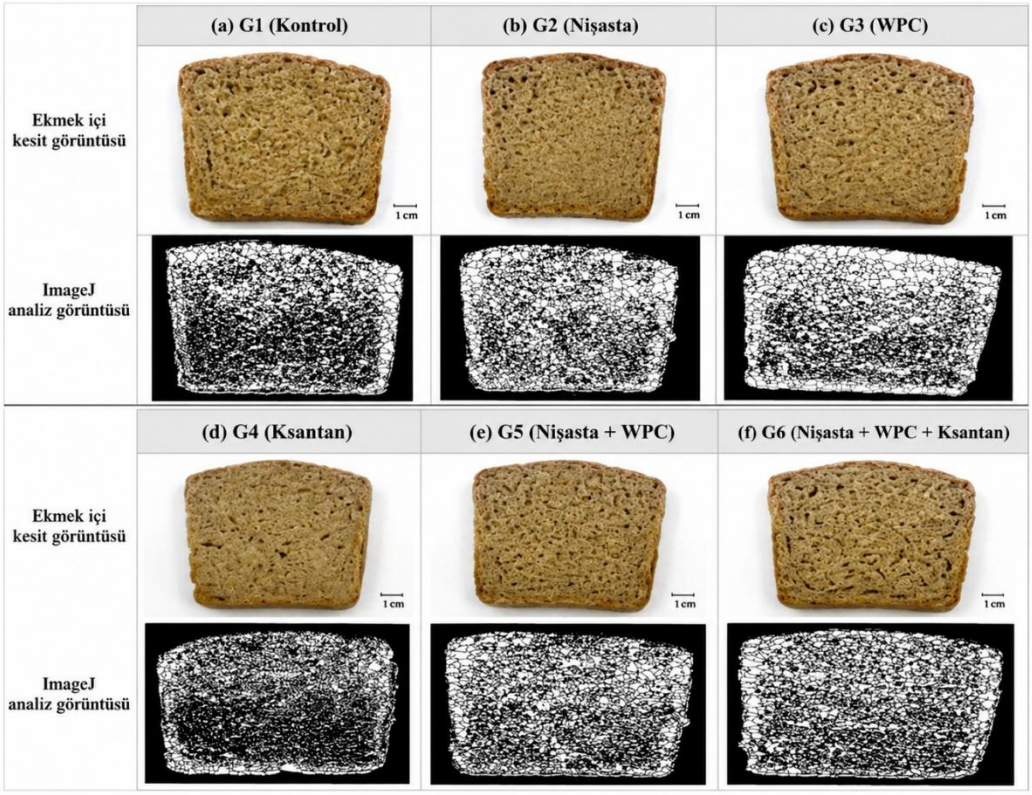
Ekmek içi mikroyapısını değerlendirmek amacıyla kesit görüntülerini ImageJ yazılımıyla analiz ettik. Bu kapsamda toplam gözenek sayısı, ortalama gözenek alanı, gözenek çevresi ve Feret çapları değerlendirildi.

En yüksek toplam gözenek sayısı 588 ile G5'te, en düşük sayı ise 270 ile G4'te belirlenmiştir. Ortalama gözenek alanı bakımından G1, 0,126 mm² ile diğer formülasyonlardan ayrılmıştır. G2, G3, G4, G5 ve G6 örneklerinde ise daha küçük ortalama gözenek alanları elde edilmiştir.

G1'de ortalama gözenek çevresi 1,099 mm, maksimum Feret çapı ise 0,368 mm ile en yüksek değerlerde bulunmuştur. G4'te bu değerler sırasıyla 0,761 mm ve 0,229 mm olarak belirlenmiştir.

Bu sonuçlar, kontrol grubunda daha büyük gözenekler bulunurken G4'te daha küçük gözenekli ve kompakt bir yapı oluştuğunu düşündürmektedir. G5'in yüksek gözenek sayısı, bu formülasyonun yüksek spesifik hacim sonucu ile birlikte değerlendirilebilir. Bununla birlikte, yalnızca gözenek sayısının yüksek olması daha iyi bir ekmek yapısı anlamına gelmez; gözeneklerin büyüklüğü ve dağılımı da önemlidir.

Zghal vd. (2002) ile Lazaridou vd. (2007), ekmek içi gözenek yapısının tekstürel özelliklerle ilişkili olduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da ImageJ sonuçlarını fiziksel, tekstürel ve duyusal analizlerle birlikte değerlendirdik.



Şekil 3.1. G1–G6 glutensiz mısır ekmeği örneklerine ait ekmek içi kesitleri ve bunlara karşılık gelen ImageJ analiz görüntüleri.

3.6. Genel Değerlendirme ve Sonuç

Genel olarak değerlendirildiğinde, kullanılan fonksiyonel bileşenler glutensiz mısır ekmeğinin fiziksel, kimyasal, tekstürel, mikroyapısal ve duyusal özelliklerini etkilemiştir.

Özellikle patates nişastası ve peynir altı suyu protein konsantresini birlikte içeren G5 formülasyonu, 1,62 cm^3/g spesifik hacim, 588 gözenek ve dış görünüşte 7,09 puan ile öne çıkmıştır. G6 ise yüzde 36,22 ile en yüksek nem içeriğini ve gözenek yapısında 6,73 puanla en yüksek duyusal değerlendirme ortalamasını göstermiştir.

Bununla birlikte, genel beğeni açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmemiştir. Bu nedenle G5'i tüm duyusal özelliklerde üstün olarak değil, fiziksel, tekstürel, mikroyapısal ve duyusal sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde genel kalite açısından öne çıkan formülasyon olarak değerlendirdik.

Sonuç olarak, patates nişastası, peynir altı suyu protein konsantresi ve ksantan gamın farklı kombinasyonları, glutensiz mısır ekmeğinin kalite özelliklerini geliştirmek için umut verici bir yaklaşım sunmaktadır.

4. SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışmada patates nişastası, peynir altı suyu protein konsantresi ve ksantan gamın farklı kombinasyonlarının glutensiz mısır ekmeğinin kalite özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, patates nişastası ve peynir altı suyu protein konsantresini birlikte içeren G5 formülasyonu, 1,62 cm^3/g ile en yüksek spesifik hacim değerini göstermiştir.

Üç fonksiyonel bileşenin birlikte kullanıldığı G6 formülasyonu ise yüzde 36,22 ile en yüksek nem içeriğine sahip olmuştur. Ayrıca G5 ve G6, gözenek yapısı ve bazı duyusal özellikler bakımından öne çıkmıştır.

Duyusal değerlendirmede G5 dış görünüş ve iç renk, G6 ise gözenek yapısı bakımından yüksek puanlar almıştır. Bununla birlikte, genel beğeni açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir.

Genel değerlendirmede G5 formülasyonu, yüksek spesifik hacmi ve fiziksel, mikroyapısal ve duyusal sonuçları birlikte ele alındığında öne çıkan formülasyon olmuştur. Bu bulgular, fonksiyonel bileşen kombinasyonlarının glutensiz mısır ekmeğinin kalite özelliklerini geliştirme potansiyelini ortaya koymaktadır.

Gelecek çalışmalarda farklı protein ve hidrokolloid kombinasyonlarının yanı sıra besinsel özelliklerin, su aktivitesinin, mikrobiyolojik güvenliğin ve raf ömrünün incelenmesi, bu formülasyonların uygulama potansiyelinin daha kapsamlı değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın deneysel aşamalarının gerçekleştirilmesinde laboratuvar olanaklarını sağlayan Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümüne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Arendt, E. K., Morrissey, A., Moore, M. M., & Dal Bello, F. (2007). Gluten-free bakery products. *Food Microbiology, 24*(2), 101–114.

Crockett, R., Ie, P., & Vodovotz, Y. (2011). Effects of soy protein isolate and egg white solids on the rheological and baking properties of gluten-free bread dough. *Food Hydrocolloids, 25*(3), 437–445.

Gallagher, E., Gormley, T. R., & Arendt, E. K. (2004). Recent advances in gluten-free bakery products. *Trends in Food Science & Technology, 15*(3–4), 143–152.

Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., & Biliaderis, C. G. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering, 79*(3), 1033–1047.

Mir, S. A., Shah, M. A., Naik, H. R., & Zargar, I. A. (2016). Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads. *Trends in Food Science & Technology, 51*, 49–57.

Ronda, F., Pérez-Quirce, S., Angioloni, A., & Collar, C. (2015). Impact of viscous dietary fibres on the viscoelastic performance of gluten-free doughs. *Food Hydrocolloids, 46*, 107–115.

Sciarini, L. S., Ribotta, P. D., León, A. E., & Pérez, G. T. (2010). Effect of hydrocolloids on gluten-free batter rheology and bread quality. *Journal of Food Engineering, 99*(2), 119–125.

Zghal, M. C., Scanlon, M. G., & Sapirstein, H. D. (2002). Cellular structure of bread crumb and its influence on mechanical properties. *Journal of Cereal Science, 36*(2), 167–176.

Metal Organik Çerçevelerin Gıda Alanında Kullanımı

Sinem ÖZTÜRK[1,*], Özgün GÜZDEMİR[2]

[1]Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın
[2]Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Aydın

Bu çalışmada metal organik çerçevelerin (MOF) yapısal özellikleri, sentez yöntemleri ve gıda alanındaki uygulamaları kapsamlı şekilde incelenmiştir. MOF'lar; metal iyonları ile organik ligandların oluşturduğu, yüksek yüzey alanına ve gözenekliliğe sahip, fonksiyonel olarak ayarlanabilir yapılardır. Bu özellikleri sayesinde gaz adsorpsiyonu, biyomolekül taşınması ve seçici etkileşimler gibi birçok alanda üstün performans göstermektedir. Çalışmada MOF'ların solvotermal, hidrotermal, mikrodalga, sonokimyasal, elektrokimyasal ve mekanokimyasal yöntemlerle sentezlenebildiği ve bu yöntemlerin yapı özellikleri üzerinde belirleyici olduğu vurgulanmıştır. Gıda alanında ise MOF'ların; enkapsülasyon, pestisit tespiti, gıda güvenliği analizleri ve özellikle aktif/akıllı ambalaj sistemlerinde kullanımı öne çıkmaktadır. MOF tabanlı ambalajların antimikrobiyal etki, gaz tutma, sensör özelliği ve kontrollü salım gibi fonksiyonlar sağlayarak raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir. Ayrıca optik ve elektrokimyasal sensörlerde yüksek hassasiyetle gıda bileşenleri ve kontaminantların tespitinde kullanılabildiği gösterilmiştir. Toksisite açısından ise biyouyumlu ve fonksiyonelleştirilebilir MOF'ların güvenli kullanım potansiyeline sahip olduğu, ancak uygulamaya yönelik daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu ifade edilmiştir. Genel olarak MOF'ların gıda endüstrisinde yenilikçi, çok yönlü ve sürdürülebilir çözümler sunduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aktif gıda ambalajı; gıda güvenliği; MOF; raf ömrü; sürdürülebilir ambalaj.

[*]Sorumlu yazar: snmozturk461@gmail.com

Protein İçeriği Artırılmış Tam Buğday Noodle Üretiminde Bezelye, Nohut ve Mercimek Proteinlerinin Tekstürel Yapı Üzerine Etkisi

Mert Kadir AYDOĞDU*, Hakan BAŞDOĞAN, Cihat GÜNER

Erişler Gıda A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Tekirdağ

Tam buğday noodle ürünleri lif ve mineral içeriğiyle besleyici avantajlar sunmasına rağmen, kepek fraksiyonunun gluten ağını zayıflatması nedeniyle tekstürel kalite, elastikiyet ve pişirme stabilitesi açısından sınırlılıklar gösterebilmektedir. Bu çalışmada bezelye, nohut ve mercimek proteinlerinin tam buğday noodle formülasyonlarında kullanımının protein içeriği, pişirme kalitesi ve tekstürel yapı üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Kontrol grubu %100 tam buğday unu ile hazırlanmış; deneme gruplarında tam buğday unu yerine bezelye, nohut ve mercimek proteinleri ayrı ayrı %5 ve %10 oranlarında ikame edilmiştir. Toplam yedi noodle örneğinde protein içeriği, optimum pişme süresi, su alma kapasitesi, pişirme kaybı, sertlik, elastikiyet, yapışkanlık, kohezyon ve çiğnenebilirlik değerlendirilmiştir.

Kontrol örneğinde protein içeriği %13,2 iken, %5 ilave gruplarında %15,1–15,8, %10 ilave gruplarında %17,4–18,6 belirlenmiştir. Pişirme kaybı kontrolde %6,8 olup, %5 ilavede %7,2–7,8'e, %10 ilavede %8,6–9,4'e yükselmiştir. Su alma kapasitesi %168'den %154–162 aralığına düşmüştür. Sertlik kontrolde 3250 g, %5 ilavede 3480–3720 g, %10 ilavede 3890–4280 g olarak ölçülmüş; en yüksek değer %10 mercimek proteininde belirlenmiştir. Elastikiyet 0,86'dan %10 ilavede 0,72–0,78'e düşerken, çiğnenebilirlik 1850 g.mm'den 2240–2680 g.mm'ye yükselmiştir.

Sonuç olarak, baklagil proteinlerinin protein içeriğini artırdığı, ancak oran yükseldikçe pişirme kaybı ve sertliğin arttığı, elastikiyetin azaldığı görülmüştür. %5 düzeyinin besinsel zenginleşme ile tekstürel kalite arasında dengeli kullanım oranı sunduğu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bezelye proteini; mercimek proteini; nohut proteini; pişirme kalitesi; tam buğday noodle; tekstür; yüksek protein.

*Sorumlu yazar: mert.aydogdu@erislergida.com.tr

Fındık Protein İzolatının Fonksiyonel Özelliklerinin Yüksek Basınç Homojenizasyonu ile Modifikasyonu**

Şeyma KESGİN[1,*], Necati PEHLİVAN[1], Mahmud Ekrem PARLAK[1], Şükran AŞGIN UZUN[1], İlyas ATALAR[2], Furkan Türker SARICAOĞLU[1]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

Günümüzde kıt kaynakların verimli kullanımı ve bitkisel proteinlerin hayvansal kaynaklara alternatif olarak değerlendirilmesi, sürdürülebilir gıda sistemleri açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, gıda endüstrisi yan ürünlerinin katma değerli bileşenlere dönüştürülmesi dikkat çekici bir yaklaşımdır. Bu çalışmada, fındık yağı posasından alkali ekstraksiyon–izoelektrik çöktürme yöntemiyle elde edilen protein izolatı (FPİ), yüksek basınç homojenizasyonu (YBH; 25–150 MPa) ile modifiye edilmiş ve bu uygulamanın FPİ'nin fonksiyonel ve reolojik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, protein çözünürlüğü pH 1 ve 9'da, izoelektrik bölge olan pH 3–5 aralığına kıyasla artmıştır ($p < 0,05$). YBH uygulaması, protein yapısının kısmi açılmasına bağlı olarak yüzey hidrofobisitesini (H_0) artırmış ve en yüksek değer 100 MPa'da belirlenmiştir ($p < 0,05$). YBH uygulanmamış FPİ'de 7,52 µmol/g olarak tespit edilen serbest sülfidril (-SH) içeriği artan basınçla birlikte 75 MPa'da 9,99 µmol/g ile maksimum seviyeye ulaşmıştır ($p < 0,05$). Frekans tarama sonuçları, tüm örneklerde akış davranış indeksi (n′) değerinin 1'in altında olduğunu gösterirken, kıvam indeksi (K′) 50 MPa'da (12,83 $Pa \cdot s^n$) en yüksek değere ulaşmıştır.

Elde edilen sonuçlar, YBH uygulamasının FPİ'nin fonksiyonel özelliklerini iyileştirerek bitkisel protein bazlı ürün geliştirme açısından önemli bir potansiyel sunduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fındık küspesi protein izolatı; protein modifikasyonu; yüksek basınç homojenizasyonu.

*Sorumlu yazar: seymakesgin663@gmail.com

**Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A programı kapsamında desteklenmiştir.

Bağırsak-Beyin Ekseninde Yeni Nesil Fonksiyonel Bileşenler: Psikobiyotik Yaklaşımda Probiyotikler, Postbiyotikler ve Parabiyotikler

Halil İbrahim KAHVE*, Furkan AYDIN

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Aksaray

Psikobiyotikler, bağırsak mikrobiyotasını modüle ederek ruh sağlığı ve bilişsel işlevler üzerinde yararlı etkiler oluşturabilen mikroorganizmalar veya bunlardan türetilen biyolojik bileşenler olarak değerlendirilmektedir. Bağırsak-beyin eksenine ilişkin güncel çalışmalar, bu etkilerin yalnızca canlı probiyotiklerle sınırlı olmadığını, postbiyotik preparatlar ve inaktive mikrobiyal hücreleri içeren parabiyotiklerin de benzer potansiyel taşıdığını göstermektedir. Probiyotik mikroorganizmalar; gama-aminobütirik asit (GABA), serotonin ve dopaminle ilişkili metabolitler, triptofan türevleri, kısa zincirli yağ asitleri ve indol bileşikleri üreterek sinirsel, endokrin, immün ve metabolik yolları etkileyebilmektedir. Postbiyotik ve parabiyotik bileşenler ise canlı mikroorganizma içermemeleri sayesinde depolama stabilitesi, standardizasyon ve güvenlik açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Bu bildiride psikobiyotik kavramının güncel kapsamı, probiyotik, postbiyotik ve parabiyotiklerin bağırsak bariyeri bütünlüğü, nöroinflamasyon, stres yanıtı, nörotransmitter metabolizması ve vagus siniri aracılığıyla gösterebileceği etkiler ele alınmıştır. Ayrıca bu bileşenlerin fermente gıdalar, içecekler ve takviye ürünlerde kullanımı ile yeni nesil zihinsel sağlık destekleyici fonksiyonel gıdaların geliştirilmesindeki olanakları değerlendirilmiştir. Mevcut bulgular umut verici olmakla birlikte, etkinliğin suş ve preparat düzeyinde doğrulanması, doz standardizasyonu ve kontrollü insan çalışmalarının artırılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bağırsak-beyin ekseni; postbiyotik; psikobiyotik.

*Sorumlu yazar: ibrahimkahve@aksaray.edu.tr

Zeytin Yaprağı Ekstraktı ve Hücresiz Süpernatantın Ko-Enkapsülasyonu ve Mikrokapsüllerin Depolama Stabilitelerinin Belirlenmesi**

Levent Yurdaer AYDEMİR[1,*], Burçak TÜRKER[1], Zafer ERBAY[1], Gözde Seval SÖZBİLEN[2], Semanur YILDIZ ÖZDEMİR[3]

[1]Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana
[2]Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir
[3]Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya

Bu çalışmada, zeytin yaprağı ekstraktı (ZYE) ve *Lactiplantibacillus plantarum* kaynaklı postbiyotik hücresiz süpernatantın (HS) β-siklodekstrin ve gam arabik matriksinde ko-enkapsüle edilmesiyle doğal bir gıda koruyucu geliştirilmesi amaçlanmıştır. Oluşturulan merkezi kompozit dönel tasarıma göre ko-enkapsülasyon için optimum koşullar β-siklodekstrin:gam arabik oranı 1,29 ve püskürtmeli kurutma giriş sıcaklığı 192,68 °C olarak belirlenmiştir. Elde edilen 4 farklı mikrokapsülün (kontrol, ZYE içeren, HS içeren ve ZYE-HS içeren) fiziksel, toz, ve akış özellikleri ile hem mikrokapsüllerin hem de ZYE, HS ve ZYE-HS'nin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası antioksidan (ABTS+·, DPPH· ve OH· inhibisyon ile demir şelatlama aktivitesi) ve enzim inhibisyon (α-amilaz, α-glukozidaz ve lipaz) aktiviteleri belirlenmiştir. Üretilen mikrokapsüllerin depolama stabiliteleri 120 gün boyunca +4 ve 25 °C'de takip edilmiştir. Sindirim sonrası biyoaktif bileşenlerin ve mikrokapsüllerin antioksidan aktivitelerinde belirgin artışlar gözlenirken, α-amilaz inhibisyonu ve demir şelatlama özelliği tespit edilememiştir ($p < 0,05$). Depolama sürecinde zamana bağlı olarak biyoaktivitede kısmi artışlar gözlenmiş ve bu artışların oda sıcaklığında daha belirgin olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Bu çalışma ZYE ve HS'nin uygun koşullarda ko-enkapsüle edilerek üretilen mikrokapsüllerin biyoaktivitelerini ve kararlılıklarını 4 ay boyunca koruyabildiğini ve gıda bileşeni olarak kullanılma potansiyeli olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktivite; depolama; hücresiz süpernatant; ko-enkapsülasyon; zeytin yaprağı ekstraktı.

*Sorumlu yazar: lyaydemir@atu.edu.tr
**Bu proje TÜBİTAK – TAGEM1005 Tarımsal Araştırmalar Ortak Çağrısı kapsamında 222O451 nolu proje ile desteklenmiştir.

Yarrowia lipolytica CP3M4 Suşundan Elde Edilen Hücresiz Süpernatantın Fonksiyonel ve Postbiyotik Potansiyelinin Belirlenmesi

Furkan AYDIN*, Halil İbrahim KAHVE

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Aksaray

Postbiyotikler, ISAPP tarafından sağlık üzerinde yarar sağlayan, metabolit içerebilen veya içermeyebilen inaktive mikroorganizmalar ve/veya bunların bileşenlerinden oluşan preparatlar olarak tanımlanmakta olup, fermente gıda kaynaklı mayalar postbiyotik geliştirme çalışmaları açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. *Yarrowia lipolytica*, metabolik çeşitliliği ve fonksiyonel bileşik sentezleme kapasitesi ile öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, daha önce moleküler ve teknolojik karakterizasyonu gerçekleştirilen *Y. lipolytica* CP3M4 suşundan elde edilen hücresiz süpernatantın (CFS) postbiyotik potansiyeli araştırılmıştır. Bu kapsamda toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite (DPPH ve ABTS), fenolik profil ve çeşitli patojenlere karşı biyofilm oluşumunu engelleme kapasitesi belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı 623,40 ± 12,01 mg GAE/L olarak saptanırken, DPPH ve ABTS radikal süpürme aktiviteleri sırasıyla %39,79 ± 1,08 ve %78,02 ± 1,96 olarak belirlenmiştir. Fenolik profil analizinde fumarik asit (23,29 ± 0,11 mg/L) baskın bileşen olarak tespit edilmiş, bunun yanında gallik asit, 3-hidroksibenzoik asit, 4-hidroksibenzoik asit, kinik asit ve klorojenik asit de saptanmıştır. CFS'nin biyofilm oluşumunu engelleme oranları ise *Cronobacter sakazakii* ATCC 29544, *Listeria monocytogenes* ATCC 13932, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 için sırasıyla %40,32 ± 2,11, %33,57 ± 0,91, %6,89 ± 0,15 ve %26,96 ± 1,01 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, elde edilen CFS'nin farklı fonksiyonel özellikler sergileyerek önemli bir postbiyotik potansiyele sahip olduğu ve fonksiyonel gıda ile nutrasötik uygulamalar için umut verici bir biyolojik kaynak olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mayalar; postbiyotikler; *Yarrowia lipolytica*.

*Sorumlu yazar: furkanaydin06@gmail.com

Beyaz Et Üretim Artıklarından Katma Değerli Tip II Kolajen Hidrolizat Üretimi: Sürdürülebilir Biyodönüşüm ve Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı

Saeid CHOBDAR RAHIM*, Zehra Betül AHİ

Collagen ARGE Teknoloji A.Ş., İstanbul

Kanatlı eti işleme sürecinde ortaya çıkan kıkırdak ve bağ dokusu gibi yan ürünler, yüksek biyolojik değere sahip olmalarına rağmen çoğunlukla düşük katma değerli uygulamalarda değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, tavuk kıkırdağı yan ürünlerinin sürdürülebilir yöntemlerle işlenerek Tip II kolajen hidrolizatına dönüştürülmesi gerçekleştirilmiştir. Kıkırdak hammaddesi, pH 7,5–8,0 ve 60 °C'de Papain/Alcalase enzim sistemiyle 3 saat hidrolize edilmiş; ardından 0,45 µm filtrasyon, membran konsantrasyonu ve saflaştırma işlemleri uygulanmıştır. Geliştirilen proses sonucunda %20 ürün verimi elde edilmiş, nihai hidrolizatın ortalama molekül ağırlığı yaklaşık 700 Da ve %20'lik çözeltide (25 °C) viskozitesi 18–19 mPa·s olarak belirlenmiştir. Membran konsantrasyonunda ürün 8 °Bx'ten 50 °Bx'e konsantre edilirken proses suyunun yaklaşık %80'inin geri kazanılabileceği gösterilmiştir. Sonuçlar, kanatlı endüstrisi yan ürünlerinden kontrollü özelliklere sahip Tip II kolajen hidrolizatı üretiminin teknik olarak uygulanabilir olduğunu ve geliştirilen yaklaşımın döngüsel ekonomi kapsamında yüksek katma değerli fonksiyonel bileşen üretimi için sürdürülebilir bir alternatif sunduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Hidroliz; kıkırdak; kolajen.

*Sorumlu yazar: saeidrahim@collagenarge.com.tr

Derin Ötektik Çözücü Kullanılarak Karadut Meyvesinden Antosiyanin Ekstraksiyonu ve Antosiyanin Bakımından Zenginleştirilmiş Zein Proteininden Yenilebilir Akıllı Ambalaj Üretimi**

Sahra Rukiye ŞİMŞEK[1,*], Zeynep SUBAŞI[1], İlayda ZENGİN[1], Seda KILIÇ[1], Şükran AŞGIN UZUN[1], Mahmud Ekrem PARLAK[1], Furkan Türker SARICAOĞLU[1], Ömer Faruk ÜNSAL[2]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Polimer Malzeme Mühendisliği Bölümü, Bursa

Biyobozunur ve fonksiyonel ambalajlara yönelik artan ilgi doğrultusunda, doğal bileşenlerin hem ekstraksiyon hem de film formülasyonunda birlikte kullanımı yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışmada, derin ötektik çözücü (DES; kolin klorür: sitrik asit: PEG 200, 1:1:2) kullanılarak karadut (*Morus nigra*) antosiyaninleri ekstrakte edilmiş ve elde edilen DES-ACNs sistemi herhangi bir ayırma işlemi uygulanmaksızın doğrudan farklı oranlarda (%0–80) zein bazlı film formülasyonuna dahil edilmiştir. Böylece DES'in hem ekstraksiyon ortamı hem de filmlerde plastikleştirici olarak çift fonksiyonlu kullanımı amaçlanmıştır. Elde edilen filmlerin fonksiyonel ve yapısal özellikleri incelenmiştir.

Mekanik analizlerde en yüksek çekme dayanımı %40 DES-ACNs içeren filmde 2,64 ± 0,31 MPa olarak belirlenmiştir. Ayrıca kopma uzaması %0,43 ± 0,18–3,25 ± 0,31, patlatma dayanımı 0,15 ± 0,01–0,38 ± 0,02 N ve patlatma deformasyonu 0,150 ± 0,03–1,11 ± 0,20 mm aralığında değişmiş olup ve DES-ACNs oranının artmasıyla birlikte anlamlı düzeyde artmıştır ($p < 0,05$). Renk analizleri, filmlerin daha açık ve kırmızı tonlara kaydığını, sarı tonların ise azaldığını göstermiştir. FTIR sonuçları, DES bileşenleri ile zein arasında hidrojen bağı etkileşimlerini doğrulamıştır. Bununla birlikte, DES-ACNs konsantrasyonundaki artış su buharı geçirgenliği ve su alma değerlerini anlamlı bir şekilde artırmıştır ($p < 0,05$). Sonuç olarak, DES-ACNs'in yenilebilir aktif ambalaj uygulamaları için umut vadeden bir sistem sunduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aktif ambalaj; antosiyanin; derin ötektik çözelti; zein.

*Sorumlu yazar: sahra.smsk22@gmail.com

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209-A kapsamında 1919B012439036 proje numarası ile desteklenmiştir.

Antibiyotik Kalıntılarının ve Antibiyotik Dirençli Mikroorganizmaların Tespitinde FT-IR Spektroskopisinin Kullanım Potansiyeli

Ayşe Selin ÖZGÖREN[1,*], Gülşah ÖZCAN SİNİR[1,2], Mihriban KORUKLUOĞLU[1]

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Bursa
[2]The Ohio State University, Department of Food Science and Technology, Columbus, OH 43210, USA

Antibiyotik kalıntıları ve antibiyotik dirençli mikroorganizmalar gıda güvenliğini tehdit eden küresel sorunlardan biri olarak görülmektedir. Sadece gıda tedarik zincirinde ekonomik kayıplara yol açmakla kalmayıp, halk sağlığı açısından insanlarda ve hayvanlarda alerjik reaksiyonlara, disbiozise ve enfeksiyon hastalıkları tedavisinin olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır. Ayrıca, 2050 yılına kadar antibiyotik dirençli mikroorganizmalardan kaynaklı ölümlerin "Sessiz Pandemi"ye sebep olacağı tahmin edilmektedir. Bu noktada; tarım ve hayvancılık faaliyetlerinde antimikrobiyal ajanların aşırı ve bilinçsiz kullanımı önemli bir endişe unsurudur. Antibiyotik varlığı, mikroorganizmaların mutasyonlar sonucu yeni direnç genleri kazanmasına ve yatay gen transferi yoluyla rezistans mekanizmaları geliştirmesine sebep olmaktadır. Özellikle, fermente gıdalardaki baskın mikroorganizma yükünün taşıdığı direnç genini, stres faktörleri altında bağırsak patojenlerine aktarabildiği bildirilmektedir. Bu bağlamda; kalıntı düzeyi, dirençli mikroorganizmaların tespiti ve rezistans mekanizmalarının takibine yönelik yöntemlerdeki gelişmeler önemli bulunmaktadır. Uzun süreli detaylı analiz gerektiren ekim yöntemlerine ek olarak, numune hazırlama basamakları, laboratuvar altyapısı, uzman operatör ve yüksek maliyet gerektiren polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ve enzim bağlantılı immünosorbent (ELISA) testi gibi yöntemlere alternatif olarak endüstriyel kalite kontrolü uygulamalarına entegre edilebilir, gerçek zamanlı izlenebilir, doğruluğu yüksek ve numune hazırlığı gerektirmeyen hızlı tespit yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu derlemede, antibiyotik kalıntılarının ve dirençli suşların biyokimyasal bileşenlerine ait spektral parmak izi bölgelerinin belirlenmesinde Fourier dönüşümlü kızılötesi (FT-IR) spektroskopisinin kullanım potansiyeli değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antibiyotik; antibiyotik dirençli mikroorganizmalar; FT-IR; parmak izi; rezistans mekanizmaları.

*Sorumlu yazar: selinozgoren@uludag.edu.tr

Hurma Ürünlerinde Tağşişin Tespitine Yönelik ATR-FTIR Spektroskopisi ve Kemometrik Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi**

İrem ÇANDIR, Çağrı ÇAVDAROĞLU*

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, İzmir

Hurma (*Phoenix dactylifera L.*), yüksek şeker içeriği ve yoğun aroması nedeniyle başta glukoz şurubu ve fruktoz şurubu olmak üzere çeşitli karbonhidrat kaynaklı maddelerle tağşişe elverişli bir gıda ürünü olup bu durum tüketici sağlığını tehdit etmekte ve ciddi ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bu çalışmada hurma ürünlerindeki tağşişin tespitine yönelik ATR-FTIR spektroskopisi ile kemometrik sınıflandırma yöntemleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Dört farklı hurma çeşidinden hazırlanan örnekler, glukoz şurubu ve fruktoz şurubu ile %3, 7, 10, 20 ve 30 oranlarında tağşişlenmiş; iki ek otantik çeşit bağımsız doğrulama seti olarak ayrılmıştır. Toplam 46 örneğin FTIR spektrumuna sekiz farklı ön işlem uygulanmış; elde edilen spektrumlar PLS-DA, PCA-LDA, SVM ve RF yöntemleriyle sınıflandırılmıştır. Model değerlendirmesinde çeşit tabanlı dışarıda bırakma çapraz doğrulama stratejisi (LODVO) kullanılmıştır. RF (ham spektrum, BA = 0,950; AUC = 0,994) ve PCA-LDA (SNV, BA = 0,863; AUC = 0,988) en yüksek başarıyı göstermiştir. SNV ön işleminin doğrusal yöntemlere, ham spektrumun ise doğrusal olmayan yöntemlere daha uygun olduğu saptanmıştır. İkinci ve üçüncü dereceden türev uygulamaları tüm yöntemlerde performansı rastgele sınıflandırma düzeyine düşürmüştür. Bulgular, FTIR spektroskopisi ve uygun kemometrik yaklaşımın hurma tağşişinin tespitinde güvenilir bir araç sunduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: ATR-FTIR; hurma konsantresi; kemometri; tağşiş.

*Sorumlu yazar: cagricavdaroglu@iyte.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209 kapsamında desteklenmiştir.

Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Takviye Edici Gıda Üretiminde İşlenmesi ve Korunmasına Yönelik Güncel Yaklaşımlar

Merve GÜMELİ*, Ayşe Tülin ÖZ

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Osmaniye.

ÖZET

Tıbbi ve aromatik bitkiler, fenolik bileşikler, flavonoidler, alkaloidler, terpenoidler ve uçucu yağlar gibi biyoaktif bileşenler bakımından zengin olmaları nedeniyle takviye edici gıda üretiminde önemli doğal hammadde kaynakları arasında yer almaktadır. Bu bitkilerden elde edilen ekstraktlar; kapsül, tablet, toz, sıvı ekstrakt ve bitkisel çay gibi farklı ürün formlarında kullanılmaktadır. Biyoaktif bileşiklerin verimi ve stabilitesi; hasat sonrası uygulamalar, kurutma yöntemleri, ekstraksiyon teknikleri, depolama koşulları ve ambalajlama süreçlerinden doğrudan etkilenmektedir. Geleneksel ekstraksiyon yöntemlerinin yanı sıra ultrason destekli, mikrodalga destekli, enzim destekli ve süperkritik CO_2 ekstraksiyonu gibi yenilikçi teknolojiler; işlem süresinin kısaltılması, çözücü kullanımının azaltılması ve ısıya duyarlı bileşiklerin daha etkin şekilde muhafaza edilmesi açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Mikroenkapsülasyon ile uygun depolama ve ambalajlama uygulamaları, biyoaktif bileşiklerin stabilitesini artırarak ürün kalitesinin sürdürülebilmesini desteklemektedir. Bu derlemede, tıbbi ve aromatik bitkilerin takviye edici gıda üretiminde kullanılan işleme ve muhafaza yöntemleri ile ürün güvenilirliğini etkileyen pestisit kalıntıları, ağır metaller, mikotoksinler ve mikrobiyolojik kontaminasyon gibi temel risk unsurları değerlendirilmiştir. Literatürde yer alan bulgular, uygun işleme teknolojileri ile muhafaza stratejilerinin birlikte uygulanmasının biyoaktif bileşiklerin stabilitesini desteklediğini, ürün kalitesini iyileştirdiğini ve güvenilir takviye edici gıda üretimine katkı sağladığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşikler; ekstraksiyon; gıda güvenliği; takviye edici gıda; tıbbi ve aromatik bitkiler.

1. GİRİŞ

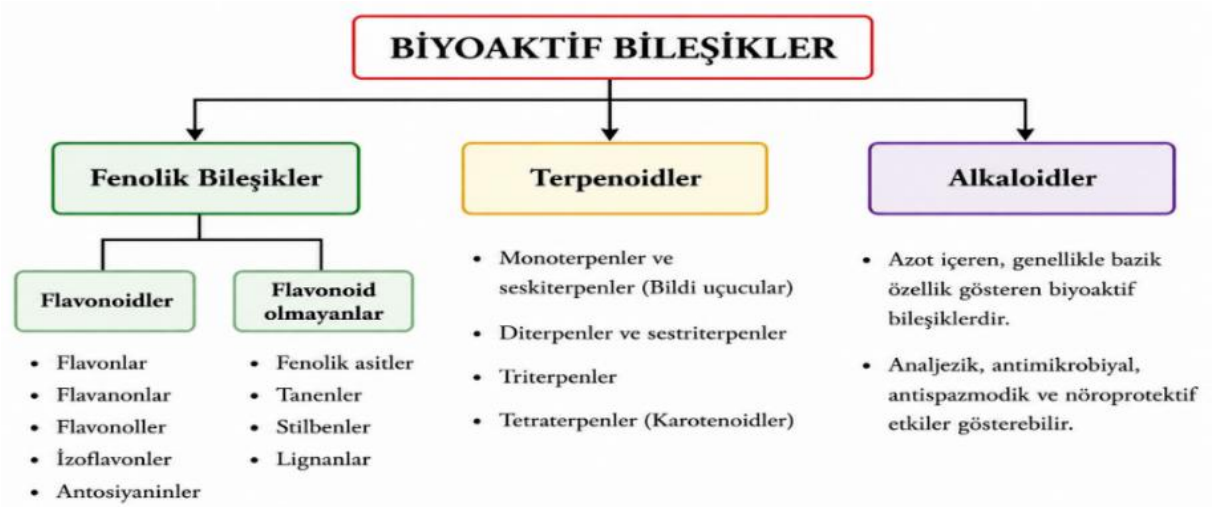
Tıbbi ve aromatik bitkiler, fenolik bileşikler, flavonoidler, terpenoidler, alkaloidler ve uçucu yağlar bakımından zengin doğal kaynaklar olup takviye edici gıda üretiminde önemli hammadde kaynakları arasında yer almaktadır. Bu bileşikler, ürünlerin antioksidan kapasitesi ve biyolojik aktivitesini belirleyen temel bileşenlerdir (Shahidi ve Ambigaipalan, 2015; Salamon, 2024). Takviye edici gıdalarda ürün kalitesi ve biyoaktif bileşiklerin korunması, üretim sürecinde uygulanan işleme yöntemleriyle doğrudan ilişkilidir. Kurutma, ekstraksiyon, depolama ve ambalajlama süreçlerinde uygulanan koşullar; biyoaktif bileşiklerin verimi, stabilitesi ve biyoyararlanımı üzerinde belirleyici olmaktadır. Uygun olmayan işlem koşulları fenolik bileşiklerde oksidatif kayıplara, uçucu yağlarda ise bileşim değişikliklerine neden olabilmektedir (Azmir vd., 2013; Chemat vd., 2017). Modern işleme teknolojileri, biyoaktif bileşiklerin daha yüksek verimle elde edilmesine ve depolama süresince korunmasına olanak sağlamaktadır. Ürün güvenilirliğinin sürdürülebilmesi için pestisit kalıntıları, ağır metaller, mikotoksinler ve mikrobiyolojik kontaminasyon gibi gıda güvenliği risklerinin de üretim sürecinin tüm aşamalarında dikkate alınması gerekmektedir (Rahmati vd., 2022; Opuni vd.,

*Sorumlu yazar: mervegumeli3@gmail.com

2023). Bu kapsamda, işleme ve koruma teknolojilerinin birlikte değerlendirilmesi, takviye edici gıdalarda ürün kalitesinin ve güvenilirliğinin artırılmasına yönelik güncel yaklaşımların anlaşılması açısından önem taşımaktadır.

2. TIBBİ ve AROMATİK BİTKİLERİN BİYOAKTİF BİLEŞENLERİ ve FONKSİYONEL ÖNEMİ

Tıbbi ve aromatik bitkiler, biyolojik aktivite gösteren çok sayıda sekonder metabolit içermeleri nedeniyle takviye edici gıda üretiminde önemli doğal kaynaklar arasında yer almaktadır. Fenolik bileşikler, flavonoidler, terpenoidler, alkaloidler ve uçucu yağlar; antioksidan, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar özellikleriyle ürünlerin fonksiyonel değerine katkı sağlamaktadır. Bu bileşiklerin miktarı ve bileşimi; bitki türü, genetik yapı, yetiştirme koşulları, hasat zamanı ve hasat sonrası uygulamalardan etkilenmektedir (Shahidi ve Ambigaipalan, 2015; Sharifi-Rad vd., 2017). Tıbbi ve aromatik bitkilerde bulunan başlıca biyoaktif bileşik sınıfları Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Tıbbi ve aromatik bitkilerde bulunan başlıca biyoaktif bileşiklerin sınıflandırılması (Arslan vd., 2021'den uyarlanmıştır).

Fenolik bileşikler ve flavonoidler, serbest radikallerin neden olduğu oksidatif reaksiyonları sınırlandırarak ürünlerin antioksidan kapasitesine katkı sağlamaktadır. Terpenoidler ve uçucu yağlar bitkilere özgü aroma ve koku oluşumunda görev alırken antimikrobiyal özellikleriyle de öne çıkmaktadır. Alkaloidler ise çeşitli biyolojik aktivitelere sahip olmakla birlikte, bazı türlerinin yüksek miktarlarda tüketimi istenmeyen etkilere yol açabileceğinden güvenli kullanım düzeylerinin belirlenmesi önem taşımaktadır (Cushnie vd., 2014). Takviye edici gıda üretiminde hedeflenen biyolojik etkinliğin sağlanabilmesi, bu bileşiklerin üretim süreci boyunca korunmasına bağlıdır. Bu nedenle kurutma, ekstraksiyon ve depolama gibi işleme basamaklarında uygulanacak yöntemlerin biyoaktif bileşiklerin stabilitesini koruyacak şekilde seçilmesi gerekmektedir.

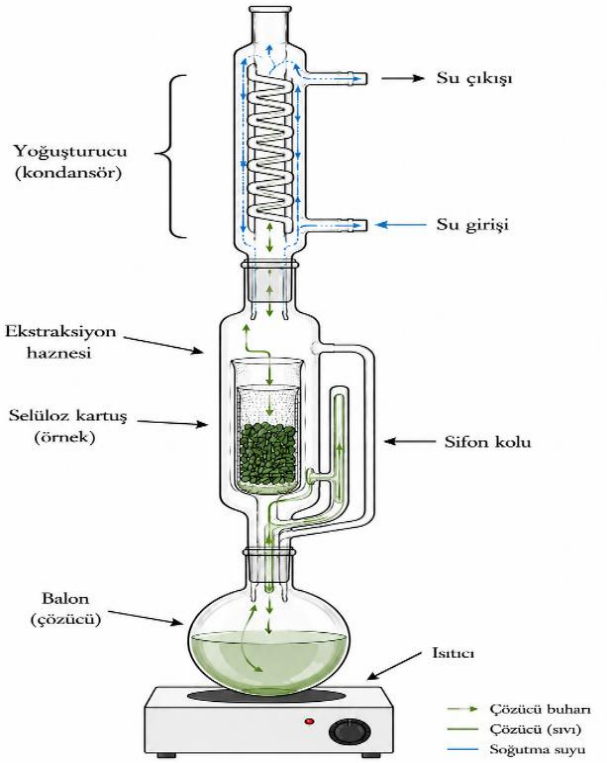
3. TIBBİ ve AROMATİK BİTKİLERDEN BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİN EKSTRAKSİYONU

Takviye edici gıda üretiminde ürün kalitesinin ve biyoaktif bileşiklerin biyolojik etkinliğinin sürdürülebilmesi, bitkisel materyalden yüksek verim sağlayan uygun ekstraksiyon tekniklerinin

seçimine bağlıdır. Ekstraksiyon işlemi, fenolik bileşikler, flavonoidler, terpenoidler, alkaloidler ve uçucu yağların bitki matriksinden ayrılmasını sağlayan temel işlem basamaklarından biridir. Seçilen ekstraksiyon tekniği; ekstrakt verimini, biyoaktif bileşiklerin stabilitesini ve son ürünün fonksiyonel özelliklerini doğrudan etkilemektedir (Azmir vd., 2013; Chemat vd., 2017). Çözücü tipi, çözücü ham madde oranı, parçacık boyutu, sıcaklık ve işlem süresi ekstraksiyon verimini belirleyen başlıca parametrelerdir. Isıya duyarlı bileşiklerin korunması, çözücü tüketiminin azaltılması ve işlem süresinin kısaltılmasına yönelik gereksinimler, geleneksel uygulamaların yanında modern ekstraksiyon teknolojilerinin geliştirilmesini teşvik etmiştir. Günümüzde ekstraksiyon tekniği; hedeflenen biyoaktif bileşik, bitkisel materyalin özellikleri ve kullanım amacına göre belirlenmektedir (Jha ve Sit, 2022; Wang vd., 2023).

3.1. Geleneksel Ekstraksiyon Teknikleri

Maserasyon ve Soxhlet ekstraksiyonu, tıbbi ve aromatik bitkilerden biyoaktif bileşiklerin elde edilmesinde uzun yıllardır kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır. Maserasyonda bitkisel materyal belirli bir süre çözücü içerisinde bekletilirken, Soxhlet ekstraksiyonunda çözücünün sürekli dolaşımı sayesinde hedef bileşiklerin ekstraksiyonu gerçekleştirilmektedir (Luque de Castro ve Priego-Capote, 2010). Bu yöntemler farklı biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonunda etkili olmakla birlikte uzun işlem süresi, yüksek çözücü tüketimi ve ısıya duyarlı bileşiklerde kalite kayıpları gibi sınırlılıklara sahiptir. Buna rağmen uygulama kolaylığı ve düşük ekipman gereksinimi nedeniyle araştırma ve endüstriyel uygulamalarda kullanılmaya devam etmektedir (Azmir vd., 2013). Soxhlet ekstraksiyon sisteminin şematik gösterimi Şekil 3.1'de verilmiştir.



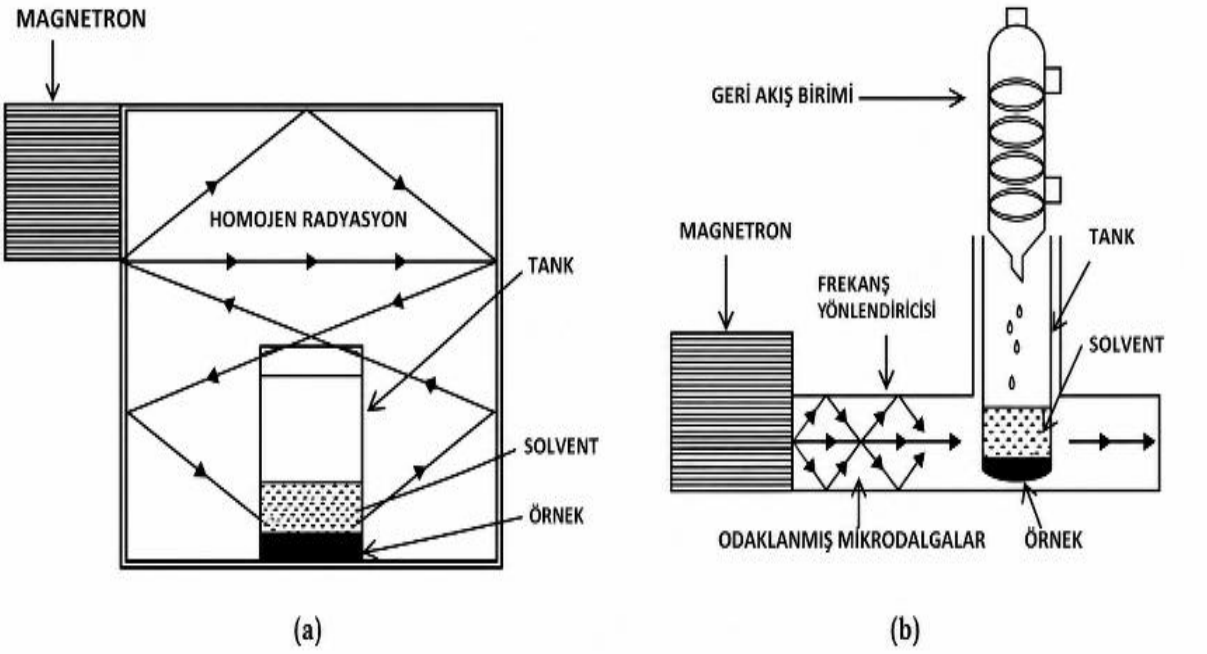
Şekil 3.1. Soxhlet ekstraksiyon sisteminin şematik gösterimi (Redfern vd., 2014'ten uyarlanmıştır).

3.2. Ultrason Destekli Ekstraksiyon

Ultrason destekli ekstraksiyon, bitkisel materyalde oluşan kavitasyon etkisi sayesinde hücre duvarının parçalanmasını ve biyoaktif bileşiklerin çözücü ortama geçişini kolaylaştıran modern ekstraksiyon yöntemlerinden biridir. Hücre geçirgenliğinin artması, kütle transferinin hızlanmasını sağlayarak ekstraksiyon süresini kısaltmakta ve çözücü kullanımını azaltmaktadır (Chemat vd., 2017). Bu yöntem özellikle fenolik bileşikler, flavonoidler ve uçucu yağların ekstraksiyonunda yüksek verim sağlaması nedeniyle tıbbi ve aromatik bitkilerin işlenmesinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Uygun işlem parametreleri kullanıldığında ısıya duyarlı bileşiklerin korunmasına katkı sağlamakta, ekstraktların antioksidan kapasitesinin korunmasına olanak vermektedir. Bununla birlikte yüksek ultrason gücü veya uzun işlem süreleri bazı biyoaktif bileşiklerde parçalanmaya neden olabileceğinden işlem koşullarının optimize edilmesi gerekmektedir (Jha ve Sit, 2022; Wang vd., 2023).

3.3. Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon

Mikrodalga destekli ekstraksiyon, elektromanyetik enerji kullanılarak bitki hücrelerinin kısa sürede ısıtılması esasına dayanmaktadır. Hücre içerisinde oluşan basınç artışı hücre duvarının parçalanmasını kolaylaştırmakta ve biyoaktif bileşiklerin çözücüye geçişini hızlandırmaktadır. Bu yöntem, kısa işlem süresi ve düşük çözücü tüketimi nedeniyle sürdürülebilir ekstraksiyon teknolojileri arasında değerlendirilmektedir (Jha ve Sit, 2022). Fenolik bileşikler ve diğer antioksidan özellik gösteren bileşenlerin ekstraksiyonunda başarılı sonuçlar veren mikrodalga destekli ekstraksiyon, uygun işlem koşullarında yüksek ekstraksiyon verimi sağlayabilmektedir. Ancak yüksek sıcaklık uygulamaları ısıya duyarlı bileşiklerde kalite kayıplarına yol açabileceğinden işlem parametrelerinin dikkatle belirlenmesi gerekmektedir (Flores vd., 2023; Wang vd., 2023). Kapalı (a) ve açık tip (b) mikrodalga destekli ekstraksiyon sistemlerinin şematik gösterimi Şekil 3.2'de verilmiştir.



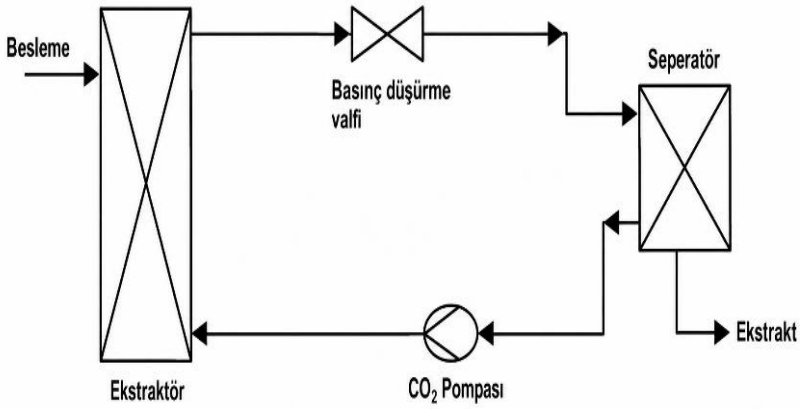
Şekil 3.2. Kapalı (a) ve açık tip (b) mikrodalga destekli ekstraksiyon sistemlerinin şematik gösterimi (Taşkıran vd., 2023).

3.4. Enzim Destekli Ekstraksiyon

Enzim destekli ekstraksiyon, bitki hücre duvarında bulunan selüloz, hemiselüloz ve pektin gibi yapısal bileşenlerin enzimler yardımıyla parçalanmasına dayanmaktadır. Selülaz, pektinaz ve hemiselülaz enzimleri hücre duvarının geçirgenliğini artırarak biyoaktif bileşiklerin çözücü ortama geçişini kolaylaştırmaktadır (Gligor vd., 2019). Bu yöntem, özellikle fenolik bileşiklerin geri kazanımını artırması ve düşük sıcaklıklarda uygulanabilmesi nedeniyle ısıya duyarlı bileşiklerin korunmasında avantaj sağlamaktadır. Enzim türü, konsantrasyonu, pH ve işlem süresi ekstraksiyon verimini etkileyen temel parametreler arasında yer almaktadır (Jha ve Sit, 2022).

3.5. Süperkritik CO_2 Ekstraksiyonu

Süperkritik CO_2 ekstraksiyonu, özellikle uçucu yağlar ve lipofilik biyoaktif bileşiklerin elde edilmesinde kullanılan çevre dostu ekstraksiyon yöntemlerinden biridir. Karbondioksitin kritik sıcaklık ve basınç değerlerinin üzerinde süperkritik akışkan hâle getirilmesiyle gerçekleştirilen bu yöntemde çözücü kalıntısı oluşmamakta ve seçici ekstraksiyon yapılabilmektedir (Khaw vd., 2017). Basınç ve sıcaklık koşullarının kontrol edilebilmesi, hedef bileşiklerin yüksek saflıkta elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Organik çözücü kullanımının gerekmemesi ve ekstrakt kalitesinin korunması, yöntemin takviye edici gıda üretiminde kullanımını artıran başlıca özellikler arasında yer almaktadır (Uwineza ve Waśkiewicz, 2020). Süperkritik CO_2 ekstraksiyon sistemine ait proses akım şeması Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. Süperkritik akışkan ekstraksiyonu proses akım şeması (Çolak ve Tülek, 2003).

4. BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİN STABİLİZASYONU ve KORUNMASI

Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen biyoaktif bileşiklerin fonksiyonel özelliklerini koruyabilmesi, üretimden tüketime kadar geçen süreçte uygulanan işleme ve muhafaza koşullarına bağlıdır. Fenolik bileşikler, uçucu yağlar ve doğal pigmentler; oksijen, ışık, sıcaklık ve nem gibi çevresel etmenlere maruz kaldığında kimyasal değişimlere uğrayabilmekte, bunun sonucunda antioksidan aktivite, renk, aroma ve biyolojik etkinlikte azalma meydana gelebilmektedir. Bu nedenle, takviye edici gıda üretiminde yalnızca yüksek ekstraksiyon verimi elde edilmesi değil, ekstrakte edilen bileşiklerin depolama süresince stabil kalmasının sağlanması da büyük önem taşımaktadır (Shahidi ve Ambigaipalan, 2015). Biyoaktif bileşiklerin stabilitesini artırmak amacıyla geliştirilen yöntemlerden biri mikroenkapsülasyondur. Bu teknikte aktif bileşikler uygun taşıyıcı materyaller içerisine alınarak çevresel koşullardan korunur. Böylece oksidatif reaksiyonlar yavaşlatılabilir, uçucu bileşiklerin kaybı azaltılabilir ve depolama süresince ürün kalitesi daha iyi korunabilir.

Enkapsülasyon başarısı; kullanılan kaplama materyali, üretim yöntemi ve işlem parametrelerine bağlı olarak değişmektedir (Sousa vd., 2022). Kurutma işlemi de stabilite üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Dondurarak kurutma yöntemi, düşük sıcaklıkta gerçekleştirildiği için özellikle ısıya duyarlı fenolik bileşiklerin ve doğal pigmentlerin korunmasında başarılı sonuçlar vermektedir. Buna karşılık püskürtmeli kurutma, uygun proses koşulları ve taşıyıcı maddeler kullanıldığında hem ekonomik hem de endüstriyel ölçekte uygulanabilir bir alternatif sunmaktadır. Kurutma yönteminin seçimi, ürünün hedeflenen kalite özelliklerine ve korunmak istenen biyoaktif bileşiklerin yapısına göre yapılmalıdır (Jha ve Sit, 2022). Depolama sıcaklığı, bağıl nem ve ambalaj materyalinin bariyer özellikleri, biyoaktif bileşiklerin stabilitesi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Oksijen ve ışık geçirgenliği düşük ambalaj materyallerinin tercih edilmesi oksidatif bozunmayı sınırlandırarak raf ömrünün uzatılmasına katkıda bulunmaktadır.

5. TAKVİYE EDİCİ GIDA ÜRETİMİNDE TIBBİ ve AROMATİK BİTKİLERİN KULLANIMI

Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen ekstraktlar, tozlar ve uçucu yağlar; kapsül, tablet, sıvı ekstrakt, bitkisel çay ve fonksiyonel gıda formülasyonlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerde beklenen biyolojik etkinliğin sağlanabilmesi, bitkisel hammaddenin kalitesi kadar üretim sürecinde uygulanan işleme yöntemlerine de bağlıdır. Ekstraksiyon tekniği, kurutma yöntemi ve stabilizasyon uygulamaları, biyoaktif bileşiklerin korunmasını ve son ürünün fonksiyonel özelliklerini doğrudan etkilemektedir (Azmir vd., 2013; Chemat vd., 2017). Ürünler arasında etkinlik ve kalite farklılıklarının azaltılabilmesi için biyoaktif bileşik içeriğinin standardize edilmesi gerekmektedir. Bitki türü, yetiştirme koşulları, hasat zamanı ve üretim parametrelerindeki değişkenlik, aynı bitkiden elde edilen ürünlerde dahi bileşen miktarının farklılık göstermesine neden olabilmektedir. Bu durum, üretim sürecinde standardizasyon ve kalite kontrol uygulamalarını zorunlu hâle getirmektedir (Salamon, 2024). Modern işleme ve koruma teknolojilerinin birlikte uygulanması, biyoaktif bileşiklerin üretim ve depolama süresince daha iyi korunmasına olanak sağlamaktadır. Böylece ürün kalitesi ve raf ömrü artırılırken, takviye edici gıdalarda hedeflenen biyolojik etkinliğin sürdürülebilmesi de desteklenmektedir. Bu yaklaşım, güvenilir ve standardize ürün geliştirilmesinin temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir.

6. TIBBİ ve AROMATİK BİTKİLERİN GIDA GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Takviye edici gıdaların güvenilirliği, kullanılan bitkisel hammaddenin kalitesi kadar üretim sürecinde uygulanan kontrol mekanizmalarına da bağlıdır. Bitkilerin yetiştirildiği çevre, hasat sonrası işlemler, işleme teknolojileri ve depolama koşulları; ürünün kimyasal ve mikrobiyolojik güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir (Rahmati vd., 2022). Bitkisel hammaddelerde pestisit kalıntıları, ağır metaller ve mikotoksinler en önemli kimyasal riskler arasında yer almaktadır. Uygunsuz pestisit uygulamaları, çevresel kirleticiler ve uygun olmayan depolama koşulları bu kontaminantların ürünlere geçmesine neden olabilmektedir. Özellikle yüksek nem ve sıcaklık koşullarında gelişen küfler tarafından üretilen mikotoksinler, ürün güvenilirliği açısından önemli risk oluşturmaktadır (Rahmati vd., 2022; Opuni vd., 2023). Kimyasal risklerin yanı sıra Salmonella spp., Escherichia coli ve küf maya gelişimi gibi mikrobiyolojik kontaminasyonlar da takviye edici gıdaların güvenliğini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu risklerin azaltılabilmesi için üretimin tüm aşamalarında hijyen kurallarının uygulanması, uygun kurutma ve depolama koşullarının sağlanması ile hammaddenin ve son ürünün düzenli olarak analiz edilmesi gerekmektedir (Rahmati vd., 2022). Güvenilir takviye edici gıda üretiminde standardizasyon,

izlenebilirlik ve kalite yönetim sistemleri önemli bir yer tutmaktadır. Hammaddenin doğru tanımlanması, biyoaktif bileşik içeriğinin standardize edilmesi ve üretim sürecinin uygun kalite kontrol uygulamalarıyla desteklenmesi, ürünler arasında kalite farklılıklarının azaltılmasına katkı sağlamaktadır. İşleme teknolojilerinin gıda güvenliği uygulamalarıyla birlikte planlanması, hem biyoaktif bileşiklerin korunmasını hem de güvenilir ürün üretimini destekleyen temel yaklaşımlar arasında yer almaktadır.

7. SONUÇ

Tıbbi ve aromatik bitkiler, takviye edici gıda üretiminde biyolojik olarak aktif bileşiklerin önemli doğal kaynakları arasında yer almaktadır. Bu bileşiklerin üretim sürecindeki verimi, stabilitesi ve fonksiyonel özellikleri; uygulanan kurutma, ekstraksiyon, stabilizasyon ve depolama yöntemlerinden doğrudan etkilenmektedir. Değerlendirilen çalışmalar, geleneksel yöntemlerin yanında ultrason, mikrodalga, enzim destekli ve süperkritik CO_2 ekstraksiyonu gibi modern teknolojilerin biyoaktif bileşiklerin daha yüksek verimle elde edilmesine ve korunmasına katkı sağladığını göstermektedir. Mikroenkapsülasyon ve uygun depolama uygulamaları ise biyoaktif bileşiklerin depolama süresince stabilitesinin korunmasını desteklemektedir. Takviye edici gıdalarda ürün kalitesinin sürdürülebilmesi, yalnızca uygun işleme teknolojilerinin seçilmesiyle değil, aynı zamanda pestisit kalıntıları, ağır metaller, mikotoksinler ve mikrobiyolojik kontaminasyon gibi gıda güvenliği risklerinin etkin şekilde yönetilmesiyle mümkündür. Bu nedenle standardizasyon, izlenebilirlik ve kalite kontrol uygulamalarının üretim sürecine entegre edilmesi güvenilir ürün geliştirilmesi açısından temel bir gerekliliktir. Sonuç olarak, işleme teknolojileri, koruma yöntemleri ve gıda güvenliği uygulamalarının birlikte değerlendirilmesi; biyoaktif bileşiklerin korunmasına, ürün kalitesinin artırılmasına ve güvenilir takviye edici gıda üretimine katkı sağlamaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmaların farklı bitki türlerine özgü işleme stratejilerinin geliştirilmesi, sürdürülebilir ekstraksiyon teknolojilerinin yaygınlaştırılması ve standardizasyon kriterlerinin oluşturulmasına odaklanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Arslan, D., Aydın, M., & Türker, S. (2021). Tıbbi ve aromatik bitkilerin ekstraksiyon yöntemleri, gıdalarda kullanımı ve takviye edici gıda alanında değerlendirilmesi. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 9(5), 926-936.

Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., ... & Omar, A. K. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. Journal of Food Engineering, 117(4), 426-436.

Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A. S., & Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products: Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. Ultrasonics Sonochemistry, 34, 540-560.

Cushnie, T. T., Cushnie, B., & Lamb, A. J. (2014). Alkaloids: An overview of their antibacterial, antibiotic-enhancing and antivirulence activities. International Journal of Antimicrobial Agents, 44(5), 377-386.

Çolak, N., & Tülek, Y. (2003). Süperkritik akışkan ekstraksiyonu. Gıda, 28(3), 285-293.

Flores, D. C. B., Boeira, C. P., Weis, G. C. C., de Oliveira Mello, R., Reis, F. L., Morandini, L. M. B., ... & da Rosa, C. S. (2023). Extraction of antioxidant and antimicrobial compounds from Inga marginata Willd bark and pulp using different extraction techniques and phytochemical characterization. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 83, 103244.

Gligor, O., Mocan, A., Moldovan, C., Locatelli, M., Crişan, G., & Ferreira, I. C. (2019). Enzyme-assisted extractions of polyphenols—A comprehensive review. Trends in Food Science & Technology, 88, 302-315.

Jha, A. K., & Sit, N. (2022). Extraction of bioactive compounds from plant materials using combination of various novel methods: A review. Trends in Food Science & Technology, 119, 579-591.

Khaw, K. Y., Parat, M. O., Shaw, P. N., & Falconer, J. R. (2017). Solvent supercritical fluid technologies to extract bioactive compounds from natural sources: A review. Molecules, 22(7), 1186.

Luque de Castro, M. L., & Priego-Capote, F. (2010). Soxhlet extraction: Past and present panacea. Journal of Chromatography A, 1217(16), 2383-2389.

Opuni, K. F., Kretchy, J. P., Agyabeng, K., Boadu, J. A., Adanu, T., Ankamah, S., ... & Kretchy, I. A. (2023). Contamination of herbal medicinal products in low-and-middle-income countries: A systematic review. Heliyon, 9(9).

Rahmati, E., Khoshtaghaza, M. H., Banakar, A., & Ebadi, M. T. (2022). Decontamination technologies for medicinal and aromatic plants: A review. Food Science & Nutrition, 10(3), 784-799.

Redfern, J., Kinninmonth, M., Burdass, D., & Verran, J. (2014). Using soxhlet ethanol extraction to produce and test plant material (essential oils) for their antimicrobial properties. Journal of microbiology & biology education, 15(1), 45-46.

Salamon, I. (2024). Medicinal, aromatic, and spice plants: Biodiversity, phytochemistry, bioactivity, and their processing innovation. Horticulturae, 10(3), 280.

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

Sharifi-Rad, J., Sureda, A., Tenore, G. C., Daglia, M., Sharifi-Rad, M., Valussi, M., ... & Iriti, M. (2017). Biological activities of essential oils: From plant chemoecology to traditional healing systems. Molecules, 22(1), 70.

Sousa, V. I., Parente, J. F., Marques, J. F., Forte, M. A., & Tavares, C. J. (2022). Microencapsulation of essential oils: A review. Polymers, 14(9), 1730.

Taşkıran, Z. G., Dündar, A., & Yıldız, H. (2023). Bitkisel materyallerdeki biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonunda kullanılan konvansiyonel ve yeni nesil ekstraksiyon yöntemleri. Gıda Bilimi ve Mühendisliği Araştırmaları, 2(2), 50-58.

Uwineza, P. A., & Waśkiewicz, A. (2020). Recent advances in supercritical fluid extraction of natural bioactive compounds from natural plant materials. Molecules, 25(17), 3847.

Wang, Z., Mei, X., Chen, X., Rao, S., Ju, T., Li, J., & Yang, Z. (2023). Extraction and recovery of bioactive soluble phenolic compounds from brocade orange (Citrus sinensis) peels: Effect of different extraction methods thereon. LWT, 173, 114337.

Huş Ağacı (*Betula pendula*) ve Akçaağaç (*Acer saccharum*) Özsularının Besinsel Özellikleri, Fonksiyonel Potansiyeli ve Gıda Endüstrisindeki Kullanım Alanları

Raykhon TAJIBAEVA*, Senem SUNA, Ozan GÜRBÜZ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 16059, Bursa

Huş ağacı (*Betula pendula*) ve akçaağaç (*Acer saccharum*) özsuları, ilkbahar döneminde ağaç gövdelerinden elde edilen, besinsel ve biyolojik açıdan önemli doğal sıvılardır. Karbonhidratlar, amino asitler, organik asitler, mineraller ve fenolik bileşikler gibi çeşitli bileşenleri doğal olarak bünyelerinde barındırmaları, bu özsuların fonksiyonel özelliklerini ve potansiyel sağlık yararlarını desteklemektedir. Son yıllarda tüketicilerin doğal ve fonksiyonel gıdalara yönelik ilgisinin artmasıyla birlikte, huş ağacı ve akçaağaç özsuları düşük enerji içeriği ve zengin besinsel bileşimleri sayesinde alternatif bir içecek olarak dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada, huş ağacı ve akçaağaç özsularının kimyasal bileşimi, sağlık üzerine potansiyel etkileri, işleme yöntemleri ve gıda endüstrisindeki kullanım alanları değerlendirilmiştir. Geleneksel ve modern toplama sistemleri karşılaştırılmış, özellikle vakum destekli sistemlerin ürün kalitesi ve hijyen açısından avantajları ortaya konulmuştur. Ayrıca ters ozmoz ve membran teknolojileri gibi yenilikçi işleme yöntemlerinin özsuyun fonksiyonel özelliklerinin korunmasındaki önemi vurgulanmıştır. Sonuç olarak huş ağacı ve akçaağaç özsuları, fonksiyonel içecekler ve yeni gıda ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılabilecek yüksek potansiyele sahip doğal kaynaklar olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akçaağaç özsuyu; antioksidan kapasite; biyoaktif bileşikler; fonksiyonel ürün; huş ağacı özsuyu.

*Sorumlu yazar: 512408004reyhan@gmail.com

Ultrasonikasyon Destekli Maillard Reaksiyonu ile Elde Edilen Maş Fasulyesi Proteini–Gum Arabik Konjugatlarının Tekno-Fonksiyonel Özelliklerinin Karakterizasyonu

Halil İbrahim ODABAŞ[1], Esra KARABULUT[1,*], Asena TÜRK[1], Merve Tuğçe TUNÇ[2], Ceren ELMACI[3], Nevzat KONAR[4], İlyas ATALAR[1]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Eskişehir
[2]Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane
[3]Eti Gıda Ar-Ge Merkezi, Eskişehir
[4]Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara

Maş fasulyesi (*Vigna radiata*), yüksek protein içeriği ve besleyici değeri sayesinde bitkisel protein kaynakları arasında önemli bir yere sahiptir. Buna karşın, özellikle düşük çözünürlük ve sınırlı emülsiyon stabilitesi gibi fonksiyonel yetersizlikleri, gıda sanayisindeki kullanımını sınırlandırmaktadır. Bu çalışmada, Maş fasulyesi protein izolatının (MBPI) fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla Gum Arabik (GA) ile gerçekleştirilen Maillard konjugasyonu sırasında farklı ultrasonikasyon stratejilerinin etkisi araştırılmıştır. Protein ön-sonikasyonu (P100 ve P200) ile protein-polisakkarit karışımının birlikte sonikasyonu (PG100 ve PG200), geleneksel yaş ısıtma yöntemi (C1 ve C2) ile karşılaştırılmıştır. Yüksek yoğunluklu ultrason uygulaması (200 W), Maillard reaksiyonunu hızlandırarak %44–47 düzeyinde glikasyon derecesi sağlamıştır. Reaktif sülfhidril içeriği ve yüzey hidrofobisitesi analizleri, ultrason uygulamasının protein yapısında açılmaya neden olduğunu, böylece gömülü hidrofobik bölgelerin yüzeye çıktığını ve protein konformasyonunun değiştiğini göstermiştir. Ultrason destekli tüm konjugatlar doğal proteine kıyasla çözünürlükte iki kattan fazla artış sergilemiştir. PG200 örneği en yüksek emülsifiye edici aktivite ve su tutma kapasitesini (8,5 g/g) gösterirken, tüm modifiye örneklerde yağ tutma kapasitesi ve köpürme kapasitesi önemli ölçüde iyileşmiştir. Sonuç olarak, ultrason destekli Maillard konjugasyonu, yüksek fonksiyonelliğe sahip bitkisel protein bileşenlerinin geliştirilmesinde etkili ve çevre dostu bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Özellikle birlikte sonikasyon stratejisi, yapısal modifikasyon ile fonksiyonel özellikler arasında güçlü bir ilişki kurarak bitkisel proteinlerin endüstriyel kullanım potansiyelini artırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Glikasyon; gum arabik; maş fasulyesi protein izolatı; protein modifikasyonu; ultrasonikasyon.

*Sorumlu yazar: esra.karabulut@ogu.edu.tr

Karvakrol Yüklü Zein Nanoparçacık İlaveli Jelatin Nanoliflerin Tereyağının Oksidatif Stabilitesi Üzerine Etkisi**

Enise ÇOPOĞLU*, Mahmud Ekrem PARLAK, Zehra İrem YILDIZ

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Tüketicilerin doğal koruyucular içeren ve çevre dostu ambalaj sistemlerine yönelik artan talebi, aktif ambalaj materyallerinin geliştirilmesini önemli hale getirmiştir. Bu çalışmada, karvakrol yüklü pektin kaplı zein nanoparçacıklar (CPZ) anti-solvent çöktürme yöntemiyle üretilmiş ve çözelti üflemeli elektro eğirme tekniği kullanılarak farklı oranlarda (%2,5, %5, %7,5 ve %10) jelatin nanoliflere entegre edilmiştir. Elde edilen CPZ'lerin nanoparçacık verimi %69,24, enkapsülasyon verimi %76,84 ve ortalama parçacık çapı 352,34 nm olarak belirlenmiştir. SEM analizleri, CPZ ilavesiyle nanolif yüzeyinde parçacık yoğunluğunun arttığını, ancak liflerin homojen morfolojisini koruduğunu göstermiştir. Nanolif çapları 554,65–763,00 nm, kalınlık değerleri ise 0,056–0,091 mm arasında değişmiştir. Mekanik analizlerde en yüksek çekme kuvveti (1,70 MPa), kopma uzaması (%3,40) ve patlatma kuvveti (84,35 N) değerleri %2,5 CPZ içeren nanoliflerde elde edilmiştir. Antioksidan kapasite CPZ konsantrasyonunun artışıyla yükselmiş ve en yüksek değer %10 CPZ içeren nanoliflerde belirlenmiştir. Tereyağı uygulamalarında, CPZ ilaveli nanoliflerle ambalajlanan örneklerde depolama süresince peroksit sayısındaki artışın önemli ölçüde yavaşladığı ve 35. gün sonunda en düşük değerin CPZ-%10 grubunda (10,02 meqO_2/kg yağ) elde edildiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, karvakrol yüklü pektin kaplı zein nanoparçacıkların jelatin nanoliflere başarıyla entegre edildiği ve geliştirilen aktif ambalaj sisteminin tereyağının oksidatif stabilitesini artırarak raf ömrünün uzatılmasında potansiyel bir alternatif olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aktif ambalajlama; çözelti üflemeli elektro eğirme; jelatin nanolif; karvakrol; zein nanoparçacık.

*Sorumlu yazar: enisecopoglu@gmail.com

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209-A kapsamında 1919B012337361 proje numarası ile desteklenmiştir.

Kişiselleştirilmiş Beslenme için 3B Gıda Mürekkepleri: Nişasta Türünün Pişirme Sonrası Boyutsal Stabilite Üzerindeki Rolü**

İrem TÜZÜN[1], Emirhan ATLAYAN[1], Berkay BERK[1], Elif ÇAVDAROĞLU[1], Sevcan ÜNLÜTÜRK[1,*], Mehmet Süleyman ÜNLÜTÜRK[2]

[1]İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 35433, İzmir
[2]Yaşar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, 35100, İzmir

Üç boyutlu (3B) gıda baskısı, kişiselleştirilmiş beslenme uygulamaları için yenilikçi olanaklar sunmakta; ancak bunun için uygun ekstrüde edilebilirlik ve işlem sonrası şekil korunumu sağlayan gıda mürekkeplerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, sağlıklı ve sedanter yetişkinlere yönelik, karbonhidrat, protein ve yağ oranları sabit tutularak geliştirilen bir gıda mürekkebi için en uygun nişasta kaynağının (patates, mısır veya tapiyoka) belirlenmesi amaçlanmıştır. Baskılanabilir kıvamın sağlanması için gerekli su miktarı deneysel olarak belirlenmiş; optimum su/protein oranları mısır, tapiyoka ve patates formülasyonları için sırasıyla 1,15; 3,15 ve 15,95 olarak bulunmuştur. Ekstrüde edilebilirlik baskı sırasında görsel olarak değerlendirilmiş, baskı öncesi ve sonrası şekil korunumu ile boyutsal değişimler dijital görüntü analizi ile belirlenmiştir. Numuneler 180 °C'de 20 dakika pişirilmiştir. Tüm formülasyonlar baskılanabilir özellik göstermesine rağmen pişirme sonrası davranışları farklılık göstermiştir. Patates nişastalı formülasyonlar %43 genişleme ile basılan şekli büyük ölçüde kaybederken, mısır nişastalı örneklerde yalnızca %5 genişleme görülmüş ancak belirgin yağ sızıntısı gözlenmiştir. Tapiyoka nişastalı formülasyonlar ise %6 genişleme, yağ kaybının olmaması ve yüksek şekil korunumu ile en başarılı sonuçları vermiştir. Sonuç olarak, tapiyoka bazlı formülasyonlar 3B baskılı kişiselleştirilmiş fonksiyonel gıdalar için umut verici bir seçenek olarak öne çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: 3B gıda baskısı; kişiselleştirilmiş beslenme; nişasta; şekil korunumu.

*Sorumlu yazar: sevcanunluturk@iyte.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK 1005 Programı (224M020) tarafından desteklenmiştir.

Farklı Besinsel Profillere Sahip Disfajiye Yönelik Gıda Formülasyonlarının Ekstrüzyon Tabanlı 3B Baskı Sürecindeki Akış Davranışının Hesaplamalı Değerlendirilmesi**

Emirhan ATLAYAN[1], İrem TÜZÜN[1], Berkay BERK[1], Elif ÇAVDAROĞLU[1], Mehmet Süleyman ÜNLÜTÜRK[2], Sevcan ÜNLÜTÜRK[1,*]

[1]İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, İzmir
[2]Yaşar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yazılım Mühendisliği, İzmir

Ekstrüzyon tabanlı 3B gıda baskısı, disfajiye sahip bireyler için kişiselleştirilmiş ve tekstür modifiye edilmiş gıdaların üretiminde yenilikçi bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Ancak ürün kompozisyonu, ekstrüzyon sürecindeki akış davranışını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu çalışmada, farklı besinsel profillere ve IDDSI seviyelerine sahip disfajiye yönelik gıda formülasyonlarının ekstrüzyon tabanlı 3B baskı sürecindeki akış davranışları hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) yöntemi ile incelenmiştir. Hız, basınç dağılımı ve kayma davranışlarının formülasyona bağlı değişimi değerlendirilmiştir. Simülasyonlar için ekstrüzyon sistemini temsil eden üç boyutlu nozul-varil geometrisi oluşturulmuştur. Deneysel baskı hızına karşılık gelen 15 mm/s hız giriş sınır koşulu uygulanmış, çıkışta basınç çıkışı ve duvarlarda kaymaz sınır koşulları tanımlanmıştır. Formülasyonların reolojik davranışı, deneysel karakterizasyondan elde edilen kayma incelmesi gösteren güç yasası modeli ile modellenmiştir. CFD sonuçları, IDDSI Seviye 6 formülasyonlarının Seviye 5'e kıyasla belirgin şekilde daha yüksek ekstrüzyon basıncı gerektirdiğini göstermiştir. IDDSI seviyesinin düşürülmesiyle maksimum basınç 56,1 kPa'dan 21,2 kPa'a azalmıştır. Buna karşılık, duvar kayma hızı ve hız profilleri benzer kalmış, bu durum deformasyon hızının esas olarak baskı koşulları tarafından belirlendiğini göstermiştir. Aynı IDDSI seviyesinde farklı besinsel kompozisyonlar global alanları sınırlı etkilerken lokal kayma bölgelerinde farklılık oluşturmuştur. Sonuç olarak CFD analizi, formülasyona bağlı akış farklılıklarını ortaya koyarak 3B baskılı disfaji gıdalarının tasarımında etkili bir araç olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: 3B gıda baskılama; hesaplamalı akışkanlar mekaniği; reoloji.

*Sorumlu yazar: sevcanunluturk@iyte.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 1005 programı kapsamında 224M020 proje numarası ile desteklenmiştir.

Gıda Endüstrisi Yan Ürünü Nar Kabuğunun Katma Değerli Kullanım Potansiyeli: Antioksidan Aktivite ve Sitotoksisite Değerlendirmesi

Ece YILDIZ ÖZTÜRK[1,2,*], Tülay ÖNCÜ ÖNER[3]

[1]Yaşar Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, İzmir
[2]Yaşar Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, İzmir
[3]Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Manisa

Nar kabuğu, fenolik bileşiklerce zengin bir gıda endüstrisi yan ürünü olup katma değerli biyoaktif bileşenlerin geri kazanımı açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada, nar kabuğundan yalnızca su kullanılarak ultrason destekli ekstraksiyon ile biyoaktif bileşenlerin geri kazanılması, proses koşullarının optimize edilmesi ve elde edilen ekstraktın antioksidan aktivite ile sitotoksisite profilinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Ekstraksiyon sıcaklığı (40–60 °C), süresi (15–45 dk) ve ultrason gücü (%40–80) Box–Behnken tasarımı ile değerlendirilmiştir. Toplam fenolik madde 31,96–94,83 mg GAE/g, toplam flavonoid madde 26,05–76,55 mg QE/g, toplam antosiyanin 0,046–3,468 mg C3G/g ve DPPH inhibisyonu %94,14–97,02 aralığında bulunmuştur. Çoklu yanıt optimizasyonunda 40 °C, 30 dk ve %40 ultrason gücü optimum koşul olarak belirlenmiştir.

Optimum koşullarda elde edilen su bazlı nar kabuğu ekstraktlarının güvenli kullanım potansiyeli, IEC-6 rat bağırsak epitel hücre hattı, L929 fare fibroblast hücre hattı, GES-1 insan mide epitel hücre hattı ve HEK293 insan embriyonik böbrek hücre hattında MTT hücre canlılığı testi ile değerlendirilmiştir. Sitotoksisite analizlerinde 24 saatte IC_{50} belirlenemezken, 48 ve 72 saatte IC_{50} değerleri sırasıyla 298,90–750,57 µg/mL ve 168,43–352,80 µg/mL aralığında bulunmuştur. Özellikle 72 saatlik uygulamada IC_{50} değerlerinin 168,43 ± 8,58 µg/mL (GES-1) ile 352,80 ± 3,64 µg/mL (L929) arasında değişmesi, ekstraktın kısa süreli maruziyette düşük sitotoksisite gösterdiğini, ancak maruziyet süresinin uzamasıyla hücresel duyarlılığın arttığını ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, su bazlı ultrason destekli ekstraksiyonun nar kabuğundaki biyoaktif bileşenlerin geri kazanımı ve gıda endüstrisi yan ürünlerinin sürdürülebilir değerlendirilmesi açısından çevre dostu ve umut verici bir yaklaşım olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşenler; nar kabuğu; optimizasyon; sitotoksisite; ultrason destekli ekstraksiyon.

*Sorumlu yazar: ece.yildizozturk@yasar.edu.tr

Spirulina platensis Kaynaklı Fikosiyanin İçeren Sodyum Aljinat Esaslı Akıllı Ambalaj Filmlerinin Geliştirilmesi ve Karakterizasyonu**

Melisa ARSLAN[1,2,*], Fatma YANIK[1,2], Mahmud Ekrem PARLAK[2], Furkan Türker SARICAOĞLU[2]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Bursa
[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Bursa

Balık ürünlerinin yüksek bozulabilirliğe sahip olması, tazeliğin hızlı ve güvenilir şekilde izlenmesini sağlayan yenilikçi ambalaj sistemlerine olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu çalışmada, *Spirulina platensis* mikroalginden ekstrakte edilen fikosiyanin kullanılarak sodyum aljinat esaslı pH duyarlı akıllı ambalaj filmlerinin geliştirilmesi ve bu filmlerin balıkların raf ömrü boyunca meydana gelen kalite değişimlerinin izlenmesindeki etkinliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Film formülasyonlarında sodyum aljinat %1,5, %2 ve %3 konsantrasyonlarında hazırlanmış, plastikleştirici olarak kuru madde bazında %30 oranında gliserol kullanılmıştır. Yapılan ön denemeler sonucunda en uygun film oluşumu %2 sodyum aljinat konsantrasyonunda elde edilmiştir. Farklı oranlarda (%1, %2, %3 ve %4) fikosiyanin içeren film çözeltileri hazırlanarak dökme yöntemiyle film üretimi gerçekleştirilmiştir. Fikosiyanin içermeyen filmler kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Üretilen filmlerin fiziksel, yapısal ve bariyer özellikleri çeşitli karakterizasyon analizleri ile belirlenmiştir. Depolama süresince balık örneklerinde meydana gelen bozulmaların etkisiyle oluşan pH değişimleri, filmlerde belirgin renk değişimlerine neden olmuş ve başlangıçta mavi renkte olan filmlerin renginin açıldığı gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, fikosiyanin katkılı sodyum aljinat filmlerinin balık tazeliğinin izlenmesinde çevre dostu, ekonomik ve kolay uygulanabilir bir akıllı ambalaj sistemi olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ambalaj; fikosiyanin; sodyum aljinat.

*Sorumlu yazar: arslanmelisa324@gmail.com
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209-A kapsamında 1919B012306297 proje numarası ile desteklenmiştir

Lignoselülozik Biyokütlelerin Geleneksel ve Spektroskopik Yöntemlerle Karakterizasyonu: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi Verilerinin Modellemesiyle Hızlı Kompozisyon Analizi Yaklaşımı**

Ceyda DOĞAN[1], Ali Oğuz BÜYÜKKİLECİ[1], Çağrı ÇAVDAROĞLU[2], Kevser SABANCI[1,*]

[1]Endüstriyel Biyoteknoloji Laboratuvarı, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Urla, İzmir

[2]Gıda Kimyası Laboratuvarı, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Urla, İzmir

Lignoselülozik biyokütleler, yenilenebilir yapıları ve biyorafineri süreçlerindeki yüksek potansiyelleri nedeniyle sürdürülebilir enerji ve kimyasal üretimde stratejik bir önem taşımaktadır. Bu kaynakların etkin değerlendirilmesi, selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi ana bileşenlerinin doğru ve hızlı biçimde belirlenmesine bağlıdır. Çalışmada, 22 farklı tarımsal hammadde ile bunlara uygulanan alkali, asidik ve hidrotermal ön işlemler sonucu elde edilen ekstrakt numuneleri kullanılmıştır. Numunelerin temel bileşen ve kül içerikleri, NREL (National Renewable Energy Laboratory, ABD) tarafından geliştirilen geleneksel kimyasal analiz yöntemleriyle belirlenmiştir. HPLC analizleri sonucunda, ön işlemlerin hammadde yapısına bağlı olarak ksilan ve selüloz fraksiyonlarında yüksek seçicilik ve geri kazanım sağladığı tespit edilmiştir. Aynı örneklerin Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ile elde edilen fonksiyonel grup verileri, kısmi en küçük kareler regresyonu (PLS) ve ortogonal kısmi en küçük kareler regresyonu (OPLS) gibi çok değişkenli istatistiksel modellemelerle referans analiz sonuçlarıyla ilişkilendirilmiştir. Elde edilen umut vadeden sonuçlar; eğitim setinde 0,995'e ulaşan determinasyon katsayısının (R^2), harici doğrulama setinde lignin için 0,872 (RPD = 2,801), ksilan için 0,720 ve selüloz için 0,608 değerleriyle yüksek kantitatif tahmin başarısı gösterdiğini kanıtlamıştır. Çalışmanın özgün yönü, geniş bir biyokütle çeşitliliği ve farklı ön işlem mekanizmalarından gelen ekstraktları tek bir tahmin modelinde birleştirerek biyorafineri süreçlerinde hızlı proses takibi ve kalite kontrolü sağlamasıdır.

Anahtar Kelimeler: Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi; makine öğrenmesi; yüksek performanslı sıvı kromatografisi.

*Sorumlu yazar: kevserdogru@iyte.edu.tr

**Bu çalışma, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir.

Karabuğdayda Ultrason Destekli Çimlendirme Koşullarının Optimizasyonu

Nezahat OLCAY[1,*], Mustafa Kürşat DEMİR[2]

[1]Selçuk Üniversitesi, Beyşehir Ali Akkanat Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Konya

[2]Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya

Karabuğday, yüksek besin değeri ve doğal glutensiz yapısıyla dikkat çeken bir antik tohum çeşididir. Zengin fitokimyasal bileşimi sayesinde antioksidan, anti-inflamatuar ve antikanser gibi birçok terapötik etkiye sahiptir. Çimlendirme, yenilebilir tohumların besinsel değerini, sindirilebilirliğini ve biyoaktif özelliklerini geliştiren etkili bir biyoprosestir. Çimlendirme öncesinde uygulanan ultrason işlemi ise tanedeki besin öğelerinin gelişimini destekleyen yeşil bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada karabuğdayın çimlendirilmesinde uygulanan ultrason ön işlem koşullarının optimize edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, serbest ve bağlı fenolik madde içerikleri ile antioksidan kapasitesi yüksek örneklerin elde edilmesi için merkezi kompozit tasarım metodu kullanılmıştır. Metot, ultrason genliği (%20–100) ve uygulama süresi (1–10 dk) olmak üzere iki bağımsız faktörle, Design Expert 10 yazılımı kullanılarak optimize edilmiştir. Sonuçlar, ultrason genliği ve uygulama süresindeki artışın, örneklerin serbest fenolik madde içeriği ile serbest ekstraktların DPPH ve FRAP değerlerini artırdığını göstermiştir. Bağlı fenolik madde içeriği ultrason genliği ile zıt bir ilişki gösterirken, uygulama süresindeki artış bu değeri olumlu yönde etkilemiştir. Bağlı DPPH değerleri artan ultrason genliğinden olumlu etkilenmiştir. Optimizasyon sonucunda, fenolik içerikler ve antioksidan özelliklerin en yüksek düzeye ulaştığı ultrason koşullarının %48 genlik ve 8,6 dakikalık uygulama süresi olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, ultrason destekli çimlendirilmiş karabuğdayın, sağlık yararı artırılmış glutensiz gıda formülasyonlarında önemli kullanım potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif özellik; çimlendirme; karabuğday; optimizasyon; ultrason.

*Sorumlu yazar: nezahat.olcay@selcuk.edu.tr

IQF Dondurulmuş Vişnelerde İnülin Kriyoprotektanının Kalite Özelliklerine Etkisi: Depolama Süresi ve Çözündürme Yöntemlerinin İncelenmesi**

Kardelen DEMİRCİ[1,*], Fatih Mehmet YILMAZ[2], Beyzanur BAYRAKTAR[1,3]

[1]Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Merkez Kampüs, 09010 – Efeler, Aydın

[2]Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Merkez Kampüs, 09010 – Efeler, Aydın

[3]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Şaphane Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, 43950 – Şaphane, Kütahya

Çalışmanın amacı, dondurarak depolama boyunca vişnelerin fizikokimyasal özellikleri üzerinde kriyoprotektan ajan olarak inülin ilavesinin ve farklı çözündürme yöntemlerinin sinerjik etkilerinin incelenmesidir. Bu kapsamda, vakumlu emdirim tekniği ile inülin ilaveli ve ilavesiz (kontrol grubu) vişneler bireysel hızlı dondurma (IQF) yöntemi ile dondurulmuş ve altı aylık dondurarak depolama boyunca her ay mikrodalga, buzdolabı (+4 °C) ve oda sıcaklığı (+25 °C) olmak üzere üç farklı yöntemle çözündürülmüştür.

Depolama boyunca vişnelerin toplam renk farkı, damlama kaybı, iyon sızıntısı, pektin metilesteraz (PME) aktivitesi artmış; sertlik, toplam fenolik madde miktarı, toplam monomerik antosiyanin miktarı, DPPH ve ABTS ile antioksidan kapasiteleri ise azalmıştır. İnülin ilaveli vişnelerde damlama kaybı, iyon sızıntısı, antosiyanin miktarı kontrol örneklerine kıyasla depolama boyunca daha iyi korunmuştur. En düşük damlama kaybı ve renk farkı inülin ilaveli ve buzdolabında çözündürülmüş örneklerde elde edilmiştir. Hem kontrol hem inülin ilaveli vişnelerde depolama süresince en yüksek sertlik değerleri buzdolabında çözündürmede elde edilmiştir. Tüm örnek grupları arasında en düşük PME aktivitesi depolama başlangıcı hariç mikrodalga çözündürmede elde edilmiştir. En yüksek toplam fenolik madde ve antosiyanin miktarı inülin ilave edilen ve mikrodalga ile çözündürülen vişnelerde saptanmıştır. Depolama sonunda başlangıca kıyasla DPPH antioksidan kapasitesinde en düşük azalma buzdolabında çözündürülen inülin ilaveli örneklerde gözlenirken, ABTS antioksidan kapasitede mikrodalga ile çözündürülen örneklerde belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşenler; dondurarak depolama; hızlı dondurma; kriyoprotektan.

*Sorumlu yazar: kardelendemirci@gmail.com

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 1001 – Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında 120O772 proje numarası ile desteklenmiştir.

Filizlendirmenin Tahıl ve Baklagil Proteinlerinin Sindirilebilirliği, Amino Asit Biyoerişilebilirliği ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Etkisi

Kübra Feyza EROL[1,*], Gözde KUTLU[2]

[1]Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul

[2]Ankara Medipol Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Ankara

Maş fasulyesi (*Vigna radiata* L.) yüksek protein ve biyoaktif bileşen içeriğine sahip önemli bir baklagildir. Bu çalışmada filizlendirmenin maş fasulyesi protein izolatlarının besinsel bileşimi, antioksidan özellikleri, amino asit profili ve *in vitro* biyoulaşılabilirliği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Protein izolatları ham ve filizlendirilmiş maş fasulyesi unlarından alkali çözündürme–izoelektrik çöktürme yöntemiyle elde edilmiş, *in vitro* sindirim standardize statik INFOGEST protokolüne göre gerçekleştirilmiştir. Filizlendirme, ham protein (%22,62–26,74), ham yağ (%0,42–0,54), kül (%2,16–2,23) ve ham lif (%5,48–6,18) içeriklerini artırırken, karbonhidrat (%66,60–61,69) ve nem (%2,72–2,62) içeriklerini azaltmıştır. Toplam fenolik madde miktarı 11,39'dan 16,89 mg GAE/g'a, ABTS radikal giderme aktivitesi 23,52'den 28,97 mg AAE/g'a ve FRAP değeri 49,11'den 58,49 mg BHTE/g kuru ağırlığa yükselmiştir. Amino asit analizleri, filizlendirme sonrası L-valin, L-treonin, L-lösin, L-histidin ve L-lizin düzeylerinin sırasıyla 1,89, 2,58, 9,69, 5,17 ve 8,53 mg/100 g'a ulaştığını göstermiştir. Sindirim sonrası diyalize olabilir fraksiyonda bu amino asitler sırasıyla 0,68, 0,94, 1,87, 0,84 ve 2,91 g/100 g protein olarak belirlenmiştir. Buna karşılık L-metiyonin ve L-fenilalanin düzeyleri sırasıyla 6,23'ten 5,37 mg/100 g'a ve 4,27'den 3,68 mg/100 g'a düşmüştür. Sonuç olarak filizlendirme, maş fasulyesi protein izolatlarının besinsel kalitesini, antioksidan kapasitesini ve esansiyel amino asit biyoulaşılabilirliğini artırarak fonksiyonel gıda uygulamaları için potansiyelini güçlendirmiştir.

Anahtar Kelimeler: Filizlendirme; *in vitro* statik INFOGEST sindirim modeli; maş fasulyesi.

*Sorumlu yazar: kubrafeyza.erol@sbu.edu.tr

Diyet Amaçlı Atıştırmalıklarda Gıda Güvenliği Riski

Fatma Öznur AFACAN[1,*], Fatih ÖZBEY[1], Bülent KABAK[2]

[1]Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul
[2]Hitit Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum

Son yıllarda sağlıklı yaşam bilincinin artmasıyla birlikte tahıl barlar, protein barlar, granola, müsli ve glütensiz ürünler gibi diyet amaçlı atıştırmalıkların tüketimi yaygınlaşmıştır. Bu ürünler genellikle yüksek lif ve protein içerikleri nedeniyle sağlıklı alternatifler olarak değerlendirilse de, içerikleri ve üretim süreçleri çeşitli gıda güvenliği risklerini beraberinde getirebilmektedir. Özellikle tahıllar, sert kabuklu meyveler ve kurutulmuş meyveler gibi hammaddelerin kullanılması, ürünlerde mikotoksin kontaminasyonu riskini artırmaktadır. Aflatoksin B_1 ve okratoksin A, tahıl ve kurutulmuş meyve bazlı ürünlerde sıklıkla tespit edilen ve insan sağlığı açısından önemli riskler oluşturan mikotoksinlerdir. Bunun yanı sıra, pişirme, kavurma ve kurutma gibi ısıl işlemler sırasında Maillard reaksiyonu sonucunda akrilamid oluşabilmektedir. Diyet atıştırmalıklarının temel bileşenleri olan tam tahıllar, yulaf ve kurutulmuş meyveler, akrilamid oluşumuna katkıda bulunan öncül bileşikleri içerebilmektedir. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı tarafından aflatoksin B_1 insanlar için kanserojen (Grup 1), akrilamid muhtemel insan karsinojeni (Grup 2A) ve okratoksin A olası insan karsinojeni (Grup 2B) olarak sınıflandırılmaktadır. Mevcut literatür, sağlıklı olarak pazarlanan veya algılanan bu ürünlerin yalnızca besinsel özellikleri açısından değil, aynı zamanda mikotoksin ve proses kontaminantları yönünden de değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle diyet amaçlı atıştırmalıklarda mikotoksin ve proses kontaminantlarının izlenmesi, tüketici sağlığının korunması açısından önem taşımaktadır. Bu derlemede, diyet amaçlı atıştırmalıklarda karşılaşılabilecek başlıca mikotoksinler ve akrilamid kaynaklı gıda güvenliği riskleri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aflatoksin; akrilamid; gıda güvenliği; mikotoksin; okratoksin A.

*Sorumlu yazar: ftmznr@gmail.com

Süt ve Süt Ürünlerinde Soğuk Plazma Uygulamaları

Sibel ODABAŞI[1,2,*], Seher ARSLAN[3]

[1]Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Bor Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Niğde
[2]Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Denizli
[3]Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli

Tüketiciler, tüm gıda gruplarında olduğu gibi süt ve süt ürünlerinde de besleyici, sağlıklı, güvenilir, minimum düzeyde işlenmiş ve uzun raf ömürlü ürünleri tercih etmektedir. Bu ürünlerde kullanılan pastörizasyon ve sterilizasyon gibi geleneksel termal yöntemler mikrobiyal yükü azaltırken ürünlerin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerinde olumsuz değişime neden olmaktadır. Bu nedenle son yıllarda termal olmayan gıda işleme teknolojilerine ilgi artmış ve soğuk plazma uygulamaları dikkat çekici bir alternatif olmuştur. Gıdaların tat, aroma ve besleyici değerlerinde minimum kayıpla raf ömrünü uzatan bu yenilikçi yaklaşım, potansiyel bir dekontaminasyon tekniğidir. Gazların elektriksel veya elektromanyetik enerjiyle iyonizasyonuna dayanan soğuk plazma; yapısında bulundurduğu reaktif türler ve serbest radikaller aracılığıyla bakteri, maya, küf, spor ve biyofilmleri etkili bir şekilde inaktive etmektedir. Düşük sıcaklıklarda yürütülebilmesi, toksik kalıntı bırakmaması, operasyonel güvenlik sağlaması yöntemin önemli avantajlarındandır. Bu üstünlüklerinin yanı sıra plazma türlerinin zayıf penetrasyon özelliği ve sıvı gıdalarda sınırlı uygulanabilirliği, tekniğin temel kısıtlamalarıdır. Son yıllarda süt endüstrisinde soğuk plazma uygulamalarına yönelik araştırmalarda artış gözlemlenmiştir. Süt ve süt ürünlerinin kalite parametrelerini inceleyen çalışmalarda; soğuk plazma işleminin mikroorganizma türüne göre mikrobiyal yükü yaklaşık 2,5 log KOB/g düzeyinde azalttığı ve raf ömründe %50'yi aşan artışlar sağladığı bildirilmiştir. Laboratuvar ölçekli yapılan bu çalışmaların endüstriyel ölçekte uygulanabilirliğinin ortaya konulabilmesi için daha kapsamlı araştırmalara gereksinim vardır.

Anahtar Kelimeler: Soğuk plazma; süt ürünleri; termal olmayan işlem.

*Sorumlu yazar: sibelodabasi@ohu.edu.tr

Dondurarak Kurutulmuş Tavuk Etinden Atıştırmalık Ürün Geliştirilmesi ve Raf Ömrünün İncelenmesi**

Elif ÇINAR[1], Melda İLHAN ÖZKAN[2], Sibel KAYA BAYRAM[2], Şebnem TAVMAN[1], Bilge BAŞTÜRK BERK[1,*]

[1]Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir
[2]Abalıoğlu Lezita Gıda Sanayi A.Ş. Ar-Ge Merkezi, İzmir

Günümüzde tüketicilerin pratik, besleyici ve uzun raf ömrüne sahip gıdalara olan ilgisinin artması, tüketime hazır atıştırmalık ürünlerin geliştirilmesini önemli hale getirmiştir. Bu çalışmada; dondurarak kurutma teknolojisi kullanılarak, doğrudan tüketime hazır ve yüksek protein içerikli yenilikçi tavuk eti atıştırmalıklarının geliştirilmesi ve depolama stabilitesinin incelenmesi amaçlanmıştır. Küp şeklinde kesilen tavuk göğüs etleri, antioksidan özellikli biberiye özütü ve ayçiçek yağı ile marine edilip buharda pişirildikten sonra dondurarak kurutulmuştur. Elde edilen karakteristik çıtır formdaki atıştırmalıklar, nem tutucu içeren ve ışık geçirmeyen çok katmanlı (PET+ALU+LDPE) ambalajlarla paketlenerek 24 °C, 30 °C ve 40 °C sıcaklıklarda depolanmıştır. Depolama süresi boyunca su aktivitesi, nem, pH, renk, TBA, peroksit, duyusal ve mikrobiyolojik kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Analizler sonucunda örneklerin su aktivitesi değerlerinin 0,60'ın, nem içeriklerinin ise %5'in altında kaldığı görülmüş; ambalaj ve kurutma işleminin patojen ve maya-küf gelişimini tamamen engellediği saptanmıştır. Duyusal analizlerde yüksek beğeni alan ürünün raf ömrünü sınırlayan temel faktörün lipid oksidasyonu (TBA artışı) olduğu belirlenmiştir. Birinci dereceden Arrhenius reaksiyon kinetiğine dayalı hızlandırılmış raf ömrü modeli ile ürünün tahmini raf ömrü; 24 °C'de 67 hafta, 30 °C'de 57 hafta ve 40 °C'de 39 hafta olarak öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel; hızlandırılmış raf ömrü; TBA (Tiyobarbitürik asit).

*Sorumlu yazar: bilge.basturk.berk@ege.edu.tr
**Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından 2209-B Üniversite Öğrencileri Sanayiye Yönelik Araştırma Projeleri Desteği Programı kapsamında 1139B412410385 proje numarası ile desteklenmiştir.

Hazır Yemek Sektöründe Gıda İsrafı; Oluşum Nedenleri ve İndirgeme Stratejileri

Derya GÜVEN*, Derya KOÇAK YANIK

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

Küresel gıda güvencesizliği yapısal bir risk unsuru olmayı sürdürürken, gelecek nesiller adına sürdürülebilir gıda sistemlerinin inşa edilmesi makro düzeyde bir zorunluluk teşkil etmektedir. Bu doğrultuda gıda israfının minimize edilmesi, gıda güvencesinin tahsisinde en dinamik ve etkin stratejilerden biri olarak kabul görmektedir. Tedarik zincirinin yüksek hacimli üretim gerçekleştiren stratejik bir halkası olan hazır yemek sektörü, operasyonel süreçlerindeki parametreler nedeniyle ciddi boyutta ekonomik ve ekolojik gıda kayıplarının odağında yer almaktadır. Bu çalışmada, hazır yemek sektöründe faaliyet gösteren üç büyük firmanın operasyonel süreçleri incelenerek gıda atık ve israf oluşum mekanizmaları analiz edilmiştir. Araştırma bulguları, yıllık yaklaşık 220 ton olarak konsolide edilen toplam gıda kaybının en yüksek payını (%48,2 - %55,3 aralığında) tüketici tabağından dönen atıkların oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Sektördeki israfın kök nedenlerinin; planlama hataları, tedarik ve depolama zincirindeki yönetimsel eksiklikler ile somut tüketici eğilimleri olduğu saptanmıştır. Söz konusu israfın sistematik olarak indirgenmesi amacıyla; yapay zekâ tabanlı veri odaklı talep tahmini yöntemlerinin entegrasyonu, porsiyon optimizasyonu mekanizmalarının geliştirilmesi, bütünsel personel döngü eğitimleri ve tüketici davranışlarını dönüştürmeyi hedefleyen yenilikçi-akıllı servis modellerinin devreye alınması sürdürülebilir çözüm mimarisi olarak önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gıda israfı optimizasyonu; hazır yemek sektörü; sürdürülebilir gıda sistemleri; yenilikçi indirgeme stratejileri.

*Sorumlu yazar: deryakarabasss@gmail.com

Balkabağı Yan Ürünleriyle Zenginleştirilmiş Probiyotik Sürülebilir Keçi Peyniri Üretimi**

Zeynep ÇAVUŞOĞLU*, Şeyma DEMİR, Seda ALTUNTAŞ

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği

Bu çalışmada, keçi sütünden üretilen probiyotik sürülebilir labne tipi peynirlerin, balkabağı (*Cucurbita moschata*) kabuğu ve çekirdeklerinden elde edilen diyet lifleri ile farklı oranlarda (%1 ve %3) zenginleştirilmesi sonucunda ürünlerin fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyusal özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmanın temel amacı, tarımsal yan ürün niteliğindeki balkabağı liflerinin fonksiyonel bir bileşen olarak değerlendirilmesi ve prebiyotik özellikleri geliştirilmiş yenilikçi bir süt ürünü elde edilmesidir.

Elde edilen sonuçlar, balkabağı lifi ilavesinin peynirlerin kurumadde ve kül içeriklerini artırdığını, protein düzeylerinin ise korunabildiğini göstermiştir. Ürünlerin pH değerleri probiyotik canlılığın sürdürülebilmesi açısından uygun aralıkta bulunmuş, ayrıca su tutma kapasitesi ve yapısal stabilitede önemli iyileşmeler gözlenmiştir. Mikrobiyolojik analizlerde tüm örneklerde *Lactobacillus acidophilus* sayısının probiyotik etki için gerekli düzeyin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Tekstürel analizler, lif ilavesinin sertlik ve çiğnenebilirlik özelliklerini geliştirdiğini ortaya koyarken, duyusal değerlendirmelerde %1 oranında balkabağı lifi içeren örneklerin tüketici kabulü açısından en yüksek puanları aldığı saptanmıştır. Sonuç olarak, balkabağı kaynaklı diyet liflerinin probiyotik keçi sütü ürünlerinde kullanımı, fonksiyonel özelliklerin geliştirilmesi ve sürdürülebilir gıda üretiminin desteklenmesi açısından umut verici bir yaklaşım olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel gıda; keçi sütü; probiyotik peynir.

*Sorumlu yazar: 20332634035@ogrenci.btu.edu.tr

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri kapsamında 1919B012469717 proje numarası ile desteklenmiştir.

İklim Değişikliğinin Mikotoksin Kontaminasyonu Üzerine Etkisi

Eylem ODABAŞ*, Bülent KABAK

Hitit Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum

Türkiye'de geniş üretim alanlarına sahip tarımsal ürünlerde ihracat sorunları ve verim kayıplarının başlıca nedenlerinden biri mikotoksin kontaminasyonudur. Mikotoksinler, bazı patojenik ve bozulma etmeni küfler tarafından üretilen ikincil metabolizma ürünleridir. Aflatoksin ve okratoksin A gıda ürünlerinde en yaygın görülen mikotoksin türleridir. Mikotoksinler, halk sağlığını tehdit eden önemli bir gıda güvenliği sorunudur. Mikotoksinlerin oluşumu, bitkilerin yetişme sürecinden başlayarak, hasat sonrası kurutma, depolama ve nakliye aşamalarına kadar geniş bir süreç boyunca ortaya çıkabilmektedir. Tarımsal üretim sistemleri ve çevresel koşullar, patojen mikroorganizmaların gelişimini ve mikotoksin kontaminasyonunu doğrudan etkilemekte olup özellikle iklim değişikliği bu süreçler üzerindeki en önemli belirleyicilerden biri haline gelmiştir. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin Altıncı Değerlendirme Raporu'na göre, antropojenik faktörler, Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığında yaklaşık 1,18 °C'lik bir artışa neden olmuştur. İklim değişikliğine yönelik projeksiyonlar, küresel sıcaklıkların 2100 yılına kadar 1,4 ila 5,5 °C arasında artacağını öngörmektedir. Bu faktörler mikotoksin üreten küflerin ekolojik dinamiklerini de doğrudan değiştirmektedir. Mikotoksin oluşumu üzerindeki iklim değişikliği etkilerini inceleyen mevcut modeller, sıcaklık, su aktivitesi ve CO_2 seviyelerindeki artışın mikotoksin üretimini değiştirebileceğini bildirmektedir. Bu derlemede iklim değişikliğinin mikotoksin kontaminasyonu üzerine etkisi kapsamlı bir şekilde değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Aflatoksin; gıda güvenliği; iklim değişikliği; mikotoksin; okratoksin A.

*Sorumlu yazar: eylemodabas19@gmail.com

GLP-1 Perspektifinden İnülin Tipi Fruktanlar, β-Glukan ve Dirençli Nişasta

Selda SEKBAN[1,*], Suzan TİREKİ[2,3]

[1]Tasarım, Teknoloji ve Toplum Programı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Özyeğin Üniversitesi, İstanbul
[2]ÖzU HealthTech Sağlık Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi, Özyeğin Üniversitesi, İstanbul
[3]Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Özyeğin Üniversitesi, İstanbul

Bağırsak kaynaklı bir hormon olan glukagon benzeri peptit-1 (GLP-1) iştah regülasyonu, mide boşalması ve glukoz metabolizmasında kritik rol oynamaktadır. Son yıllarda GLP-1 reseptör agonist ilaçlarının klinik başarısı, gıda sektörünü de harekete geçirmiş olup, metabolik sağlığı, tokluğu ve sindirim konforunu destekleyen ürün formülasyonlarına olan talebi artırmıştır. Gıda endüstrisi, GLP-1 salınımını doğrudan uyarmak yerine mide boşalmasını yavaşlatan, postprandiyal glisemi kontrolünü geliştiren ve bağırsak mikrobiyotasını düzenleyen fizyolojik mekanizmaları desteklemeye odaklanmıştır. Bu doğrultuda, diyet lifleri ve fonksiyonel karbonhidratlar güncel inovasyon trendlerinin merkezinde yer almaktadır. Bilimsel kanıtları, teknolojik esneklikleri ve ticari gıdalardaki artan kullanımları nedeniyle inülin tipi fruktanlar, β-glukanlar ve dirençli nişastalar bu süreçte öne çıkan bileşenlerdir. Bu bileşenler farmakolojik GLP-1 tedavilerinin doğrudan yerini almasalar da tokluk, glisemik kontrol ve bağırsak sağlığı gibi ilişkili fizyolojik mekanizmaları desteklemektedir. Bilimsel kanıtlar ve duyusal çalışmalar, bu bileşenlerin başarılı bir şekilde uygulanabilmesinin titiz bir formülasyon sürecine ve duyusal değerlendirmeye bağlı olduğunu göstermektedir. GLP-1 uyumlu beslenmeye olan ilgi artmaya devam ettikçe, bu bileşenlerin gelecekteki gıda inovasyon stratejilerinin merkezinde yer almayı sürdüreceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Diyet lifleri; fonksiyonel gıda; GLP-1.

*Sorumlu yazar: selda.sekban@ozu.edu.tr

Coğrafi İşaret Kapsamında Ardahan Balının Şeker Profili Temelli Bölgesel Karakterizasyonu**

Akif Göktuğ BOZKURT[1,*], Leyla DEMİRCİ[2]

[1]Ardahan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Ardahan
[2]Ardahan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İleri Teknolojiler Ana Bilim Dalı, Ardahan

Bu çalışmada, 2024–2025 yıllarında Ardahan ili ve ilçeleri ile karşılaştırma amacıyla Kars ve Artvin bölgelerinden temin edilen 37 bal örneğinin şeker profiline dayalı bölgesel karakterizasyonu amaçlanmıştır. Ardahan ve Artvin illeri genetik materyal olan Kafkas arı ırkının (*Apis mellifera caucasia*) gen merkezi olarak ilan edilmiş ve bu amaçla ırkın saf olarak korunabilmesi için her iki il izole bölge olarak diğer illerden gelecek arılara kapatılmıştır. Ardahan ili sınırları içerisinde Posof ilçesi, Artvin ili sınırları içerisinde Borçka ilçesi Camili köyü de bu illerin içerisinde ayrıca kapalı alan olup tam izole bölge durumundadır. Bal örneklerinde sakkaroz, fruktoz, glukoz ve maltoz derişimleri yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile belirlenmiş; elde edilen veriler temel bileşen analizi (PCA), hiyerarşik kümeleme analizi (HCA), çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Örneklerde ortalama fruktoz, glukoz, sakkaroz ve maltoz değerleri sırasıyla %41,56, %32,39, %1,39 ve %0,77 olarak belirlenmiştir. PCA'da ilk iki bileşen toplam varyansın %76,92'sini açıklamış; yıllara göre yapılan değerlendirmede bu oran 2024 için %88,95, 2025 için %79,87 olmuştur. MANOVA sonuçları bölgesel etkinin anlamlı olduğunu göstermiştir ($p < 0,001$). ANOVA sonuçlarına göre sakkaroz, glukoz ve maltoz bakımından bölgeler arasında anlamlı farklılık saptanırken, fruktozda anlamlı farklılık belirlenmemiştir. Bulgular, şeker profilinin Ardahan ballarının bölgesel özgünlüğünün değerlendirilmesinde destekleyici bir kimyasal belirteç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ardahan balı; coğrafi işaret; HPLC; şeker profili.

*Sorumlu yazar: akifgoktugbozkurt@ardahan.edu.tr
**Bu araştırma, Ardahan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 2025-015 numaralı proje kapsamında yürütülmektedir.

Akdeniz Diyetine Uyum ve Beslenme Davranışlarının Yaş Gruplarına Göre Karşılaştırmalı Analizi: Türkiye Örneği**

Tuba Eda ARPA ZEMZEMOĞLU[1,*], Vânia COSTA[2,3], Cláudia VIEGAS[2,3], Inês M. Da COSTA[2], Rute BORREGO[2,3], Zafer ERBAY[4]

[1]Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Gümüşhane
[2]Instituto Politécnico de Lisboa, Escola Superior de Saúde de Lisboa, Lizbon, Portekiz.
[3]Instituto Politécnico de Lisboa, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Health & Technology Research Center (H&TRC), Lizbon, Portekiz.
[4]Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

Bu çalışma, Türkiye'de farklı yaş gruplarında Akdeniz diyetine uyum düzeyi, yiyecek hazırlama ve pişirme becerileri ile Akdeniz diyetine yönelik sağlık okuryazarlığının değerlendirilmesi amacıyla yürütülmüştür. Kesitsel tasarımdaki araştırma, Haziran-Aralık 2024 tarihleri arasında 8 yaş üzeri toplam 982 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Veriler, yaş gruplarına uygun şekilde uyarlanmış anketler aracılığıyla çevrim içi ve basılı formlar kullanılarak toplanmıştır. Akdeniz diyetine uyum çocuk ve ergenlerde KIDMED, yetişkin ve yaşlı bireylerde MEDAS; yiyecek hazırlama ve pişirme becerileri ise CooC11 ve yiyecek hazırlama-pişirme becerileri ölçekleri ile değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler, Shapiro-Wilk normallik testi, Spearman korelasyon analizi, Mann-Whitney, ANOVA ve Bonferroni post-hoc testleri kullanılmıştır. Bulgular, Akdeniz diyetine uyumun genel olarak orta düzeyde olduğunu; çocuk ve ergenlerde ebeveyn eğitim düzeyi, anne çalışma durumu ve okulda öğle yemeği tüketim sıklığının bu uyumu etkilediğini göstermiştir. Yetişkin ve yaşlı bireylerde yiyecek hazırlama ve pişirme becerileri orta-yüksek düzeyde belirlenmiştir. Sonuç olarak, Türkiye'de Akdeniz diyetine uyumu güçlendirmek için yaş grupları ve sosyodemografik özellikler dikkate alınarak yapılandırılmış beslenme eğitimlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akdeniz diyeti; KIDMED; MEDAS.

*Sorumlu yazar: tubaedaarpa@gmail.com
**Bu çalışma, Avrupa Birliği tarafından desteklenen PRIMA Programı kapsamında; İspanya'dan MICIU/AEI (Bilim, Yenilik ve Üniversiteler Bakanlığı/Devlet Araştırma Ajansı), İtalya'dan MUR (Üniversite ve Araştırma Bakanlığı), Portekiz'den FCT (Bilim ve Teknoloji Vakfı) ve Türkiye'den TÜBİTAK eş finansmanı ile desteklenmiştir. Proje No: 123N077.

Yerel Mayalardan Elde Edilen Mikrobiyal Yağların Biyodizel Potansiyelinin Değerlendirilmesi**

Elif Bircan MUYANLI[1], Gülşah PEKDEMİR[2], Remziye YILMAZ[1,*]

[1]Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara
[2]Abalıoğlu Yağ Sanayi ve Ticaret A.Ş., Aliağa, İzmir

Bu çalışmanın amacı, yerli maya izolatlarından mikrobiyel yağ eldesi gerçekleştirmek ve bu yağların Yağ Asidi Metil Esteri (FAME) analiz sonuçlarını kullanarak biyodizel özelliklerini matematiksel modelleme yöntemiyle tahmin etmektir. Çalışmada, yerel maya suşları YPD besiyerlerinde kültüre edilerek biyokütle ve mikrobiyel yağ üretim kapasiteleri belirlenmiştir. Elde edilen mikrobiyel yağların yağ asidi kompozisyonları gaz kromatografisi (GC) ile analiz edilerek FAME profilleri ortaya çıkarılmıştır. Belirlenen bu FAME bileşimi verileri; setan sayısı, yoğunluk, viskozite, parlama noktası ve soğuk filtre tıkanma noktası gibi kritik biyodizel kalite parametrelerinin ampirik matematiksel modellerle hesaplanmasında kullanılmıştır. Bulgular, yerli maya izolatlarının yüksek oranda oleik ve palmitik asit gibi biyodizel üretimine uygun yağ asitleri sentezlediğini göstermiştir. İzolatların setan sayıları 56,54 ile 61,69 arasında, parlama noktaları 150,13 °C ile 172,72 °C arasında ve viskozite değerleri 5,18 ile 5,51 mm^2/s arasında değişim göstermiştir. Elde edilen tüm setan sayısı ve parlama noktası değerlerinin ASTM D6751 (>47 ve > 93 °C) ile EN 14214 (>51 ve > 101 °C) standart sınırlarını başarıyla karşılaması, üretilen mikrobiyel yağlardan elde edilecek biyodizelin uluslararası standartlara büyük ölçüde uyum sağladığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, yerli mayalardan mikrobiyel yağ üretimi ve süreçlerin matematiksel modellerle simüle edilmesi, yenilenebilir enerji sektöründe sürdürülebilir ve ekonomik bir biyodizel ham maddesi geliştirilmesi potansiyeline bilimsel bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyodizel; FAME analizi; maya; mikrobiyel yağ.

*Sorumlu yazar: remziye@hacettepe.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK-TEYDEP tarafından 1505-Üniversite-Sanayi İşbirliği Destek Programı kapsamında Abalıoğlu Yağ San. ve Tic. A.Ş. ile birlikte yürütülen 5230069 proje numarası ile desteklenmiştir.

Proteinlerin Aroma Bağlama Özelliği ve Maillard Reaksiyonu ile Kimyasal Modifikasyonun Etkileri**

Fatih Mehmet YILMAZ[1,*], Kardelen DEMİRCİ[2], Sheryl BARRINGER[3]

[1]Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Efeler, Aydın

[2]Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Efeler, Aydın

[3]The Ohio State University, College of Food, Agricultural, and Environmental Sciences, Food Science and Technology, Columbus OH

Proteinlerin aroma maddelerini bağlama (absorplama) özelliği bulunmaktadır; ancak bu durumun ne şekilde gerçekleştiği veya hangi proteinlerin hangi uçucu maddeleri bağladığı konusunda kesin bir açıklama getirilememektedir. Söz konusu özellik teknolojik yönden olumlu ya da olumsuz olabilir. Proteinlerin aroma bağlama özelliği çoğunlukla olumsuz olarak düşünülür çünkü gıda formülasyonunda birlikte kullanılan proteinler, aroma maddelerini bağlar. Diğer taraftan, kötü kokuları azaltması suretiyle bu özelliğin olumlu katkısı da olabilir. Proteinlerin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla uygulanan en yaygın kimyasal modifikasyon yöntemlerinden biri, Maillard reaksiyonu ile protein-karbonhidrat konjugasyonu oluşturulmasıdır. Literatürde bu modifikasyonun proteinlerin çözünürlük, emülsifiye etme, köpük oluşturma, su tutma ve yağ bağlama gibi teknolojik özelliklerini önemli ölçüde iyileştirdiğini gösteren çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen, aroma bağlama kapasitesi üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Proteinlerin aroma bağlama kapasitesi; protein konformasyonu, yüzeyde bulunan aktif fonksiyonel gruplar ve glikasyon derecesi gibi yapısal özelliklerin yanı sıra, α-heliks, β-tabaka ve random coil içerikleri ile denatürasyon sıcaklığı, denatürasyon entalpisi, zeta potansiyeli, çözünürlük ve konjugasyon derecesi gibi yapısal ve fonksiyonel parametrelerle ilişkili olduğu özellikle katlanmamış (unfolded) veya orta derecede denatüre olmuş proteinlerin farklı reaktiviteye sahip aroma bileşikleri için daha fazla bağlanma bölgesi oluşturabildiği gerçekleştirilen çalışmalarla ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Aroma bağlama; Maillard reaksiyonu; protein modifikasyonu.

*Sorumlu yazar: fatih.yilmaz@adu.edu.tr

**Bu çalışma, TÜBİTAK-BİDEB 2219 Programı kapsamında desteklenmiştir.

Streptomyces sp. TA25 Ekstraktının Antimikrobiyal ve Biyo-Pigment Potansiyelinin Değerlendirilmesi**

Çiğdem YÜKSEL DEMİRCİ*, Mustafa OSKAY

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Manisa

Sentetik kimyasalların kullanımının ve küresel antimikrobiyal direnç probleminin artması, gıda, tarım ve ilaç endüstrilerini sürdürülebilir ve güvenli alternatif biyolojik kaynaklar aramaya yöneltmiştir. *Streptomyces* sp. üyeleri, sahip oldukları zengin sekonder metabolit gen kümeleri sayesinde bu arayışta güçlü adaylar olarak öne çıkmaktadır. Bu araştırmada; *Streptomyces* sp. TA25 nolu bakteriden fermentasyon yoluyla elde edilen ekstraktın detaylı LC-MS (Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi) profillemesi gerçekleştirilmiş ve *in vitro* antimikrobiyal potansiyeli *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Candida albicans* gibi patojenlere karşı disk difüzyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Fermentasyonla elde edilen ekstraktın metabolit profili LC-MS ile belirlendikten sonra bileşikler manuel olarak dereplike edilmiştir. *In vitro* testlerde, ekstraktın hedef patojenler üzerinde yüksek inhibisyon etki gösterdiği ve LC-MS analizleri ile bu antimikrobiyal aktivitenin üretilen metabolitlerden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, sentetik renklendiricilere kıyasla yüksek stabiliteye sahip doğal gıda boyası Prodigiosin ve türevleri ile güçlü antimikrobiyal aktivitelere sahip Desertomycin, Oasomycin ve Pamamycin gibi nadir makrolid/iyonofor bileşikler tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, *Streptomyces* sp. TA25 suşu; zengin metabolit profiliyle hem yenilikçi gıda boyası formülasyonlarına zemin hazırlamakta hem de makrolid türevlerinin yüksek antimikrobiyal potansiyeli ile hedefe yönelik yeni nesil ilaç tasarımı ve ileri *in silico* moleküler yerleştirme çalışmaları için güçlü bir temel oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aktinobakteriler; antibiyotikler; antimikrobiyal direnç; gıda boyası; LC-MS.

*Sorumlu yazar: cigdem.yuksel@cbu.edu.tr

**Bu çalışma TÜBİTAK 2214-A Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma Burs Programı (başvuru no: 1059B142300242) ve MCBÜ-BAP Kapsamlı Araştırma Projesi (proje no: 2024-120) kapsamında desteklenmiştir.

Mikoproteinler: Geleceğin Sürdürülebilir Protein Kaynağı

Selin KALKAN[1,*], Emel ÜNAL TURHAN[2], Zeliha KAYA[3]

[1]Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Giresun
[2]Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Adana
[3]Giresun Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Giresun

Fermantasyon teknolojilerindeki gelişmeler, sürdürülebilir protein üretimine yönelik yenilikçi yaklaşımları hızlandırmış ve mikoproteinleri geleceğin gıda sistemleri için umut vadeden alternatif protein kaynaklarından biri haline getirmiştir. Filamentöz funguslardan kontrollü fermantasyon yoluyla elde edilen mikoproteinler; yüksek protein kalitesi, dengeli amino asit profili, diyet lifi bakımından zengin yapısı ve düşük çevresel ayak izi ile dikkat çekmektedir. Bu çalışmanın amacı, mikoproteinlerin üretim teknolojilerini, fermantasyon sonrası uygulanan işlemleri, besinsel ve fonksiyonel özelliklerini, sağlık üzerindeki potansiyel etkilerini ve gıda endüstrisindeki kullanım alanlarını güncel bilimsel literatür doğrultusunda bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmektir. Çalışmada özellikle biyokütle üretiminden başlayarak hasat, nükleik asit azaltımı, yapılandırma ve kurutma gibi downstream proseslerin ürünün yapısal bütünlüğü, besin kalitesi, güvenilirliği ve teknolojik performansı üzerindeki etkileri incelenmiş; ayrıca mikoproteinler hayvansal, bitkisel ve diğer fermantasyon temelli alternatif protein kaynaklarıyla besinsel değer, fonksiyonel özellikler ve çevresel sürdürülebilirlik açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Üretim teknolojileri, ileri işleme süreçleri, beslenme, fonksiyonel performans ve sürdürülebilirlik boyutlarını bütünleştiren bu yaklaşım, mikoproteinlerin geleceğin gıda sistemlerindeki rolünün çok yönlü olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Böylece, alternatif protein teknolojilerine ilişkin mevcut bilgi birikiminin bütüncül bir çerçevede sentezlenmesiyle gelecekte yürütülecek araştırmalar için öncelikli çalışma alanlarının ortaya konulmasına ve sürdürülebilir gıda sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacak bilimsel bir perspektif sunulması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fermantasyon; mikoprotein; sürdürülebilirlik.

*Sorumlu yazar: selin.kalkan@giresun.edu.tr

Escherichia coli O157:H7'de Asit Adaptasyonunun Tiyol Temelli Redoks Dengesi Üzerine Etkisi**

Nihal KANAT[1], Omca DEMİRKOL[2], Serap COŞANSU AKDEMİR[2,*]

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Karacabey Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Gıda Teknolojisi Programı, Bursa

[2]Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya

Gıda işleme süreçlerinde mikroorganizmalar çeşitli çevresel streslere maruz kalmakta ve bu streslere karşı geliştirdikleri adaptasyon mekanizmaları bakteriyel dayanıklılığı önemli ölçüde etkilemektedir. Bu çalışmada, *Escherichia coli* O157:H7'de asit adaptasyonunun hücre içi tiyol metabolizması üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla hücreler orta düzey asidik koşullara (pH 4,70) adapte edilmiş; hücre içi glutatyon (GSH) ve sistein (CYS) düzeyleri belirlenmiş, ayrıca GSH/GSSG oranı hesaplanarak redoks dengesi değerlendirilmiştir.

Sonuçlara göre GSH düzeyi 40,23'ten 2,77 nmol/mg proteine düşmüş, GSH/GSSG oranı 4,50'den 1,00'e gerilemiş ve CYS miktarı 5,63'ten 0,70 nmol/mg proteine azalmıştır ($p < 0,05$). Bu bulgular, hücre içi tiyol havuzunda ve indirgen kapasitede belirgin bir azalma olduğunu göstermektedir. GSH'nin redoks dengesi ve oksidatif stres savunmasındaki merkezi rolü göz önüne alındığında, bu değişimler asidik koşullar altında hücresel redoks dengesinin bozulduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca CYS düzeyindeki düşüş, GSH sentez kapasitesinin sınırlanabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak, asit adaptasyonunun tiyol temelli redoks metabolizmasında önemli değişimlere yol açtığı ve artan stres toleransı ile yükselen oksidatif/metabolik yük arasında bir denge oluşturduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Asit adaptasyonu; *Escherichia coli* O157:H7; glutatyon; redoks dengesi; tiyol metabolizması.

*Sorumlu yazar: scosansu@sakarya.edu.tr

**Bu çalışma Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından yüksek lisans tezi kapsamında 2012-50-01-036 proje numarası ile desteklenmiştir.

Veriden Sürdürülebilirliğe: Gıda Sektöründe Dijital Ürün Pasaportu ve Yeni Nesil İzlenebilirlik

Elif ÇELEBİ[1,*], Serpil TURAL[2]

[1]Söke Zirai Üretim İşletmesi Tarımsal Yayım ve Hizmetiçi Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Aydın
[2]Samsun Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Samsun

Sürdürülebilir üretim, döngüsel ekonomi ve dijital dönüşüm uygulamalarının yaygınlaşmasıyla gıda tedarik zincirlerinde çevresel performans, sürdürülebilirlik ve izlenebilirlik bilgilerinin güvenilir, şeffaf ve standart biçimde paylaşılması önem kazanmıştır. Dijital Ürün Pasaportu (Digital Product Passport-DPP), ürünün kimliği, bileşimi, kökeni, üretim süreçleri, çevresel performansı ve yaşam döngüsü boyunca geçirdiği işlemlere ilişkin verileri elektronik ortamda bir araya getiren yapılandırılmış bir veri sistemidir. Bu çalışmada DPP'nin gıda sektöründeki kavramsal çerçevesi, teknolojik bileşenleri, uygulamaları ve gelişim alanları değerlendirilmiştir. Avrupa Birliği Sürdürülebilir Ürünler için Ekotasarım Tüzüğü (ESPR), GS1 Digital Link ve EPCIS standartları incelenmiş; blockchain, nesnelerin interneti, RFID, QR kod, yapay zekâ, dijital ikiz ve bulut bilişim tabanlı izlenebilirlik uygulamaları karşılaştırılmıştır. ESPR kapsamında gıda ve yem ürünleri istisna tutulmakla birlikte DPP yaklaşımı, gıda sektöründe izlenebilirlik sistemlerinin geliştirilmesi açısından potansiyel taşımaktadır. Bulgular, DPP'nin ürün izlenebilirliğini güçlendirmenin yanı sıra karbon ve su ayak izi ile çevresel göstergelerin izlenmesine, kaynak verimliliğine, kalite güvence süreçlerine ve geri çağırma işlemlerinin etkinliğine katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte veri standardizasyonu, birlikte çalışabilirlik, veri yönetişimi, siber güvenlik ve uygulama maliyetleri sistemin yaygınlaşmasını sınırlandırmaktadır. Sonuç olarak DPP'nin dijital teknolojilerle bütünleşerek çevresel verilerin izlenmesini, doğrulanmasını ve raporlanmasını destekleyen; şeffaf, döngüsel ve dirençli gıda tedarik zincirlerinin oluşturulmasında stratejik bir araç olacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Blockchain; dijital ürün pasaportu; gıda izlenebilirliği; sürdürülebilirlik; tedarik zinciri.

*Sorumlu yazar: elif.celebi@tarimorman.gov.tr

Yemek Hizmeti Veren Gıda İşletmelerinde Gıda Güvenilirliği Zafiyetleri

Sibel ÖZÇAKMAK[1,2,*]

[1]Atakum İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Samsun
[2]Gedik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul

Son yıllarda tüketicilere yemek hizmeti sunan işletmelerle ilişkili gıda kaynaklı hastalık vakalarında artış gözlenmektedir. Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri raporları; catering ve toplu tüketim hizmeti sunan işletmelerin üretim, taşıma, muhafaza ve servis süreçlerindeki karmaşıklık nedeniyle, mikrobiyolojik kökenli gıda kaynaklı salgınlarla en sık ilişkilendirilen gıda işletmeleri arasında yer aldığını göstermektedir. Bu durum; okullar, öğrenci yurtları, restoranlar ve kafeler gibi toplu beslenme hizmeti sunan işletmelerde uygulanan gıda güvenilirliği sistemlerinin etkinliğinin yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu derlemenin amacı, yemek hizmeti sunan gıda işletmelerinde sıklıkla karşılaşılan gıda güvenilirliği zafiyetlerini ortaya koymak ve bu sorunlara yönelik çözüm önerilerini tartışmaktır. 5996 sayılı Kanun kapsamında yapılan değerlendirme ve gözlemler; özellikle gıda kaynaklı tehlike analizi kapsamında uygulamaların yetersizliğine, Ön Gereksinim Programlarının sürdürülebilirliğinin sağlanmadığına, hazırlanan yemeklerin servis öncesinde ve sonrasındaki çapraz kontaminasyon risklerine ve sıcaklık-zaman kontrolündeki yetersizliklere, tedarik zincirinde izlenebilirlik kontrollerinin yetersizliğine, gıda güvenliği eğitimlerinin çoğunlukla yalnızca belge odaklı kalmasına işaret etmektedir. Gıda kaynaklı tehlikelerin etkin şekilde önlenebilmesi için, gıda işletmelerinin risk temelli bir gıda güvenliği yönetim sistemi oluşturması ve uygulaması gerekmektedir. Özellikle hazır yemek sektöründe, işletme ölçeği ve faaliyet yapısına uygun HACCP gerekliliklerinde esneklik yaklaşımının benimsenmesi, kontrol önlemlerinin etkin doğrulama faaliyetleriyle desteklenmesi, tüm çalışanlar tarafından benimsenen güçlü bir gıda güvenliği kültürünün sağlanması, güvenilir gıda üretiminin temel unsurlarını oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenilirliği; gıda mevzuatı; HACCP esnekliği yaklaşımı; hazır yemek sektörü.

*Sorumlu yazar: sibel.ozcakmak@tarimorman.gov.tr

Tarımsal Atıklardan Piroliz Yoluyla Üretilen Doğal Bir Ürünün Pestisit Kalıntıları ve Mikrobiyal Yük Üzerine Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Ergin ÖZKÖK[1,*], Duygu DELİOĞLAN[2], Feyzi ÇUKADAR[3]

[1]Toros Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Yönetimi Doktora, Mersin
[2]Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Adana
[3]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya, Trabzon

Bu çalışmada, bitkisel kökenli tarımsal atıkların katma değerli bir gıda güvenliği ürününe dönüştürülmesi amacıyla geliştirilen V-PYRO Nature Clean'in üretim yaklaşımı ve taze meyve-sebze yüzeylerindeki kullanım potansiyeli değerlendirilmiştir. Ürün, biyokütlenin oksijensiz ortamda kontrollü piroliziyle elde edilen sıvı fraksiyonun dinlendirme, faz ayırma, filtrasyon ve saflaştırma basamaklarından geçirilmesiyle, sentetik kimyasal katkı kullanılmadan hazırlanmıştır. Çalışmada pestisit kalıntılarının azaltılmasına yönelik performans ile bakterisidal, fungisidal ve virüsidal etkinlik incelenmiştir. Uygulama ve laboratuvar sonuçlarında, seçilmiş pestisit kalıntılarında %50'nin üzerinde azalma; test edilen mikroorganizmalara karşı ise uygun konsantrasyon ve temas süresi koşullarında %99,99'a ulaşan etkinlik belirlenmiştir. Bulgular, ürünün taze meyve ve sebzelerin yıkanması, yüzey hijyeninin desteklenmesi ve pestisit kalıntılarının azaltılması amacıyla yenilikçi bir ürün adayı olduğunu göstermiştir. Etkinliğin pestisit türü, gıda matriksi, başlangıç yükü, ürün konsantrasyonu ve temas süresine bağlı olarak değişebileceği değerlendirilmiştir. Çalışmanın özgün yönü, tarımsal atık valorizasyonunu gıda güvenliği uygulamasıyla birleştirerek döngüsel ekonomi ve sürdürülebilir üretim hedeflerine katkı sunmasıdır. Bu yaklaşım, entegre bir biyorefinery modelinin gıda güvenliği alanına aktarılmasına örnek oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel ekonomi; gıda güvenliği; pestisit kalıntısı; pirolinyöz asit; tarımsal atık.

*Sorumlu yazar: ergin.ozkok@vld.com.tr

Doğal Kriyoprotektanların Dondurulmuş Gıda Üretiminde Kullanım Olanakları**

Beyzanur BAYRAKTAR[1,2,*], Kardelen DEMİRCİ[2], Fatih Mehmet YILMAZ[3]

[1]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Şaphane Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme, Kütahya
[2]Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Aydın
[3]Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Aydın

Küresel dondurulmuş gıda pazarı, yalnızca son bir yılda %5,6 artış ile günümüzde 561,5 milyar ABD dolarına ulaşmış olmakla beraber 2033'e kadar her yıl %5,9'luk büyüme oranının gerçekleşeceği öngörülmektedir. Meyve ve sebze, et ve deniz ürünleri, unlu mamuller ve hazır yemekler dahil olmak üzere çeşitli gıda ürünlerini kapsayan dondurulmuş gıda endüstrisi, ülkemizde de giderek artan pazar payına sahiptir. Dondurma işlemi, gıdaları taze haline en yakın şekilde muhafaza etmek için kullanılan yaygın bir yöntem olmasına rağmen dondurulmuş ürünlerde nem göçü, rekristalizasyon, damlama kaybı, oksidasyon, enzimatik olmayan esmerleşme gibi problemler pratikte uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Bu problemlere çözüm olarak kriyoprotektanların kullanımı öne çıkmaktadır.

Kriyoprotektan ajanlar, bitkisel ve hayvansal kaynaklardan doğal veya ihtiyaca göre sentetik olarak elde edilebilmektedir; ancak literatürde sentetik kriyoprotektanların çölyak, sindirim sistemi ve diş hastalıklarına sebep olabileceğine dair bulgular güvenlik endişesi yaratmaktadır. Bu nedenle söz konusu çalışma kapsamında, doğal kriyoprotektanlar ve onların hangi gıda türlerinde ne gibi etkinlikler sağladığı ele alınmıştır. Nişasta, selüloz ve kitosan gibi polisakkaritler, antifriz proteinler ve peptitler ile hidrolizatlar ve nanopartiküller gibi diğer maddelerin farklı yapı ve morfolojideki gıdalarda etkinliklerinin farklı olduğu bulgulanmıştır. Özellikle son çalışmalar göstermiştir ki bu maddelerle beraber dondurma yöntemi, çözündürme yöntemi ve depolama süresi gibi işlemler de dondurulmuş gıda ürünlerinin kalitesi üzerinde çarpan etkiye sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Antifriz proteinleri; kriyoprotektan; polisakkarit.

*Sorumlu yazar: beyzanurbayraktar3550@gmail.com
**Bu çalışmanın konusu TÜBİTAK-ARDEB (1001) tarafından desteklenmiştir (Proje No: 120O772).

Muz Depolamasında Klimakterik Pik Yönetimi: Etilen Mekanizmasının Hasat Sonrası Fizyolojisine Etkileri**

Eda Nur BİRDOĞAN*, Tuğba AKTAR

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Antalya, Alanya

Literatürde birçok araştırmada yer alan muz, hasat edildikten sonra solunum hızında ve etilen üretiminde ani bir artış gösteren tipik bir klimakterik meyvedir. Genetik olarak programlanmış geri dönüşümsüz bir yaşlanma (senesans) fenomeni olan olgunlaşma sürecinde, etilen (C_2H_4) hormonu kritik bir rol oynamaktadır. Etilen, bitkilerde büyüme, yaşlanma ve hücre ölümünü düzenleyen bir bitki hormonudur. Etilen salınımıyla birlikte muzun fiziksel ve kimyasal yapısında köklü değişimler meydana gelir. Renk değişimi sürecinde klorofillaz enzimi yeşil renkli klorofili parçalarken, karotenoid pigmentlerin açığa çıkmasıyla kabuk sararır. Karbonhidrat dönüşümü kapsamında, amilaz enzimlerinin aktivitesiyle yeşil muzda %20–25 oranında bulunan nişasta; sukroz, glukoz ve fruktoz gibi suda çözünür şekerlere hidrolize olur ve buna aroma bileşenlerinin artışı eşlik eder. Doku yumuşaması ise pektin metilesteraz ve poligalakturonaz enzimlerinin hücre çeperindeki pektin bileşenlerini parçalayarak meyvenin sertliğini azaltmasıyla gerçekleşir. Muz meyvesi doğal olarak orta düzeyde etilen üretir ve bu miktar ticari gerekçelerle hızlı ve homojen bir olgunlaşma sağlamak için bazen yetersiz kalabilir. Hasat sonrası depolamada klimakterik pikin doğru yönetilmesi amacıyla, endüstriyel sarartma odalarında 100–150 ppm konsantrasyonunda dışsal etilen gazı uygulaması yapılır. Kontrollü sıcaklık (15–20 °C) ve yüksek nem (%90–95) koşullarında gerçekleştirilen bu dışsal etilen uygulamaları, doğal olgunlaşma sürecini kontrollü bir şekilde hızlandırarak meyvenin daha erken olgunlaşmasını, ticari değer kazanmasını ve raf ömrünün optimize edilmesini sağlar.

Anahtar Kelimeler: Etilen mekanizması; hasat sonrası fizyolojisi; klimakterik pik; muz.

*Sorumlu yazar: 255465002@ogr.alanya.edu.tr

**Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 1002 Hızlı Destek Programı kapsamında 1260170 proje numarası ile desteklenmiştir.

Lactiplantibacillus plantarum ile Fermente Edilmiş Shiitake (Lentinula edodes) Mantar Turşusunun Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi**

Aysel GÜLBANDILAR, Nejdet ATİK*, Manolya SOYUYÜCE, Hasan Mert YILDIZ

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

Yenilebilir mantarların biyoaktif potansiyelini koruyan yenilikçi işleme teknolojilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, üstün besin profiline sahip Shiitake (*Lentinula edodes*) mantarının, güncel taksonomik adıyla *Lactiplantibacillus plantarum* (UALp-05) starter kültürü kullanılarak kontrollü laktik asit fermantasyonuna tabi tutulması amaçlanmıştır. Araştırmada üç farklı salamura grubu (1 litre içme suyuna göre) oluşturulmuştur: laktofermente (%10 tuz, 45 mL starter kültür), sirkeli (%10 tuz, %1 limon tuzu, 100 mL elma sirkesi) ve laktofermente-limon tuzlu (%10 tuz, %1 limon tuzu, 45 mL starter kültür). Kırk günlük depolama periyodu boyunca (0, 2, 9, 18, 28 ve 40. günler) ürünlerin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve biyoaktif özelliklerindeki değişimler izlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, mantarın kül içeriği depolama süresi ve salamura tipinden anlamlı düzeyde etkilenmiştir ($p < 0,05$). Kuru madde miktarındaki değişimin ise yalnızca zaman faktörüne bağlı olduğu belirlenmiştir. Grupların pH ve titrasyon asitliği değerleri arasında istatistiksel fark görülmezken ($p > 0,05$), laktik asit fermantasyonunun maya ve küf gibi bozulma etmenlerini tamamen inhibe ettiği tespit edilmiştir. *Lactiplantibacillus plantarum* fermantasyonunun, mantarın fonksiyonel değerini koruyarak mikrobiyal açıdan stabil, yeni nesil bir gıda geliştirme potansiyeli taşıdığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fermentasyon; fonksiyonel gıda; *Lactiplantibacillus plantarum*; shiitake mantarı.

*Sorumlu yazar: nejdetatik67@gmail.com

**Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FLO-2026-4040 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Bakteriyofaj-Postbiyotik Karışımının Patojen İnhibisyonunda Kullanımı

Cansu TÜFEKÇİ*, Şeyma Betül ENCU, Aslı YILDIRIM, Esra ACAR SOYKUT

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Bolu

Salmonella, Enterobacteriaceae familyasında bulunan Gram negatif, çubuk şeklinde, fakültatif anaerob bir bakteridir. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi'ne göre *Salmonella,* diyare, ateş, karın ağrıları gibi semptomlarıyla gıda kaynaklı zehirlenmelere neden olan bir patojendir. Patojen bakterilerin artan antibiyotik dirençlerinden dolayı bu bakterilerin inhibisyonunda yeni alternatif yollar aranmaktadır. Bu yollardan biri de fajlardır. Fajlar, bakterileri spesifik olarak lize eden biyolojik antimikrobiyal ajanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Fajlar gibi probiyotik bakterilerden elde edilen postbiyotikler de bakteriler üzerinde etkilidir. Bu çalışmada *Salmonella*'nın faj ve postbiyotik karışımıyla inhibisyonu hedeflenmektedir. Bunun için *Lactobacillus brevis* ve *Lactobacillus rhamnosus* probiyotik bakterilerinden ısıl işlem ile hücreli ve hücresiz olmak üzere iki tip postbiyotik elde edilmiştir. Elde edilen postbiyotiklerin farklı konsantrasyonlarda bakteri üzerindeki antimikrobiyel etki gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda hücreli *Lactobacillus* brevis'in 1,7 cm zon verdiği ve hücreli *Lactobacillus rhamnosus*'un 2,2 cm zon verdiği tespit edilmiştir. Minimal inhibisyon konsantrasyonu olarak hücreli *Lactobacillus brevis* d/2 ve hücreli *Lactobacillus rhamnosus* d/16 belirlenmiştir. Minimal inhibisyon konsantrasyonlarının belirlenmesinden sonra faj ve postbiyotik karışımının *Salmonella* üzerindeki antibakteriyel etkinliği incelenmiştir. Ayrıca hücreli *Lactobacillus rhamnosus* postbiyotiğinin d/8 konsantrasyonundan sonra ortamda bulunan fajlar için de antiviral etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal; bakteriyofaj; postbiyotik; *Salmonella*.

*Sorumlu yazar: cnstfkci123@gmail.com

Malt Posasından Hemiselüloz Bazlı Filmlerin Eldesi ve Gıda Ambalajı Yönünden Karakterizasyonu

Buse SEZER*, Gürbüz GÜNEŞ

İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Bu çalışma, bira endüstrisi yan ürünü olan malt posasının hemiselüloz bazlı biyofilm üretiminde değerlendirilerek petrol bazlı plastiklere sürdürülebilir bir alternatif geliştirilmesini amaçlamaktadır. Öncelikle malt posası karakterize edilmiş; ortalama nem içeriği %75,56 ± 0,62 olarak belirlenmiştir. Kurutma ve öğütme sonrası yapılan analizlerde protein, ham yağ, kül ve fenolik bileşik içerikleri sırasıyla %20,36, %11,35, %5,29 ve %1,92 olarak bulunmuştur. Selüloz, lignin ve hemiselüloz ekstraksiyon verimleri sırasıyla %34,10, %0,68 ve %24,19 olarak hesaplanmıştır. Selülozdan nanoselüloz elde edilerek farklı film formülasyonları hazırlanmıştır. Çözelti döküm yöntemiyle hemiselüloz bazlı filmler; sitrik asit, lignin ve nanoselüloz katkılarıyla 8 farklı kompozisyonda üretilmiştir. Tüm filmlerde plastikleştirici olarak gliserol (%30) kullanılmıştır. Filmler yapısal, mekanik, bariyer, termal ve antimikrobiyal özellikler açısından değerlendirilmiştir. Lignin ve nanoselüloz katkısı mekanik dayanımı artırırken, sitrik asit bazı mekanik özellikleri düşürmüştür. Gaz geçirgenliği açısından filmler yüksek O_2 ve CO_2 bariyer performansı göstermiş, özellikle %3 hemiselüloz içeren filmler en düşük geçirgenlik değerlerini vermiştir. Ancak filmler yüksek hidrofilik karakter nedeniyle suya duyarlıdır ve lignin ilavesi çözünürlüğü azaltmıştır. DSC analizleri bozunma sıcaklığının 282,69–296,82 °C aralığında olduğunu göstermiştir. Antimikrobiyal testlerde ise etkinlik gözlenmemiştir. Sonuç olarak, malt posası bazlı hemiselüloz filmler biyobozunur yapıları ve yüksek gaz bariyer özellikleri ile sürdürülebilir ambalaj uygulamaları için potansiyel bir alternatif sunmaktadır ancak diğer özelliklerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyofilm; hemiselüloz; lignin; malt posası; selüloz.

*Sorumlu yazar: busezer@itu.edu.tr

Vegan ve Glutensiz Keşkül Geliştirilmesi: Duyusal ve Fiziko-Kimyasal Karakterizasyon**

Vural DEMİRCİ[1], Tuğba KAPUCUOĞLU SEZER[1], Murat DEMİRCİ[1], Laura LOPEZ-MAS[2], Ingrid AGUILO AGUAYO[3], Sine ÖZMEN TOĞAY[4], Yasemin ŞAHAN[4,*]

[1]UNPA Pastaneleri, Bursa
[2]Polytechnic University of Catalonia, Department of Agri-Food Engineering and Biotechnology, Barcelona, İspanya
[3]Institute of Agrifood Research and Technology (IRTA), Lleida, İspanya
[4]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Keşkül, geleneksel olarak farklı formülasyonlarla üretilebilen sütlü tatlılarımızdan biridir. Bu çalışmada kestane ununun ve bademli içeceğin bitkisel temelli ürün geliştirmedeki kullanım potansiyellerinin değerlendirilmesi ile vegan ve glutensiz bir keşkül formülasyonunun geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu ürün, Horizon 2020–PRIMA projeleri kapsamında yürütülen "Developing innovative plant-based added-value food products through the promotion of LOCAL Mediterranean NUT and LEGUME crops (LOCALNUTLEG)" projesinin bir parçası olarak üretilmiştir. Formülasyonda inek sütü yerine badem içeceği, buğday unu yerine kestane unu kullanılmıştır. Geleneksel, glutensiz ve vegan-glutensiz keşkül örneklerinin duyusal profilleri, Serbest Seçimli Profil yöntemiyle belirlenmiş ve sonuçlar Projektif haritalama tekniği ile değerlendirilmiş olup, örneklerin duyusal olarak belirgin biçimde ayrıldığı saptanmıştır. Ayrıca üretilen ürünlerin fiziko-kimyasal (nem, su aktivitesi, pH, protein, karbonhidrat, toplam diyet lifi ve enerji) özellikleri belirlenmiştir. Üç günlük soğuk depolama boyunca mikrobiyal gelişme gözlenmemiştir. Sonuçlar, kestane ununun vegan keşkül üretiminde ayırt edici bir duyusal profil oluşturabildiğini ve geleneksel tatlıların bitkisel temelli olarak yeniden formüle edilmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel temelli ürün; kestane unu; serbest seçimli profil; vegan keşkül.

*Sorumlu yazar: yasemins@uludag.edu.tr
**Bu çalışma EU-Horizon 2020 tarafından Prima projeleri kapsamında LOCALNUTLEG proje numarası ile desteklenmiştir.

Ekşi Maya Starteri ve Un Çeşidinin Tarhananın Duyusal Kabul Edilebilirliğine Etkisi**

Günnur YAVUZ[1], Merve SABUNCU[1], Gamze DÜVEN[2], Hakan DOĞAN[3], Yasemin ŞAHAN[4], Sine ÖZMEN TOĞAY[4,*]

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa
[2]Bursa Uludağ Üniversitesi, Karacabey Meslek Yüksekokulu, Süt Teknolojisi Programı, Bursa
[3]PASTO Fırın, Akpınar, Hancı Cd No:6, 16160 Osmangazi, Bursa
[4]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Tarhana, tahıl ve süt ürünlerinin farklı starter kültürlerle fermantasyonu sonucu elde edilen, duyusal ve besinsel özellikleri kullanılan hammaddelere göre değişebilen geleneksel bir fermente üründür. Ekmek mayası ve ekşi maya gibi farklı starter kültürler kullanılarak üretilen tarhanaların duyusal özelliklerinin iyileştiğini belirten çalışmalar bulunmaktadır. Çalışma kapsamında buğday unu, Karakılçık buğday unu, mor patates unu ve Pasto firmasının ekşi maya koleksiyonundan temin edilen 10 farklı ekşi maya starteri kullanılarak ayrı ayrı üretilen geleneksel fermente tarhana çeşitlerinin duyusal karakterizasyonu değerlendirilmiştir. Çalışmada üretilen tarhanaların renk, koku, lezzet, kıvam, tat ve genel kabul edilebilirlik parametreleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Genel kabul edilebilirlik değerlendirmesinde en yüksek puanı mor patates unundan yapılan M-M4 (7,40 ± 1,18) ve takiben Karakılçık unundan yapılan K-M9 (7,10 ± 1,18) örneğinin aldığı görülmüştür. Koku, lezzet, kıvam ve tat açısından en yüksek puanları mor patates unlu M-M4 (7,07 ± 1,10), Karakılçık unlu K-M9 (6,90 ± 1,26) ve K-M8 (7,05 ± 0,92) örnekleri almıştır. Sonuç olarak fermantasyonda kullanılan un çeşitlerinin ve ekşi maya kültürlerinin farklılığına bağlı olarak oluşan aroma profilindeki çeşitliliğin tüketicilerin genel beğenisini etkilediği ve tarhana örneklerinin fonksiyonel sağlık faydasını da arttırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekşi maya; karakılçık; mor patates; tarhana.

*Sorumlu yazar: sinetogay@uludag.edu.tr
**Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından Uluslararası Araştırma İşbirliği Projesi (FUİ-2023-1413) kapsamında desteklenmiştir.

Liyofilize Fındık-Bazlı Yoğurt Alternatifi Üretimi ve Rekonstitüsyon Sonrası Kalite Özellikleri**

Zehra ŞİMŞEK[1], Zeynep Sena VARLIK[1], Fuat GÖKBEL[2], Nazife Nur YAZĞAN[1,*]

[1]Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara
[2]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman

Artan nüfus, sınırlı doğal kaynaklar ve iklim değişikliği, hayvansal protein üretiminin mevcut düzeyinin sürdürülmesini imkânsız hale getirerek, bitkisel alternatif arayışını kaçınılmaz kılmıştır. Bu nedenle, çalışmada alternatif protein kaynaklarından olan ve Türkiye'nin dünyada üretimde birinci sırada olduğu fındık kullanılmıştır. Fındıktan bitki bazlı yoğurt alternatifi üretilmiş ve liyofilizasyon yöntemi ile toz haline getirilmiştir. Bu doğrultuda, raf ömrü uzatılmış, sürdürülebilir bir liyofilize bitki bazlı yoğurt alternatifi üretimi hedeflenmiştir. Proje kapsamında, bitki bazlı yoğurdun jel yapısını güçlendirmek, su tutma kapasitesini artırmak için protein kaynağı olarak bezelye protein izolatı (%3, %4, %5) ve viskozitenin artırılması, serum ayrışmasının azalması için pektin (%1, %3, %5) kombinasyonları eklenmiştir. Liyofilizasyon uygulamasının ardından elde edilen tozların rekonstitüsyon sonrası kalite özellikleri incelenmiştir. Liyofilizasyon öncesi ve rekonstitüsyon sonrası elde edilen yoğurt alternatiflerine fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Çalışma sonucunda, liyofilizasyon işleminin örneklerin asidik karakterinde büyük bir değişime yol açmadığı, mikrobiyal yükte azalmaya neden olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca rekonstitüye yoğurt alternatiflerinde, liyofilizasyon öncesi kontrol örneklerindeki yapıya kıyasla daha akışkan bir yapı gözlemlenmiştir. Bu çalışma ile bitki bazlı yoğurt alternatiflerinin liyofilizasyon işlemi ile toz haline getirilip rekonstitüsyon işlemi ile geri döndürülerek; kabul edilebilir, geleneksel yoğurtlara alternatif olabilecek bir ürün geliştirilebileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fındık-bazlı yoğurt alternatifi; liyofilizasyon; rekonstitüsyon.

*Sorumlu yazar: nuryazgan@hacettepe.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209-B Üniversite Öğrencileri Sanayiye Yönelik Araştırma Projeleri Desteği Programı kapsamında 1139B412402065 proje numarası ile desteklenmiştir.

Türkiye'de Yetişkinlerde Meyve ve Sebze Tüketim Sıklığı ile Yakın Dönem Uyku Sorunları Arasındaki İlişki

Burak ERİM[1], Halil İbrahim BİNİCİ[2,*]

[1]İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul
[2]İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, İstanbul

Bu çalışmada, Türkiye'de yaşayan yetişkinlerde meyve ve sebze/salata tüketim sıklığı ile yakın dönemde yaşanan uyku sorunları arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Meyve ve sebze/salata tüketim sıklığı; günde en az bir kez, haftada 4–6 kez, haftada 1–3 kez, haftada birden az ve hiç olmak üzere beş kategoride değerlendirilmiştir. Son iki haftada uykuya dalma, uykuyu sürdürme veya normalden fazla uyuma sorunlarından en az birinin bildirilmesi uyku sorunu olarak tanımlanmıştır. İlişkiler, bireysel örneklem ağırlıklarının kullanıldığı genelleştirilmiş tahmin denklemlerine dayalı lojistik regresyon modelleriyle incelenmiştir. Katılımcıların ağırlıklı ortalama yaşı 45,11 ± 16,97 yıl olup %50,8'i kadındır. Son iki haftada herhangi bir uyku sorunu bildirenlerin ağırlıklı oranı %44,9, daha sık uyku sorunu bildirenlerin oranı ise %12,9 olarak belirlenmiştir. Günlük meyve tüketenlerle karşılaştırıldığında uyku sorunu olasılığı; haftada 4–6 kez tüketenlerde %17, haftada 1–3 kez tüketenlerde %28, haftada birden az tüketenlerde %50 ve hiç tüketmeyenlerde %31 daha yüksek bulunmuştur. Daha sık uyku sorununa ilişkin analizlerde özellikle düşük meyve tüketimiyle olan ilişkinin devam ettiği görülmüştür. Sonuç olarak, yetişkinlerde meyve ve sebze/salata tüketiminin seyrekleşmesi, sosyodemografik özellikler ve yaşam biçimi değişkenlerinden bağımsız olarak daha yüksek uyku sorunu olasılığıyla ilişkili bulunmuştur. Bununla birlikte, araştırmanın kesitsel tasarımı nedensel çıkarım yapılmasına imkân vermemektedir. Bulguların ileriye dönük çalışmalarla doğrulanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Beslenme alışkanlıkları; meyve tüketimi; sebze tüketimi; Türkiye Sağlık Araştırması; uyku sorunları.

*Sorumlu yazar: halilibrahimbinici@esenyurt.edu.tr

Kek Üretiminde Şeker İkamesi Olarak Monk Meyvesi Ekstraktı Kullanılması

Merve KAHRAMAN[1,2,*]

[1]Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği, İstanbul
[2]Şölen Çikolata, İstanbul

Tatlılık, insan beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Çeşitli kaynaklardan elde edilebilse de, tatlılığın temel kaynağı sofra şekeri veya sükrozdur. Aşırı şeker tüketiminin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri vardır; obezite, artan glisemik indeks, diyabet, diş çürümesi, kalp-damar hastalıkları, kanser ve böbrek hastalıklarına yol açabilmektedir. Bu etkiler sonrası, alternatif tatlandırıcılar üzerine yapılan araştırmalar da çoğalmıştır. Monk meyvesi özü; monk meyvesi ağacının (*Siraitia grosvenorii*) meyvesinden elde edilen doğal bir tatlandırıcıdır. Tatlılığı ve potansiyel sağlık yararları nedeniyle son zamanlarda piyasada popülerlik kazanmıştır ve besleyici değeri yoktur.

Bu çalışmada, kek üretiminde kullanılan şeker yerine monk meyvesi ekstraktı kullanılarak kek üretmek amaçlanmıştır. %100-75-50-25-0 oranlarında şeker ile monk meyvesi ekstraktı ikame edilerek reçeteler oluşturulmuştur. Kek pH, nem, a_w, yükseklik, tekstürel ve duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. MF100 kekinin 6,98 ile en düşük pH'ya sahip olduğu, hardness (g) değerinde MF0 ve MF100 arasında çok büyük bir fark olmadığı ama MF0 örneklerinin daha sert olduğu tespit edilmiştir. MF0 numunesinin nem değeri %17,54 ile en yüksek değer olarak tespit edilirken MF25 nemi %15,80 ile en düşük değere sahip bulunmuştur. Duyusal analiz sonucunda kontrol numunesi genel beğeni olarak tercih edilirken MF25 numunesi lezzet olarak daha yüksek puan almıştır. Bu çalışma ile reçete çalışmaları gerçekleştirilerek monk meyvesi ekstraktı ile tatlandırılmış kekler geliştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Monk meyvesi; şeker ikamesi; tatlandırıcı.

[*]Sorumlu yazar: merve.kahraman@solen.com.tr

Taze, Kurutulmuş ve Konserve Kayısının Çevresel Etkilerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi ile Karşılaştırılması

Samiye AKIN ADAL[1,2,*], Zafer ERBAY[3]

[1]Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Afyonkarahisar
[2]Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar
[3]Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Adana

ÖZET

Kayısı, Türkiye'nin dünya üretiminde ilk sırada yer aldığı ve büyük bölümünü kurutulmuş olarak ihraç ettiği stratejik bir üründür. Bu çalışmada taze, kurutulmuş ve hafif şuruplu konserve kayısının çevresel etkileri yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) yaklaşımıyla karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Sistem sınırı, yetiştiricilikten perakende satış noktasına kadar beşikten kapıya yaklaşımıyla tanımlanmış; fonksiyonel birim olarak perakende noktasında 1 kg tüketime hazır ambalajlı ürün seçilmiştir. Envanter verileri AGRIBALYSE 3,1 ve ecoinvent 3 veri tabanlarından alınmış, etki değerlendirmesi openLCA yazılımında CML-IA baseline yöntemiyle 11 etki kategorisi için gerçekleştirilmiştir. Küresel ısınma potansiyeli taze kayısı için 0,50, konserve için 0,59 ve kurutulmuş kayısı için 2,45 kg CO_2-eş/kg olarak hesaplanmıştır. Kurutulmuş kayısı, ozon tabakası incelmesinde taze ürünün 18 katına ulaşmak üzere tüm kategorilerde en yüksek etkiye sahip olmuştur. Katkı analizi, kurutulmuş üründe elektrik tüketiminin (%28), konservede çelik ambalaj üretiminin (%34), taze üründe ise LDPE film üretimi ile karayolu taşımacılığının (toplam %58) küresel ısınmadaki başlıca sıcak noktalar olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, kayısı tedarik zincirinde enerji verimliliği ve ambalaj optimizasyonunun Yeşil Mutabakat hedefleri doğrultusunda öncelikli müdahale alanları olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: CML-IA; enerji verimliliği; kayısı; sürdürülebilirlik; yaşam döngüsü değerlendirmesi.

1. GİRİŞ

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.), Türkiye'nin hem üretim alanı hem de üretim miktarı bakımından dünyada ilk sırada yer aldığı, ekonomik ve sosyal açıdan stratejik bir meyvedir. 2023 yılında dünya kayısı üretimi yaklaşık 3,7 milyon ton olarak gerçekleşmiş ve Türkiye bu üretimin %20'sini karşılamıştır; Malatya ili tek başına ülke kayısı alanlarının %62'sini ve kuru kayısı üretiminin yaklaşık %90'ını oluşturmakta, Türkiye 2024 yılında 76,5 bin ton kuru kayısı ihracatı ile dünya kuru kayısı ihracatının %46,5'ini gerçekleştirmiştir (Hasdemir, 2025). Kayısının hasat sonrası raf ömrünün kısa olması, ürünün büyük bölümünün kurutma, konserve, püre ve reçel gibi işleme yollarıyla değerlendirilmesini zorunlu kılmakta; bu işleme seçeneklerinin her biri farklı enerji, ambalaj ve atık profili taşımaktadır.

Gıda sistemleri küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık dörtte birinden sorumludur ve aynı gıdanın farklı üretim ve işleme yolları arasında çevresel etkiler büyük değişkenlik göstermektedir (Poore ve Nemecek, 2018). Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD), bir ürünün hammadde eldesinden nihai bertarafına kadar tüm aşamalarındaki çevresel etkilerini bütüncül olarak ölçen, ISO 14040 ve ISO 14044 standartlarıyla çerçevelenmiş bir yöntemdir (ISO,

*Sorumlu yazar: smy.akn@gmail.com

2006a; ISO, 2006b) ve tarım-gıda sistemlerinin sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesinde yaygın biçimde kullanılan başlıca araçlardan biri haline gelmiştir (Notarnicola vd., 2017). Cerutti vd. (2014) meyve sektöründeki YDD uygulamalarını derlemiş ve meyve ürünlerinin çevre beyanları için yöntemsel öneriler sunmuştur. Avrupa Yeşil Mutabakatı ve ona bağlı Tarladan Sofraya Stratejisi, gıda tedarik zincirinde enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımı, sürdürülebilir ambalaj çözümleri ve karbon ayak izinin düşürülmesini politika önceliği haline getirmiş; Avrupa Birliği'ne yönelik tarım ürünlerinde çevresel performansın belgelenmesi bir rekabet unsuru olmuştur (European Commission, 2019; European Commission, 2020).

Kayısıya ilişkin YDD literatürü çoğunlukla yetiştiricilik aşamasına (Pergola vd., 2017) ya da yarı mamul ve reçel gibi tekil işleme yollarına (De Marco ve Iannone, 2017; Boenzi vd., 2022) odaklanmıştır. Türkiye'de kuru kayısı üretimi için yapılan enerji girdi-çıktı analizi (Esengun vd., 2007) dışında, taze, kurutulmuş ve konserve kayısının perakende noktasına kadar ortak bir yöntemle karşılaştırıldığı bir YDD çalışmasına literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, taze, kurutulmuş ve konserve kayısı ürünlerinin çevresel etkilerini 1 kg tüketime hazır ambalajlı ürün başına 11 etki kategorisinde karşılaştırmak, küresel ısınma potansiyeline en çok katkı yapan süreçleri (sıcak noktaları) belirlemek ve kayısı tedarik zincirinde enerji verimliliği ve ambalaj odaklı iyileştirme önceliklerini ortaya koymaktır.

2. YÖNTEM

2.1. Amaç, Kapsam ve Fonksiyonel Birim

Çalışma, ISO 14040/14044 standartlarında tanımlanan dört aşamalı (amaç ve kapsam tanımı, envanter analizi, etki değerlendirmesi ve yorumlama) YDD çerçevesinde, karşılaştırmalı ve niteliksel (attributional) bir yaklaşımla yürütülmüştür (ISO, 2006a; ISO, 2006b). Fonksiyonel birim (FB), perakende satış noktasına ulaşmış 1 kg tüketime hazır ambalajlı kayısı ürünü olarak tanımlanmıştır: 1 kg bütün (çekirdekli) taze kayısı, 1 kg çekirdeği çıkarılmış kuru kayısı ve 1 kg konserve kayısı (net kutu içeriği; yaklaşık 0,62 kg meyve ve hafif şurup). Bu tanım, üç ürünün tüketiciye sunulduğu biçimiyle kütle esaslı karşılaştırılmasına olanak vermekte; ancak ürünler arasındaki yenilebilir oran (taze 0,80; konserve 0,624 [süzülmüş meyve payı]; kuru 1,00), su içeriği ve besin yoğunluğu farklılıklarını yansıtmadığından sonuçlar tüketime hazır ürün kütlesi başına çevresel yük olarak yorumlanmalıdır.

Sistem sınırı beşikten kapıya (kapı: perakende satış noktası) olarak belirlenmiş ve kayısı yetiştiriciliği (fidan, telli destek sistemi, sulama, gübre ve bitki koruma), hasat, işleme (çekirdek çıkarma ve kurutma; konserve için dilimleme, haşlama, dolum, kapama ve sterilizasyon), birincil ambalajlama (kuru ve taze ürün için düşük yoğunluklu polietilen [LDPE] film ve termoform ambalaj; konserve için çelik kutu), dağıtım ve perakende satış aşamalarını (depolama ile dağıtım-perakende kayıpları dahil) kapsamıştır. Tüketici aşaması (perakende noktasından eve taşıma, evde depolama ve hazırlama), tüketim aşamasındaki kesme kayıpları, ambalaj atıklarının bertarafı ve sermaye malları sistem sınırı dışında bırakılmıştır.

2.2. Yaşam Döngüsü Envanteri

Yaşam döngüsü envanteri (YDE), Fransa'nın en kapsamlı açık erişimli tarım-gıda yaşam döngüsü envanteri veri tabanı olan AGRIBALYSE 3,1'in (Colomb vd., 2015; Asselin-Balençon vd., 2020; ADEME, 2022) "perakende noktasında" (at supermarket) ürün süreçleri ile ecoinvent 3 (cut-off sistem modeli) arka plan süreçleri (Wernet vd., 2016) birleştirilerek oluşturulmuştur.

AGRIBALYSE'in Fransa koşullarını temsil eden yetiştiricilik, işleme, ambalajlama, dağıtım ve perakende süreçleri olduğu gibi kullanılmış; kuru kayısı tüketim karışımı, ithalatı yansıtan deniz taşımacılığını da içermektedir. Katkı analizinden elde edilen yetiştiricilik aşaması yükleri, 1 kg kuru kayısının taze ürüne kıyasla yaklaşık 7,4 kat, 1 kg konserve kayısının ise, net içeriğinin yalnızca yaklaşık %62'sinin meyve olması nedeniyle 0,78 kat kayısı hammaddesi gerektirdiğini göstermektedir. Fonksiyonel birim başına sistem bileşenleri Tablo 2.1'de özetlenmiştir.

Tablo 2.1. Fonksiyonel birim (perakende noktasında 1 kg tüketime hazır ambalajlı ürün) başına sistem bileşenleri ve başlıca envanter özellikleri.

Bileşen	Taze	Kurutulmuş	Konserve
Referans süreç (AGRIBALYSE 3,1, perakende noktasında)	Apricot, pitted, raw | LDPE | at supermarket/FR	Apricot, pitted, dried | LDPE | at supermarket/FR	Apricot, canned in light syrup, drained | Steel | at supermarket/FR
Referans akış	1 kg bütün meyve (çekirdekli)	1 kg çekirdeksiz kuru meyve	1 kg net kutu içeriği (≈0,62 kg meyve + şurup)
Yetiştiricilik	Kayısı tüketim karışımı (FR)	Kayısı tüketim karışımı (FR)	Kayısı tüketim karışımı (FR)
İşleme	–	Çekirdek çıkarma; vakumlu döner kurutma	Çekirdek çıkarma, dilimleme, haşlama, dolum, kapama, sterilizasyon
Birincil ambalaj	LDPE film + termoform ambalaj	LDPE film + termoform ambalaj	Çelik kutu
Dağıtım ve perakende	AGRIBALYSE FR varsayılanı (ortam sıcaklığı)	AGRIBALYSE FR varsayılanı (ortam sıcaklığı)	AGRIBALYSE FR varsayılanı (ortam sıcaklığı)
Yetiştiricilik yükü, taze ürüne göre (katkı analizinden)	1,00	7,44	0,78
Sistem sınırı dışı	Tüketici aşaması; kesme kayıpları ve ambalaj atığı bertarafı	Tüketici aşaması; ambalaj atığı bertarafı	Tüketici aşaması; kesme kayıpları ve ambalaj atığı bertarafı

2.3. Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi

Etki değerlendirmesi openLCA 2,0 yazılımında (GreenDelta, 2023) CML-IA baseline yöntemi (Guinée vd., 2002) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, orta nokta düzeyinde 11 etki kategorisi sunmaktadır: abiyotik kaynak tükenmesi (kg Sb-eş), fosil yakıt tükenmesi (MJ), asidifikasyon (kg SO_2-eş), ötrofikasyon (kg PO_4^{3-}-eş), tatlı su, deniz ve karasal ekotoksisite (kg 1,4-DB-eş), küresel ısınma potansiyeli (GWP100a; kg CO_2-eş), insan toksisitesi (kg 1,4-DB-eş), ozon tabakası incelmesi (kg CFC-11-eş) ve fotokimyasal oksidasyon (kg C_2H_4-eş). Karakterizasyon sonuçlarına ek olarak, her ürün için küresel ısınma potansiyeline en yüksek katkıyı yapan beş süreç, openLCA katkı analizi modülüyle belirlenmiş; geri kalan süreçler "diğer" başlığı altında toplanmıştır. Ürünler arası karşılaştırmayı kolaylaştırmak amacıyla her kategoride en yüksek etkiye sahip ürün %100 kabul edilerek göreli etkiler hesaplanmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Karakterizasyon Sonuçları

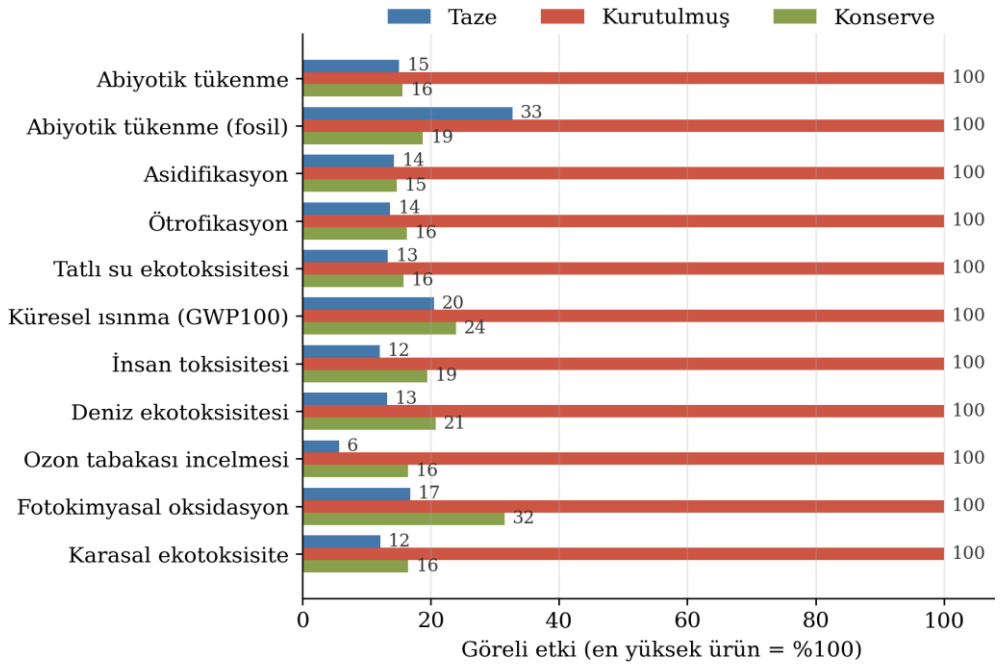
Üç kayısı ürününün 11 etki kategorisindeki karakterizasyon sonuçları Tablo 3.1'de, göreli karşılaştırması ise Şekil 3.1'de verilmiştir. Kurutulmuş kayısı, istisnasız tüm etki kategorilerinde en yüksek çevresel yüke sahip ürün olmuştur. Küresel ısınma potansiyeli perakende noktasında 1 kg tüketime hazır ambalajlı ürün başına taze kayısıda 0,50 kg CO_2-eş, konserve kayısıda 0,59 kg CO_2-eş ve kurutulmuş kayısıda 2,45 kg CO_2-eş olarak hesaplanmıştır; kuru kayısının etkisi taze ürünün 4,9, konservenin ise 4,2 katıdır. Kuru ürün ile taze ürün arasındaki fark ozon tabakası incelmesinde 17,6 kat, insan toksisitesi ve karasal ekotoksisitede 8,3 kat, deniz ekotoksisitesinde 7,6 kat ve tatlı su ekotoksisitesinde 7,5 kata ulaşmış; en düşük fark ise fosil yakıt tükenmesinde (3,1 kat) görülmüştür. Bu farkın temel nedeni, kurutma sırasındaki kütle kaybı nedeniyle 1 kg kuru kayısının taze ürüne kıyasla yaklaşık 7,4 kat daha fazla kayısı hammaddesi gerektirmesi ve yetiştiricilik yüklerinin (gübreleme, sulama, telli destek sistemi, bitki koruma) bu oranda konsantre olmasıdır; buna kurutma işleminin elektrik talebi eklenmektedir. Nitekim yetiştiricilik kaynaklı yüklerin baskın olduğu asidifikasyon, ötrofikasyon ile tatlı su ve deniz ekotoksisitesinde kuru/taze oranı (7,0–7,6) hammadde oranına yakın seyretmiş; insan toksisitesi ve karasal ekotoksisitede (8,3) kurutma elektriğinin ek katkısıyla bu oran aşılmış; ambalaj ve lojistik kaynaklı fosil enerji payının yüksek olduğu fosil yakıt tükenmesi ve küresel ısınmada ise belirgin biçimde daralmıştır.

Tablo 3.1. Taze, kurutulmuş ve konserve kayısının CML-IA baseline karakterizasyon sonuçları (perakende noktasında 1 kg tüketime hazır ambalajlı ürün başına).

Etki kategorisi	Birim	Taze	Kurutulmuş	Konserve
Abiyotik kaynak tükenmesi	kg Sb-eş	2,01E-06	1,34E-05	2,09E-06
Abiyotik tükenme (fosil yakıtlar)	MJ	7,64E+00	2,33E+01	4,37E+00
Asidifikasyon	kg SO_2-eş	3,73E-03	2,62E-02	3,84E-03
Ötrofikasyon	kg PO_4^{3-}-eş	1,22E-03	8,94E-03	1,45E-03
Tatlı su ekotoksisitesi	kg 1,4-DB-eş	3,80E-01	2,85E+00	4,48E-01
Küresel ısınma (GWP100a)	kg CO_2-eş	5,02E-01	2,45E+00	5,86E-01
İnsan toksisitesi	kg 1,4-DB-eş	2,61E-01	2,17E+00	4,21E-01
Deniz ekotoksisitesi	kg 1,4-DB-eş	3,74E+02	2,84E+03	5,91E+02
Ozon tabakası incelmesi	kg CFC-11-eş	7,73E-08	1,36E-06	2,23E-07
Fotokimyasal oksidasyon	kg C_2H_4-eş	1,32E-04	7,86E-04	2,48E-04
Karasal ekotoksisite	kg 1,4-DB-eş	3,01E-03	2,49E-02	4,10E-03

Konserve kayısı, fosil yakıt tükenmesi dışındaki tüm kategorilerde taze kayısıdan daha yüksek etki göstermiştir (abiyotik kaynak tükenmesi ve asidifikasyonda fark %3–4 ile ihmal edilebilir düzeydedir). Fosil yakıt tükenmesinde konserve (4,37 MJ) taze ürünün (7,64 MJ) belirgin biçimde altında kalmıştır. Bu durum, doğrudan petrol türevi olan LDPE film üretiminin tek başına taze üründe 3,8 MJ (%50) fosil kaynak tüketimine yol açması, buna karşılık çelik üretiminin konserve üründe yalnızca 0,5 MJ (%12) pay almasıyla açıklanmaktadır. Buna karşılık konserve üründe ozon tabakası incelmesi taze ürünün 2,9 katı olmuş ve bu yükün %64'ü ısıl işlem (haşlama ve sterilizasyon) için tüketilen elektrikten kaynaklanmıştır; fotokimyasal oksidasyondaki 1,9 katlık fark başlıca çelik üretimine (%59) bağlıyken, insan toksisitesi ve deniz ekotoksisitesindeki 1,6 katlık farkta çelik üretimi ve elektrik tüketimi benzer paylarla (%24–30) yer almıştır. Küresel ısınmada ise iki ürün arasındaki fark %17 ile sınırlı kalmış; bu

sonuç, ısıl işlem ve çelik ambalajın ek yükünün, 1 kg konserve ürünün yalnızca yaklaşık 0,62 kg meyve içermesinden kaynaklanan daha düşük hammadde gereksinimi (taze ürünün 0,78 katı) ile kısmen dengelendiğini göstermektedir.



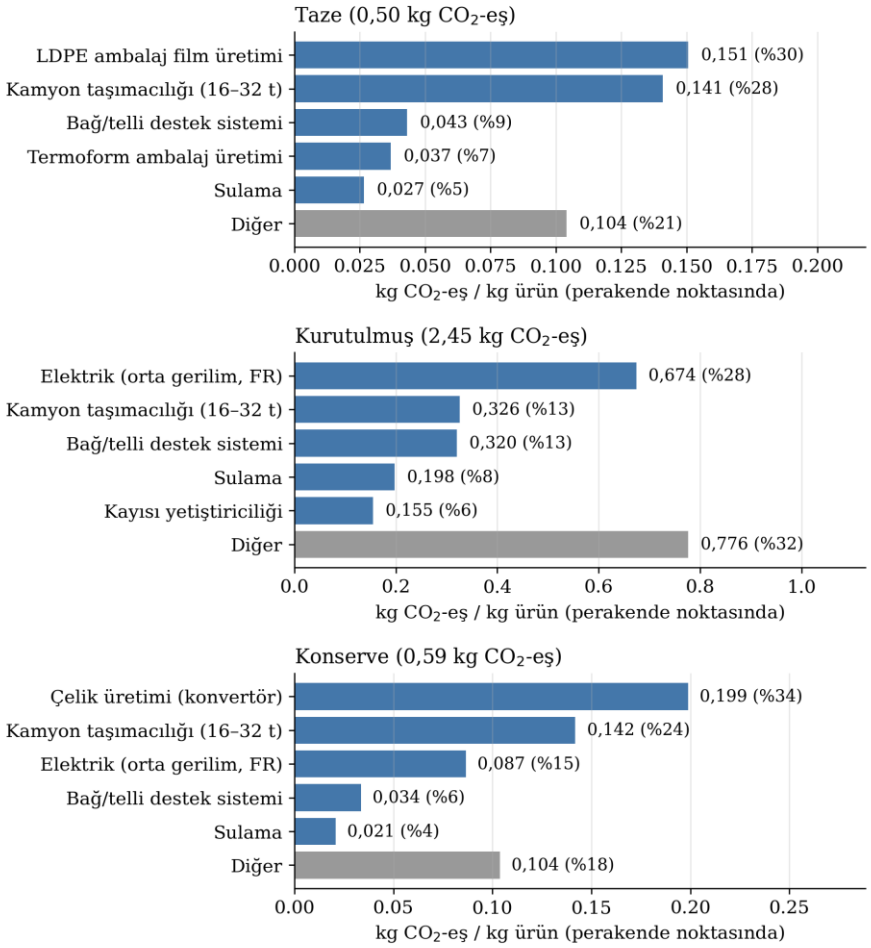
Şekil 3.1. Etki kategorilerine göre ürünlerin göreli çevresel etkileri (her kategoride en yüksek ürün = %100).

3.2. Küresel Isınma Potansiyeline Katkı Analizi

Küresel ısınma potansiyeline en çok katkı yapan süreçler Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Kurutulmuş kayısıda tek başına en büyük katkı elektrik tüketiminden (0,674 kg CO_2-eş; %28) gelmekte, bunu kamyon taşımacılığı (%13), telli destek sistemi (%13), sulama (%8) ve kayısı yetiştiriciliğinin doğrudan emisyonları (%6) izlemektedir. Elektriğin başat konumu, endüstriyel kurutucuların enerji yoğunluğunu yansıtmaktadır; benzer biçimde Gonçalves ve Neto (2023) kurutulmuş elma atıştırmalıkları için elektrik tüketiminin dokuz etki kategorisinde %39–50 paya sahip olduğunu, Bosona (2024) ise kuru elma değer zincirinde ısı pompalı kurutmanın toplam kümülatif enerji talebini yaklaşık %30 (hasat sonrası aşamada %42) azalttığını bildirmiştir. Dondurarak kurutmada da vakumlu kurutma aşamasındaki elektrik tüketimi başlıca sıcak nokta olarak tanımlanmıştır (Prosapio vd., 2017). Konserve kayısıda en büyük katkı çelik üretiminden (0,199 kg CO_2-eş; %34) gelmekte, bunu taşımacılık (%24), haşlama ve sterilizasyon için elektrik tüketimi (%15) ve telli destek sistemi (%6) izlemektedir. Taze kayısıda ise LDPE film üretimi (%30) ve taşımacılık (%28) toplam etkinin yarısından fazlasını oluşturmuş; yetiştiricilikle ilişkili telli destek sistemi %9, termoform ambalaj üretimi %7 ve sulama %5 pay almıştır.

Bu bulgular, kayısı tedarik zincirinde sıcak noktaların ürün formuna göre köklü biçimde değiştiğini göstermektedir: kuru üründe enerji, konservede ambalaj malzemesi, taze üründe ise ambalaj ve lojistik belirleyicidir. Ambalajın gıda YDD çalışmalarında yeterince dikkate alınmadığı ve içeriğinin çevresel yükü düşük olan ürünlerde başat bileşen haline gelebileceği daha önce de vurgulanmıştır (Molina-Besch vd., 2019). Enerji verimliliği açısından, kuru kayısıda ısı pompalı ya da güneş destekli kurutma sistemlerine geçiş ve elektrik şebekesinin

yenilenebilir kaynaklarla beslenmesi, konserve üründe ambalaj hafifletme ve geri dönüştürülmüş çelik oranının artırılması, taze üründe ise film gramajının azaltılması ve lojistik verimliliğinin (yük faktörü, kısa tedarik zincirleri) iyileştirilmesi en yüksek azaltım potansiyeline sahip müdahalelerdir. Konserve üretiminde ortaya çıkan kabuk ve diğer katı atıkların anaerobik çürütme ile değerlendirilmesi de döngüsel bir iyileştirme seçeneği olarak önerilmektedir (Drosou vd., 2023).



Şekil 3.2. Küresel ısınma potansiyeline (GWP100a) en çok katkı yapan süreçler (perakende noktasında 1 kg tüketime hazır ambalajlı ürün başına); parantez içinde toplam içindeki pay.

3.3. Literatür ile Karşılaştırma ve Sınırlılıklar

Elde edilen küresel ısınma değerleri, literatürdeki benzer meyve ürünleriyle Tablo 3.2'de karşılaştırılmıştır. Konserve kayısı için bulunan 0,59 kg CO_2-eş/kg değeri, Yunanistan'da konserve şeftali için işleme tesisi sınırında (kapıdan kapıya) ve literatür ile üretici verisine dayalı olarak bildirilen yaklaşık 0,95 kg CO_2-eş/kg değerinin (Drosou vd., 2023) altındadır; sistem sınırları farklı olduğundan iki değer doğrudan karşılaştırılamamakla birlikte, her iki çalışma da işleme aşamasındaki ısıl adımların (haşlama/soyma, şurup ısıtma, sterilizasyon) konserve ürünün yükünde önemli bir pay taşıdığını göstermektedir. Kurutulmuş kayısı için bulunan 2,45 kg CO_2-eş/kg değeri, İsveç'te geleneksel ve ısı pompalı kurutmayla üretilen kuru elma için türetilen yaklaşık 1,2 ve 1,1 kg CO_2-eş/kg değerlerinin (Bosona, 2024; Tablo 3.2) iki katından fazladır; bu fark, ürünlerin kuru madde verimi ve yetiştiricilik girdileri arasındaki

farkları yansıtmaktadır. Türkiye'de konsantre şeftali püresi için 0,82 kg CO_2-eş/kg karbon ayak izi bildirilmiş ve tarımsal üretim ile enerji tüketimi başlıca sıcak noktalar olarak tanımlanmıştır (Çolak Güneş, 2020); Çin'de konsantre elma suyu için ise yetiştiricilik aşamasının etkilerin %86,7'sine varan bölümünü oluşturduğu rapor edilmiştir (Cheng vd., 2022). Kayısı yarı mamullerinin üretim ve muhafazasını karşılaştıran De Marco ve Iannone (2017), muhafaza yönteminin toplam etkiyi önemli ölçüde değiştirdiğini; Boenzi vd. (2022) ise taze kayısıdan reçel üretiminin yarı mamul kullanımına göre (taşıma hariç) yaklaşık %50–65 daha düşük etki yarattığını, ancak taşıma mesafesi ve gıda kayıpları dikkate alındığında bu farkın daraldığını göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları, söz konusu bulgularla tutarlı biçimde işleme derecesi arttıkça çevresel yükün büyüdüğünü, ancak sıcak noktaların ürün formuna özgü olduğunu doğrulamaktadır.

Tablo 3.2. Küresel ısınma potansiyeli sonuçlarının literatürdeki benzer meyve ürünleriyle karşılaştırılması.

Ürün	Ülke / veri kaynağı	Sistem sınırı	GWP (kg CO_2-eş/kg)	Kaynak
Taze kayısı	AGRIBALYSE 3,1 / ecoinvent 3	Beşikten kapıya[a]	0,50	Bu çalışma
Konserve kayısı	AGRIBALYSE 3,1 / ecoinvent 3	Beşikten kapıya[a]	0,59	Bu çalışma
Kurutulmuş kayısı	AGRIBALYSE 3,1 / ecoinvent 3	Beşikten kapıya[a]	2,45	Bu çalışma
Konserve şeftali	Yunanistan, literatür + üretici verisi	Kapıdan kapıya (işleme)[b]	0,95	Drosou vd. (2023)
Kuru elma (ısı pompalı / geleneksel)	İsveç, birincil veri	Beşikten tüketici kapısına	≈1,1 / 1,2[c]	Bosona (2024)
Konsantre şeftali püresi	Türkiye, birincil veri	Beşikten kapıya	0,82	Çolak Güneş (2020)

[a] Kapı: perakende satış noktası; fonksiyonel birim perakende noktasında 1 kg tüketime hazır ambalajlı ürün; tüketici aşaması ve atık bertarafı hariç. [b] Yalnızca işleme tesisi (kapıdan kapıya). [c] 1 t taze elma başına bildirilen 120 ve 130 kg CO_2-eş ile ≈110 kg kuru elma veriminden türetilmiştir.

Çalışmanın başlıca sınırlılığı, envanter verilerinin Fransa koşullarını temsil eden AGRIBALYSE veri tabanından alınmasıdır. Türkiye'de kuru kayısı üretiminin yaklaşık %90'ı Malatya'da gerçekleşmekte (Hasdemir, 2025) ve burada kurutma ağırlıklı olarak güneşte yapılmakta olup (Esengun vd., 2007) bu durum kurutma aşamasındaki elektrik yükünü büyük ölçüde ortadan kaldırmakta; buna karşılık kükürtleme uygulaması, Türkiye elektrik şebekesinin farklı karbon yoğunluğu ve farklı sulama-gübreleme pratikleri sonuçları her iki yönde de değiştirebilir. Ayrıca tüketime hazır ürün kütlesi esaslı fonksiyonel birim ve tüketici aşamasının sistem dışında bırakılması, yenilebilir oran ve su içeriği farklılıklarını yansıtmamaktadır; yenilebilir kütle ya da besin değeri başına yapılacak bir karşılaştırmada taze ve konserve ürünün göreli yükü artacaktır. CML-IA yöntemi su ayak izi ve arazi kullanımı kategorilerini içermemekte, cut-off yaklaşımı ise geri dönüşüm kredilerini dışlamaktadır. Bu nedenle sonuçlar, Türkiye kayısı tedarik zinciri için mutlak değerlerden çok ürün formları arasındaki göreli sıralama ve sıcak nokta yapısı açısından yorumlanmalıdır. Malatya'ya özgü birincil veri ile yapılacak bir YDE, bu çalışmanın doğal devamı olacaktır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada taze, kurutulmuş ve konserve kayısının çevresel etkileri, perakende noktasında 1 kg tüketime hazır ambalajlı ürün fonksiyonel birimi üzerinden beşikten kapıya YDD yaklaşımıyla karşılaştırılmıştır. Kurutulmuş kayısı 11 etki kategorisinin tamamında en yüksek yüke sahip ürün olmuş; küresel ısınma potansiyeli taze kayısının 4,9, konservenin 4,2 katı olarak hesaplanırken konserve ile taze kayısı arasındaki fark %17 ile sınırlı kalmıştır. Sıcak nokta analizi, kuru üründe elektrik tüketiminin, konservede çelik ambalaj üretiminin, taze üründe ise LDPE ambalaj ve taşımacılığın belirleyici olduğunu göstermiştir. Buna göre kayısı tedarik zincirinde iklim etkisini azaltmanın en etkili yolları, kurutma sürecinde enerji verimliliği (ısı pompalı ve güneş destekli sistemler, yenilenebilir elektrik), ambalajın hafifletilmesi ve geri dönüştürülmüş içerik oranının artırılması ile lojistik verimliliğinin iyileştirilmesidir. Bu müdahaleler, Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında ihracat pazarlarında beklenen çevresel performans belgelendirmesi açısından Türkiye kayısı sektörü için doğrudan uygulanabilir önceliklerdir. Gelecek çalışmalarda Malatya koşullarına özgü birincil envanter verisinin toplanması, güneşte kurutma ile endüstriyel kurutmanın karşılaştırılması, yenilebilir kütle ve besin değeri esaslı alternatif fonksiyonel birimlerle duyarlılık analizi yapılması ve su ayak izi ile tekno-ekonomik değerlendirmenin entegre edilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

ADEME. (2022). *AGRIBALYSE 3: Méthodologie – Volet alimentation (version 3.1)*. Angers, France: Agence de la transition écologique.

Asselin-Balençon, A., Broekema, R., Teulon, H., Gastaldi, G., Houssier, J., Moutia, A., Rousseau, V., Wermeille, A., & Colomb, V. (2020). *AGRIBALYSE v3.0: The French agricultural and food LCI database. Methodology for the food products*. ADEME.

Boenzi, F., Digiesi, S., Facchini, F., & Silvestri, B. (2022). Life cycle assessment in the agri-food supply chain: Fresh versus semi-finished based production process. *Sustainability*, 14(20), 13010. https://doi.org/10.3390/su142013010

Bosona, T. (2024). Life cycle assessment of dried organic apple value chains considering conventional and heat-pump-assisted drying processes: The case of Sweden. *Agriculture*, 14(3), 461. https://doi.org/10.3390/agriculture14030461

Cerutti, A. K., Beccaro, G. L., Bruun, S., Bosco, S., Donno, D., Notarnicola, B., & Bounous, G. (2014). Life cycle assessment application in the fruit sector: State of the art and recommendations for environmental declarations of fruit products. *Journal of Cleaner Production*, 73, 125–135. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.017

Cheng, J., Wang, Q., & Yu, J. (2022). Life cycle assessment of concentrated apple juice production in China: Mitigation options to reduce the environmental burden. *Sustainable Production and Consumption*, 32, 15–26. https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.04.006

Colomb, V., Ait Amar, S., Basset-Mens, C., Gac, A., Gaillard, G., Koch, P., Mousset, J., Salou, T., Tailleur, A., & van der Werf, H. M. G. (2015). AGRIBALYSE®, the French LCI database for agricultural products: High quality data for producers and environmental labelling. *OCL*, 22(1), D104. https://doi.org/10.1051/ocl/20140047

Çolak Güneş, N. (2020). Yaşam döngüsü analizi ile konsantre şeftali püresinin karbon ayak izinin belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 18(3), 247–255. https://doi.org/10.24323/akademik-gida.818098

De Marco, I., & Iannone, R. (2017). Production, packaging and preservation of semi-finished apricots: A comparative life cycle assessment study. *Journal of Food Engineering*, 206, 106–117. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.03.009

Drosou, F., Kekes, T., & Boukouvalas, C. (2023). Life cycle assessment of the canned fruits industry: Sustainability through waste valorization and implementation of innovative techniques. *AgriEngineering*, 5(1), 395–412. https://doi.org/10.3390/agriengineering5010026

Esengun, K., Gündüz, O., & Erdal, G. (2007). Input–output energy analysis in dry apricot production of Turkey. *Energy Conversion and Management*, 48(2), 592–598. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2006.06.006

European Commission. (2019). *The European Green Deal* (COM(2019) 640 final). Brussels, Belgium: European Commission.

European Commission. (2020). *A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system* (COM(2020) 381 final). Brussels, Belgium: European Commission.

Gonçalves, I., & Neto, B. (2023). A life cycle assessment of dehydrated apple snacks. *Sustainability*, 15(23), 16304. https://doi.org/10.3390/su152316304

GreenDelta. (2023). *openLCA 2.0* [Computer software]. Berlin, Germany: GreenDelta GmbH.

Guinée, J. B. (Ed.), Gorrée, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., de Koning, A., van Oers, L., Wegener Sleeswijk, A., Suh, S., Udo de Haes, H. A., de Bruijn, H., van Duin, R., & Huijbregts, M. A. J. (2002). *Handbook on life cycle assessment: Operational guide to the ISO standards*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Hasdemir, M. (2025). *Kayısı ürün raporu 2025* (TEPGE Yayın No: 421). Ankara, Türkiye: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü.

ISO. (2006a). *ISO 14040: Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

ISO. (2006b). *ISO 14044: Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

Molina-Besch, K., Wikström, F., & Williams, H. (2019). The environmental impact of packaging in food supply chains—does life cycle assessment of food provide the full picture? *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(1), 37–50. https://doi.org/10.1007/s11367-018-1500-6

Notarnicola, B., Sala, S., Antón, A., McLaren, S. J., Saouter, E., & Sonesson, U. (2017). The role of life cycle assessment in supporting sustainable agri-food systems: A review of the challenges. *Journal of Cleaner Production*, 140, 399–409. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.071

Pergola, M., Persiani, A., Pastore, V., Palese, A. M., Arous, A., & Celano, G. (2017). A comprehensive life cycle assessment (LCA) of three apricot orchard systems located in Metapontino area (Southern Italy). *Journal of Cleaner Production*, 142, 4059–4071. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.030

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992. https://doi.org/10.1126/science.aaq0216

Prosapio, V., Norton, I., & De Marco, I. (2017). Optimization of freeze-drying using a life cycle assessment approach: Strawberries' case study. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1171–1179. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.125

Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., & Weidema, B. (2016). The ecoinvent database version 3 (part I): Overview and methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(9), 1218–1230. https://doi.org/10.1007/s11367-016-1087-8

Renkli Taneli Buğday Unlarının Bazı Kalite Özellikleri ve Rotatif Bisküvi Üretiminde Kullanım Potansiyelinin Değerlendirilmesi**

Benay ÇOLAK[1,*], Yaşar KARADUMAN[1], Ahmet GÖRGÜLÜ[2]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Eskişehir
[2]ETİ Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş., Eskişehir

Bu çalışmada siyah, kırmızı ve mor taneli buğdaylardan elde edilen unların bazı fiziksel ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ve rotatif bisküvi üretiminde kullanım potansiyellerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Renkli tam tane buğday unları, kontrol tam buğday unuyla farklı ikame düzeylerinde (%100, %75, %50 ve %25) hazırlanmış; un örneklerinde *L**, *a** ve *b** renk değerleri, sedimantasyon özellikleri ve GlutoPeak yöntemiyle gluten agregasyon davranışı belirlenmiştir. Elde edilen un karışımları kullanılarak rotatif bisküvi üretimi gerçekleştirilmiştir. Ortalama *L** değerleri mor, kırmızı ve siyah buğday içeren unlarda sırasıyla 73,11, 72,53 ve 71,27; *a** değerleri ise −0,47, −0,59 ve −1,46 olarak belirlenmiştir. *b** değerlerinde buğday türü ve ikame düzeyinin etkisi önemli bulunmuş; örneğin %25 mor ve %25 kırmızı buğday içeren unlarda *b** değerleri sırasıyla 16,35 ve 15,59 olarak belirlenmiştir. *L** değerlerinde farklılık önemli bulunurken ($p = 0{,}0142$), *a** ve *b** değerlerinde buğday türünün etkisi oldukça önemli bulunmuştur ($p < 0{,}0001$). Üretilen bisküvilerin başlangıç su aktivitesi 0,25–0,42, antioksidan aktivitesi ise yaklaşık %39–48 aralığında değişmiştir. Bulgular, renkli buğday unlarının rotatif bisküvi üretiminde alternatif hammadde olarak değerlendirilebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Bisküvi; renkli buğday; un kalitesi.

*Sorumlu yazar: benaycolak26@gmail.com
**Bu çalışma Benay Çolak'ın yüksek lisans tezinin bir bölümünü içermekte ve Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2025-3467 proje kodu ile desteklenmektedir.

Gülhatmi Ekstraktı İçeren Patates Kabuğu Nişastası Bazlı Filmlerin pH'ya Bağlı Renk Değişiminin Değerlendirilmesi**

Çağla ÇAM[1,3,*], Eda BERK[2], Ayça AYDOĞDU EMİR[1]

[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi, Çanakkale
[2]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Ankara
[3]Uluova Süt Ticaret A.Ş.

Gıda bozulmasının görsel olarak izlenmesi, akıllı ambalaj sistemlerinin önemli bir uygulamasıdır. Bu çalışmada, patates kabuğu nişastası kullanılarak üretilen termoplastik nişasta (TPS) bazlı filmlere gülhatmi çiçeği ekstraktı ilave edilerek pH'ya duyarlı renk indikatör filmlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. %50 etanol-su karışımı kullanılarak hazırlanan gülhatmi ekstraktının pH 1–13 aralığındaki renk değişimleri incelenmiştir. Ekstraktın kuvvetli asidik koşullarda kırmızı-pembe, pH 4–6 aralığında daha soluk pembe, nötr ve hafif bazik koşullarda gri-yeşil, yüksek pH değerlerinde ise yeşil ve sarı tonlarda renk değişimi gösterdiği belirlenmiştir. Gülhatmi ekstraktı %1, %2 ve %4 oranlarında TPS film matrisine ilave edilmiş ve filmlerin pH'ya bağlı renk değişimleri L^*, a^*, b^* ve ΔE renk parametreleri üzerinden değerlendirilmiştir. Ekstrakt konsantrasyonunun artmasıyla filmlerin başlangıç renklerinde belirgin değişimler meydana gelmiş; %4 ekstrakt içeren filmde L^* değeri 45,65 ± 2,66, a^* değeri 23,22 ± 1,20 ve ΔE değeri 47,80 ± 2,82 olarak belirlenmiştir. Filmlerin pH 1–13 aralığında değerlendirilmesi sonucunda, asidik koşullarda kırmızı-pembe tonların, pH artışıyla birlikte yeşil ve sarı-yeşil tonların oluştuğu gözlenmiştir. Özellikle %4 gülhatmi ekstraktı içeren filmlerde pH değişimine bağlı renk dönüşümünün belirgin olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, gülhatmi ekstraktı içeren TPS filmlerin geniş bir pH aralığında gözle ayırt edilebilir renk değişimleri gösterdiği ve gıda tazeliğinin görsel olarak izlenmesine yönelik doğal pH indikatörü olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ambalaj; antosiyanin; gülhatmi ekstraktı; pH duyarlılığı; renk indikatörü.

*Sorumlu yazar: caglacam326@gmail.com
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 1002 kapsamında 125O647 proje numarası ile desteklenmiştir.

Karnıyarık Otu (*Plantago ovata* Forssk.) Tohum Kabuğunun Glutensiz Noodleların Pişirme ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Etkisi

Cihat GÜNER[1,*], Hakan BAŞDOĞAN[1], Aslı AKSOY[2]

[1]Erişler Gıda A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Tekirdağ
[2]Haliç Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, İstanbul

Glutensiz noodle üretiminde gluten ağının bulunmaması, hamur bütünlüğünün azalmasına ve pişirme kayıplarının artmasına neden olmaktadır. Karnıyarık otu (*Plantago ovata* Forssk.) tohum kabuğu, yüksek su bağlama ve jel oluşturma kapasitesi nedeniyle doğal bir yapılandırıcı lif kaynağıdır. Bu çalışmada, pirinç unu ve mısır nişastası bazlı glutensiz noodle formülasyonlarına %1, %2, %3 ve %4 oranlarında karnıyarık otu tohum kabuğu ilave edilmiş, katkısız formülasyon kontrol olarak kullanılmıştır. Optimum pişme süresi, su alma kapasitesi, pişirme kaybı, şerit bütünlüğü ve tekstürel özellikler belirlenmiştir. İlave düzeyi arttıkça optimum pişme süresi 8,5 dakikadan 10,6 dakikaya, su alma kapasitesi ise %138'den %192'ye yükselmiştir. Pişirme kaybı kontrolde %10,8 iken %1, %2, %3 ve %4 ilavelerde sırasıyla %8,6, %6,2, %5,9 ve %6,8 olarak belirlenmiş; en düşük değer %3 düzeyinde elde edilmiştir. Sertlik 14,2 N'dan 27,9 N'a yükselirken, elastikiyet ve kohezyon %2 düzeyinde en yüksek değerlere ulaşmıştır. Sonuç olarak, %2–3 karnıyarık otu tohum kabuğu ilavesi hamur bütünlüğünü geliştirmiş, pişirme kaybını azaltmış ve tekstürel kaliteyi iyileştirmiştir. Bulgular, karnıyarık otu tohum kabuğunun glutensiz noodle üretiminde doğal bir yapılandırıcı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Glutensiz noodle; karnıyarık otu; pişirme kalitesi; *Plantago ovata*; tekstür.

*Sorumlu yazar: cihat.guner@erislergida.com.tr

Aquafabanın Hazır Noodle Üretiminde Guar Gam İkamesi Olarak Kullanımının Pişirme ve Tekstürel Özellikler Üzerine Etkisi

Recep KARA[1,*], Hakan BAŞDOĞAN[1], Aslı AKSOY[2]

[1]Erişler Gıda A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Tekirdağ
[2]Haliç Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, İstanbul

Guar gam, hazır noodle üretiminde su tutma kapasitesini ve hamur bütünlüğünü geliştirmek amacıyla yaygın olarak kullanılan bir hidrokolloiddir. Aquafaba ise içerdiği proteinler, çözünür polisakkaritler ve yüzey aktif bileşenler nedeniyle doğal bir yapılandırıcı alternatifi olarak değerlendirilebilir. Bu çalışmada, aquafabanın guar gamı kısmen veya tamamen ikame etme potansiyeli araştırılmıştır. Hidrokolloit içermeyen kontrol (K0), %0,30 guar gam içeren kontrol (KG), %0,50 (A1), %1,00 (A2) ve %1,50 (A3) aquafaba içeren gruplar ile %0,15 guar gam ve %0,50 aquafabanın birlikte kullanıldığı kısmi ikame grubu (GA) hazırlanmıştır. Örneklerin pişirme ve tekstürel özellikleri değerlendirilmiştir. Pişirme kaybı K0 grubunda %9,8 iken KG, A1, A2, A3 ve GA gruplarında sırasıyla %6,1, %7,5, %6,4, %7,2 ve %5,8 olarak belirlenmiştir. Su alma oranı K0 grubunda %142, KG'de %168, A2'de %165 ve GA'da %172 bulunmuştur. Sertlik değerleri ise sırasıyla 18,4, 23,7, 20,8, 23,1, 25,9 ve 24,2 N olarak saptanmıştır. %1 aquafaba kullanımı guar gamlı kontrole yakın sonuçlar verirken, en düşük pişirme kaybı ve en yüksek su alma oranı GA grubunda elde edilmiştir. Sonuçlar, aquafabanın uygun oranlarda guar gamın kısmi ikamesinde etkili ve bitkisel kökenli bir alternatif olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Aquafaba; guar gam; hazır noodle; ikame; pişirme kalitesi; tekstür.

[*]Sorumlu yazar: mert.aydogdu@erislergida.com.tr

Mor Reyhan Yapraklarından Biyoaktif Bileşenlerin Ekstraksiyonunda Kolin Klorür Tabanlı Doğal Derin Ötektik Solventlerin Selektif Etkinliğinin Belirlenmesi**

Mariam ALRADWAN[1,2], Yaren Didem ESENDEMİR[1,2], Semanur YILDIZ ÖZDEMİR[1,2,*]

[1]Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya
[2]Sakarya Üniversitesi, Sürdürülebilir Gıda İşleme Laboratuvarı (SuProLab), Sakarya

Bu çalışmada, mor reyhan (*Ocimum basilicum* L.) yapraklarından biyoaktif bileşenlerin geri kazanımına yönelik çevre dostu ekstraksiyon stratejilerinin geliştirilmesi amacıyla, kolin klorür (ChCl) temelli farklı doğal derin ötektik solvent (NADES) sistemlerinin etkinliği araştırılmıştır. İlk aşamada, hidrojen bağı vericisi olarak laktik asit (LA), asetik asit (AA) ve sitrik asit (SA) kullanılarak 1:1, 1:2 ve 1:3 molar oranlarında ChCl sistemleri hazırlanmıştır. Toplam antosiyanin içeriği (TAC) esas alınarak gerçekleştirilen tarama denemelerinde, her üç solvent sistemi için de en yüksek antosiyanin geri kazanımı 1:1 molar oranında elde edilmiştir ($p < 0,05$). Bu sonuçlar doğrultusunda, 1:1 molar oranındaki solventlerle hazırlanan ekstraktların toplam fenolik madde içeriği (TPC) ve DPPH radikal süpürme kapasitesi belirlenmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler, ChCl (1:1) sistemiyle elde edilen ekstraktın 85,59 mg/g TPC, 11,55 mg/g TAC ve 94,06 mg Trolox/g antioksidan kapasite değerleriyle, aynı molar orandaki diğer solvent sistemlerinden anlamlı düzeyde daha yüksek değerlere ulaştığını göstermiştir ($p < 0,05$). ChCl:AA ve ChCl:SA sistemleri biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonunda benzer etkinlik sergilerken, ChCl:LA sistemi incelenen tüm parametreler bakımından öne çıkmıştır. Bu bulgular, ChCl:LA (1:1) sisteminin mor reyhan yapraklarından fenolik bileşikler ve antosiyaninlerin geri kazanımında umut vadeden bir ekstraksiyon ortamı olduğunu ve gıda ve nutrasötik uygulamalarına yönelik biyoaktif bileşenlerce zengin ekstraktların geliştirilmesinde değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan kapasite; antosiyanin; ekstraksiyon; kolin klorür; NADES.

*Sorumlu yazar: semanury@sakarya.edu.tr
**Bu çalışma Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından Yüksek Lisans Tez Projesi kapsamında 2026-29-86-153 proje numarası ile desteklenmiştir.

pH Değişimi ile Kabak Çekirdeği Protein Tozunun Modifikasyonu ve Teknofonksiyonel Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Yaren Didem ESENDEMİR[1,2], Mariam ALRADWAN[1,2], Semanur YILDIZ ÖZDEMİR[1,2,*]

[1]Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Serdivan, Sakarya
[2]Sakarya Üniversitesi, Sürdürülebilir Gıda İşleme Laboratuvarı (SuProLab), Sakarya

Kabak çekirdeği, protein içeriği nedeniyle alternatif bir bitkisel protein kaynağı olarak öne çıkmakla birlikte, gıda formülasyonlarında kullanım potansiyelinin arttırılması için kabak çekirdeği proteininin tekno-fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bu amaçla kullanılabilecek pH değişimi uygulaması, proteinlerin moleküler etkileşimlerini ve yapısal düzenini değiştirerek fonksiyonel özelliklerinin modifiye edilmesine olanak sağlayan bir yaklaşımdır. Bu çalışmada ise, %66,5 protein içeren ticari kabak çekirdeği protein tozuna (KÇP) farklı pH değerlerinde (2, 4, 7, 10 ve 12) uygulanan pH değişim işleminin nötralizasyon sonrasındaki yapısal ve tekno-fonksiyonel özellikler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Emülsiyon aktivitesi ve yağ bağlama kapasitesi bakımından en yüksek değerler, sırasıyla 100,11 m²/g ve 7,90 g/g ile pH 12 örneğinde belirlenmiştir ($p < 0,05$). Köpük kapasitesi ve su bağlama kapasitesinde de anlamlı bir değişim saptanmamış olup kontrol örneği %12 ile en iyi jelleşme performansı göstermiştir. FTIR spektrumundaki farklılıklar, pH değişimi uygulamasının KÇP'nin konformasyonel düzeninde değişimler oluşabileceğine işaret etmiştir. Protein çözünürlüğü, pH 2'de işlem gören örnek dışında, pH 8–9 ölçüm aralığında artmış ($p < 0,05$); pH 12'de işlem gören örnekte, işlem görmemiş KÇP ile pH 7 ve 10 örneklerinden düşük bulunmuştur. Bulgular, pH değişimi ve nötralizasyonun özellikle pH 12'de, protein konformasyonu ve hidrofobik bölgelerin erişilebilirliğindeki olası değişimlerle emülsifikasyon ve yağ bağlama kapasitesini geliştirebileceğini, ancak artan protein–protein etkileşimleriyle çözünürlüğü sınırlayabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kabak çekirdeği proteini; protein modifikasyonu; tekno-fonksiyonel özellikler.

*Sorumlu yazar: semanury@sakarya.edu.tr

Farklı Çiftliklerden Elde Edilen Çiğ Sütlerin ICP-MS ile Mineral Profillemesi ve Tank Harmanlamasının Değerlendirilmesi

Beyza ARDA DENİZ[1,2,*]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

[2]Eker Süt Ürünleri Gıda San. ve Tic. A.Ş., Bursa

Çiğ sütün mineral kompozisyonu; besleme, çevresel koşullar ve çiftlik uygulamalarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmekte ve bu durum endüstriyel hammadde standardizasyonu açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, farklı çiftliklerden temin edilen çiğ sütlerin mineral profillerinin belirlenmesi, çiftlik kaynaklı ve mevsim değişkenliğinin ortaya konulması ve sütlerin tanklarda harmanlanması sonrasında mineral profilinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Numuneler Anton Paar mikrodalga parçalama sistemi ile hazırlanmış; Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, P, Se ve Zn konsantrasyonları Shimadzu ICPMS-2040 kullanılarak belirlenmiştir. Toplam 102 numune; bireysel çiftlik sütleri (n = 85), bu çiftlik sütlerinin harmanlandığı tank sütleri (Çiğ Süt Tankı-1, n = 9) ve diğer kaynaklardan gelen sütlerin harmanlandığı tank sütleri (Çiğ Süt Tankı-2, n = 8) kapsamında değerlendirilmiştir. Bireysel çiftlik sütlerinin karşılaştırılmasında K, Mn, Mo, Na, P ve Zn konsantrasyonlarının çiftlikler arasında anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,05$); Ca, Cr, Cu ve Se açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$). Sonuçlar, çiğ sütün çoklu mineral profilinde çiftlik kaynağına bağlı değişkenliğin ve mevsim bazlı değişkenliğin element bazında farklılaştığını ve tank harmanlamasının bu değişkenliğin endüstriyel ölçekte değerlendirilmesinde önemli bir basamak olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Çiğ süt; ICP-MS; mineral profil; tank harmanlama.

*Sorumlu yazar: beyzaardadeniz@eker.com

Farklı Kurutma Yöntemlerinin Limon Kabuğunun Kurutma Kinetiği ve Kalitesi Üzerine Etkisi

Merve Sılanur YILMAZ*

Bitlis Eren Üniversitesi, Kanık Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Bitlis

Bu çalışmanın amacı farklı kurutma yöntemlerinin (sıcak hava ile kurutma (50 °C ve 1,5 m/s hava hızı (kontrol grubu)), mikrodalga ile kurutma (270 W) ve ohmik ısıtma ön işlemi-mikrodalga kombinasyonu ile kurutma (40Volt/cm elektrik alan şiddeti, 40 °C ve 30 dakika ohmik ısıtma ön işlemi-270 W)) limon kabuklarının kurutma kinetiği ve kalite özellikleri (toplam fenolik madde (TFM), antioksidan aktivite (AA) ve renk) üzerine etkisini araştırmaktır. Limon kabukları ortalama %5 nem içeriğine kadar kurutulmuşlardır. Mikrodalga işlemi ile kuruma hızının arttığı ve kuruma süresinin kısaldığı görülmüştür. Deneysel verilerin matematiksel modellenmesinde Midilli, Newton, Page ve Logaritmik modelleri kullanılmıştır. Tüm kurutma işlemleri için en yüksek R^2 ve Adj-R^2 ile en düşük RMSE değerine Midilli modeli ile ulaşılmıştır. Taze limon kabuklarına ait TFM ve AA değerleri sırasıyla 16,43 mg GAE/g km ve 24,08 mg TE/g km olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubu ile en yüksek TFM ve AA değerlerine ulaşılmış ve sırasıyla 13,55 mg GAE/g km ve 11,58 mg TE/g km olarak hesaplanmıştır. Taze ve kurutulmuş tüm örneklere ait b^* değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Taze örneklere en yakın değerlere kontrol grubu ile ulaşılmış ve 70,06 olarak ölçülmüştür. Çalışma sonucunda ohmik ısıtma ön işlemi ile en düşük TFM ve AA değerlerine ulaşıldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kurutma; limon kabuğu; mikrodalga; ohmik ısıtma.

*Sorumlu yazar: msyilmaz@beu.edu.tr

Taze Kaşar Peynirinde *Debaryomyces hansenii* 111M Kaynaklı Petrol Kokusu Oluşumuna Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi**

Ezgi BİTİM[1], Müge URGU ÖZTÜRK[2], Ali TOPCU[3], Tuğba BULAT[3], Selin AÇIKEL[1], Melissa ORHAN[1], Gülten TİRYAKİ GÜNDÜZ[2], Nurcan KOCA[2,*]

[1]Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir
[2]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir
[3]Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Taze kaşar peynirinde maya ve küf gelişimini önlemek amacıyla kullanılan potasyum sorbatın sorbata dirençli maya ve küfler tarafından dekarboksilasyonu ile 1,3-pentadien bileşiği oluşmakta ve petrol/gaz kokusu olarak adlandırılan bir problem ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada taze kaşar peynirlerinden izole edilen ve yüksek miktarda petrol kokusu ve 1,3-pentadien oluşturduğu tespit edilen *Debaryomyces hansenii* 111M izolatı, potasyum sorbat uygulanmış (%1 ve %3), farklı başlangıç nem düzeylerindeki taze kaşar peynirlerine inoküle edilerek (10^2 ve 10^4 KOB/cm^2) 90 gün boyunca 4 °C ve 10 °C'de depolanmış ve depolama boyunca (0., 30., 60., 90. gün) örneklerin pH, nem, su aktivitesi, sorbat miktarı, 1,3-pentadien ve diğer uçucu bileşenlerin değerleri ve maya sayıları belirlenmiş ve ayrıca duyusal değerlendirme ile petrol kokusu varlığı saptanmıştır. Özellikle artan depolama sıcaklığının ve süresinin sorbat düzeyinde düşüşte bir rol oynadığı ve sorbat kullanımının da 1,3-pentadien oluşumunu artırdığı tespit edilmiştir. Buna karşın, *D. hansenii* 111M izolatının depolama boyunca sorbatı düşük düzeyde kullandığı yani potasyum sorbatı tamamen degrade etmediği tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda potasyum sorbatın düşük dozlarda uygulanması ve depolamada sıcaklık dalgalanmalarının önlenmesinin önemi ve mutlaka etkeni en aza indirmek için iyi hijyen uygulamalarına dikkat edilmesi gerekliliği ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: 1,3-pentadien; *Debaryomyces hansenii*; kaşar peyniri; potasyum sorbat.

*Sorumlu yazar: nurcan.koca@ege.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 1001 Projesi kapsamında 120 O 480 proje numarası ile desteklenmiştir.

Kontrollü Kurutma Koşullarında Üretilen Normal ve Kırmızı Kilichinin Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Adamou MAMOUDOU ANZA*, Süleyman POLAT

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZET

Kilichi, geleneksel olarak açık ortamda ve güneşte kurutularak üretilen bir et ürünüdür; bu üretim koşullarında sıcaklık ve hijyen koşullarının kontrollü ve standart bir şekilde sürdürülmesi sınırlı olabilmektedir. Bu çalışmada, kontrollü koşullarda üretilen normal ve kırmızı kilichinin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Kurutma işlemi laboratuvar tipi kurutucuda 75 °C'de iki ardışık aşamada uygulanmış; ilk aşama 2 saat, ikinci aşama 4 saat sürdürülmüştür. Kırmızı kilichi, yer fıstığı ezmesi ve kırmızı biber tozu içeren bir karışımla kaplanmıştır. Toplam mezofilik aerobik bakteri, maya-küf, pH, su aktivitesi (aW) ve CIE L^*, a^*, b^* renk parametreleri belirlenmiştir. Normal ve kırmızı kilichide toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları sırasıyla 3,14 ± 0,02 ve 3,86 ± 0,01 $\log_{10}$ KOB/g; maya-küf sayıları ise 2,22 ± 0,01 ve 3,55 ± 0,06 $\log_{10}$ KOB/g olarak bulunmuştur. Su aktivitesi 0,347 ± 0,008 ve 0,361 ± 0,002; pH değerleri ise 6,04 ± 0,03 ve 6,16 ± 0,03 olarak belirlenmiştir. Kırmızı kilichi daha yüksek L^*, a^* ve b^* değerleri göstermiştir. Bulgular, kontrollü termal kurutmanın düşük su aktivitesi ve nispeten düşük mikrobiyal yüklerin elde edilmesine katkı sağladığını; kaplama formülasyonunun ise son ürün mikrobiyal yükünü etkileyebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kilichi; kurutma; maya ve küf; su aktivitesi; toplam mezofilik aerobik bakteri.

1. GİRİŞ

Kilichi, Sahel bölgesinde (Batı ve Orta Afrika) yaygın olarak tüketilen, etin kurutulması ve çeşnilendirilmesine dayanan geleneksel bir et ürünüdür. Üretimde çoğunlukla ince dilimlenmiş sığır eti kullanılmakta; et önce kısmen kurutulmakta, ardından baharatlar ve farklı bileşenlerden oluşan bir karışımla işlenerek ikinci bir kurutma işlem aşamasından geçirilmektedir (Adeyeye vd., 2020; Aworh, 2024; Iheagwara ve Okonkwo, 2016). Bu işlem kombinasyonu, ürünün su içeriğinin azaltılmasını sağlarken kilichi'ye karakteristik tat, renk ve tekstür özelliklerini kazandırmaktadır.

Geleneksel üretimde kurutmanın çoğunlukla açık ortamda gerçekleştirilmesi, işlem koşullarının üretim boyunca sabit tutulmasını güçleştirebilmektedir. Özellikle ortam sıcaklığı, hava hareketi, bağıl nem ve kurutma süresindeki değişimler, ürünün kuruma derecesini ve dolayısıyla ürünün kalite özelliklerini etkileyebilmektedir. Bunun yanında dilim kalınlığı, kaplama formülasyonu ve uygulanan ısıl işlemin yoğunluğu gibi üretim parametreleri de farklı ürünler arasında önemli değişkenlik oluşturabilmektedir.

Kontrollü kurutma sistemleri ise sıcaklık ve süre gibi kritik parametrelerin daha tekrarlanabilir koşullarda uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Literatürde fırında kurutulan kilichi örneklerinde bazı mikrobiyal grupların güneşte kurutulan örneklere kıyasla daha düşük düzeylerde bulunabildiği bildirilmiştir (Iyiola ve Aladi, 2024).

*Sorumlu yazar: adamou200x@gmail.com

Kilichi'nin özelliklerini belirleyen diğer önemli unsur ürün formülasyonudur. Yer fıstığı esaslı kaplama ile baharatların türü ve oranı; ürünün rengi, pH'sı, bileşimi ve mikrobiyolojik özellikleri üzerinde etkili olabilmektedir. Bu nedenle farklı formülasyonların aynı kurutma koşullarında üretilerek karşılaştırılması, formülasyondan kaynaklanan farklılıkların üretim koşullarından kaynaklanan değişkenlikten daha iyi ayrılmasına yardımcı olabilir.

Bu çalışmada, laboratuvar koşullarında kontrollü kurutma uygulanarak normal ve kırmızı olmak üzere iki farklı kilichi formülasyonu üretilmiş; elde edilen ürünlerin toplam mezofilik aerobik bakteri ve maya-küf yükleri ile su aktivitesi, pH ve CIE L^*, a^* ve b^* renk özellikleri değerlendirilmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Kilichi üretimi

Deneysel kilichi üretimi, Iyiola and Aladi (2024) tarafından bildirilen yöntem esas alınarak ve laboratuvar koşullarına uygun şekilde uyarlanarak gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda et örnekleri öncelikle yaklaşık 2,5 mm kalınlığında ince dilimler halinde hazırlanmıştır. Normal ve kırmızı kilichi üretiminde kullanılan çeşni karışımlarının bileşimi Tablo 2.1'de verilmiştir. Kırmızı kilichi formülasyonu, normal kilichi için kullanılan temel çeşni karışımına yer fıstığı ezmesi ve kırmızı biber tozu ilave edilerek hazırlanmıştır (Şekil 3.1). Hazırlanan et dilimleri çeşni karışımı içerisine yaklaşık 1 dakika süreyle tamamen daldırılmış, ardından karışımdan çıkarılarak fazla sosun yüzeyden süzülmesine izin verilmiş ve takiben kurutma aşamasına alınmıştır.

Tablo 2.1. Deneysel normal ve kırmızı kilichi üretiminde kullanılan çeşni karışımlarının bileşimi.

Bileşen	Normal kilichi (g)	Kırmızı kilichi (g)
Yer fıstığı ezmesi	-	50,00
Sarımsak tozu	6,00	6,00
Zencefil tozu	6,00	6,00
Muskat tozu	6,00	6,00
Soğan tozu	3,00	3,00
Köri	6,00	6,00
Knorr	2,00	2,00
Tuz	6,00	6,00
Şeker	6,00	6,00
Kırmızı biber tozu	-	9,00

Kesilen et dilimleri, sıcaklığı önceden 75 °C'ye ayarlanmış kurutma kabininde (Nüve oven KD 400) 2 saat süreyle ilk kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Kurutma süresince sıcaklık, iki problu bir termokupl kullanılarak sürekli olarak izlenmiştir. Problardan biri et örneğinin merkezine yerleştirilerek ürünün iç sıcaklığı, diğeri ise kurutma kabini içerisine yerleştirilerek ortam sıcaklığı takip edilmiştir. Daha homojen bir kurutma sağlamak ve et dilimlerinin her iki yüzeyinin sıcak hava ile benzer şekilde temas etmesini sağlamak amacıyla, örnekler her 30 dakikada bir ters çevrilmiştir. Bu uygulama hem birinci hem de ikinci kurutma aşamasında gerçekleştirilmiştir.

İlk kurutma aşamasının ardından et dilimleri, ilgili formülasyona göre hazırlanmış çeşni karışımı ile kaplanmıştır. Çeşni karışımının ürün yüzeyine mümkün olduğunca homojen şekilde

dağılması sağlandıktan sonra örnekler yeniden kurutma kabinine alınmış ve 75 °C'de 4 saat süreyle ikinci kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

2.2. Fizikokimyasal Analizler

Su aktivitesi, 25 °C'de su aktivitesi ölçüm cihazı (Novasina LabMaster-aw, Novasina AG, İsviçre) kullanılarak belirlenmiştir. Ölçümlerde ISO 18787:2017 standardının genel prensipleri esas alınmış ve analizler paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

pH analizi için kilichi örnekleri distile su ile homojenize edilmiş ve ölçümler pH 4,00 ve 7,00 tampon çözeltileri ile önceden kalibre edilmiş bir pH metre (METTLER TOLEDO S230-Kit SevenCompact™) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Hastaoğlu vd., 2021).

Ürünlerin yüzey rengi CIE *L*a*b** sistemine göre değerlendirilmiştir. Ölçümler CR-400 Chromameter (Konica Minolta, Japonya) ile örnek yüzeyinin farklı noktalarından alınmış; *L** parlaklık, *a** kırmızı-yeşil ve *b** sarı-mavi renk eksenini gösterecek şekilde kaydedilmiştir. Cihaz her ölçüm serisinden önce standart kalibrasyon plakası kullanılarak kalibre edilmiştir (Kim vd., 2019).

2.3. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizlerde her örnekten aseptik olarak alınan 10 g kilichi, 90 mL steril tamponlanmış peptonlu su içerisinde homojenize (Interscience Bagmixer® 400 P Stomacher) edilmiştir. Bu süspansiyondan ardışık on katlı dilüsyonlar hazırlanmıştır. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı PCA üzerinde 30 °C'de 48 saatlik inkübasyon sonrasında gerçekleştirilmiştir. Maya ve küf sayımı ise PDA kullanılarak 25 °C'de 7 günlük inkübasyonun ardından yapılmıştır. Sayılabilir plakalar değerlendirilmiş ve mikrobiyal yükler $\log_{10}$ KOB/g olarak ifade edilmiştir (Chacón-Navarrete vd., 2026).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Kontrollü koşullarda üretilen normal ve kırmızı kilichi örneklerinin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri Tablo 3.1'de verilmiştir. Normal kilichi örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı 3,14 ± 0,02 $\log_{10}$ KOB/g olarak belirlenirken, kırmızı kilichide bu değer 3,86 ± 0,01 $\log_{10}$ KOB/g olarak bulunmuştur. Benzer şekilde maya-küf sayısı normal kilichide 2,22 ± 0,01 $\log_{10}$ KOB/g, kırmızı kilichide ise 3,55 ± 0,06 $\log_{10}$ KOB/g olarak belirlenmiştir. Böylece kırmızı formülasyonda TMAB sayısı yaklaşık 0,72 log birim, maya-küf sayısı ise yaklaşık 1,33 log birim daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 3.1. Kontrollü koşullarda üretilen normal ve kırmızı kilichinin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri.

Parametre	Normal kilichi	Kırmızı kilichi
TMAB ($\log_{10}$ KOB/g)	3,14 ± 0,02 ^{b}	3,86 ± 0,01 ^{a}
Maya-küf ($\log_{10}$ KOB/g)	2,22 ± 0,01 ^{b}	3,55 ± 0,06 ^{a}
aW	0,347 ± 0,01 ^{a}	0,361 ± 0,00 ^{a}
pH	6,04 ± 0,03 ^{b}	6,16 ± 0,03^{a}
*L**	33,61 ± 1,97 ^{b}	39,17 ± 1,01 ^{a}
*a**	0,79 ± 0,15 ^{b}	2,72 ± 0,70 ^{a}
*b**	3,38 ± 1,51 ^{b}	10,38 ± 1,57 ^{a}

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$).

Kırmızı kilichide daha yüksek mikrobiyal yüklerin belirlenmesi, iki ürün arasındaki formülasyon farklılıkları ile ilişkili olabilir. Kilichi üretiminde kullanılan yer fıstığı esaslı kaplama, baharatlar ve diğer çeşni bileşenleri ürünün kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini etkileyebilmektedir. Boubacar Seydou vd. (2019), Nijer'de üretilen kaplamalı ve kaplamasız kilichi örnekleri arasında bileşim ve bazı mikrobiyolojik özellikler açısından farklılıklar bulunduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Sabo Haoua vd. (2018) üretim yönteminin kilichinin mikrobiyolojik kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve geleneksel yöntemle üretilen örneklerin bazı mikrobiyal yüklerinin modern yöntemle üretilenlere kıyasla daha yüksek olabildiğini göstermiştir. Bununla birlikte, mevcut çalışmada kırmızı kilichide gözlenen daha yüksek mikrobiyal yüklerin doğrudan tek bir bileşene atfedilmesi mümkün değildir. Hammaddelerin başlangıç mikrobiyal yükü, kaplama bileşenleri ve kaplama sırasında gerçekleştirilen işlemler birlikte etkili olmuş olabilir.

Üretilen her iki ürün grubunda da oldukça düşük su aktivitesi değerleri elde edilmiştir. aW değerleri normal ve kırmızı kilichide sırasıyla $0{,}347 \pm 0{,}008$ ve $0{,}361 \pm 0{,}002$ olarak belirlenirken, pH değerleri sırasıyla $6{,}04 \pm 0{,}03$ ve $6{,}16 \pm 0{,}03$ olarak bulunmuştur. Elde edilen aW değerleri geleneksel yönteminden daha düşük olup uygulanan kontrollü kurutma işlemi sonucunda ürünlerde kullanılabilir su miktarının önemli ölçüde sınırlandırıldığını göstermektedir. Boubacar Seydou vd. (2019) tarafından Nijer'den elde edilen kilichi örneklerinde de düşük su aktivitesi değerleri belirlenmiş ve bu özellik ürünün mikrobiyal stabilitesine katkı sağlayan önemli faktörlerden biri olarak değerlendirilmiştir.

Bununla birlikte, düşük su aktivitesi mikroorganizmaların tamamen ortadan kaldırıldığı anlamına gelmemektedir. Düşük nemli gıdalarda çoğalma büyük ölçüde sınırlandırılmış olsa da bazı bakterilerin uzun süre canlılığını sürdürebildiği ve düşük aW koşullarında çevresel streslere karşı daha yüksek direnç gösterebildiği bilinmektedir (Beuchat vd., 2013; Liu vd., 2022). Özellikle Salmonella gibi bazı gıda kaynaklı patojenlerin düşük su aktivitesine sahip gıdalarda uzun süre canlı kalabildiği bildirilmiştir (Morasi vd., 2022). Bu nedenle, mevcut çalışmada belirlenen düşük aW değerleri ürünün mikrobiyal çoğalmaya elverişsiz bir ortam oluşturduğunu göstermekle birlikte, saptanan mikrobiyal yükler üretim hijyeni ve olası işlem sonrası kontaminasyon açısından ayrıca değerlendirilmelidir.

Renk ölçümleri, normal ve kırmızı kilichi formülasyonları arasında belirgin farklılıklar bulunduğunu göstermiştir. Kırmızı kilichide $L^* = 39{,}17 \pm 1{,}01$, $a^* = 2{,}72 \pm 0{,}70$ ve $b^* = 10{,}38 \pm 1{,}57$ olarak belirlenen değerler, normal kilichide ölçülen $L^* = 33{,}61 \pm 1{,}97$, $a^* = 0{,}79 \pm 0{,}15$ ve $b^* = 3{,}38 \pm 1{,}51$ değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Özellikle a^* ve b^* değerlerindeki artış, kırmızı kilichi formülasyonunda kullanılan kırmızı biber içeren çeşni karışımının ürünün yüzey rengine katkısıyla ilişkilendirilebilir (Şekil 3.1). Kilichi formülasyonunda kullanılan baharatların miktar ve bileşiminin renk özelliklerini değiştirebildiği daha önce de gösterilmiştir. Adeyemi vd. (2025), farklı *Capsicum chinense* konsantrasyonlarının kilichinin renk parametrelerini etkilediğini ve daha yüksek Capsicum düzeyinin özellikle kırmızılık (a^*) değerinde artış oluşturduğunu bildirmiştir.



Şekil 3.1. Kurutma kabininde (a) normal ve (b) kırmızı kilichi örnekleri.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, geleneksel güneşte kurutma uygulamasına alternatif olarak hava sirkülasyonlu pilot ölçekli kabin tipi kurutucu kullanarak normal ve kırmızı olmak üzere iki farklı kilichi formülasyonu üretilmiş ve ürünlerin mikrobiyolojik ile fizikokimyasal özellikleri değerlendirilmiştir. Her iki formülasyonda da düşük su aktivitesi değerlerinin elde edilmesi, kontrollü kurutma işleminin ürün içerisindeki kullanılabilir suyun azaltılmasında etkili olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, düşük su aktivitesine rağmen her iki ürün grubunda da belirli düzeylerde toplam mezofilik aerobik bakteri ile maya-küf varlığının saptanması, kurutmanın mikrobiyal varlığı tamamen ortadan kaldırmadığını ve üretim hijyeninin ayrıca önem taşıdığını ortaya koymuştur.

Kırmızı kilichide toplam mezofilik aerobik bakteri ve maya-küf sayılarının normal kilichiye göre daha yüksek bulunması, kaplama formülasyonunun ve kullanılan çeşni bileşenlerinin nihai ürünün mikrobiyolojik özellikleri üzerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir. Fizikokimyasal açıdan ise her iki ürünün pH değerleri birbirine yakın olmakla birlikte, renk parametrelerinde belirgin farklılıklar gözlenmiş; kırmızı kilichide daha yüksek L^*, a^* ve b^* değerleri elde edilmiştir. Bu durum, kırmızı biber içeren kaplama formülasyonunun ürünün görsel özelliklerinin oluşumunda önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Sonuç olarak, kontrollü kurutma uygulaması kilichi üretiminde işlem koşullarının daha tekrarlanabilir hâle getirilmesi ve düşük su aktivitesine sahip bir ürün elde edilmesi açısından uygun bir yaklaşım olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, ürün formülasyonu ve özellikle kaplama aşamasında kullanılan hammaddelerin mikrobiyolojik kalitesinin nihai ürün üzerinde etkili olabileceği dikkate alınmalıdır. Bu nedenle kilichi üretiminde kurutma sıcaklığı ve süresinin kontrol edilmesinin yanı sıra, kaplama bileşenlerinin hijyenik kalitesi ve üretim sürecindeki kontaminasyon kaynaklarının kontrol altına alınması da ürün kalitesinin standardizasyonu açısından önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından Doktora Tezi kapsamında FDK-2021-14286 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Adeyemi, K. D., Sulaimon, R. O., Ishola, H., Shittu, R. M., Olaniran, F. J., Jimoh, J. O., Akinola, H. O., Rasheed, A. O., Yusuf, Y. I., Oluwasola, A., & Olabisi, B. M. (2025). Influence of Capsicum chinense concentration and salt varieties on the quality attributes of Kilishi, a sundried beef jerky. *Meat Science*, *219*, 109653. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109653

Adeyeye, E. I., Adesina, A. J., Olaleye, A. A., Olagboye, S. A., & Olatunya, M. A. (2020). Proximate, Vitamins, Minerals Compositions Together with Mineral Ratios and Mineral Safety Index of Kilishi (Beef Jerky Meat). *Haya: The Saudi Journal of Life Sciences*, *5*(5), 79-89. https://doi.org/10.36348/sjls.2020.v05i05.005

Aworh, O. C. (2024). Traditional dairy, meat and fish products of West Africa. In *Nutritional and Health Aspects of Food in Western Africa* (pp. 277-287). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-443-27384-1.00016-4

Beuchat, L. R., Komitopoulou, E., Beckers, H., Betts, R. P., Bourdichon, F., Fanning, S., Joosten, H. M., & Ter Kuile, B. H. (2013). Low-water activity foods: increased concern as vehicles of foodborne pathogens. *Journal of Food Protection*, *76*(1), 150-172. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-211

Boubacar Seydou, R., Harouna, A., Kpoclou, Y. E., Douny, C., Brose, F., Hamani, M., Mahillon, J., Anihouvi, V. B., Scippo, M. L., & Hounhouigan, D. J. (2019). Assessment of the physicochemical characteristics, chemical and microbiological safety of two types of kilichi, a grilled meat produced in Niger. *Food Science & Nutrition*, *7*(10), 3293-3301. https://doi.org/10.1002/fsn3.1190

Chacón-Navarrete, H., Roldán-Casas, J. Á., Ruiz-Castilla, F. J., et al. (2026). *Debaryomyces hansenii LR2 as a Natural Salt-Reducing Agent in Iberian Pork Loin: Enhancing Food Safety and Organoleptic Quality*. Food and Bioprocess Technology, 19, Article 42. https://doi.org/10.1007/s11947-025-04117-9

Hastaoğlu, E., Vural, H., & Can, Ö. P. (2021). Effects of thymol and rosemary essential oils and red beet extract on low-nitrite and carmine-free beef Mortadella. *Journal of Food Processing and Preservation*, *45*(10), e15855. https://doi.org/10.1111/jfpp.15855

Iheagwara, M. C., & Okonkwo, T. M. (2016). Influence of Storage Duration on Stability and Sensorial Quality of Dried Beef Product (Kilishi). *Journal of Food Processing & Technology*, *7*(4), 574. https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000574

Imar, Y., Uslu, M. K., Küçüközet, A. O., & Ergin Zeren, F. (2025). *Extending shelf life and developing palatability of chicken meat by coating active edible film*. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 31(3), 516–521. https://doi.org/10.5505/pajes.2024.94562

ISO. (2017). Foodstuffs — Determination of water activity. *ISO 18787:2017*. https://www.iso.org/standard/63379.html

Iyiola, V. O., & Aladi, N. O. (2024). Effects of Processing Methods on Quality Characteristics of Kilishi Jerkies. *FUDMA Journal of Agriculture and Agricultural Technology*, *9*(4), 61-68. https://doi.org/10.33003/jaat.2023.0904.09

Kim, S., Lee, H. J., Kim, M., Yoon, J. W., Shin, D. J., & Jo, C. (2019). Storage Stability of Vacuum-packaged Dry-aged Beef during Refrigeration at 4°C. *Food Science of Animal Resources*, *39*(2), 266-275. https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e21

Liu, S., Roopesh, M. S., Tang, J., Wu, Q., & Qin, W. (2022). Recent development in low-moisture foods: Microbial safety and thermal process. *Food Research International*, *155*, 111072. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111072

Morasi, R. M., Rall, V. L. M., Dantas, S. T. A., Alonso, V. P. P., & Silva, N. C. C. (2022). Salmonella spp. in low water activity food: Occurrence, survival mechanisms, and thermoresistance. *Journal of Food Science*, *87*(6), 2310-2323. https://doi.org/10.1111/1750-3841.16152

Sabo Haoua, S., Aminou Illia Mama, N., Bako Aminatou, M., Hassimi, S., Amoukou, I., Musambahou Malam, A., Ramatou Seini, S., Mahamane, S., & Mamoud Moussa, R. (2018). Influence of Manufacturing Methods on the Microbiological and Nutritional Characteristics of Kilichi, Dry Meat of Niger. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *7*(12), 231-241. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.712.029

Hardal Tohumu Biyoaktif Bileşiklerinin Antimikrobiyal Özellikleri ve Gıda Koruma Potansiyeli

Melisa GÜRHAN BAYIRLI*, Duygu BENZER GÜREL

Fersan Fermantasyon Ar-Ge Merkezi, İzmir

Son yıllarda gıda kaynaklı patojen mikroorganizmaların neden olduğu gıda güvenliği sorunları ile maya ve küflerin ürün kalitesi üzerindeki olumsuz etkileri, doğal antimikrobiyal bileşiklere olan ilgiyi artırmıştır. Brassicaceae (Turpgiller) familyasına ait kahverengi hardal (Brassica juncea), siyah hardal (Brassica nigra) ve beyaz hardal (Sinapis alba) tohumlarında bulunan glukozinolatlar ve bunların enzimatik hidroliz ürünleri olan izotiyosiyanatlar, doğal koruyucu özellikleriyle öne çıkmaktadır. Tüketicilerin sentetik katkı maddelerine yönelik hassasiyeti ve temiz etiket yaklaşımının yaygınlaşması, hardal tohumu kaynaklı bu bileşikleri doğal koruyucu alternatifi hâline getirmiştir. Kahverengi ve siyah hardal tohumlarında baskın glukozinolat sinigrin, beyaz hardalda ise sinalbindir. Bu bileşiklerin mirozinaz enzimi ile hidrolizi sonucunda oluşan izotiyosiyanatlar, özellikle allil izotiyosiyanat (AITC), antimikrobiyal etkinliğin temelini oluşturur. AITC hücre zarının bütünlüğünü bozarak, enzim ve metabolik faaliyetleri baskılayarak, oksidatif stresi artırarak ve biyofilm oluşumunu engelleyerek mikroorganizmaların gelişimini sınırlandırmaktadır. Hardal tohumlarının toz, yağ ve ekstrakt formlarında kullanılabilmesi, bu bileşiklerin farklı gıda sistemleri ve aktif ambalaj uygulamalarında değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bulgular, hardal tohumu kaynaklı bileşiklerin çeşitli patojen, maya ve küfler üzerinde inhibitör etki göstererek gıda güvenliği, raf ömrü ve temiz etiket uygulamalarına katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Allil izotiyosiyanat; antimikrobiyal aktivite; biyofilm; glukozinolat; hardal tohumu.

*Sorumlu yazar: melisa.gurhan@fersan.com.tr

Anadolu Manda Rumen Kaynaklı Rekombinant Ksilanaz Enziminin Yanıt Yüzeyi Yöntemi (RSM) ile Meyve Suyu Zenginleştirme İşleminin Optimizasyonu**

Bilge YILMAZ, Yusuf SÜRMELİ, Hasan Murat VELİOĞLU*

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Tekirdağ

Mikrobiyal enzimlerin kullanımı, meyve sularının işleme verimliliğini ve kalite özelliklerini iyileştirmek adına umut verici bir strateji sunmaktadır. Ksilanazlar, bitki hücre duvarlarının ksilan içeren bileşenlerini hidrolize ederek, çözünür bileşenlerin açığa çıkmasını kolaylaştırabilir ve meyve suyunun indirgen şeker içeriğini zenginleştirebilir. Bu çalışmada, Anadolu mandasının rumen mikrobiyotasından elde edilen rekombinant ksilanazın; portakal, elma ve kivi suyu zenginleştirme sürecindeki potansiyel uygulamaları değerlendirilmiştir.

Rekombinant yapı (AWBRMetXyn8/pET-28a(+)); *Escherichia coli* BL21(DE3) suşuna transforme edilmiş, genin aşırı ekspresyonu gerçekleştirilmiş ve enzim biyokimyasal olarak karakterize edilmiştir. Ksilanaz uygulamasının meyve suyu özellikleri üzerindeki enzimatik süreç, Yanıt Yüzeyi Yöntemi (RSM) kullanılarak optimize edilmiştir. Bu doğrultuda enzim dozu 0,04 U/mL ile 0,26 U/mL aralığı, uygulama süresi 3–5 saat aralığı taranmıştır. Elde edilen sonuçlar ile meyve suyu indirgen şeker içeriği temel yanıt olarak değerlendirilmiştir.

RSM tabanlı yaklaşım, enzimatik uygulama koşulları ile meyve suyu kalitesi üzerindeki etkileri arasındaki ilişkinin sistematik olarak değerlendirilmesine ve optimum işleme koşullarının belirlenmesine olanak tanımaktadır. Meyve suyu zenginleştirme sürecinde portakal için 0,09 U/mL, elma suyu için 0,13 U/mL ve kivi suyu için 0,09 U/mL enzim dozunun optimum enzim dozu olduğu tespit edilmiştir. Anadolu manda rumen kaynaklı rekombinant ksilanazın, meyve matrisinden çözünür bileşenlerin açığa çıkmasını teşvik ederek biyoteknolojik bir işleme yardımcısı olarak potansiyelini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Meyve suyu zenginleştirme; rekombinant ksilanaz; yanıt yüzeyi yöntemi (RSM).

*Sorumlu yazar: mvelioglu@nku.edu.tr

**Bu çalışma, TÜBİTAK 1001 – Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında, 121Z943 proje numarası ile desteklenmiştir.

Kaşar Peynirinden İzole Edilen Sorbata Dirençli Küfler Tarafından Mikotoksin Oluşumuna Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi**

Selin AÇIKEL[1], Gülten TİRYAKİ GÜNDÜZ[2], Nurcan KOCA[2,*]

[1]Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir
[2]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Kaşar peyniri, ülkemizdeki küflenme sorunlarının en sık görüldüğü peynirlerden biridir. Uygun şartlarda küfler, sağlığa zararlı mikotoksin olarak adlandırılan sekonder metabolitleri üretmektedirler. Bu çalışma kapsamında, sorbat uygulanmış taze kaşar peynirinden izole edilen sorbata dirençli 9 *Penicillium* ve 1 *Byssochlamys* cinsine ait 10 küf suşunun, mikotoksin üretimine sıcaklık (4, 10, 25 °C), pH (4,5, 5,2, 6,8) ve sorbat düzeyi (0, 400, 1000 ppm) değişimlerinin etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Altı mikotoksin standardı (patulin, penisilik asit, mikofenolik asit, rokfortin C, siklopiazonik asit, penitrem A) dış standart olarak kullanılmıştır. Mikotoksin analizi için, her spor süspansiyonundan (10^6 spor/mL) 1 µL YES agar petrilerin (farklı sorbat ve pH değerlerinde) 3 noktasına inokülasyon yapılmış ve 25 °C'de 7 gün, 10 °C'de 14 gün inkübe edilmiştir. Petride gelişen küf kolonilerinden mikotoksin ekstraksiyonu yapılmış ve HPLC ile analiz edilmiştir. Sorbata dirençli küflerin mikotoksin üretimi, sıcaklık, pH ve sorbat kullanımından etkilenmiştir. Sorbat kullanımı özellikle düşük pH değerlerinde (4,5 pH), küf gelişimini yavaşlatmış ve hatta baskılamıştır. Genellikle, sabit pH değerinde (özellikle 4,5 pH) sorbat miktarı arttıkça, mikotoksin üretimi azalmıştır. 25 °C'de mikotoksin değerleri 10 °C'ye kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Patulin ve penisilik asit üretimi 10 °C'de tespit edilmemiştir. Sonuç olarak, sorbat kullanımının küf ve mikotoksin gelişiminde etki olduğu ancak bu etkinin pH ve sıcaklık etkileşimi çerçevesinde şekillendiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kaşar peyniri; mikotoksin; sorbata dirençli küf.

*Sorumlu yazar: nurcan.koca@ege.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 1002-Hızlı Destek Programı kapsamında 125O864 proje numarası ile desteklenmiştir.

Vakum İmpregnasyon Tekniği ile Kırmızı Pancar Suyu Katkılı Fonksiyonel Elma Cipsi Üretimi

Selin ŞENKAYA, Jale YILDIRIM, Damla USTA, Bige KARAMAN*

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

ÖZET

Bu çalışmada alternatif ve sağlıklı bir atıştırmalık olarak fonksiyonel elma cipsi üretimi amacıyla yüksek poroziteye sahip "Granny Smith" çeşidi elmalar, soğuk sıkımla elde edilen kırmızı pancar suyu ile muamele edilmiştir. Hazırlanan örneklere 250 mbar basınç altında 10 dakika vakum ve 15 dakika relaksasyon aşamalarından oluşan vakum impregnasyon işlemi ile atmosferik impregnasyon uygulanmıştır. 50 °C'de konvektif olarak %10 nemin altına düşecek şekilde kurutulan elmalar biyoaktif içerik yönünden analiz edilmiştir. İşlem uygulanmayan kontrol örneği ile atmosferik ve vakum impregnasyon işlemi uygulanan cipslerin antioksidan kapasite (DPPH) değerleri sırasıyla 279,74 ± 14,93, 292,76 ± 16,11 ve 357,34 ± 30,04 mmol askorbik asit eşdeğeri (AAE)/100 g kuru madde (KM); toplam fenolik madde miktarları 425,48 ± 4,31, 522,91 ± 28,37 ve 763,01 ± 40,84 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g KM; toplam flavonoid içerikleri ise 174,46 ± 28,29, 736,14 ± 54,31 ve 2487,97 ± 68,43 rutin eşdeğeri (RE) mg/100 g KM olarak saptanmıştır. Elma cipslerine ait değerlerin vakum impregnasyon uygulanan örneklerde yüksek olduğu ortaya konmuştur ($p < 0,05$). Ayrıca meyve cipslerinde renk, görünüş, tat, tekstür ve genel beğeni kriterleri dikkate alınarak hedonik skala üzerinden gerçekleştirilen duyusal analiz sonucunda örneklerin tamamı beğenilmiş ve kabul edilir nitelikte bulunmuştur. Yüksek gözenekli elma matrisinin kırmızı pancar suyu ile impregne edilerek kontrollü kurutulması, duyusal özellikleri de kabul gören alternatif bir fonksiyonel meyve cipsinin üretimine olanak sağlamış olup, sonuçların gelecek çalışmalara ışık tutacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elma cipsi; fonksiyonel gıda; kırmızı pancar; vakum impregnasyon.

1. GİRİŞ

Tüketicilerin doğal bileşenler içeren, besleyici ve fonksiyonel atıştırmalıklara yönelik ilgisinin artması, meyve ve sebze bazlı yenilikçi ürünlerin geliştirilmesini hızlandırmıştır. Elma gözenekli hücresel yapısı nedeniyle fonksiyonel bileşenlerin taşınması için uygun bir gıda matrisi olarak değerlendirilmektedir. Raf ömrünü uzatmak amacıyla kurutulmuş elma üretiminde, kurutma öncesi uygun bir zenginleştirme işleminin uygulanması ve ardından kontrollü kurutma koşullarının kullanılması hem ürün kalitesinin korunması hem de fonksiyonel özelliklerin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.), doğal pigmentler ve biyoaktif bileşenler bakımından zengin bir bitkisel kaynak olup özellikle betalain içeriği nedeniyle gıda teknolojisinde doğal renklendirici ve fonksiyonel bileşen kaynağı olarak dikkat çekmektedir. Bununla birlikte betalain pigmentleri sıcaklık, oksijen, ışık, pH ve işlem süresi gibi çevresel koşullara ve proses şartlarına karşı duyarlı olduğundan, bu bileşenlerin gıda matrisine aktarılması ve işlem sırasında korunması önemli bir teknolojik sorundur (Fu vd., 2020). Bu amaçla fonksiyonel bileşenlerin bitkisel dokulara en üst düzeyde aktarılmasında kullanılan ön işlemler arasında yer alan vakum

*Sorumlu yazar: bige@uludag.edu.tr

impregnasyon (VI), ürün dokusundaki gazın düşük basınç altında uzaklaştırılması ve daha sonra atmosferik basınçla dış çözeltinin boşalan hücreler arası boşluklara girmesi esasına dayanmaktadır. Süreç, hidrodinamik mekanizma ile deformasyon–relaksasyon olgusunun birlikte etkisiyle açıklanmaktadır (Fito vd., 1996). Atmosferik impregnasyon (AI) ise vakum uygulanmaksızın, ürün ile fonksiyonel sıvının temas ettirilmesi yoluyla gerçekleşen daha basit bir zenginleştirme yaklaşımıdır. Özellikle kırmızı pancar suyunun temel fonksiyonel bileşenlerinden olan betalainlerin termal duyarlılığı dikkate alındığında, impregnasyon işleminin kontrollü ve kurutma prosesinin düşük sıcaklıkta yapılması hem doğal rengin hem de biyoaktif bileşenlerin korunması açısından önemlidir (Kręcisz vd., 2023).

Bu çalışmanın amacı, Granny Smith elma dilimlerine kırmızı pancar suyunun AI ve VI teknikleri kullanılarak aktarılmasıyla doğal pigment ve biyoaktif bileşenler bakımından zenginleştirilmiş fonksiyonel elma cipslerinin geliştirilmesi ve söz konusu ön işlemlerin ürün özellikleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırmalı olarak belirlenmesidir.

2. YÖNTEM

2.1. Materyal

Ticari olgunluktaki karakteristik tat, doku, gözenek ve açık renk meyve etine sahip Granny Smith elmalar ile kırmızı pancarlar Bursa ili Nilüfer ilçesindeki yerel satış noktalarından tek parti halinde temin edilmiş, işlem öncesinde +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Ayıklanıp yıkanan ve kabukları soyulan elmalar aynı boyutta üçgen şeklinde (1,2 cm uzunluk ve 0,2 cm kalınlık) dilimlenmiştir. Kırmızı pancar suyu soğuk presle elde edilmiş ve tülbentten süzülmüştür. Her uygulamada katı:sıvı oranı 1:3 (kütle/hacim) olarak sabit tutulmuştur. Kontrol grubuna (K) impregnasyon uygulanmamıştır. Atmosferik impregnasyonda (P-ATM) elma dilimleri kırmızı pancar suyu içinde 1013 mbar atmosfer basıncında 25 dakika bekletilmiştir. Vakum impregnasyonda (P-VAK) ise 250 mbar mutlak basınçta elmalar 10 dakika tutulmuş, ardından sistem atmosfer basıncına getirilerek 15 dakika relaksasyona bırakılmıştır. Her iki impregnasyon işleminin toplam süresi ön deneme ve duyusal değerlendirme sonuçlarına göre 25 dakika olarak belirlenmiştir. İşlem sonunda yüzeydeki fazla sıvı filtre kâğıdıyla uzaklaştırılmış ve elmalar kurutucuya alınmıştır.

2.2. Kurutma ve analizler

Kontrol ve impregnasyon uygulanmış örnekler 50 °C'de konvektif etüvde (Yücebaş Makina Y35, İzmir) %20 bağıl nem ortamında ve 2 m/s hava hızında %10 nemin altına düşene kadar (225 dk) kurutulmuştur. Kütle değişimi 30 dakika aralıklarla izlenmiş; nem düzeyi azaldıkça takip 5 dk aralıklarla devam etmiştir.

Biyoaktif analizler için homojenize edilmiş 0,5 g örnek 25 mL %80 metanol ile oda sıcaklığında çalkalanarak 4 saat süreyle ekstrakte edilmiştir. Antioksidan kapasite (AK), ekstraktın DPPH çözeltisiyle karanlıkta 60 dakika reaksiyonundan sonra 517 nm'de ölçülmüş (Shimadzu-UV/VIS 1601 spektrofotometre) ve mmol askorbik asit eşdeğeri (AAE)/100 g kuru madde (KM) cinsinden hesaplanmıştır. Toplam fenolik madde (TP) Folin-Ciocalteu ayıracı kullanılarak 765 nm dalga boyunda belirlenmiş ve mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g KM olarak hesaplanmıştır. Toplam flavonoid madde (TF) ise 510 nm'de ölçülmüş ve mg rutin eşdeğeri (RE)/100 g KM cinsinden ortaya konmuştur. Duyusal değerlendirme, on panelist ile 5 puanlı hedonik skala kullanılarak gerçekleştirilmiştir (1: hiç beğenmedim; 5: çok beğendim). Rastgele kodlanan örnekler renk, görünüş, tat, tekstür ve genel beğeni yönünden

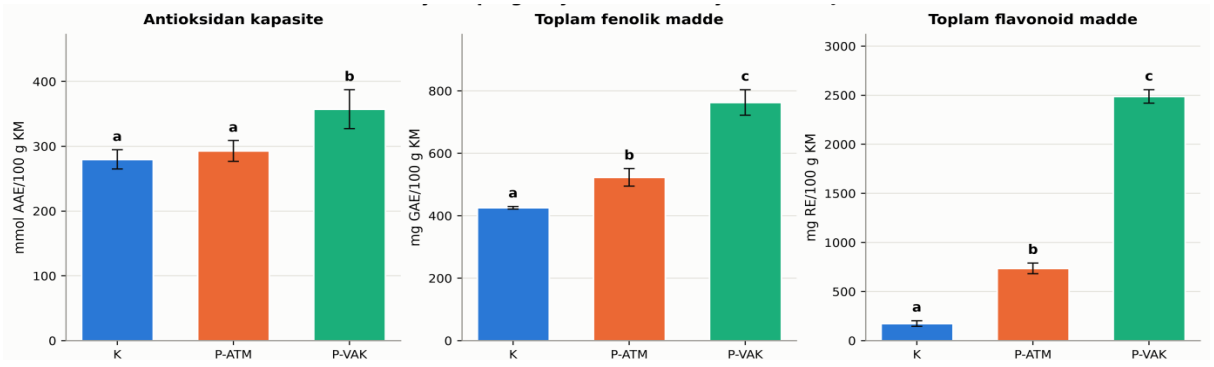
değerlendirilmiştir. Sonuçlar, üç tekrarlı ölçümlerin ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Elde edilen verilere, one-way tek yönlü ANOVA yöntemi ile varyans analizi uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar Tukey ile belirlenmiştir ($p < 0,05$).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Taze elmanın başlangıç nem miktarı %81,91 olarak belirlenmiştir (Moradi vd., 2026; Dajbych vd., 2026). Kurutmanın ilk 90–150 dakikasında kütle kaybı hızla gerçekleşmiş, sonraki aşamada kurumadde içeriğinin ve iç difüzyon direncinin artmasına bağlı olarak kuruma hızı düşmüştür (Moradi vd., 2026). Kurutulan örneklerin kuru madde değerleri ortalama %92 seviyesine yükselmiştir. Bu değer elmanın kurutulması üzerine yapılan çalışmaların sonuçlarıyla uyum göstermektedir (Yuliasih vd., 2026; Dajbych vd., 2026; Pinheiro vd., 2023). Son değerlerde görülen nem düzeyleri arasındaki farklılıkların örnek kalınlığı ve yüzey alanı gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Betalainlerin sıcaklığa duyarlılığı dikkate alınarak hava sirkülasyonlu kurutma düşük sıcaklıkta yapılmıştır (Shakir ve Vincenzi, 2024; Mendelová vd., 2024; Guerra-Valle vd., 2018). Pigment stabilizasyonu ürünün kırmızı renginin ve biyoaktif bileşenlerin korunması üzerinden değerlendirilmiştir.

3.1. Biyoaktif Bileşenler

Örneklerin AK, TP ve TF sonuçları Şekil 3.1'de verilmiştir. AK değeri P-VAK grubunda 357,34 ± 30,04 mmol AAE/100 g KM'ye ulaşmış ve diğer örneklerden anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Benzer şekilde elmaların TP ve TF miktarları arasındaki farklılık da istatistiki olarak önemli bulunmuş ve vakum impregnasyon tekniği söz konusu bileşiklerin yüksek düzeyde saptanmasına neden olmuştur.



K: kontrol; P-ATM: pancar suyu ile atmosferik impregnasyon; P-VAK: pancar suyu ile vakum impregnasyon

Şekil 3.1. Kurutulmuş elmaların karşılaştırmalı AK, TP ve TF miktarları.

P-VAK grubunda TP miktarı kontrolün yaklaşık 1,8 katı, TF ise yaklaşık 14,3 katı kadar saptanmıştır. Bu durum vakum aşamasında elma dokusundaki gazın uzaklaşması ve relaksasyon sırasında pancar suyunun hücreler arası boşluklara nüfuz etmesiyle açıklanabilir. Bu sonuçlar VI uygulanmış elma dilimlerinde doğal ekstraktlardan gelen polifenollerin ve flavonoidlerin ve dolayısıyla AK nin arttığını bildiren Anaya-Esparza vd. (2024) ile kırmızı pancar suyunun VI yoluyla bitkisel dokulara aktarılabildiğini gösteren Kręcisz vd. (2023, 2025)'nin yaptığı çalışmaların sonuçları ile uyum göstermektedir. Benzer şekilde, meyve suyu ile zenginleştirilmiş ve kurutulmuş elmalarda da su kaybına bağlı konsantrasyon artışının yanı sıra, vakumun hücresel matriste yarattığı gevşeme sayesinde hücre duvarına bağlı fenoliklerin serbest forma geçmesi sonucu TP ve AK artışı rapor edilmiştir (Kowalska vd., 2020). Moreno

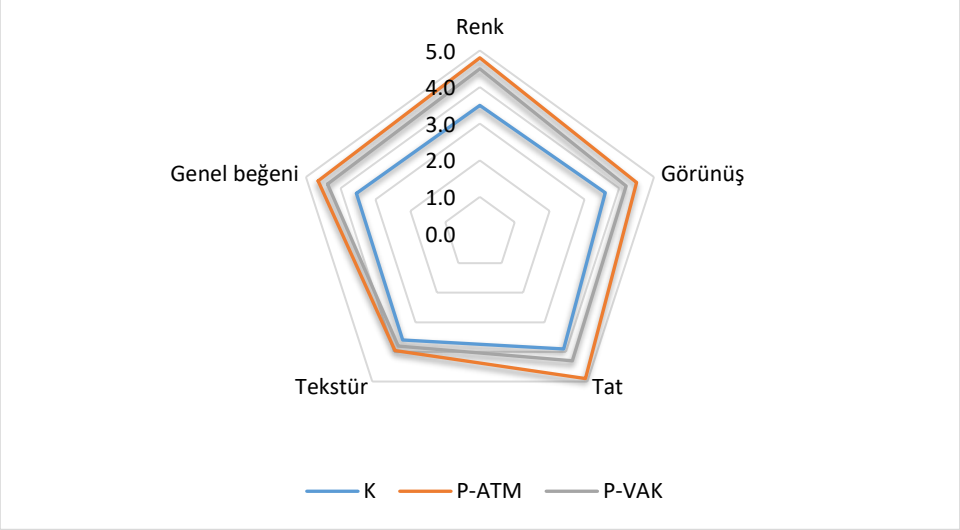
vd. (2025) tarafından yapılan çalışmada ise elma dilimlerine uygulanan vakum osmodehidrasyon işleminin doku porlarındaki gazı uzaklaştırarak kırmızı pancar suyundaki antioksidan özellikli biyoaktif bileşenlerin penetrasyonunu ve hücre matrisinde tutulumunu 1,5–4,1 kat artırdığı bildirilmiştir. Paralel olarak Moreira ve Almohaimeed (2018), kırmızı pancar kaynaklı fenolik bileşiklerin vakum etkisiyle bitkisel dokuya aktarılmasının TP miktarında ve ürün kalitesinde belirgin iyileşmeler sağladığını göstermiştir. Bu çalışmada tespit edilen antioksidan artışı, elmanın doğal fenolikleri ile pancardan absorbe edilen güçlü betalain pigmentlerinin sinerjik etkileşimiyle açıklanabilir (Chhikara vd., 2019; Raczyk vd., 2022).

Elma dilimlerinin meyve suyu konsantresi ile zenginleştirilmesini inceleyen Guerra-Valle vd. (2018) elma matrisine en az kayıpla en yüksek flavonoid geçişinin 40–50 °C aralığında gerçekleştiğini, uzun süreli ve yüksek sıcaklıklı ısıl işlemlerin flavonoid yapıda parçalanmalara yol açtığını doğrulamıştır. Benzer bulgular Rojas vd. (2020) tarafından da saptanmış olup; elma dilimlerine dışarıdan doğal biyoaktif renklendirici aktarımının flavonoid içeriğini artırdığı ve kurutma periyodu sonunda bu biyoaktif potansiyelin yüksek oranda korunduğu ortaya konmuştur.

Pancar suyunun karakteristik bileşenleri olan betalainler ve flavonoidler termal strese karşı oldukça duyarlıdır (Fu vd., 2020). Nitekim Mendelová vd. (2024), 70 °C'de sıcak havayla kurutulan kırmızı pancar cipslerinde betasiyaninlerin %50,9'unun, toplam polifenollerin ise %48,7'sinin geri dönüşümsüz termal degradasyona uğradığını bildirmiştir. Bu çalışmada kurutmanın 50 °C gibi ılımlı bir sıcaklıkta yürütülmesi, ısıl yıkım ve polifenol oksidaz kaynaklı enzimatik kayıpları sınırlandırarak hem doğal rengin hem de aktarılan fitokimyasalların yüksek oranda muhafaza edilmesini sağlamıştır (Shakir ve Vincenzi, 2024; Mendelová vd., 2024).

3.2. Duyusal değerlendirme

Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre tüm elma cipsleri panelistlerce beğenilerek kabul edilebilir bulunmuştur (Şekil 3.2). P-ATM örneği renk (4,80), görünüş (4,50), tat (4,90) ve genel beğeni (4,65) açısından en yüksek puanları almıştır. Kırmızı pancar pigmentlerinin sağladığı canlı görünümün impregnasyon işlemi uygulanan elmalarda renk ve görünüş puanlarına olumlu yansımıştır (Buterchi vd., 2025). Aynı araştırmacılar pancardan geçen doğal şeker formlarının ve uçucu bileşiklerin kurutulmuş elma dilimlerinde daha aromatik ve tatlımsı bir algı yaratarak panelistlerin tat puanlarını pozitif yönde etkilediğini bildirmiştir. Bu sonuçlarla uyumlu olarak Moreira ve Almohaimeed (2018), pancar fenolikleriyle impregne edilmiş patates cipslerinde vakum işleminin fonksiyonel bileşen aktarımına ve ürün kalitesine katkı sağlayabildiğini bildirmiştir.



Şekil 3.2. Elma cipslerinin duyusal değerlendirme profiline ait örümcek ağı.

Elma çeşidi, dilim kalınlığı ve kurutucu tipinin duyusal kaliteyi etkilediği bilinmektedir (Ghinea vd., 2022). Gelecek optimizasyon çalışmalarında son nem ve su aktivitesinin dar bir aralıkta standardize edilmesi ve cips niteliğinin ortaya konması için kırılma kuvvetinin enstrümantal olarak belirlenmesi önerilmektedir.

4. SONUÇ

Kırmızı pancar suyu ile atmosferik ve vakum impregnasyon uygulanması, 50 °C'de kurutulan elma cipslerinin fonksiyonel özelliklerini geliştirmiştir. VI işlemi AK, TP ve TF miktarlarında en yüksek sonuçları vermiş; özellikle TF içeriği işlem uygulanmayan örneğe göre yaklaşık 14 kat yüksek bulunmuştur. Biyoaktif içeriğin aksine, duyusal değerlendirmede en yüksek genel beğeni atmosferik impregnasyon uygulanan elmalarda elde edilmiştir. Çalışma, VI'nun pancar suyundaki bileşenleri gözenekli elma dokusuna aktarmak için uygulanabilir bir ön işlem olduğunu ortaya koymuştur. Gelecek çalışmalarda betanin profili, renk değerleri, tekstür, su aktivitesi, mikroyapı ve raf ömrü analizlerinin araştırılması; vakum miktarı, vakum relaksasyon süresi, dilim kalınlığı ve hava hızının çok değişkenli optimizasyonla incelenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Anaya-Esparza, L. M., Rodríguez-Lafitte, E., Villagrán, Z., Aurora-Vigo, E. F., Ruvalcaba-Gómez, J. M., Símpalo-López, W. B., Martínez-Esquivias, F., & Sarango-Córdova, C. H. (2024). Optimization of vacuum impregnation with aqueous extract from *Hibiscus sabdariffa* calyces in apple slices by response surface methodology: Effect on soluble phenols, flavonoids, antioxidant activity, and physicochemical parameters. *Applied Sciences*, *14*(23), 10850. https://doi.org/10.3390/app142310850

Buterchi, I., Ciurlă, L., Enache, I.-M., Patras, A., Teliban, G.-C., & Irimia, L.-M. (2025). Valorisation of beetroot peel for the development of nutrient-enriched dehydrated apple snacks. *Foods*, *14,* 2560. https://doi.org/10.3390/foods14152560

Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat, Y., & Panghal, A. (2019). Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: A critical review. *Food Chemistry*, *272*, 192–200. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.022

Dajbych, O., Kabutey, A., Mizera, Č., Sedláček, A., & Herak, D. (2026). Effect of diffusion path lengths on effective moisture diffusivity and activation energy of red delicious apple slices under convective drying. *Processes*, *14*(12), 2015. https://doi.org/10.3390/pr14122015

Fito, P., Andrés, A., Chiralt, A., & Pardo, P. (1996). Coupling of hydrodynamic mechanism and deformation-relaxation phenomena during vacuum treatments in solid porous food-liquid systems. *Journal of Food Engineering*, *27*(3), 229–240. https://doi.org/10.1016/0260-8774(95)00005-4

Fu, Y., Shi, J., Xie, S.-Y., Zhang, T.-Y., Soladoye, O. P., & Aluko, R. E. (2020). Red beetroot betalains: Perspectives on extraction, processing, and potential health benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *68*(42), 11595–11611. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c04241

Ghinea, C., Prisacaru, A. E., & Leahu, A. (2022). Physico-chemical and sensory quality of oven-dried and dehydrator-dried apples of the *Starkrimson, Golden Delicious* and *Florina* cultivars. *Applied Sciences*, *12*(5), 2350. https://doi.org/10.3390/app12052350

Guerra-Valle, M. E., Moreno, J., Lillo-Pérez, S., Petzold, G., Simpson, R., & Nuñez, H. (2018). Enrichment of apple slices with bioactive compounds from pomegranate cryoconcentrated juice as an osmodehydration agent. *Journal of Food Quality, 2018,* Makale 7241981. https://doi.org/10.1155/2018/7241981

Kowalska, J., Marzec, A., Domian, E., Galus, S., Ciurzyńska, A., Lenart, A., & Kowalska, H. (2020). The use of antioxidant potential of chokeberry juice in creating pro-healthy dried apples by hybrid (convection-microwave-vacuum) method. *Molecules*, *25*(23), 5680. https://doi.org/10.3390/molecules25235680

Kręcisz, M., Kolniak-Ostek, J., Stępień, B., & Combrzyński, M. (2025). Bio-compounds, antioxidant activity, and phenolic content of broccoli after impregnation with beetroot juice. *Molecules*, *30*(10), 2143. https://doi.org/10.3390/molecules30102143

Kręcisz, M., Stępień, B., Łyczko, J., Kamiński, P., Pasławska, M., & Musiałowska, J. (2023). The influence of vacuum impregnation, beetroot juice, and various drying methods on selected properties of courgette and broccoli snacks. *Foods*, *12*(23), 4294. https://doi.org/10.3390/foods12234294

Mendelová, A., Mendel, L., Solgajová, M., Kolesárová, A., & Mareček, J. (2024). Increasing the stability of polyphenols and betacyanins in beetroot chips by treatment before drying. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, *14*(1), Article e10936. https://doi.org/10.55251/jmbfs.10936

Moradi, M., Raeesi, R., Rashidi, S., & Keramat-Jahromi, M. (2026). Predictive modeling of apple slice drying: Integrating temperature, thickness, and shrinkage dynamics. *Plos One*, *21*(3), Article e0341428. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0341428

Moreira, R. G., & Almohaimeed, S. (2018). Technology for processing of potato chips impregnated with red root beet phenolic compounds. *Journal of Food Engineering*, *228*, 57–68. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.02.010

Moreno, J., Sáez-Trautmann, G., Petzold, G., Simpson, R., Nuñez, H., Pavez-Guajardo, C., Guerra-Valle, M., & Seraglio, S. K. T. (2025). Bioactive component behavior of cryoconcentrated beet juice after enrichment of osmodehydrated apple slices assisted with ohmic heating. *Journal of Food Science and Technology.* Advance online publication https://doi.org/10.1007/s13197-025-06309-9

Pinheiro, M. N. C., & Castro, L. M. M. N. (2023). Effective moisture diffusivity prediction in two Portuguese fruit cultivars (Bravo de Esmolfe apple and Madeira banana) using drying kinetics data. *Heliyon*, *9*(7), Article e17741. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17741

Raczyk, M., Kruszewski, B., & Zachariasz, E. (2022). Effect of tomato, beetroot and carrot juice addition on physicochemical, antioxidant and texture properties of wheat bread. *Antioxidants, 11,* 2178.

Rojas, M. L., Augusto, P. E. D., Cárcel, J. A. (2020). Combining ethanol pre-treatment and ultrasound-assisted drying to enhance apple chips by fortification with black carrot anthocyanin. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 101*(5), 2078– 2089. doi:10.1002/jsfa.10830

Shakir, B. K., & Vincenzi, S. (2024). Estimation of betalain content in beetroot peel powder. *Italian Journal of Food Science, 36*(1), 53–57. https://doi.org/10.15586/ijfs.v36i1.2438

Yuliasih, I., Rasyid, D., & Permatasari, N. A. (2026). Mathematical modelling of dehydrator drying on apple fruit slices. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, *35*(3), 304–311. https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2025.35.3.304

Karvakrol İçeren Nanolif Ambalajın Ekmeğin Raf Ömrü Üzerine Etkisi

Ayla GÜR, Gül VATANSEVER, Ayşe Neslihan DÜNDAR*, Furkan Türker SARICAOĞLU

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Gıdalarda raf ömrünün uzatılması ve mikrobiyal bozulmanın sınırlandırılması açısından aktif ambalaj sistemleri önem taşımaktadır. Bu çalışmada, elektro-üflemeli eğirme yöntemiyle üretilen ve farklı oranlarda karvakrol (%10, %20 ve %30) içeren polilaktik asit (PLA) esaslı nanoliflerin, yönlendirilmiş polipropilen (OPP) film ile birlikte kullanılarak ekmeğin raf ömrü üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Renk analizlerinde, karvakrol içeren gruplarda ekmek içi ve dışı L^*, a^* ve b^* değerlerinin depolama süresince kontrol grubuna kıyasla daha stabil kaldığı, özellikle %20 ve %30 karvakrol içeren örneklerin renk değerlerinin daha iyi korunduğu belirlenmiştir. Tekstür analizlerinde tüm örneklerde sertlik artışı gözlenirken, %10 karvakrol içeren grupta sertlik artışının daha sınırlı olduğu; elastikiyet, tutarlılık ve esneklik değerlerinin daha iyi korunduğu saptanmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde hiçbir numunede maya gelişimi tespit edilmemiştir. 15. günde kontrol grubunda küf sayısı >3000 KOB/g düzeyine ulaşırken, %20 ve %30 karvakrol içeren örneklerde 1 KOB/g düzeyinde kalmıştır.

Elde edilen sonuçlar, karvakrol içeren PLA nanolif ambalajların ekmeğin renk ve tekstürel özelliklerinin korunmasına ve küf gelişiminin sınırlandırılmasına katkı sağladığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekmek; karvakrol; nanolif; raf ömrü.

*Sorumlu yazar: ayse.dundar@btu.edu.tr

Meyve Sularında Soğuk Atmosferik Plazma Uygulaması

Beyhan GÜNAYDIN DAŞAN*, İsmail Hakkı BOYACI

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Tüketicilerin güvenli, sağlıklı ve fonksiyonel gıdalara yönelik artan talebi, geleneksel ısıl işlemlere alternatif teknolojilere olan ilgiyi artırmıştır. Bu kapsamda soğuk atmosferik plazma (CAP), düşük sıcaklıkta uygulanabilmesi ve gıda kalitesini koruyabilmesi nedeniyle öne çıkmaktadır. CAP sırasında oluşan reaktif oksijen ve azot türleri (ROS/RNS), oksidatif strese yol açarak mikroorganizmaların hücre membranı, lipid, protein ve DNA yapılarında hasara neden olmakta ve mikrobiyel inaktivasyonu sağlamaktadır. Bu çalışmada, CAP'in sıvı gıdalara uygulanabilirliği; berrak (elma, vişne) ve bulanık (portakal, domates) meyve sularında *Escherichia coli* inaktivasyonu, renk, toplam fenolik içerik ve pH üzerindeki etkileri açısından değerlendirilmiştir. CAP uygulaması, hava kullanılarak, sabit gaz akış hızında (3000 L/sa), 650 W güçte ve farklı sürelerde (30–120 s) gerçekleştirilmiştir. 120 saniyelik uygulama sonunda *E.coli* sayısında en yüksek azalma elma suyunda (4,02 log KOB/mL) ve vişne nektarında (3,34 log KOB/mL) elde edilirken, bulanık meyve sularında inaktivasyon daha sınırlı kalmıştır. Bu sonuç, gıda matrisindeki bulanıklığın plazma aktif türlerinin etkinliğini azaltabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, renk parametrelerinde anlamlı bir değişim gözlenmemiş, toplam fenolik içerik %15 oranında artmış, pH değerleri etkilenmemiş ve sıcaklık işlem boyunca 40 °C'nin altında kalmıştır. Sonuçlar, CAP uygulamasının sıvı gıdalarda mikrobiyel güvenliği artırırken, fenolik stabilite ve renk korunumu üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu ve geleneksel yöntemlere umut verici bir alternatif olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği; meyve suyu; mikrobiyal inaktivasyon; soğuk atmosferik plazma.

*Sorumlu yazar: beyhang@hacettepe.edu.tr

Bakteriyofaj Endolizinleri ve Gıda Güvenliğindeki Potansiyel Uygulamaları

Aslı YILDIRIM*, Şeyma Betül ENCU, Esra ACAR SOYKUT

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu

Gıda tedarik zincirinin üretimden tüketime kadar her aşamasında meydana gelebilecek kontaminasyonlar ve özellikle gıda temas yüzeylerinde oluşan biyofilmler, gıda güvenliği açısından önemli riskler oluşturmaktadır. Geleneksel antibiyotik ve kimyasal ajanlara karşı gelişen direnç ile bu maddelerin insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri, gıda güvenliğinde alternatif biyolojik kontrol yöntemlerine duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Bu kapsamda bakteriyofajlar, bakterileri seçici olarak hedefleyebilmeleri, doğal olarak bulunmaları ve gıdaların organoleptik özelliklerini olumsuz etkilememeleri nedeniyle umut vadeden biyolojik kontrol ajanları olarak öne çıkmaktadır. Fajların litik döngüsünde görev alan endolizinler, bakteriyel peptidoglikanı hidrolize ederek hücre lizisine neden olan ve fajların aksine gen aktarımı veya faj direnci gibi riskler taşımayan enzimlerdir. Endolizinlerin süt ürünleri, et, sebze ve gıda temas yüzeylerinde başta *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* ve *Escherichia coli* olmak üzere çeşitli patojenlerin ve biyofilmlerin kontrolünde etkili olabileceği gösterilmiştir. Bu çalışmada, bakteriyofaj kökenli endolizinlerin gıda sektöründeki potansiyel kullanım alanları, antimikrobiyal aktiviteleri ve gıda kaynaklı patojenlerin kontrolündeki uygulama olanakları literatür doğrultusunda değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Bakteriyofaj; endolizin; patojen.

*Sorumlu yazar: yildirimasli4848@gmail.com

Ulva lactuca'dan Elde Edilen Ulvanın Yağ Enkapsülasyonunda Yumuşak Kapsül Kaplama Materyali Olarak Kullanım Potansiyelinin Araştırılması**

Dilara ALTINOK[1], Oya Irmak ŞAHİN[2,*]

[1]Yalova Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yalova
[2]Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Yalova

Bu çalışmada, yeşil makroalg *Ulva lactuca*'dan elde edilen ulvan polisakkaritinin, yağ enkapsülasyonunda geleneksel kaplama materyallerine alternatif olarak yumuşak kapsül (soft-gel) üretiminde kullanım potansiyelinin araştırılması amaçlanmıştır.

Marmara Denizi'nden toplanan *Ulva lactuca* biyokütlesinden ulvan ekstrakte edilmiş ve elde edilen polisakkarit Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ile karakterize edilmiştir. Yağ enkapsülasyonu için ulvan, bezelye proteini izolatı ve sodyum aljinat farklı oranlarda kullanılarak dış faz formülasyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan emülsiyonlar kalsiyum klorür ($CaCl_2$) jelleşme banyosuna damlatılarak yumuşak kapsüller elde edilmiştir. Farklı iç faz/dış faz oranları ile dış faz bileşenlerinin oranlarının kapsül oluşumu ve yapısal özellikler üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.

Ekstrakte edilen ulvanın FTIR spektrumunda polisakkarit yapısına ait karakteristik bantların yanı sıra sülfat ester gruplarını gösteren 1225–1226 cm^{-1} ve C–O–S titreşimlerine karşılık gelen 820–856 cm^{-1} bölgelerinde karakteristik bantlar belirlenmiştir. Elde edilen kapsüllerin FTIR spektrumlarında ise ulvan, aljinat ve bezelye proteini izolatına ait karakteristik yapıların birlikte gözlenmesi, kapsül bileşenleri arasında etkileşim ve bağlanmanın gerçekleştiğini göstermiştir. En belirgin yapısal etkileşimler, 1:3,5 iç faz/dış faz oranı ve 1:2:4 ulvan:bezelye proteini:aljinat oranına sahip formülasyonda gözlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, *Ulva lactuca*'dan elde edilen ulvanın yağ enkapsülasyonunda yumuşak kapsül kaplama materyali olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Özellikle belirlenen optimum formülasyonun, ulvan temelli sürdürülebilir kapsülleme sistemlerinin geliştirilmesi açısından umut vadettiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Soft-gel; *Ulva lactuca*; ulvan; yağ enkapsülasyonu.

*Sorumlu yazar: oyairmak.sahin@yalova.edu.tr
**Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 2209-B Üniversite Öğrencileri Sanayiye Yönelik Araştırma Projeleri Destek Programı kapsamında desteklenmiştir.

Siyah Nohut Ununun Bazı Kalite Özelliklerinin Araştırılması

Sinem EMİR ÇETİNKAYA, Bilge YILMAZ, Hasan Murat VELİOĞLU*

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Tekirdağ

Ülkemizde ve dünyada yaygın olarak yetiştirilen ve tüketilen nohut, besin değerleri açısından sürdürülebilir gıda sistemlerinin oluşturulmasında dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada iki farklı genotipe ait nohuttan elde edilen nohut unlarının fizikokimyasal, fonksiyonel ve biyoaktif özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda nohut unu örneklerinde kül, protein, su aktivitesi, renk, su tutma, yağ tutma, emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi gibi özellikler incelenmiştir. Belirlenen sonuçlara göre beyaz ve siyah nohut unu için sırasıyla; su tutma kapasitesi 1,22 mL/g ve 1,31 mL/g; yağ tutma kapasitesi 1,46 mL/g ve 1,61 mL/g; emülsiyon kapasitesi %74,38 ve %65,63; emülsiyon stabilitesi %68,75 ve %60; su aktivitesi 0,58 ve 0,56; protein miktarları 12,69 ve 11,38 g/100 g; kül miktarı 3,11 ve 3,90 g/100 g olmuştur. Renk değerleri beyaz ve siyah nohut için sırasıyla L^* 84,43–81,45; a^* 3,03–1,24; b^* 21,33–17,80 olarak bulunmuştur.

Protein miktarı, kül miktarı ve su aktivitesi sonuçlarında iki nohut ununda da istatistiki olarak bir fark görülmemiştir ($p > 0,05$). Buna karşın nohut unlarının emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi, emülsifiye gıda ürünlerinde alternatif bir bitkisel kaynaklı fonksiyonel bileşen olarak umut vaat edici olduğunu göstermiştir. İleri çalışmalarda, iki farklı genotipe ait nohut unlarının gıdalara fonksiyonel ve biyoaktif özellikler kazandırma potansiyeli araştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Emülsiyon; nohut unu; siyah nohut.

*Sorumlu yazar: mvelioglu@nku.edu.tr

Keçiboynuzu Unu İlavesinin Taş Kadayıf Tatlısının Fizikokimyasal, Tekstürel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisinin Araştırılması

Ercan KARAHALİL[1,2,*], Merve AL[2]

[1]Tahtakale Spot Mağazacılık San. ve Tic. A.Ş., Antalya
[2]Secen Unlu Mamülleri San. ve Tic. Ltd.Şti, Antalya

ÖZET

Günümüzde sağlıklı ve dengeli beslenme konusunda artan tüketici bilinci ve doğru orantılı teknolojik gelişmelerle birlikte tüketiciye her gün yeni ürünler sunulmaktadır. dünyada ve ülkemizde son yıllarda bireylerin kanser, diyabet, kalp hastalıkları gibi ölümcül hastalıklara yakalanma durumlarının artmasıyla birlikte tüketiciler şeker, yağ ve kalori içeriği azaltılmış ürünleri talep etmektedirler. Bu hastalıkların oluşumunun engellenmesine yönelik çalışmalarda şeker ve yağ içeriği azaltılmış gıdaların tüketilmesi önerilmektedir. Taş kadayıf tatlısı veya taş kadayıfı ülkemizde sevilerek tüketilen geleneksel derin yağda kızartma işlemi sonrasında şerbetlenerek tüketime sunulan tatlılardan biridir. Üretim proses basamakları nedeniyle taş kadayıfı yüksek yağ ve yüksek şeker içeriğine sahiptir. Yapılan çalışma ile taş kadayıfı sırasında kullanılan buğday unu içerisine keçiboynuzu unu ilave edilerek yağ emiliminin ve şeker penetrasyonunun azaltılması hedeflenmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada kullanılan buğday unu içerisine %15, %25 ve %35 keçiboynuzu unu ilavesi yapılarak 3 farklı taş kadayıfı tatlısı üretilmiştir. Kontrol grubu olarak buğday unu içerisinde keçiboynuzu unu ilave edilmeyen geleneksel formülasyon reçetesiyle taş kadayıfı tatlısı hazırlanmıştır. Taş kadayıfı tatlısı iki paralelli olarak üretilmiştir. Üretilen taş kadayıfı örneklerinde tekstür analizi ile sertlik değeri, renk analizi ile L^*, a^* ve b^* renk parametreleri belirlenmiştir. Ayrıca örneklerin kızartma sonrası ağırlık değişimi, şerbetleme sonrası ağırlık değişimleri belirlenmiş; örneklerin duyusal özellikleri renk, koku, tat ve tekstürel yapı açısından değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Keçiboynuzu unu; renk; şerbet penetrasyonu; taş kadayıf; tekstür; yağ emilimi.

1. GİRİŞ

Gıdaların sağlık üzerindeki etkisine dair farkındalık giderek artmasına rağmen gıda kaynaklı hastalıklar dünyada hâlâ büyüyen bir sorun olmaya devam etmektedir. Kek ve kurabiyeler, atıştırmalık veya tatlı olarak sıklıkla tüketilmektedir. Bu ürünler genellikle doymuş yağlar gibi düşük kaliteli bileşenler içermekle birlikte yüksek enerji yoğunluğuna ve yüksek glisemik indekse sahip olmaları nedeniyle tokluk hissi verme etkileri düşüktür (Pawłowska vd., 2018).

Keçiboynuzu ununun yüksek diyet lifi içeriği ile polifenolik bileşikler ve D-pinitol gibi biyoaktif bileşenler bakımından zengin olması, bu hammaddenin fonksiyonel gıda bileşeni olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Literatürde keçiboynuzu unu ve keçiboynuzu içeren gıdaların düşük veya düşük-orta düzeyde glisemik yanıtla ilişkilendirildiği bildirilmekte olup, bu etkinin özellikle ürün matrisi ve tüketim şekline bağlı olarak değişebileceği belirtilmektedir (Victoria-Montesinos vd., 2026). Keçiboynuzu meyvesi ve baklaları yıllardır pasta, makarna, peynir, meyve jölesi, kek, ekmek, çikolata, dondurma ve marmelat gibi ürünlerin içeriğinde gıda bileşeni olarak kullanılmaktadır. Diğer yandan literatürde yapılan

*Sorumlu yazar: ercankarahalil@scgrup.co

birçok araştırma sonucunda keçiboynuzu unu kullanımının insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Yüksek besin değeri, tatlı tadı, çikolatayı andıran aroması, uygun maliyeti, yüksek lif oranı ve biyoaktif bileşenleri nedeniyle keçiboynuzu baklaları, Akdeniz mutfağında un haline getirilerek içeceklerde, bisküvilerde ve tatlılarda genellikle kakao yerine kullanılmaktadırlar (Altıntaş vd., 2024).

Keçiboynuzu unu, unlu mamul üretiminde tadı ve rengi nedeniyle pek çok ürünün üretiminde tercih edilmektedir (Ceylan ve Muştu, 2021). Keçiboynuzu unu içerdiği çözünmeyen liflerden oluşan ve %47'ye kadar ulaşabilen ham diyet lifi içeriğinin yanı sıra mineral maddeler ve polifenolik bileşikler içermesiyle hem araştırmacıların hem de üreticilerin dikkatini çekmektedir. Söz konusu bu bileşenler, tüketicilerin değişen ve yeni gereksinimlerini büyük ölçüde karşılayabilecek yenilikçi ürünlerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Keçiboynuzu ununun içerdiği fenolik bileşiklerin sağlık üzerindeki olumlu etkileri; güçlü antioksidan, anti-inflamatuar ve antimikrobiyal özellikleri ile buna bağlı olarak bulaşıcı olmayan kronik hastalıkların gelişme riskini azaltma ve potansiyel terapötik etkileri gün geçtikçe tüketicinin dikkatini çekmektedir. Keçiboynuzu unu aynı zamanda görünüş ve tat açısından kakaoya benzemesi nedeniyle sıklıkla kakao ikamesi olarak da kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bilimsel araştırmalarda en yaygın olarak incelenen konu, keçiboynuzu ununun çeşitli tahıl bazlı ürünlere ilave edilmesidir (Zahorec vd., 2024). Fonksiyonel açıdan taşıdığı potansiyele rağmen, keçiboynuzu ununun ekmek formülasyonlarına dahil edilmesi çeşitli teknolojik zorlukları beraberinde getirmektedir. Yapılan bir çalışmada, buğday ununun bir kısmının keçiboynuzu unu ile ikame edilmesi, hamurun reolojik özelliklerini değiştirmekte ve bunun sonucunda ekmek hacminde azalma ile daha sert bir iç yapı oluşmasına neden olduğu saptanmış ve keçiboynuzu unu kullanılarak üretilen ekmeklerin karakteristik fiziksel özelliklerinde meydana gelen bozulmaların tüketicilerin ürünü kabul düzeyinin azalmasına yol açtığı tespit edilmiştir (Zahorec vd., 2025). Ancak literatürde olan tüm bu bilgilere rağmen piyasa ve pazar araştırması yapıldığında keçiboynuzu unu kullanılarak hazırlanılan ticari ve endüstriyel geleneksel şerbetli tatlı üretimine rastlanılamamıştır. Keçiboynuzu ununun geleneksel kızartmalık şerbetli tatlıların formülasyonuna dahil edilmesi ve bunun şerbet miktarının azaltılması, ürünün enerji değerinin düşürülmesi, kızartma sonrası yağ emilimi davranışı, tekstürel özellikleri ve duyusal kabulü üzerindeki etkilerinin birlikte değerlendirilmesine yönelik çalışmaların sınırlı olduğu değerlendirilmiştir. Bu amaçla üç farklı oranda keçiboynuzu unu kullanılarak taş kadayıf üretilmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Taş Kadayıf Üretimi

Çalışmada, keçiboynuzu unu kullanımının taş kadayıfın üretim özellikleri ve nihai ürün karakteristikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla farklı oranlarda keçiboynuzu unu içeren üç farklı formülasyon hazırlanmıştır. Geleneksel üretim reçetesi ile hazırlanan taş kadayıf örneği kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Denemelerde temel değişken olarak keçiboynuzu unu ikamesi ele alınmış; diğer yardımcı bileşenler sabit tutulmuştur. Kontrol grubu (K), un karışımının %70'i sarı un ve %30'u beyaz un olacak şekilde formüle edilmiştir. Birinci deney grubu, %35 keçiboynuzu unu, %35 sarı un ve %30 beyaz un; ikinci deney grubu, %25 keçiboynuzu unu, %45 sarı un ve %30 beyaz un; üçüncü deney grubu ise %15 keçiboynuzu unu, %60 sarı un ve %30 beyaz un içerecek şekilde hazırlanmıştır. Tüm gruplarda un karışımına göre %0,3 karbonat, %0,1 tuz, %1 şeker ve %0,5 maya kullanılmıştır. Tüm formülasyonlarda kuru bileşenler homojen bir dağılım elde edilinceye kadar karıştırılmıştır.

Daha sonra yaklaşık 54–55 °C sıcaklıktaki su ilave edilerek karışım çırpılmış ve taş kadayıf hamuru hazırlanmıştır. Formülasyonlarda su miktarı hamurun hedeflenen akışkanlık ve kıvam özelliklerine göre ayarlanmıştır. Hazırlanan hamurlar 15 dakika süreyle dinlendirilmiştir. Dinlendirme sonrasında hamurlar, alt yüzeyinden ısıtılan endüstriyel pişirme plakası üzerine dökülerek pişirilmiştir. Pişirme plakası yüzey sıcaklığı 175 °C olarak sabitlenmiştir. Hamur, plaka üzerinde kabarma meydana gelinceye kadar pişirilmiş ve kabaran ürünler geleneksel üretim yöntemine uygun olarak tek tek bez yüzeylere alınmıştır. Pişirme işlemi sonrasında ürünler soğumaya bırakılmış ve ürün sıcaklığı yaklaşık 47 °C'ye ulaştığında dolgulama işlemine geçilmiştir. Her bir ürün içerisine yaklaşık 12 g ceviz içi ilave edilmiş ve hamur kapatılarak Şekil 2.1'de görüldüğü üzere elde edilen taş kadayıf şekli verilmiştir. Ceviz dolgusu uygulanarak kapatılan ürünler, sıcaklığı 175 °C olarak kontrol edilen kızartma yağına alınmış ve toplam 3 dakika süreyle kızartılmıştır. Kızartma işlemi boyunca yağ sıcaklığı 175 °C'de sabit tutulmuştur. Kızartma işleminin tamamlanmasının ardından kontrol grubu ve farklı oranlarda keçiboynuzu unu içeren üç deney grubundan oluşan toplam dört farklı taş kadayıf örneği elde edilmiştir. Örnekler, analizler gerçekleştirilinceye kadar oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Kontrol ve deney grupları; kızartma sonrası ağırlık değişimi, şerbet penetrasyonu, kurumadde, tekstürel özellikler ve renk özellikleri açısından karşılaştırılmıştır.



Şekil 2.1. A; kontrol grubu taş kadayıf örneği, b; %35 keçiboynuzu unu içeren taş kadayıf örneği, c; %25 keçiboynuzu unu içeren taş kadayıf örneği, d; %15 keçiboynuzu unu içeren taş kadayıf örneği.

2.2. Analizler

2.2.1. Kızartma Sonrası Ağırlık Değişiminin Belirlenmesi

Kızartma işlemi sonrasında taş kadayıf örneklerinin ağırlık değişimi gravimetrik olarak belirlenmiştir. Pişirme plakası üzerinde hazırlanan örneklerin kızartma öncesi ağırlıkları kaydedilmiş, kızartma işlemi tamamlandıktan sonra örnekler yağdan çıkarılarak standart koşullarda süzdürülmüş ve tekrar tartılmıştır. Kızartma sonrası ağırlık (%) değişiminin belirlenmesi analizi yağ emilim değerinin bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Kızartma öncesi ve sonrası ağırlıklar arasındaki fark belirlenmiştir. Ağırlık değişim oranı aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\text{Ağırlık değişimi (\%)} = [(\text{Kızartma sonrası ağırlık} - \text{kızartma öncesi ağırlık}) / \text{kızartma öncesi ağırlık}] \times 100$$

2.2.2. Şerbet Penetrasyonunun Belirlenmesi

Taş kadayıf örneklerinin şerbetleme sonrasındaki ağırlıkları gravimetrik olarak belirlenmiştir. Kızartma işlemi tamamlanan örneklere aynı koşullarda şerbetleme uygulanmış, belirlenen şerbetleme süresinin sonunda örnekler şerbetten çıkarılarak standart şekilde süzdürülmüş ve

tartılmıştır. Şerbetleme sonrası elde edilen ağırlıklar kaydedilmiştir. Şerbet penetrasyon oranının hesaplanmasında şerbetleme öncesi ve sonrası ağırlık değerleri kullanılmıştır. Şerbet penetrasyonu oranı aşağıdaki denklem ile hesaplanmıştır:

$$\text{Şerbet penetrasyonu (\%)} = [(\text{Şerbetleme sonrası ağırlık} - \text{şerbetleme öncesi ağırlık}) / \text{şerbetleme öncesi ağırlık}] \times 100$$

2.2.3. Tekstür Analizi

Taş kadayıf örneklerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde TA.XT Plus tekstür analiz cihazı (Stable Micro Systems, Godalming, UK) kullanılmıştır. Analiz öncesinde tüm örnekler aynı sıcaklık ve koşullarda bekletilerek ölçüm koşulları standardize edilmiştir. Numuneler, ürünün karakteristik yapısını temsil edecek şekilde hazırlanmış ve 100 mm'lik prob (P-100) kullanılarak analiz edilmiştir. Tekstür Profil Analizi (TPA) kapsamında sertlik (firmness/hardness) parametresi değerlendirilmiştir. Ölçümler tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Enstrümantal tekstür ölçümlerinin temel prensipleri ve TPA yaklaşımı Bourne (2002) tarafından açıklanan yöntem esas alınarak değerlendirilmiştir.

2.2.4. Renk Analizi

Örneklerin renk analizi, kolorimetre cihazı (CR400, Konica Minolta, Osaka, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. *L**, *a**, *b**, kroma (c*) ve Hue açısı (h*) değerlerinin ölçümü için cihaz, standart beyaz plaka (Y-82,80, x-0,3194, y-0,3264) kullanılarak kalibre edilmiştir (Tontul vd., 2018). *L** değeri örneğin açıklık/koyuluk değerini, *a** değeri kırmızı-yeşil eksenini ve *b** değeri sarı-mavi eksenini ifade etmektedir. Her bir numuneden farklı bölgelerden tekrarlı ölçümler alınarak ortalama *L**, *a** ve *b** değerleri değerlendirilmiştir.

2.2.5. Duyusal Değerlendirme

Taş kadayıf örneklerinin duyusal değerlendirmesi, Secen Unlu Mamülleri AR-GE Biriminde bulunan araştırmacılardan oluşan 5 kişilik panelist grup tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizlerde Ogden (1993) ve Soukoulis vd. (2010)'den modifiye edilerek hazırlanan analizlerde renk, koku, tat ve tekstürel yapı parametreleri duyusal olarak değerlendirilmiştir. Duyusal puanlama skalasında 1–10 arasında hedonik skala kullanılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Taş Kadayıf Örneklerinin Kızartma Sonrası ve Şerbetleme Sonrası (%) Ağırlık Değişimi

Kızartma işlemi sonrasında örneklerde meydana gelen ağırlık değişimi, ürünün kızartma sırasında yağ emilimi ve su kaybı gibi bileşenlerin birlikte değerlendirilmesini sağlayan gravimetrik bir gösterge olarak ele alınmıştır. Taş kadayıfı örneklerine ait kızartma sonrası ve şerbetleme sonrası ağırlık değişimleri (%) Tablo 3.1'de görüldüğü gibidir.

Tablo 3.1. Taş kadayıf örneklerinin kızartma sonrası ve şerbetleme sonrası ağırlık değişimi (%)'ne ait değerler (sonuç ± std sapma).

Örnek	Kızartma sonrası ağırlık değişimi (%)	Şerbetleme sonrası ağırlık değişimi (%)
Kontrol grubu taş kadayıf örneği	17,41 ± 1,00	35,33 ± 1,15
%35 keçiboynuzu unu içeren taş kadayıf örneği	16,85 ± 0,02	26,00 ± 1,73
%25 keçiboynuzu unu içeren taş kadayıf örneği	14,11 ± 0,01	18,33 ± 1,53
%15 keçiboynuzu unu içeren taş kadayıf örneği	11,81 ± 0,05	17,00 ± 2,65

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, keçiboynuzu unu oranının artmasıyla birlikte ürünün şerbet penetrasyonunda ve yağ emilim miktarına bağlı olarak kızartma sonrası (%) ağırlık değişiminde azalma eğilimi olduğu belirlenmiştir. Bu durumun, keçiboynuzu ununun yüksek lif içeriği ve hamur matrisi içerisinde oluşturduğu yapısal değişikliklerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

3.2. Taş Kadayıf Örneklerinin Tekstür Analiz Sonuçları

Taş kadayıf örneklerinin sertlik değerlerine ait sonuçlar Tablo 3.2'de belirtildiği gibidir. Kontrol, %15, %25 ve %35 keçiboynuzu unu içeren örneklerde sertlik değerleri sırasıyla 271,70 ± 37,90 g, 159,67 ± 1,76 g, 301,82 ± 65,03 g ve 450,39 ± 2,50 g olarak saptanmıştır.

Tablo 3.2. Taş kadayıf örneklerine ait sertlik değerleri (g) (sonuç ± std sapma).

Örnek	Sertlik (Hardness,g)
Kontrol grubu taş kadayıf örneği	271,70 ± 37,90
%35 keçiboynuzu unu içeren taş kadayıf örneği	450,39 ± 2,50
%25 keçiboynuzu unu içeren taş kadayıf örneği	301,82 ± 65,03
%15 keçiboynuzu unu içeren taş kadayıf örneği	159,67 ± 1,76

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde keçiboynuzu ununun lif içeriği ve su ile etkileşiminin hamur matrisinin daha yoğun ve daha dirençli bir yapıya dönüşmesine katkı sağlamasından dolayı keçi boynuzu oranı arttıkça daha Taş kadayıf örneklerinin sertlik değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.

Şener (2022) çalışmasında keçiboynuzu ununun ekmek üretiminde kullanımını araştırmıştır. Araştırmacı yaptığı söz konusu çalışmada keçiboynuzu ununun ürün formülasyonuna eklenmesiyle ekmek içi sertlik değerlerinin arttığını tespit etmiştir. Anılan çalışma ve literatürde keçi boynuzu unu ile gerçekleştirilen çalışmalar dikkate alındığında çalışma bulgularımızın daha önceki çalışmaların sonuçlarıyla uyum gösterdiği değerlendirilmiştir.

3.3. Taş Kadayıf Örneklerinin Renk Analiz Sonuçları

Keçiboynuzu unu ilavesi ürünlerin görsel renk özelliklerini önemli düzeyde etkilemiştir. Keçiboynuzu ununun doğal koyu kahverengi pigmentleri ve fenolik bileşenleri nedeniyle ikame oranının artmasıyla ürün renginin daha koyu bir görünüme yöneldiği gözlenmiştir. Renk analiz sonuçlarına göre kontrol örneğinin L^* değeri 51,23 ± 1,07 olarak belirlenirken, keçiboynuzu unu ilaveli örneklerde bu değer %15, %25 ve %35 ilavesiyle hazırlanan örneklerde sırasıyla 21,95 ± 1,57, 25,63 ± 1,11 ve 26,36 ± 2,33 olarak belirlenmiştir. Keçiboynuzu unu içeren örneklerin kontrol grubuna kıyasla belirgin şekilde daha düşük L^* değerlerine sahip olması, ürün renginin daha koyu hale geldiğini göstermektedir. a^* değerleri kontrol örneğinde

4,89 ± 0,99 iken %15, %25 ve %35 örneklerinde sırasıyla 4,60 ± 0,34, 5,38 ± 0,24 ve 6,26 ± 0,74 olarak bulunmuştur. *b** değerleri ise kontrol örneğinde 25,46 ± 0,86 iken keçiboynuzu unu ilaveli örneklerde sırasıyla 4,08 ± 0,75, 6,61 ± 0,96 ve 4,95 ± 0,70 olarak belirlenmiştir. Tablo 3.3'te belirtilen analiz sonuçları değerlendirildiğinde, keçiboynuzu unu ilavesinin Taş kadayıfın renk karakteristiğini belirgin biçimde değiştirdiğini ve kontrol örneğine kıyasla daha koyu renkli bir ürün oluşumuna neden olduğunu saptanmıştır.

Tablo 3.3. Taş kadayıfı örneklerine ait *L**,*a**,*b** değerleri (sonuç ± std sapma).

Örnek	*L**	*a**	*b**
Kontrol grubu taş kadayıf örneği	51,23 ± 1,07	4,89 ± 0,99	25,46 ± 0,86
%35 keçiboynuzu unu içeren taş kadayıf örneği	26,36 ± 2,33	6,26 ± 0,74	4,95 ± 0,70
%25 keçiboynuzu unu içeren taş kadayıf örneği	25,63 ± 1,11	5,38 ± 0,24	6,61 ± 0,96
%15 keçiboynuzu unu içeren taş kadayıf örneği	21,95 ± 1,57	4,60 ± 0,34	4,08 ± 0,75

Gerçekaslan ve Boz (2018) keçiboynuzu unu ilavesinin kakaolu kekin fiziksel, duyusal ve tekstürel özelliklerine etkisini değerlendirdikleri çalışmada keçi boynuzu unu kullanımının kekin kabuk renginde tespit edilen a ve b değerlerini de artırıcı yönde etkilemiş olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar kekin kabuk renginde olduğu gibi kek örneklerinin iç renk L, a ve b değerlerinde de keçiboynuzu unu ilavesiyle bir artış olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda taş kadayıf örneklerine ait renk analiz sonuçlarının, anılan çalışmanın sonuçları ile uyum gösterdiği tespit edilirken rakamsal farklılıkların keçiboynuzu ununun miktarsal değişimden ve ürün/proses değişikliğinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

3.4. Duyusal Değerlendirme Analiz Sonuçları

Taş kadayıf örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Tablo 3.4'te belirtildiği gibidir. Duyusal analiz sonuçları koku parametresi açısından değerlendirildiğinde; verilen koku puanlarının değerlendirilmesi sonucunda örneklerin aralarında fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu durum keçi boynuzu ununun ürünün kokusunu olumsuz yönde etkilemediğini göstermektedir. Ayrıca yapılan duyusal değerlendirmelerde ürün formülasyonunda kullanılan keçi boynuzu ununun artışıyla birlikte Taş kadayıf örneklerinin renk ve görünüş puanlarının azaldığı tespit edilmiştir. Keçiboynuzu unu oranı arttıkça renk puanlarının azalması, ürün renginin giderek koyulaşmasının panelistlerin geleneksel Taş kadayıfın beklenen görünümünden uzaklaşmasıyla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

Tablo 3.4. Taş kadayıfı örneklerine ait duyusal renk, koku, tat ve tekstür değerleri (sonuç ± std sapma).

Örnek	Renk	Koku	Tat	Tekstür
Kontrol grubu Taş kadayıf örneği	10,00 ± 0,00	10,00 ± 0,00	7,00 ± 1,00	8,25 ± 1,00
%35 keçiboynuzu unu içeren Taş kadayıf örneği	9,00 ± 0,00	10,00 ± 0,00	5,50 ± 0,10	8,50 ± 0,25
%25 keçiboynuzu unu içeren Taş kadayıf örneği	8,25 ± 1,20	10,00 ± 0,00	6,25 ± 0,20	6,30 ± 0,15
%15 keçiboynuzu unu içeren Taş kadayıf örneği	7,25 ± 0,05	10,00 ± 0,00	10,00 ± 0,00	9,25 ± 2,25

Tat parametresi açısından duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde en yüksek puan %15 keçiboynuzu unu içeren örnekte (10,00 ± 0,00) elde edilmiştir. Bu sonuç, düşük-orta düzeyde keçiboynuzu unu ilavesinin ürünün tat profilini olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir. %25 ve %35 örneklerinde tat puanlarının sırasıyla 6,25 ± 0,20 ve 5,50 ± 0,10'a düşmesi, yüksek keçiboynuzu unu oranlarında kendine özgü aromatik tadın daha baskın hale

gelmiş olabileceğini düşündürmektedir. Tekstür açısından %15 örneği 9,25 ± 2,25 ile en yüksek sayısal puanı alırken, %35 keçiboynuzu unu içeren örnek de 8,50 ± 0,25 puan ile yüksek kabul edilebilirlik göstermiştir. Özellikle %35 örneğinin gevreklik özelliğinin şerbetli ürünlerde aranan bir tekstürel karakter olarak panelistler tarafından beğenildiği ifade edilmiştir. Bu durum, yüksek keçiboynuzu unu ilavesiyle artan sertlik ve daha az şerbet penetrasyonunun ürünün daha gevrek bir yapı kazanmasına katkı sağlamasıyla ilişkilendirilebilir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, taş kadayıf üretiminde farklı oranlarda keçiboynuzu unu kullanımının ürünün duyusal özellikleri, şerbet penetrasyonu ve yağ emilim davranışı ile tekstürel özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, keçiboynuzu unu kullanımının taş kadayıfın duyusal açıdan kabul edilebilirliğini olumsuz yönde etkilemediği ve ürün formülasyonunda kullanılabilir bir alternatif bileşen olduğu değerlendirilmiştir. Keçiboynuzu unu kullanım oranındaki artışın, taş kadayıf gibi şerbetli ve kızartılarak hazırlanan bir üründe şerbet penetrasyonu ve yağ emilim oranlarını azalttığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, keçiboynuzu unu ilavesinin %15–25 düzeylerine çıkarılmasıyla ürün yapısında daha belirgin bir gevreklik ve sertlik meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu durum, keçiboynuzu unu kullanım oranının ürünün yalnızca duyusal özelliklerini değil, aynı zamanda fiziksel ve tekstürel özelliklerini de etkileyebileceğini göstermektedir. Literatür incelemeleri sonucunda, keçiboynuzu ununun özellikle ekmek, kek, bisküvi ve benzeri unlu mamullerde fonksiyonel ve alternatif bir bileşen olarak kullanımına yönelik çok sayıda çalışmanın bulunduğu görülmüştür. Bununla birlikte, keçiboynuzu ununun taş kadayıf gibi kızartılarak hazırlanan ve şerbet ile sonlandırılan geleneksel bir şerbetli tatlıda kullanımına yönelik çalışmaların oldukça sınırlı olduğu; yapılan literatür taraması kapsamında keçiboynuzu unu içeren, endüstriyel ölçekte üretilen benzer bir şerbetli kızartma tatlısına rastlanmadığı değerlendirilmiştir. Bu yönüyle çalışmanın, keçiboynuzu ununun geleneksel şerbetli tatlıların formülasyonunda değerlendirilmesine yönelik literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İlerleyen çalışmalarda, keçiboynuzu unu ilavesinin daha geniş konsantrasyon aralıklarında incelenmesi; bunun yanı sıra ürünlerin toplam fenolik madde içeriği, antioksidan kapasitesi ve diğer fonksiyonel özelliklerinin nicel olarak belirlenmesi önerilmektedir. Ayrıca, keçiboynuzu unu kullanım oranı ile ürünün tekstürel, duyusal, yağ ve şerbet penetrasyon özellikleri arasındaki ilişkilerin daha kapsamlı olarak ortaya konulması, optimum kullanım düzeyinin belirlenmesine katkı sağlayacaktır. Sonuç olarak, elde edilen bulgular keçiboynuzu ununun taş kadayıf üretiminde değerlendirilebileceğini ve özellikle geleneksel bir şerbetli tatlıya fonksiyonel bir bileşen kazandırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda gerçekleştirilecek ileri araştırmaların artırılması ve elde edilen sonuçların endüstriyel üretim koşullarında doğrulanması, keçiboynuzu ununun taş kadayıf başta olmak üzere geleneksel şerbetli tatlıların endüstriyel üretimine uyarlanmasına ve ülkemizde katma değerli yeni ürünlerin geliştirilmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Altıntaş, B., Yılmaz, E., & Tahancı, K. (2024). Keçiboynuzu ununun çikolatalı puding yapımında kullanılması. JOSITR, 93.

Bourne, M. C. (2002). Food texture and viscosity: Concept and measurement (2nd ed.). Academic Press.

Ceylan, V., & Muştu, Ç. (2021). Keçiboynuzu unu bazlı glutensiz kurabiye formülasyonu geliştirilmesi. Aydın Gastronomy, 5(1), 1–12.

Gerçekaslan, K. E., & Boz, H. (2018). Keçiboynuzu unu ilavesinin kakaolu kekin fiziksel, duyusal ve tekstürel özelliklerine etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, *8*(1), 95-101.

Ogden, V. L. 1993. In Y. H. Hui (Ed.), Dairy Science and Technology Handbook, Vol. 1. New York: VCH Publishers.

Pawłowska, K., Kuligowski, M., Jasińska-Kuligowska, I., Kidoń, M., Siger, A., Rudzińska, M., & Nowak, J. (2018). Effect of replacing cocoa powder by carob powder in the muffins on sensory and physicochemical properties. Plant Foods for Human Nutrition, 73(3), 196–202.

Soukoulis, C., Lyroni, E., and Tzia, C. 2010. Sensory profiling and hedonic judgement of probiotic ice cream as a function of hydrocolloids, yogurt and milk fat content. LWT-Food Science and Technology, 43(9): 1351-1358.

Şener, Ö. (2022). *Keçiboynuzu unu ve keçiboynuzu çekirdeğinin hamur reolojik özellikleri ve ekmek kalitesi üzerine etkisi* (Master's thesis, Uşak University (Turkey)).

Tontul, İ., Ergin, F., Eroğlu, E., Küçükçetin, A., Topuz, A. 2018. Physical and microbiological properties of yoghurt powder produced by refractance window drying. International Dairy Journal, 85:169-176

Victoria-Montesinos, D., González-Louzao, R., Pérez, P. B., Mercader-Ros, M. T., Lucas-Abellán, C., Daruich-González, I. B., & García-Muñoz, A. M. (2026). Effects of carob (Ceratonia siliqua) and carob-derived products on glycaemic control and insulin resistance: A systematic review of clinical trials. Nutrition Research,152:81-98.

Zahorec, J., Šoronja-Simović, D., Petrović, J., Nikolić, I., Pavlić, B., Bijelić, K., Bojanić, N., & Fišteš, A. (2025). Fortification of bread with carob extract: A comprehensive study on dough behavior and product quality. Foods, 14(10), 1821.

Zahorec, J., Šoronja-Simović, D., Petrović, J., Šereš, Z., Pavlić, B., Božović, D., Perović, L., Martić, N., Bulut, S., & Kocić-Tanackov, S. (2024). Development of functional bread: Exploring the nutritional, bioactive and microbial potential of carob (Ceratonia siliqua L.) pulp powder. Processes, 12(12), 2882.

Bazı Baklagil Protein Konsantrelerinin Teknofonksiyonel Özelliklerinin Karşılaştırılması

Yağmur DALMIZRAK, Buse ÖZDERE YILMAZ, İrem ODABAŞ, Seher KUMCUOĞLU, Şebnem TAVMAN*

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Bitkisel protein kaynaklarına artan talep; nohut, bakla ve bezelye gibi baklagillerden elde edilen protein konsantrelerinin yapısal ve fonksiyonel davranışlarının belirlenmesini kritik hale getirmiştir. Bu çalışmada, söz konusu baklagil protein konsantrelerinin teknolojik uygulanabilirliklerini değerlendirmek amacıyla temel bileşim parametrelerinden nem ve ham protein miktarları belirlenmiş; teknofonksiyonel özellikleri ise su tutma kapasitesi (WAC), yağ tutma kapasitesi (OAC), köpürme kapasitesi (FC) ve köpürme stabilitesi (FS) kapsamında incelenmiştir.

Elde edilen bulgular, protein konsantrelerinin kimyasal bileşimleri ile teknofonksiyonel performansları arasında belirgin farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Örneklerin ham protein içerikleri sırasıyla baklada %58,43 ± 0,48, bezelyede %51,77 ± 0,13 ve nohutta %40,23 ± 0,05 olarak tespit edilirken; nem oranları %8,31 ± 0,02 (bakla), %7,36 ± 0,03 (bezelye) ve %6,03 ± 0,02 (nohut) şeklinde ölçülmüştür. İncelenen konsantreler genelinde hidrofilik bağlama kabiliyetinin hidrofobik bağlamaya kıyasla daha baskın olduğu belirlenmiştir. En yüksek WAC değeri nohut konsantresinde (3,92 ± 0,20 g/g) saptanırken, bunu bezelye (3,66 ± 0,21 g/g) ve bakla (3,57 ± 0,08 g/g) izlemiştir. OAC değerleri ise 1,56 ± 0,05 g/g (bezelye) ile 1,66 ± 0,01 g/g (bakla) arasında değişim göstermiştir (nohut: 1,62 ± 0,04 g/g). Arayüzey aktivitesi ve köpük özellikleri açısından bezelye protein konsantresi %145,00 ± 5,00 FC ile belirgin şekilde en yüksek köpürme kapasitesini sergilemiş; bunu bakla (%81,82 ± 0,00) ve nohut (%52,17 ± 0,00) takip etmiştir. Buna karşılık 30. dakika sonundaki köpük stabilitesinde en yüksek dayanımı bakla proteini (%91,67 ± 2,78 FS) gösterirken, bezelye (%86,31 ± 2,98 FS) ve nohut (%58,33 ± 0,00 FS) konsantreleri onu izlemiştir.

Yüksek su tutma kabiliyeti sergileyen nohut protein konsantresinin tekstür geliştirici ve nem tutucu özellikleri sayesinde fırıncılık ürünlerinde, yüksek köpürme kapasitesine sahip bezelye ve üstün köpük stabilitesi sunan bakla protein konsantrelerinin ise havalandırılmış gıda sistemleri ile köpük/aroma tutunumu gerektiren matrislerde etkin birer ikame olabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Baklagil proteini; bitkisel protein; teknofonksiyonel özellik.

*Sorumlu yazar: sebnem.tavman@ege.edu.tr

Atık Kahve Telvesinin Nişasta Bazlı Filmlerin Antioksidan Aktivitesi ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi

Ece GİRAY TUFAN*

İstinye Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi, İstanbul

Gıda endüstrisinde biyobozunur ambalaj materyallerinin geliştirilmesi ve gıda atıklarının katma değerli ürünlere dönüştürülmesi sürdürülebilirlik açısından önem taşımaktadır. Biyoaktif bileşenler açısından zengin gıda atıklarının biyobozunur film formülasyonlarında değerlendirilmesi, fonksiyonel özelliklere sahip sürdürülebilir ambalajların geliştirilmesi için önemli bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışmada, atık kahve telvesinin (SCG) nişasta bazlı filmlerin fizikokimyasal, mekanik ve fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla iki farklı düzeyde SCG içeren (STA1 ve STA2) filmler hazırlanmış; kalınlık, nem içeriği, suda çözünürlük, renk, çekme dayanımı, kopma uzaması, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite belirlenmiştir. SCG ilavesinin film kalınlığını artırdığı, nem içeriği ve suda çözünürlüğü ise azalttığı belirlenmiştir. SCG düzeyinin artmasıyla toplam renk farkı (ΔE) belirgin şekilde artmıştır. Çekme dayanımı ve kopma uzaması bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$). Buna karşılık, SCG ilavesiyle toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitenin arttığı ve en yüksek değerlerin STA2 örneğinde elde edildiği belirlenmiştir. Bulgular, atık kahve telvesinin nişasta bazlı filmlerin mekanik özelliklerini önemli ölçüde değiştirmeden fenolik bileşiklerce zengin ve antioksidan özellik gösteren biyobozunur film üretiminde değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Atık kahve telvesi; biyobozunur ambalaj; nişasta bazlı film.

*Sorumlu yazar: egiray@istinye.edu.tr

Ambalaj Türlerinin Ekşi Mayalı Ekmeklerin Raf Ömrü Üzerine Etkisi

Ercan KARAHALİL[1,3,*], Mustafa AVCISOY[1], Merve AL[1], Ferhat TAŞKIRAN[2]

[1]Secen Unlu Mamülleri San.ve Tic. Ltd. Şti., Antalya
[2]Antalya Bilim Üniversitesi, Antalya
[3]Tahtakale Spot Mağazacılık San. ve Tic. A.Ş., Antalya

Değişen yaşam koşulları ve gelişen teknolojiyle birlikte tüketicilerin beslenme alışkanlıkları da büyük değişim göstermektedir. Tüketicilerin sıklıkla tercih ettiği ekşi mayalı ekmek birçok ekmek çeşidine nispeten daha uzun raf ömrüne sahiptir ancak depolama süresince bayatlama ve mikrobiyal bozulmalar gibi çeşitli kalite kayıplarına uğrayabilmektedir. Bu nedenle, özellikle perakende zincirlerde satışa sunulan ekşi mayalı ekmeklerin uygun ambalajlama yöntemlerinin belirlenmesi ve raf ömrünün arttırılması önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışmada, Polipropilen, Cast Polipropilen ve Polietilen Tereftalat (PET) olmak 3 farklı ambalaj materyali ile paketlenen ekşi mayalı ekmeklerin raf ömrü süresince ambalaj materyalinin ekşi mayalı ekmeklerin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek amacıyla 14 gün süresiyle 25 °C'de depolanmıştır. Çalışmanın kontrol grubunu ise kâğıt torbalarda paketlenen ekşi mayalı ekmekler oluşturmuştur. Bu kapsamda, ekşi mayalı ekmeklerde depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde duyusal ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, PET ambalajda depolanan ekşi mayalı ekmek örnekleri diğer örnekler ile karşılaştırıldığında duyusal özelliklerini daha uzun süre koruduğu ve bu örneklerde maya-küf gelişimi ile toplam aerobik mezofilik bakteri gelişiminin daha az olduğu saptanmıştır. Elde edilen çalışma verileri değerlendirildiğinde PET ambalajın ekşi mayalı ekmeklerin raf ömrünün uzatılmasında çalışmada kullanılan diğer ambalaj materyallerine göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ambalaj; ekşi mayalı ekmek; raf ömrü.

*Sorumlu yazar: ercankarahalil@scgrup.co

Bulut Mutfaklarda Gıda Güvenliği

Cansu AĞAN SARIÇİÇEK*, Simge AKTOP

İstinye Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi, İstanbul

Dijital gıda platformlarının yaygınlaşmasıyla birlikte fiziksel vitrini bulunmayan, yalnızca hazırlık ve paket servise yönelik bulut mutfaklar (cloud kitchen) gıda sektöründe hızla yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmanın amacı, bulut mutfak modelinin geleneksel gıda işletmelerinden farklılaşan gıda güvenliği risklerini belirlemek ve bu risklerin yönetimine yönelik yaklaşımları değerlendirmektir. Çalışma kapsamında ulusal ve uluslararası literatür derleme yöntemiyle incelenmiştir. Google Akademik, YÖK tez ve WoS veritabanında yer alan araştırma makaleleri, derleme çalışmaları, lisansüstü tezler, kitap ve kitap bölümleri incelenmiştir. Literatürde, paylaşımlı alanlarda birden fazla operatörün ortak ekipman ve yüzeyleri kullanmasının çapraz bulaşma riskini artırdığını ve yetki sınırlarının belirsizliğinin denetim mekanizmalarını zayıflattığını göstermektedir. Yapılan risk değerlendirmelerinde hijyen ve süreç yönetimi aksaklıklarının birincil tehdit unsurları olduğu; lojistik aşamada ise sıcaklık kontrolünün işletme inisiyatifinden çıkarak ürünlerin kayda değer bir kısmının kritik sıcaklık sınırlarının dışında teslim edildiği saptanmıştır. Ayrıca tüketicilerin mutfak ortamını doğrudan gözlemleyememesi sanitasyon algısını olumsuz etkilemekte; bu durum vakumlu/mühürlü ve tek kullanımlık ambalajlama gibi güven tesis edici önlemleri zorunlu kılmaktadır. Sonuç olarak; bulut mutfaklara özgü HACCP tabanlı sistemlerin kurgulanması, operasyonel sorumluluk sınırlarının mevzuatla netleştirilmesi, dijital platformların denetim süreçlerine dahil edilmesi ve müşteri geri bildirimlerinin iyileştirme aracı olarak kullanılması gerekmektedir. Öte yandan, sektörel büyümeye kıyasla bulut mutfaklarda gıda güvenliği dinamiklerini inceleyen çalışmaların literatürde halen sınırlı olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bulut mutfak; gıda güvenliği; izlenebilirlik.

*Sorumlu yazar: cagan@istinye.edu.tr

Sürdürülebilir Gastronomi ve Sıfır Atık Pratiklerinde Mikrobiyal Güvenlik Açıkları

Simge AKTOP*, Cansu AĞAN SARIÇİÇEK

İstinye Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Programı, İstanbul

Son yıllarda dünyada değişen çevre koşulları, gıda israfının azaltılmasını ve çevresel ayak izinin küçültülmesini zorunlu hale getirmiştir. Küresel bağlamda birçok kurum ve kuruluş sürdürülebilirlik ve sıfır atık projeleri üzerinde çalışmalar yapmaktadır. Gastronomide de sürdürülebilirlik ve gıda atıklarının değerlendirilmesine yönelik uygulamalar hızla benimsenmektedir. Meyve-sebze artıkları (kabuk, çekirdek, sap vb.) ve peynir altı suyu gibi yan ürünlerin sos, fermente ürün ve kurutulmuş garnitür gibi ürünlere dönüştürülmesi bu uygulamalar arasında yer almaktadır. Bu olumlu gelişmelere rağmen, sıfır atık pratiklerinde gıda güvenliği protokollerinin göz ardı edilmesi, ciddi mikrobiyal riskleri de beraberinde getirebilmektedir. Gerekli mikrobiyal inhibisyon ve inaktivasyon uygulamalarının yetersiz kaldığı durumlarda *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* ve *Clostridium botulinum* gibi patojenler, atıklardan elde edilen ürünlerde hızla gelişerek önemli gıda kaynaklı hastalıklara ve halk sağlığı sorunlarına neden olabilmektedir. Bununla birlikte, değerlendirilebilir gıda atıklarının mutfakta işlenmesi sırasında çapraz kontaminasyon riskinin de ortaya çıkması gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Bu nedenle, sıfır atık felsefesinin uygulandığı mutfaklarda personelin bu konularda bilinçlendirilmesi ve gerekli eğitimleri alması bir gerekliliktir. Böylece sürdürülebilir gastronominin başarısı, mikrobiyal gıda güvenliğinin sağlanmasıyla mümkün olacaktır. Bu çalışmada, sıfır atık pratiklerinin mikrobiyolojik boyutları ile gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından doğurabileceği riskler ele alınarak sürdürülebilir gastronomi üzerindeki olumlu ve olumsuz yönleri tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği; sıfır atık; sürdürülebilir gastronomi.

*Sorumlu yazar: simge.aktop@istinye.edu.tr

Elektro Eğirme Yöntemi ile Probiyotiklerin Stabilizasyonu ve Uygulama Alanları

Gülay ÇOKSARI*

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Ankara

ÖZET

Günümüzde mikrobiyotanın insan sağlığı için önemini gösteren çalışmalarla probiyotiklere olan ilgi giderek artmaktadır. Probiyotiklerin etki mekanizmaları, antimikrobiyal metabolitlerin üretimini sağlamak, besinler için rekabet ederek patojenlerin erişimini önlemek ve epitel bariyer fonksiyonunu güçlendirmektedir. Böylece inflamatuar bağırsak hastalıkları, bazı kolorektal kanser türleri, gastrointestinal enfeksiyonlar gibi rahatsızlıklara karşı koruma sağlayabilmektedir. Elektro eğirme yöntemiyle üretilen nanolifler geniş yüzey alanı ve yüksek gözenekli yapıları ile gıda endüstrisinde biyoaktif maddelerin, enzimlerin, antimikrobiyallerin, probiyotiklerin enkapsülasyonunda ve gıdaların ambalajlanması alanında kullanılmaktadır. Küçük hücrelerin ve Gram-pozitif bakterilerin elektro eğirmeye karşı dirençli olduğu, Gram-negatif bakterilerin, nanolif çözücülerinin hızlı buharlaşmasıyla ozmotik ortamdaki şiddetli değişiklik nedeniyle daha hassas olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca elektro eğirme işleminde kullanılan yüksek voltajın, nanofiber üretiminde verimi artırırken, probiyotiklerin canlılığını olumsuz yönde etkilediği ifade edilmektedir. Probiyotiklerin in vitro sindirim koşulları altında hayatta kalma yeteneğini artırmak için elektro eğirme malzemelerinin seçimi, çok katmanlı bir yapının oluşturulması ve taşıyıcı hidrofobikliğinin iyileştirilmesi ile ilgili farklı yöntemler uygulanmaktadır. Kitosan, pektin ve aljinat gibi polisakkaritler, probiyotiklerin kolona güvenli bir şekilde iletilmesini sağlamak için kullanılan kaplama maddeleri arasındadır. Elektro eğirme yöntemlerinde kullanılan çözeltiler, kaplama maddeleri, oranları, akış hızı, plaka aralığı ve voltaj değerlerinin probiyotik canlılığı üzerindeki etkileri halen araştırılmaktadır. Bu çalışmada, probiyotiklerin enkapsülasyonunda kullanılan elektro eğirme yöntemlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektro eğirme; nanolif; probiyotik; stabilizasyon.

1. GİRİŞ

Probiyotiklerin, gıdaların işlenmesi, depolanması ve gastrointestinal sistemden geçişi sırasında canlılıkları azalabilmektedir (Liu vd., 2018). Olumsuz koşullara karşı dirençlerini artırmak, canlılıklarını korumak ve kalın bağırsakta kolonize olmalarını sağlamak amacıyla çeşitli taşıyıcı sistemler içinde kapsüllenmektedir (Sarao ve Arora, 2017). Probiyotiklerin stabilizasyonuna yönelik stratejilerin araştırılması, uygulanması açısından oldukça önemlidir. Probiyotikler çeşitli türleri kapsamakla birlikte, bunlar arasında en yaygın olanlar *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleridir (Rajab vd., 2020). Önerilen oral dozajın genellikle günlük 10^9 CFU (koloni oluşturan birim) değerinin üzerinde olması gerektiği bildirilmiştir (Muadsri, 2016). Enkapsülasyon ve immobilizasyon; bakterilerin gelişimini önleyici koşullardan koruyarak canlılıklarını sürdürdükleri bir mikro ortam sağlamayı ve aynı zamanda gastrointestinal sistemde kararlı bir şekilde iletilmelerini kolaylaştırmayı amaçlayan iki etkili yaklaşımdır (Frakolaki vd., 2021; Rodrigues vd., 2020). Elektro eğirme yöntemiyle üretilen

*Sorumlu yazar: glycoksari@gmail.com

nanolifler geniş yüzey alanı ve yüksek gözenekli yapıları ile gıda endüstrisinde biyoaktif maddelerin, enzimlerin, antimikrobiyallerin, probiyotiklerin enkapsülasyonunda ve gıdaların ambalajlanması alanında kullanılmaktadır (Jun vd., 2018). Elektroeğirme yönteminde polimer çözeltisi bir şırınga pompası kullanılarak bir iğneden dışarı verilir. Damla ortaya çıktığında, yüzey gerilimi ve elektriksel itme kuvvetleri arasındaki denge sayesinde iğne ucunda bir Taylor konisi oluşarak hareket etmekte ve plaka üzerinde ince lifler meydana gelmektedir (Deng ve Zhang, 2020). Bu çalışmada, elektro eğirme yöntemiyle enkapsüle edilen probiyotiklerin, stabilizasyonu ve uygulama alanlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

1.1. Probiyotik Enkapsülasyonunda İşlem Parametreleri ve Gıda Uygulamaları

Elektro-eğirme yöntemlerinde kullanılan çözeltilerin, kaplama maddelerinin, akış hızının, plaka aralığının, voltaj değerlerinin probiyotik canlılığı üzerindeki etkileri oldukça önemlidir (Feng vd., 2023). Geleneksel elektro-eğirme işlemi, genel olarak 5–25 cm'lik bir mesafe aralığında ve yüksek voltaj (10–20 kV) uygulanarak gerçekleştirilmektedir (Shi vd., 2017). Yapılan bir çalışmada, 15 kV gerilimde polietilen oksit (PEO) nanolif içine dahil edilen *Lactobacillus plantarum*'un en yüksek oranda canlılığı koruduğu bildirilmiştir (Moreno vd., 2021). Benzer şekilde Ceylan vd. (2019)'nin yaptığı çalışmada 25 kV gerilimde, poli(vinil alkol) (PVA) esaslı elektro-eğrilmiş nanolif içine enkapsüle edilen probiyotiğin yüksek oranda canlılığını koruduğu tespit edilmiştir. 24 kV gerilim uygulandığında da *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerinde canlılık açısından önemli bir kayıp gözlenmemiştir (Atraki ve Azizkhani, 2021).

PVA, PEO ve PVP gibi biyolojik olarak parçalanabilen sentetik polimerler, elektroeğirme yöntemiyle çok ince lifli yapılar haline getirilebilmektedir. PVA, "genel olarak güvenli kabul edilen" (GRAS) statüsünde olması, yüksek oksijen bariyeri özelliği göstermesi ve suda çözünebilir yapısıyla bakterilerin kolayca geri kazanılmasına olanak tanıması nedeniyle en yaygın kullanılan elektroeğirme malzemesi olarak kullanılmaktadır (Zhao vd., 2020). Son yıllarda, probiyotiklerin enkapsüle edilmesinde ikili elektroeğirme malzemelerinin kullanımı ve koaksiyel elektroeğirme gibi modifiye edilmiş yöntemlerin verimlilikte artışa ve in vitro gastrointestinal sindirim koşullarında daha yüksek canlı kalma oranlarına olanak sağladığı bildirilmektedir (Huq vd., 2013). Ayrıca polisakkaritler, proteinler, bazı katkı maddeleri (gliserol, laktoz, mannitol, prebiyotikler) ile oluşturulan ikili sistemler de kullanılabilmektedir. Bununla birlikte çoğu polisakkarit ve proteinin yapısının karmaşık ikincil/üçüncül yapılar içermesinden dolayı elektroeğrilebilirliklerinin düşük olduğu ifade edilmektedir (Kumar vd., 2021). Eğirme çözeltilerine prebiyotiklerin (fruktooligosakkarit) eklenmesinin, kapsüllenmiş probiyotiklerin canlılığını artırabileceği bildirilmiştir (Škrlec vd., 2019; Feng vd., 2018). Yapılan bir çalışmada PVA (polivinil alkol)/sodyum aljinat nanolif çözeltisine inülin ilave edildiğinde probiyotikler için koruma sağlayabildiği, −18 °C, 4 °C ve 25 °C'deki depolama sırasında canlılıklarını koruyabildiği tespit edilmiştir (Duman ve Karadağ, 2021). Başka bir çalışmada elektro-eğirme yöntemiyle üretilmiş *Lactobacillus rhamnosus* nanoliflerinin balık filetolarının muhafazasındaki rolü incelendiğinde, probiyotik yüklü nanolif kullanılmasının, balık filetolarındaki toplam mezofilik aerobik ve psikrofilik bakterilerin gelişimini %38'e kadar azaltabildiği ve bunun da balık filetolarının muhafazasına katkı sağlayabileceği bildirilmiştir (Ceylan vd., 2018). Yılmaz vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada *Lactobacillus paracasei* KS-199, aljinat bazlı elektro-eğrilmiş nanofiber içerisine enkapsüle edilmiş, fiber çaplarının ortalama 305 nm, pürüzsüz ve boncuksu yapılar içermeyen yapıya sahip olduğu, simüle edilmiş mide özsuyundaki hayatta kalma oranının %64,1'den %70,8 log cfu/mL'ye ve kefir içerisindeki canlılık oranını 6,65'ten 7,38 log cfu/mL'ye artırabildiği bildirilmiştir.

2. SONUÇ

Probiyotiklerin canlılığının korunması, biyoaktif özellikleri arttırılmış fonksiyonel gıda ürünlerinin geliştirilmesi açısından oldukça önemlidir. Elektro-eğirme yönteminde probiyotikler, liflerin içine hapsedilerek veya lif ağı üzerine sabitlenerek stabilize edilebilmektedir. Bu sistemlerde sentetik veya doğal polimerler kullanılabilmektedir. Elektro-eğrilebilirlik özelliklerinin üstün olmasından dolayı, probiyotik enkapsülasyonunda büyük ölçüde sentetik polimerlerin (PVA, PEO, PCL) kullanımını zorunlu kılmaktadır. Buna karşın, söz konusu polimerlerin oral alımdaki biyogüvenlik profili halen tartışma konusudur. Gıda uygulamalarında tercih edilen kaplama materyallerinin, tüketici sağlığı ve gıda güvenliği bağlamında sitotoksisite açısından incelenmesi kritik bir öneme sahiptir. Sentetik materyallerin biyogüvenlik riskleri dikkate alındığında, tüketici sağlığını ve ekolojik dengeyi korumak amacıyla gıda sınıfı doğal polimerlerin kullanımını inceleyen araştırmaların artırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Atraki, R., & Azizkhani, M. (2021). Survival of probiotic bacteria nanoencapsulated within biopolymers in a simulated gastrointestinal model. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *72*, 102750.

Ceylan, Z., Meral, R., Karakaş, C. Y., Dertli, E., & Yilmaz, M. T. (2018). A novel strategy for probiotic bacteria: Ensuring microbial stability of fish fillets using characterized probiotic bacteria-loaded nanofibers. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *48*, 212-218.

Ceylan, Z., Uslu, E., İspirli, H., Meral, R., Gavgalı, M., Tahsin Yilmaz, M., & Dertli, E. (2019). A novel perspective for Lactobacillus reuteri: Nanoencapsulation to obtain functional fish fillets. *Lwt*, *115*, 108427.

Duman, D., & Karadag, A. (2021). Inulin added electrospun composite nanofibres by electrospinning for the encapsulation of probiotics: characterisation and assessment of viability during storage and simulated gastrointestinal digestion. *International Journal of Food Science and Technology*, *56*(2), 927-935.

Feng, K., Huangfu, L., Liu, C., Bonfili, L., Xiang, Q., Wu, H., & Bai, Y. (2023). Electrospinning and electrospraying: emerging techniques for probiotic stabilization and application. *Polymers*, *15*(10), 2402.

Feng, K., Zhai, M. Y., Zhang, Y., Linhardt, R. J., Zong, M. H., Li, L., & Wu, H. (2018). Improved viability and thermal stability of the probiotics encapsulated in a novel electrospun fiber mat. *Journal of agricultural and food chemistry*, *66*(41), 10890-10897.

Frakolaki, G., Giannou, V., Kekos, D., & Tzia, C. (2021). A review of the microencapsulation techniques for the incorporation of probiotic bacteria in functional foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, *61*(9), 1515-1536.

Huq, T., Khan, A., Khan, R. A., Riedl, B., & Lacroix, M. (2013). Encapsulation of probiotic bacteria in biopolymeric system. *Critical reviews in food science and nutrition*, *53*(9), 909-916.

Jun, I., Han, H. S., Edwards, J. R., & Jeon, H. (2018). Electrospun fibrous scaffolds for tissue engineering: Viewpoints on architecture and fabrication. *International journal of molecular sciences*, *19*(3), 745.

Kumar, K. A., Zare, E. N., Torres-Mendieta, R., Wacławek, S., Makvandi, P., Černík, M., ... & Varma, R. S. (2021). Electrospun fibers based on botanical, seaweed, microbial, and animal sourced biomacromolecules and their multidimensional applications. *International journal of biological macromolecules*, *171*, 130-149.

Liu, H., Gong, J., Chabot, D., Miller, S. S., Cui, S. W., Zhong, F., ... Wang, Q. (2018). Improved survival of Lactobacillus zeae LB1 in a spray dried alginate-protein matrix. Food Hydrocolloids, 78, 100–108.

Moreno, J. S., Dima, P., Chronakis, I. S., & Mendes, A. C. (2021). Electrosprayed ethyl cellulose core-shell microcapsules for the encapsulation of probiotics. *Pharmaceutics*, *14*(1), 7.

Muadsri, P. (2016). The Potential of Prebiotic production from wild yam as Lactobacillus casei growth promoter. In *The 6 th International Conference on Fermentation Technology for Value Added Agricultural Products July 29 th–31st, 2015 Centara Hotel & Convention Centre, Khon Kaen, Thailand* (p. 73).

Rajab, S., Tabandeh, F., Shahraky, M. K., & Alahyaribeik, S. (2020). The effect of lactobacillus cell size on its probiotic characteristics. *Anaerobe*, *62*, 102103.

Rodrigues, F. J., Cedran, M. F., Bicas, J. L., & Sato, H. H. (2020). Encapsulated probiotic cells: Relevant techniques, natural sources as encapsulating materials and food applications–A narrative review. *Food research international*, *137*, 109682.

Sarao, L. K., & Arora, M. (2017). Probiotics, prebiotics, and microencapsulation: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57(2), 344–371.

Shi, Z., Ju, J., Liang, Y., Huang, W., Kang, W., & Cheng, B. (2017). A comparative study of poly (tetrafluoroethylene) ultrafine fibrous porous membranes prepared by electrospinning, solution blowing spinning, and electroblown spinning. *Chemistry Letters*, *46*(1), 131-134.

Škrlec, K., Zupančič, Š., Mihevc, SP, Kocbek, P., Kristl, J. ve Berlec, A. (2019). Probiyotiklerin yüksek yüklenmesini ve uzun süreli yaşayabilirliğini sağlayan elektrospun nanoliflerin geliştirilmesi. *Avrupa Eczacılık ve Biyofarmasötik Dergisi*, *136* 108-119.

Yilmaz, M. T., Taylan, O., Karakas, C. Y., & Dertli, E. (2020). An alternative way to encapsulate probiotics within electrospun alginate nanofibers as monitored under simulated gastrointestinal conditions and in kefir. *Carbohydrate Polymers*, *244*, 116447.

Zhao, L., Duan, G., Zhang, G., Yang, H., He, S., & Jiang, S. (2020). Electrospun functional materials toward food packaging applications: A review. *Nanomaterials*, *10*(1), 150.

Disfaji Diyeti için Farklı Protein Kaynaklarıyla Kompozit Jel Üretimi ve Jelin Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi

Esma Nur OKUMUŞ[1], Kerem ÖZSOY[1], Fuat GÖKBEL[2], Nazife Nur YAZĞAN[1,*]

[1]Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara
[2]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman

Disfaji hastalığı, yetersiz beslenmeye ve çocuklarda gelişim geriliğine yol açan önemli bir sorundur. Duyusal seçicilik ve gıda kısıtlılığı nedeniyle çocuklarda protein, vitamin ve mineral eksiklikleri sıkça görülür. Bu çalışmanın amacı, disfaji diyetinde kullanılabilecek şekilde protein gereksinimlerini karşılayan, güvenli yutmaya uygun tekstüre sahip kompozit jel gıdalar geliştirmektir.

Jeller, protein içeriği %10-%25 aralığında değişen konsantrasyonlarda üretilmiştir. Protein çeşidi olarak, bezelye proteini izolatı, peynir altı suyu proteini ve besin mayası kullanılmıştır. Bu üç protein kaynağının tek başına ve kombinasyonlar halinde kullanılmasıyla toplam 7 farklı protein profiline sahip kompozit jel formülasyonu tasarlanmıştır. Jel matrisini stabilize etmek amacıyla 4 farklı stabilizatör; nişasta, ksantan gam, karragenan ve gam arabik denenmiştir. Stabilizör oranları da incelenerek tekstürel parametreler güvenli yutma sınırları içinde optimize edilmiştir.

Numuneler incelendiğinde, düşük protein oranına sahip formülasyonların yağ fazını yeterince emülsifiye edemeyerek faz kararsızlığına neden olduğu görülmüştür. Peynir altı suyu proteini, diğer kaynaklara kıyasla daha güçlü bir jel yapısı sağlamış ve farklı gamlarla kararlı emülsiyonlar oluşturabilmiştir. Gam arabik genel olarak zayıf ağ yapısı sergilemiştir. Karragenan ise düşük konsantrasyonlarda iyi jel yapısı sergilerken, konsantrasyon arttıkça jel yapı sertleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Disfaji; kompozit jel; protein; tekstürel özellikler.

*Sorumlu yazar: nuryazgan@hacettepe.edu.tr

Konvansiyonel Olmayan Maya Kaynaklı Postbiyotiklerin Farklı Kurutma Teknikleriyle Son Ürün Özelliklerinin Değerlendirilmesi**

Su ERSAN, İrem KURT, Neslihan KAYRA, Emrah NİKEREL, Burcu ŞİRİN KAYA*

Yeditepe Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, İstanbul

Postbiyotikler, içerdikleri biyoaktif bileşenler ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle gıda uygulamalarında giderek daha fazla ilgi görmektedir. Konvansiyonel olmayan mayalar ise salgıladıkları metabolitler ve zengin hücre duvarı bileşimleri sayesinde postbiyotik üretimi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Son formülasyonda kurutma tekniği, raf ömrünü belirlemede önemli ölçüde etkilidir. Bu çalışmada, *Yarrowia lipolytica* ve *Kluyveromyces lactis*'in tekli kültür (monokültür) ve birlikte kültür (kokültür) sistemlerinden elde edilen postbiyotik preparatların farklı kurutma teknikleriyle son ürüne dönüştürülmesi ve kurutma yöntemlerinin biyoaktif özelliklerin korunması üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Kültürleme sonrasında elde edilen postbiyotik preparatlar püskürtmeli kurutma (sprey kurutma), etüvde kurutma ve dondurarak kurutma (liyofilizasyon) yöntemleriyle kurutulacaktır. Elde edilen ürünlerin toplam fenolik madde, çözünür protein içeriği ve antioksidan aktiviteleri belirlenerek kurutma öncesi ve sonrası değişimleri değerlendirilecektir. Çalışma sonucunda, biyoaktif özelliklerin korunması açısından uygun kurutma tekniğinin belirlenmesi ve maya kaynaklı postbiyotiklerin kararlı bir son ürüne dönüştürülmesine yönelik bir yaklaşım geliştirilmesi hedeflenmektedir. Böylece, kültürleme stratejisi ve kurutma basamağının birlikte değerlendirilmesiyle konvansiyonel olmayan mayaların fonksiyonel gıda uygulamalarındaki kullanım potansiyelinin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel gıda; konvansiyonel olmayan mayalar; kurutma; postbiyotikler.

*Sorumlu yazar: burcusirin.kaya@yeditepe.edu.tr

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 1001 – BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA PROJELERİNİ DESTEKLEME PROGRAMI kapsamında 124M477 proje numarası ile desteklenmiştir.

Döngüsel Ekonomi Yaklaşımıyla Peynir Altı Suyunun Lor Üretiminde Değerlendirilmesinin Kaşar Peynirinin Çevresel Performansına Etkisi

Elif ÇELEBİ[1,2], Neslihan ÇOLAK[3], Nurcan KOCA[4,*]

[1]Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
[2]Söke Zirai Üretim İşletmesi Tarımsal Yayım ve Hizmetiçi Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Aydın
[3]Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü, İzmir
[4]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Peynir altı suyu, yüksek organik madde içeriği nedeniyle uygun yönetilmediğinde çevresel yük oluşturmakta; lor üretiminde değerlendirilmesi kaynak verimliliği sağlamaktadır. Bu çalışmada, kaşar üretiminde açığa çıkan peynir altı suyunun lor üretiminde değerlendirilmesinin çevresel performansa etkisi yaşam döngüsü analiziyle incelenmiştir. Gerçek üretim verileriyle 1 kg kaşar peyniri fonksiyonel birimi temelinde kapıdan kapıya sistem sınırı oluşturulmuş; peynir altı suyunun lor üretimine yönlendirildiği sistem ile atık kabul edildiği senaryo karşılaştırılmıştır. Etki değerlendirmesi SimaPro 10.2.0.2, Ecoinvent 3,1 ve ReCiPe 2016 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 12 etki parametresi değerlendirilmiştir. Peynir altı suyunun atık kabul edildiği durumda, lor üretiminde değerlendirildiği sisteme kıyasla 10 etki parametresinde %5–18 arasında artış belirlenmiştir. En yüksek iyileşmeler su kullanımı (WU) ve arazi kullanımı (LU) kategorilerinde belirlenmiş; lor üretiminde değerlendirme sonucunda bu etkiler sırasıyla yaklaşık %85 ve %60 azalmıştır. Peynir altı suyunun katma değerli bir ürüne dönüştürülmesi, atık oluşumunu azaltarak kaynakların sistem içinde tutulmasını sağlamaktadır. Bu sonuçlar, yan ürün değerlendirme uygulamalarının kaşar peyniri üretiminde döngüsel ekonomi ilkelerinin hayata geçirilmesi ve çevresel sürdürülebilirliğin geliştirilmesi açısından etkili bir strateji olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel ekonomi; kaşar peyniri; lor peyniri; peynir altı suyu; yaşam döngüsü analizi.

*Sorumlu yazar: nurcan.koca@ege.edu.tr

Bisküvi Hamuru Gelişiminin Yakın Kızılötesi Spektroskopisi ile Gerçek Zamanlı İzlenmesi**

Kübra GÜVEN*, İsmail Hakkı BOYACI

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Bisküvi üretiminde hamur kalitesinin belirlenmesi büyük ölçüde deneyimli personelin gözlemine ya da zaman alıcı laboratuvar analizlerine dayanmaktadır. Bu yaklaşımlar hem öznellik içermekte hem de sonuçları çoğunlukla proses tamamlandıktan sonra sunduğundan, üretim sırasında müdahale imkânı sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle hamurun gelişimini üretim hattında, hızlı ve tahribatsız biçimde izleyebilecek yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, yakın kızılötesi spektroskopisinin (NIRS) bisküvi hamurunun yoğurma sürecinde izlenmesi ve elde edilen spektral bilginin ürün kalitesiyle ilişkilendirilmesi açısından kullanılabilirliği araştırılmıştır. Farklı bileşen oranlarına sahip hamurlardan yoğurma boyunca ve pişirme sonrasında spektral veriler toplanmış, veriler çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, spektral verilerin hem formülasyon kaynaklı farklılıkları hem de yoğurma sürecindeki dinamik değişimleri büyük ölçüde yansıtabildiğini göstermiştir. Kısmi en küçük kareler regresyonu ile incelenen yedi reolojik parametrenin tamamı için modeller kurulmuş (R^2_p 0,89'un üzerinde); bu modellerden ikisi kalite ve proses kontrolüne uygun, üçü tarama amaçlı kullanılabilecek güvenilirlik düzeyine ulaşmış, ikisi ise sınırlı performans göstermiştir. Pişirme öncesi hamur spektrumlarından tahmin edilen dokuz kalite parametresinde (R^2_p 0,86'in üzerinde) modellerin beşi tüm uygulamalar için yeterli, ikisi kalite kontrolü, biri tarama düzeyinde performans sergilemiş; bir parametrede ise tahmin başarısı sınırlı kalmıştır. Sonuçlar, NIRS'in bisküvi üretiminde erken kalite değerlendirmesi ve proses izleme amacıyla kullanılabilecek umut verici bir araç olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bisküvi hamuru; kalite değerlendirme; proses izleme; yakın kızılötesi spektroskopisi.

*Sorumlu yazar: gvnkbr91@gmail.com

**Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi tarafından FOA-2024-21150 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Yeşil Mutabakat Perspektifinde Döngüsel Gastronomi ve Profesyonel Mutfaklarda Gıda Atıklarının Değerlendirilmesi

Zeynep ERTAŞ[1,*], Halide YILDIRIM[2], Çağla ÖZER[2]

[1]İstinye Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Ana Bilim Dalı, İstanbul

[2]İstinye Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları, İstanbul

Gıda israfının azaltılması ve kaynakların verimli kullanılması, sürdürülebilir gıda sistemlerine geçişin temel gereklilikleri arasında yer almaktadır. Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında ortaya konulan sürdürülebilirlik hedefleri ile Tarladan Sofraya Stratejisi, gıda üretim ve tüketim süreçlerinin daha sürdürülebilir, kaynakların verimli kullanılması ve döngüsel bir yapıya dönüştürülmesini desteklemektedir. Döngüsel gastronomi, "gıda–tüketim–atık" modelinin ötesine geçerek gıda yan ürünlerini ve değerlendirilebilir gıda kaynaklarını ürünlerin üretiminde hammadde olarak ele almaktadır. Bu kapsamda sebze ve meyve kabukları, çekirdekleri ve posaları, bayat ekmekler ve çeşitli gıda yan ürünlerinin kurutma, öğütme, fermantasyon, ekstraksiyon, emülsifikasyon ve benzeri yöntemlerle nasıl değerlendirildiği incelenmiştir. Bulgular, bu kaynakların un, içecek, atıştırmalık, fonksiyonel bileşen, aroma ve tekstür bileşeni gibi çeşitli katma değerli ürünlere dönüştürülebildiğini göstermektedir. Ayrıca bu uygulamalar döngüsel gastronomi çerçevesinde değerlendirilerek Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Tarladan Sofraya Stratejisi ile ilişkileri ortaya konulmuştur. Böylece atıkların çöp olarak uzaklaştırılması yerine, yeniden kullanım ve ileri dönüşüm yoluyla ekonomik, beslenme ve gastronomik değerlerinin korunması ve gıda sistemine yeniden kazandırılması hedeflenmektedir. Bu durum gıda israfının azaltılması ve sürdürülebilir gıda sistemlerinin geliştirilmesi hedeflerine gastronomi sektörü üzerinden katkı sağlayabilecek bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Avrupa Yeşil Mutabakat; döngüsel gastronomi; gıda atığı; profesyonel mutfak; sürdürülebilir gıda sistemleri.

*Sorumlu yazar: 2533351004@stu.istinye.edu.tr

Lime, Lamas ve Kütdiken Meyvelerinden Üretilen Limonataların Fizikokimyasal Özellikleri ve Teorik pH Değerlerinin Deneysel Olarak Doğrulanması

Kübra YÜKSEL*, Halide YILDIRIM, Çağla ÖZER

İstinye Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, İstanbul

17. yüzyıldan itibaren reçetesi bulunan limonata temel bileşenlerini narenciye suyu, su ve şekerin oluşturduğu bir içecektir. Osmanlı mutfak kaynaklarında ise "limonata" adıyla verilen ilk tariflerden biri Ayşe Fahriye'nin 1883 tarihli *Ev Kadını* adlı eserinde yer almaktadır. Codex Alimentarius'da limonata tanım olarak gazsız su bazlı aromalı içecekler kapsamında değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada Lime, Lamas ve Kütdiken meyve çeşitleri kullanılarak aynı formülasyon ve üretim tekniğiyle üretilen limonataların örneklerinin fizikokimyasal özellikleri kapsamında pH, titre edilebilir asitlik, toplam çözünür kuru madde (°Brix) ve renk değerleri değerlendirilmiştir. Bileşenlerin hidrojen iyonu konsantrasyonları ile formülasyondaki hacim oranlarına dayalı olarak hesaplanan teorik pH değerlerinin deneysel pH ölçümleriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Limonataların pH değerleri 2,49–2,59, titre edilebilir asitlik değerleri ise %1,23–1,48 (% sitrik asit) değişmiştir. Limonataların içerisinde Lamas en yüksek L^* (53,76 ± 0,61) ve b^* (11,50 ± 0,49) değerleriyle daha parlak ve sarı bir görünüm sergilemiştir. Teorik hesaplamalar, limonata pH'ının tahmin edilmesine yönelik bir yaklaşım sunmakla birlikte, analiz sonucunda elde edilen değerlerin ortalama %30 daha düşük çıktığı görülmüştür. Bu durum, teorik hesaplamada dikkate alınan başlangıç hidrojen iyonu konsantrasyonları ve hacim oranlarıyla açıklanamayacağını gerçek gıda sistemlerinde bileşenler arası etkileşimler gibi faktörlerin de dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kütdiken; lamas; lime; limonata.

*Sorumlu yazar: 2533351003@stu.istinye.edu.tr

Patates Unu İkamesinin Buğday Hamurunun Teknolojik ve Reolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

Ayşenur ÖZLER*, İrem Sude ALTUNTAŞ, Beyza GÖRGÜN, Ahmet Tunahan ACAR, Mehmet Ergül YEŞİLYURT

Eksun Gıda, Ar-Ge Departmanı, Konya

Bu çalışmada, patates ununun buğday ununa farklı oranlarda ikame edilmesinin hamurun teknolojik ve reolojik özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda buğday ununa %1, %2 ve %3 oranlarında patates unu ikame edilerek farklı un karışımları hazırlanmış ve kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen hamurların teknolojik ve reolojik özellikleri farinograf ve ekstensograf kullanılarak değerlendirilmiştir. Farinograf sonuçlarına göre, patates unu ikame oranının artmasıyla hamurun su absorpsiyonunda artış gözlenmiştir. Su absorpsiyonu kontrol örneğinde %57,4 iken %3 patates unu ikamesinde %60,5'e ulaşmıştır. Buna karşılık, patates unu ilavesiyle hamur stabilitesinde belirgin bir azalma meydana gelmiş, stabilite değerleri ikame oranının artmasına bağlı olarak düşmüştür. Yumuşama derecesinin ise patates unu oranındaki artışla yükseldiği belirlenmiştir. Enerji değerlerinde ikame oranının artışına bağlı olarak hafif bir azalma gözlenmiştir. Elde edilen bulgular, patates unu ikamesinin hamurun su tutma kapasitesini artırırken hamur dayanıklılığı ve yoğurma toleransı üzerinde olumsuz yönde etkili olduğunu göstermektedir. Çalışma sonuçlarının, patates ununun buğday unu bazlı ürünlerde kullanım düzeyinin belirlenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Buğday unu; ekstensograf; farinograf; hamur; patates unu.

*Sorumlu yazar: aysenur.ozler@eksun.com.tr

Süzme Yoğurt Suyunun Bazı Özellikleri ve Fermente İçecek Üretiminde Kullanılması

Hatice Kübra KIZILAY KURŞUN*, Esin ÖZEL, Firuze ERGİN ZEREN, Ahmet KÜÇÜKÇETİN

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

Yoğurdun serum fazının uzaklaştırılmasıyla kuru madde içeriği yüksek süzme yoğurt elde edilmektedir. Süzme yoğurt üretiminde ortaya çıkan yoğurtaltı suyu (serum-ekşi peyniraltı suyu); yüksek laktik asit, vitamin ve mineral madde içeriği nedeniyle değerli bir sütçülük yan üründür. Ekşi peyniraltı suyu, kazein içeriğinin çok düşük olmasından dolayı akışkan ve zayıf yapıda bir içecek oluşturmaktadır. Bu yapısal yetersizliğin giderilmesi amacıyla peyniraltı suları, probiyotik mikroorganizmalar ve yoğurt bakterileri ile birlikte yağsız süt tozu gibi süt bazlı ürünlerle zenginleştirilerek fermente süt bazlı içeceklere dönüştürülebilmektedir. Bu çalışmada, %5, %10 ve %15 oranlarında kırmızı orman meyvesi suyu ile %30, %40 ve %50 oranlarında süzme yoğurt suyu içeren sütler probiyotik bakteri *Lacticaseibacillus rhamnosus* GG kullanılarak fermente edilmiştir. Elde edilen fermente içeceklerinin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerindeki değişimler, 4 °C'de 14 gün depolama süresince belirlenmiştir. Sonuçlara göre, örneklerin ortalama pH değerleri 4,30–3,87, titrasyon asitliği değerlerinin, kuru madde oranları %10,01–13,12, protein miktarlarının, kül oranlarının, serum ayrılması değerlerinin arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fermente içecek; peyniraltı suyu; süzme yoğurt.

*Sorumlu yazar: kizilaykubra@akdeniz.edu.tr

Kronik Böbrek Hastalarına Uygun Alternatif Ara Öğün Geliştirme ve Duyusal Analiz

Edanur ÖZ, Başak CAN*

İstanbul Beykent Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik, İstanbul

Kronik böbrek yetmezliği (KBY), küresel prevalansı giderek artan, önemli bir halk sağlığı sorunudur. Böbrek fonksiyonlarındaki azalmayla birlikte iştah kaybı, diyetsel kısıtlamalar, inflamasyon, metabolik asidoz ve gastrointestinal semptomlar gibi etkenler yetersiz besin alımına ve besin kayıplarına yol açarak protein-enerji malnütrisyonu riskini artırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, KBY hastalarının günlük beslenme gereksinimlerine uygun, fonksiyonel özellikte bir gıda ürünü geliştirmektir.

Geçmiş çalışmaların büyük çoğunluğu diyetle alınan proteinin %50'sinin hayvansal bazlı proteinden alınması gerektiğini savunsa da güncel çalışmalar, alınması gereken aminoasit miktarları alındığı takdirde yeterli protein alınımın sağlandığını göstermektedir. Bu nedenle araştırmada, böbrek hastaları için uygun, bitkisel protein ürünü olan kabak kullanılmıştır.

Kabak, uygun koşullarda kurutularak un haline getirilmiş ve üniversite mutfağında standart reçeteye uygun şekilde kraker formülasyonuna dönüştürülmüştür. Kontrol grubu (%0 kabak unu) ile %10, %15 ve %20 kabak unu içeren dört farklı formülasyon hazırlanmıştır. Ürünler, 110 gönüllü katılımcı tarafından duyusal analiz yöntemiyle değerlendirilmiş ve veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, en yüksek genel beğeni oranının Kraker 2'de elde edildiğini, en düşük genel beğeni oranının ise Kraker 4'te gözlendiğini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, %10 kabak unu içeren formülasyonun duyusal açıdan kabul edilebilir olduğu ve KBY hastalarına yönelik fonksiyonel ürün geliştirilmesine temel oluşturabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Duyusal analiz; fonksiyonel gıda; kronik böbrek yetmezliği.

*Sorumlu yazar: basakcan@beykent.edu.tr

Fındık Zarının Sürdürülebilir ve Fonksiyonel Bir Gıda Bileşeni Olarak Değerlendirilmesi: Kapsamlı Bir Derleme

Merve KANDİL*

Giresun Üniversitesi, Fındık İhtisaslaşma Koordinatörlüğü, Giresun

ÖZET

Fındık zarı, kavrulmuş iç fındık üretim prosesinin kavurma aşamasında ayrılan ve çoğunlukla düşük katma değerli alanlarda değerlendirilen önemli bir yan üründür. Fındık zarı içeriğinde yüksek diyet lifi, fenolik bileşikler, E vitamini ve diğer biyoaktif bileşenleri barındırmakta olup besin içeriği bakımından oldukça zengin bir fonksiyonel gıda bileşeni olma niteliği taşır. Bu derlemede fındık zarının kimyasal bileşimi, biyolojik ve fizikokimyasal özellikleri, farklı gıda sistemlerindeki kullanım olanakları ve kullanımını sınırlandıran etmenler de ele alınarak bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Daha önceki yıllarda yapılan araştırmalara göre, fındık zarının yüksek antioksidan aktivite özelliği, lif fraksiyonu dolayısıyla bağırsak mikrobiyotası ve kısa zincirli yağ asidi üretimi üzerinde olumlu etkiler gösterebildiği bilinmektedir. Fındık zarının doğrudan veya ekstrakt olarak et ürünlerindeki uygulamalarında *in vitro* antibakteriyel aktivite belirlenmesine rağmen bu etkinin gıda matrisine tam olarak yansımadığı; ayrıca renk ve tat parametrelerinde kayıp ve asitlenme görülmüştür. Sonuç olarak fındık zarı, unlu mamuller, süt ve et ürünleri ile içeceklerde değerlendirilebilecek sürdürülebilir bir fonksiyonel bileşendir. Fakat gıda güvenliği, biyoyararlanım, uygun kullanım oranı, duyusal kabul açısından optimizasyon çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle insanlarda gerçekleştirilecek çalışmalarda sağlık etkilerinin doğrulanması ve gıda uygulamalarında teknolojik özelliklerle tüketici tercihleri arasındaki dengenin belirlenmesi, ticarileştirme ve sürdürülebilir üretimin desteklenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fındık zarı; fonksiyonel gıda; sürdürülebilirlik.

1. GİRİŞ

Yarılmış kabuklu meyveler olarak da tanımlanan kuruyemişler, kurutulmuş meyveler veya ağaçların yenilebilir tohumlarıdır. Dünyada ticari olarak 4,000.000 tonun üzerinde kuruyemişlerin 738 bin tonunu fındık oluşturmaktadır. Fındık ilk olarak Türkiye, İspanya, İtalya ve ABD'de; Türkiye'de ise yoğun olarak Karadeniz bölgesinde yetiştirilmektedir (Demir vd., 2003; Özdemir F., 2004; TÜİK, 2022). Son yıllarda elde edilen verilere göre ülkemiz dünya fındık ihracat gelirinin yarısından fazlasını elde etmiştir (Uncomtrade, 2022). Dört yüz bin ailenin gelir kaynağı olan fındık, yalnızca kuruyemiş olarak tüketilmeyip şekerleme, pastane ürünleri, tatlı, salata gibi birçok alanda da kullanılmaktadır (TÜİK, 2022).

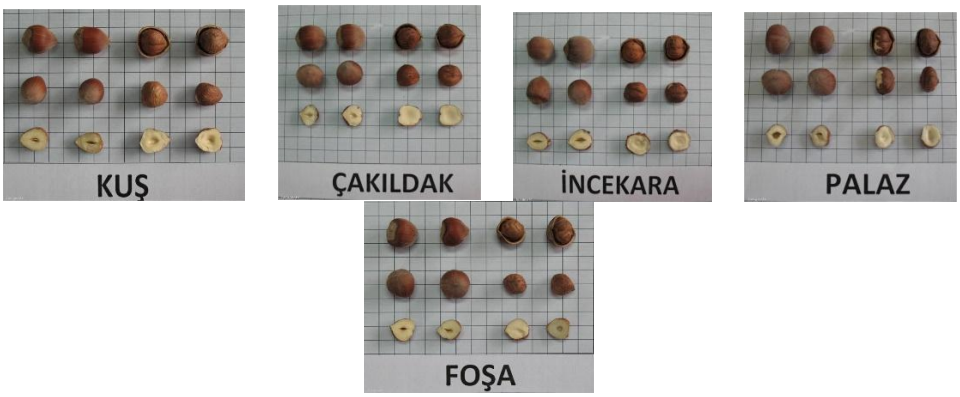
Fındık lezzetli olmasının yanı sıra içeriğindeki protein, yağ, vitamin, mineral nedeniyle de insan diyeti için önemli bir meyvedir. Özellikle E vitamini bakımından zengin olan fındık, yüksek oranda tekli ve çoklu doymamış yağ asidi de içermektedir (Ozdemir vd., 1998; Parcerisa vd., 1998).

*Sorumlu yazar: merve.kandil@giresun.edu.tr



Şekil 1.1. Fındık.

Her gıdada olduğu gibi fındığın da içeriğindeki besin bileşimi fındığın çeşidi, kavrulma sıcaklığı, süresi, depolama koşulları gibi birçok faktörle doğrudan ilişkilidir (Ozdemir, Ackurt, Yildiz vd., 2001; Özdemir ve Devres, 2000). Türkiye'de Tombul çeşidinin yanı sıra Kargalak, Çavcava, Sivri, Acı, Yassı Badem, Kuş, Yuvarlak Badem, Palaz, Çakıldak, Kara, Foşa, Mincane, Uzunmusa ve Kan gibi farklı fındık çeşitleri de yetiştirilmektedir (Mohsenin, 1980; Sitkei, 1986). Bu çeşitler yalnızca dış görünüşleri bakımından değil; tat profilleri, kavurma sırasında zarlarının ayrılma derecesi ve besin bileşimleri yönünden de birbirinden farklı özellikler sergilemektedir (Mohsenin, 1980; Sitkei, 1986; Özdemir ve Akıncı, 2004).



Şekil 1.2. Fındık çeşitleri (https://arastirma.tarimorman.gov.tr/findik).

2023–2024 sezonunda dünya fındık üretimi, iç fındık esas alındığında 523.200 MT'ye ulaşmıştır (INC, 2024). Hasat sonrasında fındığın kırılması, kavrulması ve paketlenmesi sırasında zuruf (kavuz), sert kabuk, kahverengi zar (testa/perisperm) ve yağı çıkarılmış küspe gibi farklı yan ürünler de oluşmaktadır (Alasalvar vd., 2025). Dünya genelinde üretilen fındığın yaklaşık %90'ının kavrularak tüketilmesi, kavurma işlemini fındığın değerlendirilmesindeki temel aşamalardan biri hâline getirmektedir. Bununla birlikte, fındığın büyüklüğü, biçimi, tadı, kavurma sırasında zarının ayrılma eğilimi ve besin bileşimi çeşide göre değişiklik gösterebilir (Özdemir ve Akıncı, 2004).



Şekil 1.3. Fındık yan ürünleri.

Fındık işlemenin farklı aşamalarında ortaya çıkan yan ürünler, mevcut kullanım alanlarının ötesinde değerlendirilebilecek bileşenler içermeleri nedeniyle giderek daha fazla araştırılmaktadır. Bu materyallerin biyoaktif bileşikler bakımından zengin olması, gıda ürünleri ile nutrasötik ve farmasötik uygulamalarda kullanılabilecekleri yönündeki ilgiyi artırmaktadır. Sıfır atık yaklaşımı doğrultusunda değerlendirme çalışmaları yürütülse de bu alandaki araştırmalar henüz sınırlıdır. Mevcut uygulamalarda zuruf gübre, yağı alınmış küspe tavuk yemi olarak değerlendirilirken, sert kabuk yakıt veya aktif karbon üretiminde kullanılmaktadır. Fındık zarı da hayvan yemlerine katılabilmektedir; ancak çekirdeğe benzer besin bileşimi ve diğer yan ürünlere kıyasla taşıdığı yüksek değer, zarın farklı kullanım alanları açısından incelenmesini gerekli kılmaktadır (Alasalvar vd., 2025).

Fındık zarının öne çıkan özelliklerinden biri yüksek diyet lifi içeriğidir: nemli bazda lif oranı %65–75 arasında bildirilmektedir (Durmuş vd., 2023; Tunçil, 2020). Bu lifin yaklaşık %96'sını suda çözünmeyen fraksiyon oluşturur. Söz konusu fraksiyonda çoğunlukla pektik polisakkaritler, ksiloglukan, selüloz ve lignin bulunurken, suda çözünen bölümün temel bileşenleri heteromannanlar, ksiloglukanlar ve pektik polisakkaritlerdir. Bu polisakkaritler, çift çenekli bitkilerin hücre duvarlarında yaygın olarak yer alır. Bununla birlikte, yapısal incelemeler fındık zarından elde edilen pektin ve ksiloglukanların; elma, turunçgil kabuğu, kinoa ve soya gibi kaynaklardan elde edilen benzer bileşenlerle aynı özellikleri göstermediğini ortaya koymuştur (Tunçil, 2020).

Del Rio vd.'nin farklı coğrafyalarda yetiştirilen fındıkların zarları üzerinde yaptığı inceleme, fenolik bileşimin çeşide ve yetişme bölgesine göre değişebildiğini göstermiştir. Ordu ve Akçakoca çeşitlerinde bazı flavonoidlerin düzeyi daha yüksek bulunurken, incelenen flavan-3-ollerin büyük kısmını kateşin oluşturmuştur. Ordu çeşidi kateşin ve fenolik asit içeriğiyle öne çıkarken, Tonda Gentile delle Langhe (TGL) örneklerinde prodelphinidin, epikateşin ve gallat miktarları daha yüksek belirlenmiştir. Şili'de yetiştirilen TGL çeşidi ise en düşük flavanol içeriğine sahip olmuştur. Akçakoca fındığında fenolik asit miktarının düşük olmasına karşın toplam polifenol düzeyinin en yüksek ölçülmesi, bu bileşenlerin çeşide göre farklı dağılım gösterebildiğine işaret etmektedir (Del Rio vd., 2011).

Pelvan vd.'nin 2018 tarihli çalışmasında, Türk Tombul fındığında fenolik asitler üç örnek grubunda karşılaştırılmıştır: çiğ ve zarlı fındık, kavrulmuş ve zarsız fındık ile ayrılmış fındık zarı. Analizlerde gallik, protokateşik, salisilik, ferulik, şiringik, vanilik, 4-hidroksibenzoik, kafeik, o-kumarik ve sinaptik asitler değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, kavrulmuş fındık

zarındaki toplam fenolik asit miktarını çiğ fındıktakinin yaklaşık **489 katı**, kavrulmuş ve zarsız fındıktakinin ise **710 katı** olarak bildirmiştir. Çiğ fındıktaki miktar da kavrulmuş ve zarsız örneğe kıyasla **1,45 kat** daha yüksek bulunmuştur. Bulgular, ölçülen fenolik bileşenlerin büyük bölümünün kavrulmuş fındık zarında yoğunlaştığını göstermektedir (Pelvan vd., 2018).

Kavrulmuş fındık zarında gallik asit baskın fenolik asit olarak belirlenmiş ve toplam fenolik asitlerin %98,5'ini oluşturmuştur. Gallik asidin en yüksek düzeyde bulunan fenolik asit olduğu, Shahidi vd. ile Alasalvar vd.'nin 2007 tarihli çalışmalarında da bildirilmiştir. Buna karşılık, Del Rio'nun 2011 çalışmasında en bol fenolik asit protokateşik asit olarak rapor edilmiştir. Çalışmalar arasındaki bu farklılık; incelenen fındık çeşidi, zarın ayrılma ve ekstraksiyon yöntemi ile örneklerin işlenme koşulları gibi etkenlerle ilişkili olabilir (Del Rio vd., 2011; Pelvan vd., 2018; Shahidi vd., 2007).

2. SONUÇ

Fındık işleme ve kavurma sırasında ortaya çıkan fındık zarı, çoğu zaman düşük değerli bir yan ürün olarak değerlendirilse de bileşimi, gıda alanında yeniden ele alınmasını desteklemektedir. Nemli bazda yaklaşık %65–75 diyet lifi içermesi ve bu lifin büyük bölümünün suda çözünmeyen fraksiyondan oluşması, zarın lif bakımından zengin bir kaynak olduğunu göstermektedir (Durmuş vd., 2023; Tunçil, 2020). Ayrıca fenolik bileşikler ve tokoferoller gibi bileşenleri de fındık zarının besinsel ve işlevsel özelliklerinin araştırılmasını önemli kılmaktadır. Bununla birlikte, bu bileşenlerin miktarı ve profili fındık çeşidine, yetişme koşullarına, kavurma işleminin özelliklerine ve kullanılan analiz ya da ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak değişebilir. Nitekim farklı çalışmalarda fenolik asitler bakımından farklı bileşiklerin öne çıkması, fındık zarının bileşimini değerlendirirken örnek ve yöntem farklılıklarının dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Literatürde fındık zarının ekmek, yoğurt, kurabiye ve et ürünleri gibi farklı gıda gruplarında kullanımı incelenmiştir. Bu çalışmalar, zarın gıdalara lif ve fenolik bileşen kazandırma potansiyelini ortaya koymakla birlikte, kullanımın sağlayacağı katkı her ürün için aynı olmayabilir. Ürüne eklenen miktar; renk, tat, aroma, doku ve tüketici beğenisi gibi özellikleri etkileyebilir. Bu nedenle fındık zarının gıda formülasyonlarına katılmasında yalnızca besinsel bileşim değil, ürünün duyusal niteliği ve depolama süresince göstereceği değişimler de birlikte değerlendirilmelidir. Her ürün grubu için uygun kullanım oranının belirlenmesi ve fındık zarının işlenme biçiminin ürün özelliklerine göre uyarlanması, başarılı uygulamalar geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Gelecek araştırmalarda farklı fındık çeşitlerinden elde edilen zarların bileşiminin karşılaştırılması; kavurma koşullarının, zarın ayrılma biçiminin ve ekstraksiyon yöntemlerinin sonuçlar üzerindeki etkisinin sistematik biçimde incelenmesi yararlı olacaktır. Ayrıca fındık zarındaki bileşenlerin gıda işleme ve depolama sırasında ne ölçüde korunduğunun, ürün içindeki işlevlerinin ve tüketici kabulünün belirlenmesi gerekir. Böylece laboratuvar bulgularının uygulanabilir ürün tasarımlarına aktarılması kolaylaşabilir. Sonuç olarak fındık zarı, mevcut özellikleri ve farklı gıdalarda değerlendirilme olasılığı bakımından dikkate değer bir yan üründür. Uygun kullanım koşulları bilimsel verilerle belirlendiğinde, bu materyalin gıdaya kazandırılması hem fındığın bileşenlerinden daha kapsamlı biçimde yararlanılmasına hem de işleme yan ürünlerinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

Alasalvar, C. ve ark., (2025). Upcycling commercial nut byproducts for food, nutraceutical, and pharmaceutical applications: A comprehensive review. Food Chemistry, 467, 142222.

Alasalvar, C. ve ark., (2026). Hazelnut skin as an industrial coproduct: Novel source of polyphenols and dietary fibre for functional food applications and health benefits. Food Chemistry, 511, 148851.

Alkay, Z. ve ark., (2024). In vitro fecal microbiota modulation properties of pectin and xyloglucan from hazelnut (Corylus avellana L.) skin, an industrial byproduct, and their incorporation into biscuit formula. International Journal of Biological Macromolecules, 279(3), 135383.

Anil, M. (2007). Using of hazelnut testa as a source of dietary fiber in breadmaking. Journal of Food Engineering, 80(1), 61–67.

Costantini, L. ve ark., (2023). Hazelnut skin waste as a functional ingredient to nutritionally improve a classic shortbread cookie recipe. Foods, 12(14), 2774.

Del Rio, ve ark., (2011). Polyphenolic composition of hazelnut skin. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59(18), 9935–9941.

Dinkçi, N. ve ark., (2021). The influence of hazelnut skin addition on quality properties and antioxidant activity of functional yogurt. Foods, 10(11), 2855.

Durmuş, Y. ve ark., (2024). Innovative use of hazelnut skin and starch modifications in sourdough bread formulation. Journal of Food Process Engineering, 47(1), e14517.

INC (International Nut and Dried Fruit Council). (2024). Nuts & dried fruits statistical yearbook 2024.

Mohsenin, N. N. (1980). Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers.

Özdemir, F.ve ark., (2004). Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. Journal of Food Engineering, 63(3), 341–347.

Özdemir, F. ve ark.,(1998). Some physical and chemical properties of hazelnut cultivars. Gıda, 23(1), 37–41.

Özdemir, M. ve ark., (2000). Analysis of color development during roasting of hazelnuts using response surface methodology. Journal of Food Engineering, 45(1), 17–24.

Özdemir, M. ve ark., (2001). Effect of roasting on some nutrients of hazelnuts (Corylus avellana L.). Food Chemistry, 73(2), 185–190.

Parcerisa, J.,ve ark., (1998). Fatty acid, tocopherol and sterol content of some hazelnut varieties (Corylus avellana L.) harvested in Oregon (USA). Journal of Chromatography A, 805(1–2), 259–268.

Pelvan, E. ve ark., (2018). Phenolic profiles and antioxidant activity of Turkish Tombul hazelnut samples (natural, roasted, and roasted hazelnut skin). Food Chemistry, 244, 102–108.

Shahidi, F. ve ark., (2007). Antioxidant phytochemicals in hazelnut kernel (Corylus avellana L.) and hazelnut byproducts. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55(4), 1212–1220.

Sitkei, G. (1986). Mechanics of agricultural materials. Elsevier Science Publishers.

Tunçil, Y. E. (2020). Dietary fibre profiles of Turkish Tombul hazelnut (Corylus avellana L.) and hazelnut skin. Food Chemistry, 316, 126338.

Yeni Nesil Et Alternatiflerinde Tüketici Güveni: Agro-Endüstriyel Yan Ürünlerden Şeffaf ve Sürdürülebilir Gıda Sistemlerine

Ulduz Kazemzadehazad KURT[1,*], Betül ARSLAN SOLMAZ[2], Ayla SOYER[3]

[1]Teknokratlar Derneği
[2]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzincan
[3]Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Artan protein gereksinimi ve gıda sistemlerinin çevresel etkileri, alternatif protein kaynaklarının geliştirilmesini ve agro-endüstriyel yan ürünlerin yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu derleme niteliğindeki çalışmanın amacı, protein içeren bitkisel yan ürünlerin yeni nesil et alternatiflerinde kullanım potansiyelini; döngüsel biyoekonomi, bilimsel doğrulama ve tüketici güveni açısından incelemektir. Güncel bilimsel bilgiler temelinde tahıl ve bira endüstrisi yan ürünleri, yağlı tohum küspeleri, baklagil işleme fraksiyonları ve patates işleme yan ürünleri gibi farklı kaynakların bileşimi, işlenebilirliği ve teknolojik işlevselliği değerlendirilmiştir. Bu hammaddelerin güvenli, besleyici ve standart ürünlere dönüştürülebilmesi için protein miktarı ve kalitesi, amino asit bileşimi, sindirilebilirlik, antinutrisyonel bileşenler, su ve yağ bağlama özellikleri, mikrobiyolojik güvenlik, raf ömrü, tekstür, duyusal nitelikler ve çevresel etkilerin birlikte belirlenmesi gerekmektedir. Hammadde kaynağı, üretim koşulları ve doğrulanmış analiz sonuçlarının kayıt altına alınması, doğal değişkenliğin yönetilmesini ve ürün kalitesinin güvence altına alınmasını desteklemektedir. Bu bilimsel verilerin tüketiciye açık, anlaşılır ve karşılaştırılabilir biçimde aktarılması; ürünlerin kaynağına, güvenliğine, besinsel değerine ve sürdürülebilirliğine duyulan güveni artırabilir. Sonuç olarak, kapsamlı kalite değerlendirmesi ve şeffaf bilgi aktarımıyla desteklenen yan ürün temelli et alternatifleri, gıda kayıplarının azaltılmasına, yerel değer zincirlerinin güçlendirilmesine ve döngüsel biyoekonominin gelişmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Agro-endüstriyel yan ürünler; bitki bazlı et alternatifleri; bitkisel proteinler.

*Sorumlu yazar: ulduz.azad@teknokratlar.org.tr

Sumak (*Rhus coriaria*) Meyvesi ve Diyet Lifinden Yeşil Sentez Yöntemiyle Gümüş Nanopartikül Üretimi ve Karakterizasyonu

Büşra ERDEM[1,*], Yakup ŞİRİN[1], Gülşah GÖKCE[1], Hayriye OKTA ÖZKAN[1], Buket KOYUKAN[1], Perihan GÜRKAN[2], Murat İNAL[3]

[1]Semas Gıda Turz. San. ve Tic. Ltd. Şti., AR-GE Merkezi, Ankara
[2]Gazi Üniversitesi, Kimya Bölümü, Ankara
[3]Kırıkkale Üniversitesi, Biyomühendislik Bölümü, Kırıkkale

Gümüş nanopartiküller (AgNP'ler), güçlü antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri nedeniyle gıda, kozmetik, tıp, tekstil ve ambalaj alanlarında yoğun ilgi gören metalik nanomalzemelerdir. Bakteri, virüs ve çeşitli ökaryotik mikroorganizmalara karşı geniş spektrumlu etkinlikleri, düşük toksisite profilleri ve çevre dostu üretime uygunlukları nedeniyle bitkisel kaynakların kullanıldığı "yeşil sentez" yöntemleri son yıllarda önem kazanmıştır. Bu yöntemlerde gümüş iyon kaynağı olan $AgNO_3$, bitkisel ekstraktlardaki fenolik ve flavonoid bileşiklerle redoks reaksiyonuna girerek Ag^0 formuna indirgenmektedir.

Bu çalışmada, sumak meyvesi ve sumak diyet lifi ekstraktlarının indirgeyici ve kaplayıcı ajan olarak kullanıldığı yeşil sentez yöntemiyle $AgNO_3$ çözeltisinden gümüş nanopartikül üretimi gerçekleştirilmiştir. Gıda işleme yan ürününden elde edilen sumak diyet lifinin bu amaçla değerlendirilmesi ve iki fraksiyonun karşılaştırılması çalışmanın özgün yönünü oluşturmaktadır.

Nanopartikül oluşumu, karanlık ortam koşullarında UV-Vis spektrofotometrisi ile zamana bağlı olarak izlenmiş; farklı pH değerleri ve farklı konsantrasyonların sentez üzerindeki etkileri sistematik olarak değerlendirilmiştir. Nanopartiküllerin kristal yapısı XRD, yüzey fonksiyonel grupları FTIR, termal kararlılığı TGA ve yüzey yükü zeta potansiyeli ölçümleriyle karakterize edilmiştir. Antibakteriyel aktivite disk difüzyon; antioksidan aktivite ise DPPH ve FRAP yöntemleriyle belirlenmiştir.

Sonuç olarak, sumak meyvesi ve diyet lifinin çevre dostu ve sürdürülebilir AgNP üretiminde kullanılabilirliği bu çalışma kapsamında ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Gümüş nanopartikül; sumak; sumak lifi; yeşil sentez.

*Sorumlu yazar: busra@semas.com.tr

İncir Yaprağı Fenolik Ekstraktı ile Zenginleştirilmiş Pektin Bazlı Biyopolimer Film Geliştirilmesi ve Karakterizasyonu**

Kardelen Sena KIRDI[1,*], Beyza SARICAOĞLU[1], Hafizenur ŞENGÜL-BİNAT[2], Esra ÇAPANOĞLU[1], Fatma Ebru FIRATLIGİL[1]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği, İstanbul
[2]İncir Araştırma Enstitüsü, İncirliova, Aydın

Bu çalışmada, incir yaprağı fenolik ekstraktı ile zenginleştirilmiş hurda incirden elde edilmiş pektin bazlı aktif yenilebilir film geliştirilmesi ve bu filmin incir muhafazasında potansiyel kullanımı amaçlanmıştır. İlk aşamada farklı incir yaprağı çeşitleri değerlendirilmiş, yüksek fenolik potansiyeli nedeniyle Divrek incir yaprağı fenolik kaynağı olarak seçilmiştir. Kuru incirden sıcak asit ekstraksiyonu ile pektin elde edilmiştir. Pektin çözeltisi ve yapraktan elde edilmiş fenolik özüt, uygun gliserol oranlarında birleştirilerek film standardizasyonu sağlanmıştır. Filmler: toplam fenolik madde içeriği (TPC), CUPRAC, DPPH, ABTS antioksidan kapasitesi, nem içeriği, suda çözünürlük, su buharı geçirgenliği, kalınlık, yoğunluk ve renk özellikleri açısından karakterize edilmiş; yapısal ve morfolojik özellikleri FTIR ve SEM ile değerlendirilmiştir. İki yönlü ANOVA analizi, fenolik özüt konsantrasyonunun TPC, CUPRAC, DPPH, ABTS değerlerini önemli ölçüde etkilediğini ($p < 0{,}001$) ve her iki parametrenin de fenolik özüt konsantrasyonunun artışıyla kademeli olarak yükseldiğini ortaya koymuştur. FTIR spektrumları fenolik bileşikler ile film matrisi arasındaki etkileşimleri gösterirken; SEM analizleri, kontrol filminde nispeten pürüzsüz ve homojen bir morfoloji, fenolik katkılı filmlerde ise daha heterojen bir yapı sergilemiştir. Genel değerlendirme sonucunda %1 pektin, %1 gliserol ve %12,5 fenolik ekstrakt içeren formülasyon incire uygulanmak üzere seçilmiş; depolama süresince kalite ve duyusal özellikler bakımından değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aktif ambalajlama; antioksidan kapasite; biyopolimer film; fenolik ekstrakt; pektin.

*Sorumlu yazar: kirdi24@itu.edu.tr
**Bu çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından "Tarladan Sofraya İncir: İşleme Paketleme ve Fonksiyonel Gıda Üretimi için Verimli ve Sürdürülebilir Çözümler" başlıklı BAP projesi kapsamında 46276 proje numarası ile desteklenmiştir.

Sürdürülebilir Gıda Sistemlerinde Kenevir Tohumu (*Cannabis sativa* L.): Besinsel ve Fonksiyonel Potansiyel

Mustafa YILDIZ*

İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Küresel nüfus artışı, iklim değişikliği ve doğal kaynaklar üzerindeki baskı, sürdürülebilir ve besleyici alternatif gıda kaynaklarına olan gereksinimi artırmaktadır. Bu çalışma, kenevirin (*Cannabis sativa* L.) besinsel kalitesi, teknolojik işlevselliği ve fonksiyonel potansiyelini bütüncül olarak değerlendirmektedir. Türkiye'de tescilli Narlı ve Vezir çeşitleri ile gıda ürünlerine ilişkin çalışmalar incelenmiştir.

Bulgular, yerli kenevir çeşitlerinin yaklaşık %23 protein ve %36–39 yağ içerdiğini, yağ asitlerinin %75'inden fazlasının çoklu doymamış yağ asitlerinden oluştuğunu ve ω-6/ω-3 oranının yaklaşık 3:1 olduğunu göstermektedir. Toplam esansiyel amino asit miktarı 8,92–9,42 g/100 g aralığındadır. Kenevir tohumu ayrıca fitosteroller gibi çeşitli biyoaktif bileşikler içermektedir. Protein ve un fraksiyonlarının su ve yağ tutma, çözünürlük, emülsifikasyon ve jel oluşturma özellikleri, gıda formülasyonlarında kullanım potansiyelini desteklemektedir.

Buna karşın fitik asit, tripsin inhibitörleri ve kondanse tanenler sindirilebilirlik ve biyoyararlanımı sınırlayabilmektedir. Bu bileşiklerin düzeyleri tohumun anatomik fraksiyonlarına ve uygulanan işleme yöntemlerine bağlı olarak değişirken, kabuk soyma, çimlendirme ve proses koşulları antinutrisyonel yükü azaltabilmektedir. *In vitro* sindirim ve fermantasyon çalışmalarında asetat ve GABA oluşumunun desteklenebildiği bildirilmiştir. Sonuç olarak kenevir, sürdürülebilir ve yenilikçi gıda sistemleri için yüksek besinsel değer, teknolojik işlevsellik ve fonksiyonel potansiyel sunan umut verici bir hammaddedir. Bununla birlikte, bu fonksiyonel etkilerin doğrulanması ve öneminin ortaya konulması için *in vivo* çalışmalar ile insan araştırmalarına gereksinim bulunmaktadır.

*Sorumlu yazar: m.yildiz@izu.edu.tr

Fındık ve Fındık Yağının İnsan Beslenmesindeki Önemi

Merve KANDİL*, Adem SAVAŞ

Giresun Üniversitesi, Fındık İhtisaslaşma Koordinatörlüğü, Giresun

ÖZET

Fındık, dünya çapında önemli bir yere sahip ve en çok tercih edilen kuruyemişlerden birisidir. Günümüzde fındık meyvesinden elde edilen ürünlerden birisi de fındık yağıdır. Fındıkların preslenmesi veya çeşitli ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilen bu yağ, besin değeri yüksek bitkisel bir yağdır. Özellikle içerdiği doymamış yağ asitleri, E vitamini ve biyolojik olarak aktif bileşenler sayesinde beslenme açısından önemli bir yere sahiptir. Fındık yağının temel yağ asidini oleik asit oluştururken, linoleik asit de önemli miktarda bulunmaktadır. Bu yağ asitleri, dengeli beslenme içerisinde vücudun ihtiyaç duyduğu yağların karşılanmasına katkı sağlamaktadır. Fındık yağı başta gıda sektörü olmak üzere farklı alanlarda kullanılmaktadır. Yemeklerde, salatalarda ve çeşitli soslarda kullanılmasının yanı sıra kendine özgü aroma ve lezzeti nedeniyle çikolata, kek, kurabiye ve diğer unlu mamullerin üretiminde tercih edilebilmektedir. Bunun yanında kozmetik sektöründe de kullanımı söz konusudur. Fındık yağının besin değeri ve kullanım alanları, üretim yöntemine ve saklama koşullarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Fındık yağı, hem beslenme hem de farklı endüstriyel alanlar açısından değerlendirilebilen, fındığın katma değerini artıran önemli bir gıda ürünüdür. Bu inceleme çalışmasında, fındık yağının E vitamini içeriğine ilişkin literatür verilerinin değerlendirilmesi ve fındık yağının beslenme açısından potansiyelinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fındık; fındık yağı; fındık yan ürünleri.

1. GİRİŞ

Fındık, dünya çapında önemli bir yere sahip olup, en çok tercih edilen kuruyemişlerden birisidir. Dünyanın birçok bölgesinde fındık üretimi yapılmakta olup, Türkiye, İtalya, ABD, İspanya ve Azerbaycan gibi ülkeler en çok fındık üreten ülkeler arasında yer almaktadır (Köksal vd., 2006; Savaş, 2024; Afşar vd., 2026). Dünyada en fazla fındık üretiminin yapıldığı ülke olan Türkiye'de, 2025 yılı verilerine göre fındık üretim alanı 7,5 milyon dekar olarak belirtilmektedir. Ayrıca Türkiye'de 2025 yılında fındık üretim miktarı 441 bin ton olduğu ve bir önceki yıla göre %63 düşüş gerçekleştiği de ifade edilmektedir (Tarım Ürünleri Piyasaları, 2026).

Makro ve mikro bileşenler açısından oldukça zengin olan fındık çiğ ve kavrularak olarak tüketilebilmesinin yanında birçok alanda (çikolata sanayisi, unlu mamuller, atıştırmalıklar, şekerlemeler, dondurma ve yağ sanayisi) kullanımı söz konusudur (Köksal vd., 2006; Savaş, 2024; Afşar vd., 2026). Nitekim düzenli fındık tüketiminin birçok hastalığının oluşumuna engel olabileceği ifade edilmektedir (Ceylan vd., 2023). Şekil 1.1'de fındık ile ilgili görsel sunulmuştur.

*Sorumlu yazar: merve.kandil@giresun.edu.tr



Şekil 1.1. Fındık.

Diğer taraftan fındık meyvesinden elde edilen önemli ürünlerden birisi de fındık yağıdır. Kendine has tat ve aromaya sahip olan fındık yağı, özellikle oleik asit ve linoleik asitler olmak üzere yüksek doymamış yağ asidi içeriği nedeniyle oldukça değerlidir. Ayrıca fındık yağı tokoferoller, skualen, fitosteroller, karotenoidler ve diğer biyoaktif maddeler açısından da zengindir. Özellikle bu bileşenler önemli besleyici ve sağlığı destekleyici özellikler sergilemektedir (Sun vd., 2022; Gao vd., 2022; Zhang vd., 2026). Dahası, yağ asidi kompozisyonunun zeytinyağına benzerlik göstermesi nedeniyle fındık yağı, beslenme açısından önemli bir bitkisel yağ olarak değerlendirilmekte ve kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmektedir (Seydim and Ertekin, 2006). Fındık yağının genel görünümü Şekil 1.2'de sunulmuştur.



Şekil 1.2. Fındık yağı.

Fındık meyvesinin yağ içeriği çeşit, iklim ve bölge koşullarına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Kesen vd., 2016). Türkiye için önemli ürünlerden biri olan fındık yağının birçok alanda kullanımı söz konusudur. Bu alanların başında yemek pişirme, kızartma, salata sosları ve aroma verici malzemeler gelmekte ve daha birçok alanda kullanımı bulunmaktadır (Alasalvar vd., 2006). Bitkisel kaynaklardan endüstriyel ölçekte yağ elde edilmesinde farklı ekstraksiyon tekniklerinden yararlanılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin (Soxhlet ve ultrason destekli ekstraksiyon, süperkritik ekstraksiyon, presleme gibi) kendi aralarında birçok avantaj ve dezavantaja sahip olduğu ifade edilmektedir (Ermiş vd., 2018). Diğer taraftan fındık yağının bileşimi üzerine yapılan araştırmalar da bulunmaktadır. Örneğin Türkiye'nin Giresun ilinde yetişen Tombul fındığından elde edilen ham yağın bileşimi incelenmiştir. Yağ asitlerinin büyük bölümünü %82,78 oranıyla oleik asit oluşturmuştur. Başlıca triasilgliseroller (TAG) OOO (%71,31), OOL (%12,26) ve POO (%9,45) olarak belirlenmiştir. Ayrıca yağda baskın tokoferolün α-tokoferol (40,40 mg/100 g), fitosterolün ise β-sitosterol (134,05 mg/100 g) olduğu saptanmıştır. Sonuçlar, Tombul fındık yağının doymamış yağ asitleri ve biyoaktif bileşenler açısından zengin bir kaynak olduğunu göstermektedir (Alasalvar vd., 2006). Yine yapılan başka bir araştırmada ise fındık yağı, ön presleme ve solvent ekstraksiyonuyla elde edilmiş, ardından nötralizasyon, ağartma ve koku giderme işlemleriyle rafine edilmiştir.

Rafinasyon sırasında yağ asidi bileşimi büyük ölçüde korunmuş ve oleik asit oranı yaklaşık %81 olarak belirlenmiştir. Ancak toplam tokoferol miktarı 51,89'dan 46,67 mg/100 g'a, fitosterol miktarı ise 168,04'ten 141,48 mg/100 g'a düşmüştür. En büyük kayıplar nötralizasyon aşamasında gerçekleşmiştir. Sonuçlar, rafinasyonun fındık yağının bazı biyoaktif bileşenlerini azaltırken yağ asidi bileşimini büyük ölçüde koruduğunu göstermektedir (Karabulut vd., 2005).

2. SONUÇ

Fındık ve fındık yağı, sahip oldukları besin öğeleri ve sağlık açısından sundukları potansiyel yararlar nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Fındık; özellikle tekli doymamış yağ asitleri, protein, diyet lifi, tokoferoller, folat ve magnezyum gibi mineraller bakımından zengin bir besin kaynağıdır. Fındık yağının bileşiminde yüksek oranda bulunan oleik asit, dengeli ve sağlıklı bir beslenme düzeninin oluşturulmasına katkı sağlayan önemli yağ asitlerinden biridir. Ayrıca fındıkta bulunan tokoferoller ve fenolik bileşikler gibi antioksidan özellik gösteren bileşenler, hücrelerin oksidatif strese karşı korunmasında rol oynayabilmektedir. Bu özellikler, fındık ve fındık yağının yalnızca enerji sağlayan besinler olarak değil, aynı zamanda beslenme kalitesini artırabilecek gıdalar olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır.

Fındık tüketiminin, kalp ve damar sağlığının desteklenmesine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Fındık yağının ise doymamış yağ asitleri bakımından zengin olması, onu uygun miktarlarda tüketildiğinde günlük beslenmede kullanılabilecek bitkisel yağ alternatiflerinden biri haline getirmektedir. Fındık ve fındık yağının beslenmedeki yararlarının korunabilmesi için üretim, işleme, depolama ve tüketim aşamalarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Özellikle yağ elde etme yöntemleri, ürünün yağ asidi bileşimini, antioksidan içeriğini ve oksidatif kararlılığını etkileyebilmektedir.

Sonuç olarak fındık ve fındık yağı, besleyici bileşimleri sayesinde sağlıklı beslenmenin desteklenmesinde değerlendirilebilecek önemli bitkisel kaynaklardır. Bu ürünlerin bilinçli tüketilmesi, uygun yöntemlerle üretilmesi ve doğru koşullarda saklanması, besin değerlerinin korunmasına katkı sağlayacaktır. Fındık ve fındık yağının yararlarından en iyi şekilde faydalanmak için bilimsel veriler ışığında üretim ve tüketim uygulamalarının geliştirilmesi, toplumun doğru beslenme konusunda bilgilendirilmesi ve sürdürülebilir üretim yaklaşımlarının benimsenmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Afşar, M., Abanoz, B. Y., Bakır, H., Polat, F., Sarıdemir, S., & Ağbulut, Ü. (2026). Hydrogen-Enriched Hazelnut Oil Methyl-Ester/Diesel Blends in Dual-Fuel Modes: An Experimental Analysis and Modelling of Engine Characteristics with Developed Hybrid Algorithms. *Process Safety and Environmental Protection*, 109599.

Alasalvar, C., Amaral, J. S., & Shahidi, F. (2006). Functional lipid characteristics of Turkish Tombul hazelnut (Corylus avellana L.). *Journal of agricultural and food chemistry*, *54*(26), 10177-10183.

Ceylan, F. D., Adrar, N., Bolling, B. W., & Capanoglu, E. (2023). Valorisation of hazelnut by-products: current applications and future potential. Biotechnology and Genetic Engineering Reviews, 39(2), 586-621.

Ermiş, Ö., Kazma, C., Kıbıcı, D., & Kahveci, D. (2018). Sulu Enzimatik Ekstraksiyon ile Fındık Yağında Verim ve Kalitenin Geliştirilmesi. *Akademik Gıda*, *16*(3), 301-306.

Gao, Y., Cui, N., Liu, J., Ma, Q., Zhao, T., Yang, Z., ... & Liang, L. (2022). Application of metabolomics to explore the automatic oxidation process of hazelnut oil. *Food Research International*, *162*, 111888.

Karabulut, I., Topcu, A., Yorulmaz, A., Tekin, A., & Ozay, D. S. (2005). Effects of the industrial refining process on some properties of hazelnut oil. European journal of lipid science and technology, 107(7-8), 476-480.

Kesen, S., Sönmezdağ, A. S., Kelebek, H., & Selli, S. (2016). Ham ve rafine fındık yağlarının yağ asitleri bileşimi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, *31*(1), 79-84.

Köksal, A. İ., Artik, N., Şimşek, A., & Güneş, N. (2006). Nutrient composition of hazelnut (Corylus avellana L.) varieties cultivated in Turkey. Food Chemistry, 99(3), 509-515.

Savaş, A. (2024). Fındık meyvesinin besinsel içeriği üzerine kısa bir perspektif. *Gıda Bilimi ve Mühendisliği Araştırmaları*, *3*(1), 100-103.

Seydim, A., & Ertekin, B. (2006). Farklı ambalaj kullanımının fındık yağının depolama stabilitesi üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *10*(3), 341-345.

Sun, J., Feng, X., Lyu, C., Zhou, S., & Liu, Z. (2022). Effects of different processing methods on the lipid composition of hazelnut oil: A lipidomics analysis. *Food Science and Human Wellness*, *11*(2), 427-435.

Tarım Ürünleri Piyasaları (Fındık), (2026). https:// arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF.

Zhang, F., Zhang, L., Zheng, X., Qiao, F., Liu, R., Ma, W., ... & Wang, X. (2026). An efficient and clean extraction approach for hazelnut oil with high ceramide: Enhanced biological properties and abundant flavor complexity. *Food Chemistry: X*, 103709.

Metal-Organik Framework (MOF) Yapılarının Su Ürünlerinde Akıllı Ambalaj Olarak Kullanımı

Nashwa ALAHMAD[1,*], Furkan Türker SARICAOĞLU[2]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Bursa
[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Su ürünleri, yüksek protein ve nem içerikleri nedeniyle hızlı bozulan ve kalite kayıplarının izlenmesinin önemli olduğu gıda gruplarındandır. Bu çalışmada, Metal-Organic Framework (MOF) yapılarının su ürünlerinde akıllı ambalaj uygulamalarındaki kullanım potansiyeli, çalışma mekanizmaları ve güncel uygulama örnekleri değerlendirilmiştir. MOF'ların yüksek yüzey alanı, ayarlanabilir gözenek yapısı ve fonksiyonelleştirilebilir kimyasal özellikleri; gaz adsorpsiyonu, antimikrobiyal ajanların taşınması ve bozulma göstergelerinin algılanması açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Akıllı ambalaj sistemlerinde MOF tabanlı sensörler; amonyak, trimetilamin, toplam uçucu bazik azot (TVB-N), pH değişimleri ve biyojen aminler gibi tazelik göstergelerini kolorimetrik, floresan veya elektrokimyasal yöntemlerle izleyebilmektedir. Literatürde γ-CD-MOF içeren antibakteriyel filmlerin balık etinde mikrobiyal gelişimi ve TVB-N artışını geciktirdiği; MOF tabanlı filmlerin ise karideste amonyak oluşumunu renk değişimiyle gösterebildiği ve Cu-MOF içeren çift modlu sensörlerin balık bozulmasını tespit edebildiği bildirilmiştir. Bununla birlikte toksisite ve madde migrasyonu, erken bozulmanın hassas belirlenmesi ve farklı su ürünlerinde uygulama eksikliği, ticarileşme öncesindeki başlıca sınırlılıklardır. Sonuç olarak MOF tabanlı akıllı ambalajların, su ürünlerinde raf ömrünün uzatılması ve tazeliğin gerçek zamanlı izlenmesi açısından önemli bir potansiyel taşıdığı değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ambalaj; metal-organik framework; su ürünleri; tazelik sensörü.

*Sorumlu yazar: abadi.gg42@gmail.com

Bezelye, Narenciye ve Patates Liflerinin Modifiye Atmosferde Paketlenmiş Tüketime Hazır Tavuk Dönerlerin Kalitesi Üzerine Etkileri

Eylem Ezgi FADILOĞLU[1,*], Sibel KAYA BAYRAM[2], Melda İLHAN ÖZKAN[2]

[1]Yaşar Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, İzmir

[2]Abalıoğlu Lezita, İzmir

Bu çalışmada, ticari bezelye, narenciye ve patates liflerinin, modifiye atmosfer paketleme altında 25 gün soğukta depolanan pişmiş tavuk dönerlerinin kalite özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Lif içermeyen tavuk döneri kontrol grubu olarak kullanılmış ve her bir ticari lif formülasyona %1 oranında ilave edilmiştir. Farklı lif türlerinin pH, fizikokimyasal özellikler, pişirme kaybı, lipid oksidasyonu, mikrobiyolojik kalite, renk, tekstür, duyusal özellikler ve mikroyapı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Ticari liflerin fizikokimyasal ve renk özellikleri de belirlenmiştir. Lif ilavesi pH değerlerini önemli ölçüde artırırken, narenciye ve patates lifleri bezelye lifi ve kontrol grubuna kıyasla pişirme kaybını azaltmıştır. Depolama süresince TBARS değerleri artmasına rağmen, oksidatif bozulma sınırının altında kalmıştır. Bezelye ve narenciye lifi uygulamaları depolama süresince kabul edilebilir mikrobiyolojik kaliteyi korumuştur. Lif ilavesi renk farklılıklarını azaltmış ve duyusal özellikler üzerinde olumsuz etki göstermemiştir. Doku profil analizi, lif türünün tavuk dönerlerin dokusal özellikleri üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermiş; bezelye lifi en yüksek sertlik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik değerlerini sağlarken, bezelye ve narenciye lifleri kontrol ve patates lifi gruplarına göre daha yüksek elastikiyet ve kohezyon göstermiştir. SEM analizi belirgin mikroyapısal farklılıkları doğrulamıştır. Genel olarak, patates lifi en iyi teknolojik performansı gösterirken, bezelye lifi tekstürel özellikler üzerinde en belirgin değişikliklere neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bezelye; kalite; MAP; narenciye ve patates lifi; soğuk depolama; tavuk döner.

*Sorumlu yazar: ezgi.fadiloglu@yasar.edu.tr

TÜRKİYE 16. GIDA KONGRESİ

Poster Bildiriler

P001 – P226 · 186 bildiri

Sürdürülebilir Biyoaktif Bileşik Üretimi için Domates Posası Atıklarının Değerlendirilmesi

Pınar ALEMDAR, Gizem YURDACAN, Burcu KAYA*, Yonca KARAGÜL YÜCEER

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

ÖZET

Domates; salça, domates suyu, püre, ketçap ve sos gibi ürünlerin üretiminde kullanılan bir hammaddedir. Bu üretim süreçleri sonucunda ortaya çıkan domates posası, yüksek besin ve biyoaktif bileşik içeriği nedeniyle değerlendirilme potansiyeline sahip önemli bir atıktır. Bu çalışmada, *Aspergillus oryzae* ve *Neurospora intermedia* ile katı hal fermantasyonu yapılan domates posasının, biyoaktif bileşiklerinin artırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda başlangıç nem içeriği %65'e ayarlanan domates posası, 35 °C'de 3, 5 ve 7 gün süreyle katı hal fermantasyonuna tabi tutulmuş; elde edilen örneklerin toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve antioksidan aktivite değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek toplam fenolik madde içeriği 5 gün süreyle *Neurospora intermedia* ile fermente edilen domates posasında 80,05 g/kg olarak tespit edilmiştir ($p < 0,05$). En yüksek toplam flavonoid içeriği ise *Aspergillus oryzae* ile 3 gün boyunca fermente edilen domates posasında (0,57 g/kg) tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Ayrıca antioksidan aktivite analiz sonuçlarına göre *Neurospora intermedia* ile fermantasyonun domates posasının antioksidan aktivitesini %4,75 oranında arttırdığı saptanmıştır. Sonuç olarak, domates posasının biyoaktif özelliklerinin katı hal fermantasyonu ile geliştirilebildiği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Aspergillus oryzae*; domates posası; *Neurospora intermedia*; sürdürülebilirlik.

1. GİRİŞ

Küresel domates üretimi yıllık 170 milyon tondur ve bunun 127,5 milyon tonu taze tüketim, 42,5 milyon tonu ise endüstriyel işleme için kullanılmaktadır (Lu vd., 2022). TÜİK tarafından yayımlanan rapora göre Türkiye'de 13 milyon ton domates üretimi gerçekleşmiştir (TÜİK, 2022). Gıda endüstrisi tarafından salça, domates suyu, püre, ketçap ve sos gibi ürünlerin üretiminde hammadde olarak domates kullanılmaktadır (Del Valle vd., 2006). Ancak domatesin işlenmesi sonucu, çiğ domates ağırlığının yaklaşık %10–30'una denk gelen yüksek miktarda domates posası atık olarak elde edilmektedir (Belmessikh vd., 2013). Domates posası kabuk, domates tohumları ve az miktarda liften oluşmaktadır (Ganji Jamehshooran vd., 2022). Su ve besin açısından zengin olan bu posa değerlendirilmediği takdirde kolaylıkla bozulmakta ve çevre kirliliğine neden olabilmektedir. Yaklaşık %60 tohum ve %40 kabuktan oluşan posa, protein (%17–22) ve yağ (%10–15) bakımından nispeten zengin olarak nitelendirilmektedir. Son dönemde yapılan çalışmalar domates posasının likopen, çözünür diyet lifi ve diğer biyoaktif bileşikler yönünden değerlendirilmesine ve bu bileşiklerin geri kazanılarak yüksek katma değerli ürünlerde kullanılmasına odaklanmıştır (Chabi vd., 2024; Méndez-Carmona vd., 2023). Ayrıca biyodizel gibi biyoyakıtlar, biyogaz ve biyoürünlerin (lakkaz, ksilanaz, B12 vitamini ve aroma) üretilmesi için fermantasyon substratı olarak kullanımı da çalışılmıştır (Belmessikh vd., 2013). Ancak yapılan literatür araştırmalarında *Aspergillus oryzae* ve

*Sorumlu yazar: burcu.kaya@comu.edu.tr

Neurospora intermedia suşunun domates posası substratında fermantasyonu ve biyoaktif bileşenler üzerine yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür.

Aspergillus oryzae, geleneksel Japon fermantasyon endüstrisinde sake, soya sosu ve miso üretiminde kullanılmaktadır (Kobayashi vd., 2007). Jamilu vd. (2023) pirinç kabuğu ve mısır koçanının *A. oryzae* ile katı hal fermantasyonu sonucu proteaz enziminin üretilebileceğini bildirmiştir. Animashahun vd. (2024) ise kırmızı pirinç kepeğinin *A. niger* ile katı hal fermantasyonu sonucu, substratın ham protein içeriğinin arttırılabileceğini raporlamıştır. *Neurospora intermedia*, Endonezya'nın Java eyaletinde geleneksel bir ürün olan oncomun (kırmızı oncom) üretiminde kullanılmaktadır (Rekdal vd., 2023). Stodolak vd. (2020), keten tohumu yağı kekini katı hal fermantasyon tekniğine göre *A. oryzae* ve *N. intermedia* kullanarak fermente etmiştir. Sonuç olarak, fermente ürünün fermente olmayana göre daha yüksek protein ve antioksidan madde içerdiğini, ayrıca sindirilebilirliğin iyileştiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, domates posasının *A. oryzae* ve *N. intermedia* ile katı hal fermantasyonu sonucu elde edilen son üründe biyoaktif bazı bileşenlerinin artırılması amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Spor Solüsyonlarının Hazırlanması ve Fermantasyon

Küf suşları, PDA (Patates Dekstroz Agar) besiyerinde kültürlenmiştir. Spor solüsyonunu hazırlamak için Kaya vd. (2024) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Fermantasyon ortamı kuru domates posasının nem içeriğinin %65'e ayarlanması ile hazırlanmıştır. Ardından her petriye 10^7 spor/mL konsantrasyondaki spor solüsyonundan 2 mL ilave edilmiştir (Sar vd., 2024). Fermantasyon 35 °C'de 3, 5 ve 7 gün boyunca devam etmiştir. Kontrol olarak fermente edilmeyen domates posası kullanılmıştır. Fermente domates posaları, inkübasyon süreleri sonunda 50 °C'de etüvde kurutulmuştur. Kurutma işleminin ardından fermente domates posalarına homojenizasyon işlemi uygulanmıştır.

2.2. Genel Bileşim

Örneklerin pH değeri, pH metre (Sartorius, Göttingen, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. Yağ miktarı, örneğin Soxhlet düzeneğinde n-hekzan ile ekstrakte edilmesiyle saptanmıştır. Kjeldahl yöntemi kullanılarak belirlenen azot miktarı 6,25 faktörüyle çarpılarak, protein miktarı yüzde olarak hesaplanmıştır. Örneklerin kül içeriğinin belirlenmesi amacıyla kül fırını kullanılmış olup sonuçlar yüzde olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 2013).

2.3. Biyoaktivite Özellikleri

2.4. Ekstraksiyon

Homojen haldeki örneklerden 1 g tartılarak üzerine 10 mL saf su eklenmiş, karıştırılmıştır. Elde edilen karışımlar, 25 °C'de ve 150 rpm hızda 1 saat bekletilmiştir. Ardından numuneler, 9000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Son aşamada, filtre kağıdı kullanılarak süzme işlemi gerçekleştirilmiş ve ekstraksiyon işlemi tamamlanmıştır.

2.5. Toplam Fenolik Madde Tayini

Ekstraktların toplam fenolik içeriği, Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Li vd., 2022).

2.6. Toplam Flavonoid Tayini

Örneklerin flavonoid içerikleri Gong vd. (2018) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak belirlenmiştir.

2.7. Antioksidan Aktivite

Örneklerin antioksidan aktivitesi 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radikali süpürme aktivitesi yöntemine göre fermantasyon sonunda belirlenmiştir (Li vd., 2020).

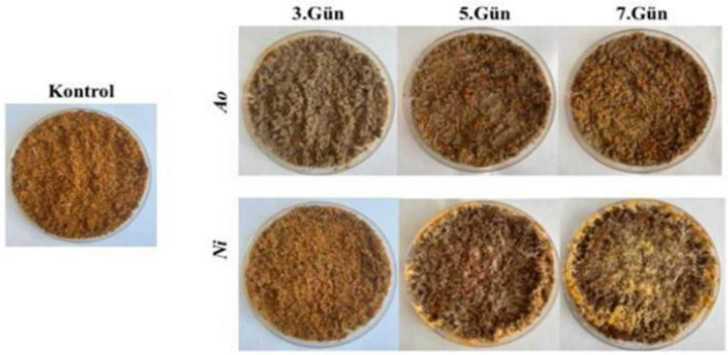
2.8. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirmelerde varyans analizi (ANOVA) kullanılmış olup karşılaştırmalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile %95 güven sınırında gerçekleştirilmiştir. SPSS 23.0 (SPSS Inc., ABD) programı kullanılarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. $p < 0,05$ istatistiksel açıdan anlamlı kabul edilmiştir. Tüm analizler en az 2 tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Fizikokimyasal Özellikler

A. oryzae (Ao) ve *N. intermedia* (Ni) ile fermente edilmiş kuru domates posalarına ait görüntüler Şekil 3.1'de sunulmuştur. Fermantasyon süresince *A. oryzae* sporlarının spesifik grimsi-yeşil renk yoğunluğunun tüm fermantasyon sürelerinde benzer olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.1). Buna rağmen *N. intermedia* sporlarına ait spesifik turuncu rengin fermantasyon süresi boyunca arttığı gözlemlenmiştir.



Şekil 3.1. *A. oryzae* (Ao) ve *N. intermedia* (Ni) ile fermente edilmiş kuru domates posaları.

Fermantasyon süresi boyunca örneklerin pH değerlerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde artış gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,05$) (Tablo 3.1). Özellikle *A. oryzae*'nın pH artış düzeyinin *N. intermedia* örneklerine kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. En yüksek pH değeri *A. oryzae* ile 7 gün boyunca fermente edilmiş domates posasında saptanmıştır ($p < 0,05$). Katı hal fermantasyonu sırasında pH değerinde belirgin değişiklikler meydana gelebilmektedir. Bunlar esas olarak substratın yetersiz oksidasyonu nedeniyle asit üretimi veya amonyum iyonlarının alınmasından kaynaklanabilir ve bu da pH'ın düşmesine neden olurken, üre veya diğer aminlerin deaminasyonuyla amonyak salınımı pH'ı artırabilir (Banerjee, 2005). Bu durum, *A. oryzae*'nın güçlü enzimatik aktivitesi sonucu organik asitlerin parçalanması ve ortamda amonyak gibi bazik bileşiklerin oluşması ile açıklanabilir (Gautheron vd., 2024). Ayrıca katı hal fermantasyonu sürecinde mikroorganizmaların metabolik faaliyetleri sonucunda ortam

pH'ının yükselmesinin yaygın bir durum olduğu literatürde belirtilmiştir (Hu vd., 2016; Olukomaiya vd., 2020).

Tablo 3.1. Kontrol ve fermente domates posalarının genel bileşimi.

		3. Gün		5. Gün		7. Gün	
	Kontrol	**Ao**	**Ni**	**Ao**	**Ni**	**Ao**	**Ni**
pH	4,06f	6,79c	4,31e	7,23b	4,95d	7,53a	4,91d
Protein (%)	10,64bcd	9,93d	11,19 b	9,98d	12,20a	9,68d	12,25a
Kül (%)	2,94c	3,61b	2,74bc	3,69b	3,24c	4,22a	3,25bc
Yağ (%)	0,83 e	0,34f	2,22 d	5,17 b	2,89e	3,43c	7,80a

Ao: *Aspergillus oryzae*; Ni: *Neurospora intermedia.*

Aynı satırda yer alan farklı harfler, değerler arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir ($p < 0,05$).

Örneklerde protein içeriğinin *A. oryzae* fermantasyonu ile azaldığı belirlenmiştir. Ancak bu durum kontrol numune değerleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli fark göstermemiştir ($p > 0,05$). Domates posasının *N. intermedia* fermantasyonunun 5. ve 7. gününde ise protein içeriğinin önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir. *A. oryzae* fermantasyonu ile protein içeriğinde gözlenen azalma, diğer bazı çalışmalarda da (Jamilu vd., 2023; Lee vd., 2006) gösterildiği gibi mikroorganizmanın proteolitik enzimleri kullanarak, proteinleri daha küçük bileşenlere parçalaması ve bu bileşenleri kendi metabolizmasında kullanması ile açıklanabilir. *N. intermedia* fermantasyonu ile protein içeriğinde gözlenen artış ise, mikroorganizmanın biyokütle üretimi ve hücresel protein sentezi gerçekleşmesi ile açıklanabilir (Rekdal vd., 2023).

Kül içeriğinin *A. oryzae* fermantasyonu ile istatistiksel olarak önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir ($p < 0,05$). Dei vd. (2008), fungal fermantasyon sonucunda endüstriyel yan ürünlerin kül içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. Fermantasyon boyunca kül miktarının artması, mikroorganizma tarafından salgılanan enzimler aracılığıyla substrattaki mineral maddelerin serbest hale geçmesi ile açıklanabilir. Yağ miktarı, her iki mikroorganizmanın fermantasyonu boyunca arttığı saptanmıştır ($p < 0,05$). Bunun nedeni fermantasyon ortamındaki fazla karbonun ve yağ asidi öncülerinin mikrobiyal metabolizma yoluyla lipid sentezine yönlendirilmesinden kaynaklanabilir (Sar vd., 2024).

3.2. Biyoaktivite Özellikleri

Domates posasının toplam fenolik madde içeriği *A. oryzae* fermantasyonu ile azalırken, *N. intermedia* fermantasyonu ile artmıştır ($p < 0,05$) (Tablo 3.2.). En yüksek toplam fenolik madde, *N. intermedia* ile 5 gün boyunca fermente edilen domates posasında 80,05 g/kg olarak tespit edilmiştir. *A. oryzae* fermantasyonu ile azalan fenolik madde miktarı, bu bileşiklerin mikroorganizma tarafından metabolize edilmesi veya enzimatik degradasyona uğraması ile açıklanabilir (de Lima vd., 2021; Olukomaiya vd., 2020). Ayrıca fenolik bileşiğin azalması, başka bileşiklere dönüşmelerinden veya katı hal fermantasyonu (SSF) sırasında küfler tarafından büyüme için karbon kaynağı olarak kullanılmalarından kaynaklanıyor olabilir (Rahayuningsih vd., 2022). Bunun aksine, *N. intermedia* fermantasyonunda fenolik madde içeriğinde gözlenen artış, hücre duvarına bağlı fenolik bileşiklerin enzimatik hidroliz ile serbest hale geçmesi sonucu ortaya çıkmış olabilir (Sar vd., 2024). Katı hal fermantasyonunun fenolik bileşiklerin biyoyararlanımını artırdığı daha önce yapılan çalışmalarla da desteklenmiştir (Gautheron vd., 2024; Gungor vd., 2021).

Tablo 3.2. Kontrol ve fermente domates posalarının biyoaktivite özellikleri.

		3. Gün		5. Gün		7. Gün	
	Kontrol	**Ao**	**Ni**	**Ao**	**Ni**	**Ao**	**Ni**
Toplam fenolik madde (g/kg)	67,98c	32,77d	74,98b	31,56d	80,05a	35,63d	71,77bc
Toplam flavonoid (g/kg)	0,53c	0,57a	0,22e	0,56b	0,22e	0,52 c	0,24d
DPPH (%inhibisyon)	46,90b	41,25c	48,92a	35,66 e	49,13a	36,20 d	49,05a

Ao: *Aspergillus oryzae*; Ni: *Neurospora intermedia.*

Aynı satırda yer alan farklı harfler, değerler arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir ($p < 0,05$).

A. oryzae fermantasyonu ile toplam flavonoid içeriği fermantasyonun 3. ve 5. günlerinde kontrolden daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$) (Tablo 3.2). Bu durum mikroorganizmanın belirli bir süre selülaz ve hemiselülaz gibi hücre duvarını parçalayan enzimler üretmesi sonucu flavonoid bileşiklerinin açığa çıkması ile ilişkilendirilebilir (Gautheron vd., 2024; Gong vd., 2018). Domateslerin antioksidan aktivitesi, genetik çeşidine, olgunlaşma evresine ve yetiştirme koşullarına göre önemli ölçüde değişmektedir (Leonardi vd., 2000). Çalışmada, DPPH yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivitenin *N. intermedia* fermantasyonu ile arttığı görülmüştür (Tablo 3.2). Bu artış fenolik bileşiklerde meydana gelen artış ile doğrudan ilişkilidir. Fenolik ve flavonoid bileşiklerin antioksidan kapasiteyi belirleyen temel bileşenler olduğu bilinmektedir (Li vd., 2020). Ayrıca fermantasyon sürecinde ortaya çıkan yeni biyoaktif bileşikler ve serbest radikal süpürücü metabolitler de antioksidan aktivitenin artmasına katkı sağlamış olabilir (Sar vd., 2024). *N. intermedia* fermantasyonun aksine *A. oryzae* fermantasyonunda DPPH değerlerinde düşüş görülmüştür. Antioksidan aktivitedeki azalma, fermantasyonun substrat fenolik profilini ve antioksidan bileşiklerin yapısal kompozisyonunu değiştirmesi ile açıklanabilir (Liang vd., 2023).

4. SONUÇ

Bu çalışmanın bulguları, domates posası atıklarının gıda uygulamalarında bir bileşen olarak kullanılmak üzere önemli besin ve fonksiyonel potansiyele sahip önemli bir yan ürün olduğunu göstermektedir. Sonuçlara dayanarak domates posası atıklarının *N. intermedia* ile katı hal fermantasyonunun antioksidan kapasiteyi başarılı bir şekilde arttırdığı görülmüştür. Günümüzde tarımsal kökenli yan ürünler ve gıda atıklarının önemli bir sorun olduğu göz önünde bulundurulduğunda, düşük ticari değere sahip ve çevresel sorun oluşturma potansiyeli bulunan domates posası atığının değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Düşük ticari değere sahip domates posasının biyoteknolojik süreçlerle işlenerek antioksidan kapasitesinin arttırılması, besin değeri yüksek ve çok amaçlı kullanılabilecek fonksiyonel bileşik üretimine olanak sağlamaktadır. Bu çalışma domates atıklarının doğal ve sürdürülebilir bir antioksidan kaynak olarak değerlendirilme potansiyeline sahip olabileceğini göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 2209-A Lisans Öğrenci Araştırma Projeleri kapsamında desteklenmiştir. Projeye verdiği destekten ötürü TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Adekunle, A. R., Benjamin, A. O., Musa, O., Olayinka, A., Olubunmi, O. E. O., Reuben, O., Precious, O., Peculiar, A.. A., & Abiodun, I. (2024). Determining the ıdeal temperature and fermentation duration to enhance crude protein content and reduce crude fiber in rice bran using solid-state fermentation with *Aspergillus niger* (USM F4). *World*, *14*(3), 318-327.

Banerjee, U. (2005). Influence of process parameters on the production of metabolites in solid-state fermentation. *Malaysian Journal of Microbiology*, *1*(2), 1–9.

Belmessikh, A., Boukhalfa, H., Mechakra-Maza, A., Gheribi-Aoulmi, Z., & Amrane, A. (2013). Statistical optimization of culture medium for neutral protease production by *Aspergillus oryzae*: Comparative study between solid and submerged fermentations on tomato pomace. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 44*(3), 377–385.

Cemeroğlu, B. (2013). Gıda analizleri (3. baskı). Ankara, Türkiye: Bizim Grup Basımevi.

Chabi, I. B., Zannou, O., Dedehou, E. S., Ayegnon, B. P., Odouaro, O. B. O., Maqsood, S., & Kayodé, A. P. P. (2024). Tomato pomace as a source of valuable functional ingredients for improving physicochemical and sensory properties and extending the shelf life of foods: *A review. Heliyon*, *10*(3). e25261

de Lima, T. M., De Almeida, A. B., Peres, D. S., De Sousa, T. L., De Freitas, B. S. M., Silva, F. G., & Egea, M. B. (2021). *Rhizopus oligosporus* as a biotransforming microorganism of Anacardium othonianum by-product for production of high-protein, antioxidant, and fiber ingredient. *LWT*, *135*, 110030.

Dei, H. K., Rose, S. P., Mackenzie, A. M., & Amarowicz, R. (2008). Growth performance of broiler chickens fed diets containing shea nut (Vitellaria paradoxa, Gaertn) meal fermented with *Aspergillus niger*. *Poultry Science,* 87(9), 1773–1778.

Del Valle, M., Cámara, M., & Torija, M. E. (2006). Chemical characterization of tomato pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *86*(8), 1232-1236.

Ganji Jamehshooran, E., Jafari Khorshidi, K., & Bayat Kouhsar, J. (2022). Chemical composition, aerobic stability and fermentation pattern of tomato pomace and pumpkin waste silage using fibrolytic enzymes and lactic acid bacteria. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 11*(1), 47–59.

Gautheron, O., Nyhan, L., Torreiro, M. G., Tlais, A. Z. A., Cappello, C., Gobbetti, M., & Şahin, A. W. (2024). Exploring the impact of solid-state fermentation on fava bean flour: A comparative study of *Aspergillus oryzae* and *Rhizopus oligosporus*. *Foods, 13*(18), 2922.

Gong, K., Chen, L., Li, X., Sun, L., & Liu, K. (2018). Effects of germination combined with extrusion on the nutritional composition, functional properties and polyphenol profile and related in vitro hypoglycemic effect of whole grain corn. *Journal of Cereal Science*, *83*, 1–8.

Gungor, E., Altop, A., Erener, G., & Coskun, I. (2021). Effect of raw and fermented pomegranate pomace on performance, antioxidant activity, intestinal microbiota and morphology in broiler chickens. *Archives of Animal Nutrition*, *75*(2), 137–152.

Hu, Y., Qin, H., Zhan, Z., Dun, Y., Zhou, Y., Peng, N., & Zhao, S. (2016). Optimization of *Saccharomyces boulardii* production in solid-state fermentation with response surface methodology. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, *30*(1), 173–179.

Jamilu, H., Onyike, E. O., & Nasir, S. (2023). Optimization of protease production using agro wastes by *Aspergillus* spp. in a solid-state fermentation. *Scientific African, 21*, e01822.

Kaya, B., Wijayarathna, E. K. B., Yüceer, Y. K., Agnihotri, S., Taherzadeh, M. J., & Sar, T. (2024). The use of cheese whey powder in the cultivation of protein-rich filamentous fungal biomass for sustainable food production. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 8*, 1386519.

Kobayashi, T., Abe, K., Asai, K., Gomi, K., Juvvadi, P. R., Kato, M., & Machida, M. (2007). *Genomics of Aspergillus oryzae. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 71*(3), 646–670.

Lee, K., Lee, S. K., & Lee, B. D. (2006). *Aspergillus oryzae* as probiotic in poultry: A *review. International Journal of Poultry Science, 5*(1), 1–3.

Leonardi, C., Ambrosino, P., Esposito, F., & Fogliano, V. (2000). Antioxidative activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *48*(10), 4723–4727.

Li, S. N., Tang, S. H., He, Q., Hu, J. X., & Zheng, J. (2020). In vitro antioxidant and angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of fermented milk with different culture combinations. *Journal of Dairy Science,* 103(2), 1120–1130.

Li, N., Wang, S., Wang, T., Liu, R., Zhi, Z., Wu, T., Sui, W., & Zhang, M. (2022). Valorization of wheat bran by three fungi solid-state fermentation: Physicochemical properties, antioxidant activity and flavor characteristics. *Foods*, *11*(12), 1722.

Liang, Z., Huang, Y., Zhang, P., & Fang, Z. (2023). Impact of fermentation on the structure and antioxidant activity of selective phenolic compounds. *Food Bioscience*, *56*, 103147.

Lu, S., Chen, S., Li, H., Paengkoum, S., Taethaisong, N., Meethip, W., & Paengkoum, P. (2022). Sustainable valorization of tomato pomace (Lycopersicon esculentum) in animal nutrition: a review. *Animals*, *12*(23), 3294.

Méndez-Carmona, J. Y., Ramírez-Guzmán, N., Sandoval-Cortes, J., Ascacio-Valdés, J. A., Boone-Villa, V. D., Govea-Salas, M., & Aguilar, C. N. (2023). Valorization of tomato fruit processing residues. In *Agricultural Waste: Environmental Impact, Useful Metabolites and Energy Production* (pp. 215-243). Singapore: Springer Nature Singapore

Olukomaiya, O. O., Adiamo, O. Q., Fernando, W. C., Mereddy, R., Li, X., & Sultanbawa, Y. (2020*).* Effect of solid-state fermentation on proximate composition, anti-nutritional factor, microbiological and functional properties of lupin flour. *Food Chemistry*, *315*, 126238.

Rahayuningsih, M., Febrianti, F., & Syamsu, K. (2022*).* Enhancement of bioethanol production from tofu waste by engineered simultaneous saccharification and fermentation (SSF) using co-culture of mold and yeast. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1063*(1), 012004.

Rekdal, V. M., Rodriguez-Valeron, N., Garcia, M. O., Vásquez, D. P., Sörensen, P. M., Munk, R., & Keasling, J. D. (2023). From lab to table: Expanding gastronomic possibilities with fermentation using the edible fungus Neurospora intermedia. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, *34*, 100826.

Sar, T., Pyrka, I., Taherzadeh, M. J., Nenadis, N., & Mantzouridou, F. T. (2024). On the Perspective of Solid-State Fermented Olive Leaves for High-Added Value Applications. *Waste and Biomass Valorization*, *15*(12), 6865-6877.

Stodolak, B., Starzyńska-Janiszewska, A., & Bączkowicz, M. (2020). *Aspergillus oryzae* (Koji Mold) and *Neurospora intermedia* (Oncom Mold) application for flaxseed oil cake processing. *Lwt*, *131*, 109651.

TÜİK (2022). Bitkisel Üretim, 2. Tahmini. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-2.Tahmini-2022- 45503 (Erişim tarihi: 30.11.2022)

Melisa (*Melissa officinalis* L.) İlaveli Fonksiyonel Pirinç Lapası Toz Karışımı Geliştirilmesi: Ekstrüzyon Teknolojisi ve Türk Gıda Kodeksi Kapsamında Beslenme ve Sağlık Beyanlarının Değerlendirilmesi

Aybüke BOZDAĞ*

Arı Gıda San. A.Ş., İstanbul

Bu çalışma; 2 yaş ve üzeri tüketicilere uygun, özellikle 65 yaş ve üzeri bireylerin fizyolojik ihtiyaçlarını gözeterek tasarlanmış fonksiyonel bir pirinç lapası toz karışımının geliştirilmesini ve mevzuat uyumluluğunun değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Üretim sürecinde 90–120 °C sıcaklık ve 80–110 rpm vida hızı parametrelerinde uygulanan tek vidalı ekstrüzyon işlemiyle pirinç ununun kısmi jelatinizasyonu sağlanmaktadır. Termomekanik etkilerle nişasta granüllerinde gerçekleşen fiziksel modifikasyonlar sayesinde ürün, ön pişirme gerektirmeksizin sadece su veya süt ilavesiyle 5 dakikada tüketime hazır hale gelmektedir. *Melissa officinalis* L. ekstraktı ilave edilen karışım, porsiyon başına 23,5 mg rosmarinik asit hedefiyle standardize edilmiştir. Formülasyonda tatlandırıcı olarak sükraloz kullanılmış olup içeriğindeki bileşenler nedeniyle ürün doğal olarak şeker içermektedir; bu doğrultuda 'İlave şeker içermez' beyanı için yasal limitler sağlanmıştır. Üründeki C vitamini, B6 vitamini ve çinko bağışıklık sisteminin normal fonksiyonuna; B6 vitamini ise sinir sisteminin normal işleyişine katkıda bulunmaktadır. Tüketime hazır ürün üzerinden yapılan hesaplamalarla, ürünün besin içeriğinin Türk Gıda Kodeksi kapsamındaki beslenme ve sağlık beyanı yasal limitlerini sağladığı doğrulanmıştır. Sonuç olarak gıda mühendisliği ve mevzuatı sentezleyen bu çalışma, güvenilir ve fonksiyonel bir gıda alternatifi sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Beslenme beyanı; ekstrüzyon teknolojisi; fonksiyonel gıda; melisa ekstraktı; sağlık beyanı; Türk Gıda Kodeksi.

*Sorumlu yazar: aybukebozdag@tibet.com.tr

Gıda Sektörü için Lesitin Emülgatörüne Alternatif Bitkisel Yağ Bazlı AMP (Amonyum Fosfatid) Emülgatörü Sentezi**

Aslı TOPTAŞ TAĞ*, Mehmet ALİMOĞULLARI

UBC Kimya, İzmir

Çikolata üretiminde emülgatörler, ürünün reolojik özelliklerini düzenleyerek akışkanlık, işlenebilirlik ve nihai kalite üzerinde kritik rol oynamaktadır. Yaygın olarak kullanılan lesitin (E322), viskozite kontrolü ve maliyet optimizasyonu sağlasa da hammaddeden kaynaklı kalite dalgalanmaları, istenmeyen tat-koku oluşumu gibi dezavantajlara sahiptir. Bu nedenle, çikolata üretiminde daha stabil, kontrollü ve fonksiyonel alternatif emülgatörlere ihtiyaç duyulmaktadır. Amonyum Fosfatid (AMP) emülgatörler, özellikle PGPR ile birlikte kullanıldığında viskozite düşürücü ve akışkanlık artırıcı etkileriyle öne çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı, çikolata üretiminde lesitine alternatif olarak kullanılabilecek, bitkisel yağ (ayçiçek yağı) bazlı amonyum fosfatid emülgatörün sentezlenmesi ve nihai ürünün elde edilmesidir.

Çalışma kapsamında amonyum fosfatid emülgatör üretimi çok aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir;

1. Mono ve digliserit sentezi
2. Fosforilasyon aşaması
3. Nötralizasyon

Mono/digliserit dağılımı kontrol edilerek emülgatör performansı optimize edilmiştir. Elde edilen ürün fiziksel, fonksiyonel ve çikolata reolojik performans özellikleri açısından değerlendirilmiştir.

Hedefimiz %0,1 PGPR ve %0,3 AMP ilavesi ile çikolatada hedeflenen %75–85 arası yield value düşürme etkinliği değerinin yakalanmasıdır. Çikolata uygulamalarında %0,5 Ayçiçek Lesitini + %0,1 PGPR ile bu Yield Value düşürme sonucu elde edilirken hedef %0,3 AMP+ %0,1 PGPR ile bu değeri yakalanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çikolata; emülgatör; reoloji.

*Sorumlu yazar: aslitoptastag@ubcchemicals.com

**Bu çalışma TUBITAK tarafından TEYDEB 1507 kapsamında 7230683 proje numarası ile desteklenmiştir.

Dondurmada Buzlanma ve Kristal Oluşumunu Önlemek Amacı ile Gliserol Monostearat 60 (GMS 60) Emülgatörü Sentezi**

Mehmet ALİMOĞULLARI*, Aslı TOPTAŞ TAĞ, Ceren EREN MEMET, Melek YILDIZ

UBC Kimya, İzmir

Gliserol monostearat emülgatör ve stabilizatör olarak kullanılan organik bir moleküldür. Stearik asidin gliserol esteri olarak adlandırılır. Gliserol monostearatın gıda endüstrisinde farklı alanlarda emülsiye edici, kekleşme önleyici gibi kullanımı olmakla birlikte GMS 40, GMS 60, GMS 90 gibi farklı türevleri mevcuttur. Gliserol Mono Stearat ürünlerinin yüksek performanslı ve stabil formda olan, sektörün beklentilerini karşılayan pek çoğu yurt dışından ithal edilmektedir. İç piyasada Gliserol Mono Stearat 40 üretimi ve satışı olmakla birlikte Gliserol Mono Stearat 60 için yerli üretici bilgisi mevcut değildir.

Bu projenin amacı dondurma sektöründe kremsi doku sağlamak, buz kristali oluşumunu önlemek ve ağız hissini iyileştirerek ürün stabilitesini artırmak amacı ile GMS 60 (Gliserol Mono Stearat 60) sentezlemektir.

Sentez, trigliseritlerin gliserol ile yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilen kontrollü gliseroliz reaksiyonu üzerinden yürütülmüş; reaksiyon parametreleri (sıcaklık, gliserol/yağ molar oranı, katalizör tipi ve konsantrasyonu, reaksiyon süresi) mono gliserit verimini maksimize edecek şekilde optimize edilmiştir. Elde edilen ürünün bileşimi mono-, di- ve trigliserit dağılımı açısından değerlendirilmiş; monogliserit oranının hedeflenen ≥%60 seviyesinde olduğu doğrulanmıştır.

Kimyasal karakterizasyon kapsamında asit değeri, serbest gliserol içeriği, sabunlaşma değeri analiz edilmiş; ayrıca uygun spektroskopik ve kromatografik tekniklerle (FTIR ve GC) yapısal doğrulama gerçekleştirilmiştir. Fonksiyonel performans değerlendirme uygulamalarında, GMS 60'ın dondurma sektöründe su-yağ sistemlerinde emülsiyon stabilitesini artırdığını, dondurmada pürüzsüz kristal yapı oluşumunu düzenlediğini ve tekstürel özellikler üzerinde iyileştirici etkiler sağladığını göstermiştir.

Dondurmada GMS 60 için önerilen dozaj genellikle toplam karışım ağırlığının %0,2–0,5 oranındadır.

Anahtar Kelimeler: Dondurma; emülgatör; ürün stabilitesi.

*Sorumlu yazar: mehmet.alimogullari@ubcchemicals.com

**7250047 NOLU TEYDEB PROJESİ

Narenciye Atığı *Citrus maxima*, Merr. (Pomelo) Kabuğunun Mikrodalga Destekli Aseton Ekstraktının Antimikrobiyal, Antioksidan Özelliklerinin ve Fitokimyasal İçeriğinin Değerlendirilmesi

Gamze ŞEKER[1,*], Sonay ÖZKAN[1], Burcu SAĞLAM[2], Mustafa HANİK[2], Cemre GÜN[1]

[1]Gebze Teknik Üniversitesi, Temel Bilimler Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Kocaeli

[2]Gebze Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Kocaeli

Pomelo (*Citrus maxima,* Merr.) işleme sürecinde meyve kütlesinin yaklaşık %40–50'si kabuk, posa ve çekirdek fraksiyonları şeklinde atık olarak açığa çıkmaktadır. FAOSTAT verilerine göre dünya genelinde yıllık pomelo, greyfurt ile birlikte yaklaşık 9–10 milyon ton düzeyinde üretilmektedir. Pomelo kabuğu; flavonoidler, fenolik asitler, uçucu yağlar, pektin ve vitaminler bakımından zengin yapısıyla doğal antioksidan ve antimikrobiyal ajan kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada C. maxima kabuklarından elde edilen aseton ekstraktının (CM-Ac) biyokimyasal özellikleri ile antimikrobiyal ve antioksidan etkinliği araştırılmıştır.

Kurutulup öğütülen pomelo kabukları (30 g), %80 (s:s) aseton (150 mL) kullanılarak mikrodalga aracılığıyla (140 W, 3 dk) ekstraksiyon yöntemiyle ekstrakte edilmiş ve döner buharlaştırıcı kullanılarak çözücüden uzaklaştırılmıştır. Biyokimyasal analizlerde CM-Ac ekstraktının karboksil grubu içeren bileşiklerce ve tanenlerce zengin olduğu belirlenmiştir. DPPH radikal süpürme yöntemiyle yapılan analizlerde CM-Ac ekstraktının antioksidan aktivite gösterdiği saptanmıştır. Antibakteriyel aktivitesi agar kuyu difüzyon yöntemi ile değerlendirilmiş; *Staphylococcus epidermidis* (18 mm), *Bacillus subtilis* (15 mm), *Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis* ve *Enterococcus faecalis* (14,5 mm), *Bacillus cereus* (13,5 mm), *Staphylococcus aureus* (13 mm) ve *Pseudomonas aeruginosa* (9 mm) gibi patojenler üzerinde inhibisyon oluşturduğu belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, CM-Ac ekstraktının özellikle Gram-pozitif bakterilere karşı belirgin antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu ve antioksidan özellik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu iki etkinliğin birlikte bulunması, CM-Ac ekstraktının gıda bozulmasını geciktirme ve raf ömrünü uzatma açısından avantaj sağlayabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle CM-Ac ekstraktı; doğal koruyucu, fonksiyonel katkı maddesi ve biyobazlı gıda ambalaj uygulamalarında değerlendirilebilecek potansiyel bir biyomateryal olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal aktivite; antioksidan aktivite; *Citrus maxima*; doğal biyoaktif bileşikler; mikrodalga destekli ekstraksiyon; narenciye atıkları; pomelo kabuğu.

*Sorumlu yazar: gseker@gtu.edu.tr

Tahıllarda Deoksinivalenol (DON) Tehdidi: Sağlık Riskleri, Mevzuat Limitleri ve İklim Değişikliğinin Etkileri

Sevde Nur KESKİN*, Yağmur KUTLU, Zeynep ÖZAKBAŞ, Esma Beril ÖZBAĞIR, Adnan Fatih DAĞDELEN

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Bu çalışmada, deoksinivalenolün (DON/vomitoksin) gıda güvenliği üzerindeki etkileri kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. DON, *Fusarium* cinsi küfler tarafından özellikle buğday, arpa, mısır ve yulaf gibi tahıllarda oluşan önemli bir mikotoksindir. Nemli ve uygun çevre koşullarında gelişim gösteren bu toksin, ısıl işlemlere karşı yüksek dayanıklılık gösterebilmekte ve bu nedenle işlenmiş tahıl ürünlerinde de varlığını sürdürebilmektedir. İnsan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri incelendiğinde; mide bulantısı, kusma, ishal, karın ağrısı ve bağışıklık sisteminin baskılanması gibi akut etkilerin yanı sıra uzun süreli maruziyetin kronik sağlık sorunlarına yol açabileceği bildirilmektedir. Bu poster çalışması kapsamında DON'un oluşum mekanizması, insan sağlığı üzerindeki akut ve kronik etkileri, tespitinde kullanılan güncel analiz yöntemleri ile küresel ölçekteki Avrupa Birliği RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) bildirimleri değerlendirilmiştir. Ayrıca Türkiye ve Avrupa Birliği mevzuatlarında yer alan maksimum limit değerler karşılaştırılmış, tarımsal üretimden depolamaya kadar uygulanabilecek kontrol ve önleme yöntemlerinin önemi vurgulanmıştır. Bunun yanında, küresel iklim değişikliğinin sıcaklık ve nem koşullarını değiştirerek DON kontaminasyonu üzerindeki olası etkileri ele alınmış ve geleceğe yönelik risk azaltıcı stratejilere yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deoksinivalenol (DON); *Fusarium*; gıda güvenliği; mikotoksin; RASFF.

*Sorumlu yazar: sevdekeskin589@gmail.com

Polisakkarit Bazlı Gıda Ambalajlarındaki Gelişmeler: Fonksiyonelleştirme Stratejileri ve Sürdürülebilirlik Yaklaşımları

Ceren Su ERGİN[1,*], Birsen ULUSOY[1], Şeyma AYTEKİN[1], Adnan Fatih DAĞDELEN[2]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Bursa

[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Gıda ambalaj sistemleri; ürünlerin özelliklerinin korunması, raf ömrünün uzatılması, ürünün tanıtılması ve küresel gıda israfının azaltılması süreçlerinde kritik önem taşımaktadır. Ancak yaygın olarak kullanılan petrol türevli sentetik polimerler; kalıcı çevre kirliliği, mikroplastik akumülasyonu, ekotoksikolojik riskler ve yüksek karbon salımı gibi ciddi sorunlara neden olmaktadır. Bu nedenle yenilenebilir, biyo-uyumlu ve biyobozunur alternatif ambalaj materyallerine yönelik bilimsel ilgi giderek artmaktadır. Selüloz, nişasta, kitosan, aljinat, pektin ve gamlar gibi doğal kaynaklı biyopolimerleri kapsayan polisakkaritler, modern gıda ambalajları için son derece umut verici seçenekler sunmaktadır. Bu kapsamlı derleme çalışmasında, polisakkarit bazlı ambalaj filmlerinin mekanik, su buharı/gaz bariyeri ve fonksiyonel özelliklerini geliştirmeye yönelik başlıca fonksiyonelleştirme stratejileri ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Özellikle kimyasal modifikasyon, çapraz bağlama, plastikleştirici kullanımı, biyopolimer karıştırma, nanopartikül entegrasyonu ve biyoaktif ajan ilavesi öne çıkan yapısal yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Ayrıca bu materyallerin antimikrobiyal aktivite, UV-vis ışık bariyeri ve antioksidan etki gibi aktif özelliklerin yanında, kolorimetrik pH göstergesi gibi akıllı ambalaj fonksiyonları kazanabildiği vurgulanmıştır. Polisakkarit bazlı ambalajlar sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sunsa da nem hassasiyeti, yüksek maliyet ve büyük ölçekli endüstriyel üretim sorunları yaygın ticarileşmenin önündeki temel engellerdir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ambalaj; biyobozunur ambalaj; fonksiyonelleştirme; gıda ambalajı; polisakkaritler.

*Sorumlu yazar: cerensuergin@gmail.com

DHA ile Zenginleştirilmiş Bitki Bazlı Bir İçeceğin Raf Ömrü Boyunca Oksidatif Stabilitesinin Değerlendirilmesi

İpek BAYRAM[1,*], Anna NUCCITELLI[2], Eric A. DECKER[3]

[1]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara
[2]Camerino Üniversitesi, Biyobilimler ve Veteriner Fakültesi, Beslenme, Gıda ve Sağlık Bölümü, Camerino, İtalya
[3]Massachusetts Amherst Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Gıda Bilimi Bölümü, Amherst, ABD

Bu çalışmada, çocuklara yönelik geliştirilen ve oda sıcaklığında saklanabilen DHA ile zenginleştirilmiş bitki bazlı bir içeceğin oksidatif stabilitesi değerlendirilmiştir. Bezelye proteini bazlı ürün; ayçiçek yağı, alg yağı kaynaklı DHA, vitaminler ile sodyum askorbat, askorbil palmitat ve tokoferollerden oluşan bir antioksidan sistemi içermektedir. Ürün 21 °C'de 15 ay boyunca depolanmış; ayrıca gerçek tüketim koşullarını simüle etmek amacıyla belirli depolama dönemlerinde ambalaj açıldıktan sonra 4 °C'de 10 gün izlenmiştir. Lipit hidroperoksit, aldehit, tokoferol ve sodyum askorbat düzeyleri sırasıyla ferrik tiyosiyanat yöntemi, p-anisidin değeri, HPLC-FLD ve RP-HPLC-UV ile belirlenmiş; veriler raf ömrünün değerlendirilmesi amacıyla Dunnett çoklu karşılaştırma testi kullanılarak analiz edilmiştir. Depolamanın dördüncü ayından itibaren lipit hidroperoksit düzeylerinde belirgin artış gözlenirken, aldehit düzeylerinde çalışma süresince anlamlı değişim saptanmamıştır. Depolama sonunda tokoferol ve sodyum askorbat düzeyleri sırasıyla yaklaşık %10 ve %30 azalmıştır. Ambalaj açıldıktan sonraki 10 günlük süreçte ise lipit oksidasyon göstergelerinde önemli bir değişiklik belirlenmezken, sodyum askorbat düzeyi bir hafta sonunda yaklaşık %50, onuncu gün sonunda ise yaklaşık %70 azalmıştır. Sonuçlar, kullanılan antioksidan sisteminin DHA ile zenginleştirilmiş bitki bazlı içeceğin uzun süreli depolama ve ambalaj açıldıktan sonraki oksidatif stabilitesini korumada etkili olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Alg yağı; antioksidan sistem; bitki bazlı içecek; DHA; lipit oksidasyonu.

*Sorumlu yazar: ipekb@metu.edu.tr

Bitkisel Kaynaklı Tarımsal Atıkların Sürdürülebilir Gıda Ambalaj Malzemelerine Dönüştürülmesi: Güncel Yaklaşımlar ve Fonksiyonel Uygulamalar

Mecid YAĞIZ*, Osman Efe FERHATOĞLU, Ezgi DURAN, Mehmet Can ERGİN, Adnan Fatih DAĞDELEN

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Bu çalışma, bitkisel kaynaklı tarımsal atıkların sürdürülebilir gıda ambalaj malzemelerine dönüştürülmesine yönelik güncel yaklaşımları ve fonksiyonel uygulamaları değerlendirmektedir. Geleneksel fosil yakıt bazlı plastiklerin düşük geri dönüşüm oranı, mikroplastik oluşumu ve karbon salımı nedeniyle çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşturması, biyobozunur ambalajlara olan ilgiyi artırmıştır. Bu kapsamda gövde-sap, yaprak, meyve-sebze, tohum-kabuk ve kök-yumru atıklarından elde edilen selüloz, nişasta, pektin, lignin, kitosan, aljinat ve proteinlerin ambalaj üretimindeki potansiyeli incelenmiştir. Makalede solvent döküm, eriyik ekstrüzyon, elektro-eğirme, sıkıştırmalı kalıplama ve katman katman birleştirme gibi üretim teknikleri; plastikleştirici, nanodoldurucu, çapraz bağlayıcı ve biyoaktif bileşik ilaveleriyle birlikte ele alınmıştır. Elde edilen biyopolimer filmlerin mekanik dayanım, oksijen/nem bariyeri, biyobozunurluk, antimikrobiyal ve antioksidan etkinlik bakımından gıda güvenliği ve raf ömrüne katkı sağlayabildiği belirtilmektedir. Ayrıca atıkların değerlendirilmesiyle karbon ayak izinin düşürülebileceği, organik atık yükünün azaltılabileceği ve ambalaj sektöründe yenilenebilir kaynak kullanımının desteklenebileceği vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, tarımsal atıkların valorizasyonu, petrokimyasal plastiklere bağımlılığı azaltan, döngüsel biyoekonomiyle uyumlu ve ekonomik-ekolojik açıdan sürdürülebilir bir gıda ambalajı yaklaşımı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyobozunur ambalaj; biyopolimerler; döngüsel biyoekonomi; sürdürülebilir gıda ambalajı.

*Sorumlu yazar: yagizmecid@gmail.com

Gıda Ambalajlamasında Nişasta Bazlı Biyolojik Olarak Parçalanabilir Polimer Karışımları ve Termal Stabilite Gelişimleri (2019–2024)

Ferit Kaan TAŞKIN*, İsmail DALGIÇ, Gamze GÜLDİKEN, Tarık Efe GÜNER, Adnan Fatih DAĞDELEN

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Fosil yakıt türevi plastiklere yönelik çevresel endişeler, gıda ambalajı endüstrisini biyobozunur alternatiflere yöneltmiştir. Bu bağlamda nişasta bazlı polimer karışımları büyük potansiyel taşımaktadır. Ancak nişastanın hidrofilik karakteri, yüksek kırılganlığı ve düşük termal stabilitesi endüstriyel kullanımını sınırlandırmaktadır. Bu derleme çalışmasında, döngüsel ekonomi regülasyonlarının ve yeşil ambalaj patentlerinin zirve noktaya ulaştığı 2019–2024 yılları arasında yayımlanan 420 makaleyi kapsayan bibliyometrik bir makalenin analizi sunulmuştur. Bibliyometrik veriler; incelenen çalışmalarda Polilaktik Asit (PLA), Polivinil Alkol (PVA) ve Polibütilen Adipat-ko-Tereftalat (PBAT) polimer karışımlarına odaklandığını, bu modifikasyonların termal ve mekanik özellikleri iyileştirdiğini göstermektedir. Bununla birlikte, termal kararlılığın %85 oranında Termogravimetrik Analiz (TGA) ve Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) gibi temel yöntemlerle incelendiği; Dinamik Mekanik Analiz (DMA) ve Eriyik Akış Hızı (MFR) gibi reolojik işlenebilirliği yansıtan ileri tekniklerin ise sadece %10'luk bir dilimde kaldığı saptanmıştır. Ayrıca, araştırmaların %75'inin laboratuvar ölçekli çözücü döküm yöntemiyle sınırlı kaldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, aktif/akıllı gıda ambalajı üretiminde nişasta karışımlarının ticarileşebilmesi için ekstrüzyon gibi endüstriyel işleme tekniklerine odaklanılması gerektiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ambalajlama; biyobozunur; nişasta; termal stabilite.

*Sorumlu yazar: feritkaan24@gmail.com

Yeşil Çözücüler ile Bal Kabağından Biyoaktif Bileşiklerin Ultrasonik Destekli Ekstraksiyonu**

Selin AK, Adile ŞAŞ, Naciye KUTLU KANTAR*

Bayburt Üniversitesi, Aydıntepe Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Bayburt

Bu çalışmada, bal kabağından biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonunda farklı derin ötektik çözücülerin (DES) etkinliği araştırılmıştır. Kolin klorür (ChCl) bazlı üre, gliserol, laktik asit, asetik asit ve sitrik asit içeren DES sistemleri farklı molar oranlarda (1:2 ve 1:3) hazırlanmış ve elde edilen ekstraktların toplam fenolik bileşik (TFB), toplam flavonoid bileşik (TFlaB) ve antioksidan aktiviteleri (DPPH, CUPRAC ve FRAP) incelenmiştir. Ayrıca biyoaktif bileşikler ve çözücüler arasındaki ilişki Temel Bileşen Analizi (PCA) ile değerlendirilmiştir. Sonuçta, DES'ler arasında en yüksek TFB değeri, ChCl-Gliserol (1:3) ile belirlenirken, en yüksek TFlaB değeri ChCl-laktik asit (1:2) ile 130,25 mg QE/g olarak saptanmıştır. DPPH için ChCl-Üre (1:3) en yüksek değeri gösterirken, CUPRAC ve FRAP için sırasıyla ChCl-Laktik asit (1:2) ve ChCl-Asetik asit (1:3) öne çıkmıştır. Buna karşılık, sitrik asit bazlı DES'lerin TFlaB ve antioksidan aktivite değerleri üzerinde daha düşük bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. PCA ile elde edilen sonuçlar, ilk iki bileşenin toplam varyansın %92,4'ünü açıkladığını göstermiştir. TFB ile geleneksel çözücüler, TFlaB ile laktik asit bazlı DES'ler ilişkilendirilmiştir. DPPH için üre bazlı DES'ler öne çıkarken, CUPRAC ve FRAP ise özellikle laktik ve asetik asit bazlı DES'lerle güçlü bir ilişki göstermiştir. Sonuç olarak, DES'lerin ekstraksiyon veriminin hedeflenen biyoaktif bileşiğe bağlı olarak değiştiği ve özellikle antioksidan bileşiklerin ekstraksiyonunda geleneksel çözücüler yerine sürdürülebilir ve etkili bir alternatif olarak değerlendirilebileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bal kabağı; biyoaktif bileşik; derin ötektik çözücü; PCA.

*Sorumlu yazar: naciyekutlu@bayburt.edu.tr

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209A kapsamında 1919B012516819 numara ile desteklenen projenin bir bölümünden üretilmiştir.

Glutensiz Kurabiyelerin Kalite Özellikleri; Yağ Türü ve Emülgatör Olarak Aquafaba Etkisi

Kübra AKTAŞ[1,*], Emine Feyza TOPBAŞ[2]

[1]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Karaman

[2]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Ana Bilim Dalı, Karaman

Bu çalışmada, glutensiz kurabiyeler ayrı ayrı hindistancevizi yağı ve ayçiçek yağı ile formüle edilmiş ve emülgatör olarak sodyum stearoil-2-laktilat (SSL) ve nohut akuafabası kullanımının etkileri araştırılmış ve glutensiz kurabiye formülasyonunda yağ türü ve emülsifikasyon sisteminin kalite özellikleri üzerindeki birleşik etkilerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu amaçla dört farklı formülasyon oluşturulmuştur: SSL ve hindistancevizi yağı içeren kurabiye (CS), SSL ve ayçiçek yağı içeren kurabiye (SS), akuafaba ve hindistancevizi yağı içeren kurabiye (CA) ve akuafaba ve ayçiçek yağı içeren kurabiye (SA).

CS örneği en yüksek parlaklık (L^* = 81,88) ve beyazlık indeksi (75,53) değerlerini gösterirken, SA örneği en düşük parlaklık (L^* = 71,41) ve en yüksek sarılık indeksi (53,96) değerlerine sahip olmuştur. En büyük çap değeri CA örneğinde (48,45 mm) belirlenirken, en yüksek yayılma oranı (2,01) SA örneğinde elde edilmiştir. Tekstür analizleri, CS formülasyonunun en sert yapıyı oluşturduğunu göstermiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, CA örneği renk açısından en yüksek puanı (6,25) alırken, CS örneği tat (5,95), koku (6,00), tekstür (6,35) ve genel kabul edilebilirlik (6,00) bakımından en yüksek puanları elde etmiştir. Genel olarak sonuçlar hem yağ kaynağının hem de emülsifikasyon sisteminin glutensiz kurabiyelerin kalite özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Özellikle SSL ile birlikte kullanılan hindistancevizi yağı, üstün yapısal ve duyusal performans sağlarken, akuafaba glutensiz fırıncılık uygulamaları için temiz etiketli (clean-label) ve umut vadeden bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aquafaba; gluten; hindistancevizi yağı; kurabiye.

[*]Sorumlu yazar: kubraaktas@kmu.edu.tr

Evelik (*Rumex patientia* L.) Yapraklarından RuBisCO Bakımından Zengin Protein Eldesi ve Fonksiyonel Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Şeydanur DEMİRER, Aleyna ÜNLÜ, Gülşah KARABULUT*

Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya

Artan dünya nüfusu ve sürdürülebilir gıda sistemlerine yönelik gereksinim, alternatif protein kaynaklarına olan ilgiyi artırmaktadır. Yaprak proteinleri, dengeli amino asit profilleri ve çevresel sürdürülebilirlik avantajları nedeniyle gelecek vadeden protein kaynakları arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak yetişen ancak protein kaynağı olarak yeterince değerlendirilmeyen evelik (*Rumex patientia* L.) yapraklarından RuBisCO bakımından zengin proteinlerin elde edilmesi ve fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Protein ekstraksiyonu farklı pH koşullarında (pH 8,0, 9,0 ve 10,0) klasik yöntem ve ultrases destekli ekstraksiyon (UDE) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen protein konsantrelerinde protein verimi, çözünürlük, köpük kapasitesi, emülsiyon aktivite indeksi ile fiziko-kimyasal ve morfolojik özellikler incelenmiştir.

Sonuçlar, ultrases uygulamasının protein ekstraksiyon verimini önemli ölçüde artırdığını ve en yüksek protein veriminin pH 10,0'da elde edildiğini göstermiştir. En yüksek çözünürlük değeri (%83,5) ve köpük kapasitesi (%133,3) pH 9,0'da UDE uygulanan örneklerde elde edilmiştir. Emülsiyon aktivitesi özellikle pH 9,0 koşullarında iyileşmiştir. SDS-PAGE sonuçları RuBisCO'ya ait karakteristik bantların korunduğunu gösterirken, FTIR analizleri UDE uygulamasının protein konformasyonunda değişikliklere neden olduğunu ortaya koymuştur. SEM görüntüleri daha gözenekli yapıları işaret etmiş, partikül boyutu analizleri ise ultrasesin agregasyonu azaltarak daha küçük partiküller oluşturduğunu göstermiştir. Bulgular, evelik yaprak proteinlerinin sürdürülebilir ve fonksiyonel bir alternatif protein kaynağı olarak gıda formülasyonlarında kullanım potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Evelik; RuBisCO; *Rumex patientia* L.; ultrases destekli ekstraksiyon; yaprak proteini.

*Sorumlu yazar: gkarabulut@sakarya.edu.tr

Çölyak Hastalarına Yönelik Glutensiz Kraker Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma

Ayşegül UĞUZ[1], Hacer LEVENT[2,*]

[1]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Ana Bilim Dalı, Karaman

[2]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman

Kraker, atıştırmalıklar arasında yer alan ve uzun raf ömrü, düşük maliyeti ve tüketici beklentilerine uygun farklı formülasyonlarda üretilebilmesi nedeniyle yaygın şekilde tüketilen bir tahıl ürünüdür. Formülasyonunda temel olarak buğday unu, yağ, tuz, şeker, maya ve kabartıcı ajanlar yer almaktadır. Çölyak, genetik yatkınlığı bulunan bireylerde buğday, arpa ve çavdarda bulunan gluten proteinine karşı gelişen otoimmün bir ince bağırsak hastalığıdır. Çölyak hastalığında tek ve etkili tedavi uzun süre glutensiz diyet uygulamaktır. Glutensiz ürünler genellikle pirinç unu, nişasta ve yağ bazlı olup protein, besinsel lifler, vitamin ve mineraller açısından fakirdir.

Bu araştırmada çölyak hastalarının uzun vadede besin ihtiyaçlarının karşılanmasına katkıda bulunmak için fonksiyonel bir kraker geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kraker formülasyonunda bulunan glutensiz un karışımı (pirinç unu: mısır nişastası 50:50) ile %0, 10, 20 ve 30 oranında mercimek unu ile yer değiştirilmiş ayrıca formülasyona %0, 0,5, 1,0 ve 2,0 oranında ıspanak tozu ilave edilmiştir. Kraker örneklerinde fiziksel (renk (L^*, a^*, b^* ve ΔE), çap, kalınlık ve yayılma oranı) ve duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Kraker üretiminde mercimek unu ve ıspanak tozu kullanımı parlaklık (L^*) değerinde azalmaya sarılık (b^*) ve toplam renk farkı (ΔE) değerinde artışa neden olmuştur. Kraker örneklerinin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ($p > 0,05$). Duyusal analiz sonuçlarına göre, kraker üretiminde mercimek ununun (%30) ve ıspanak tozunun (%2) kullanımının tat, koku, görünüş, gevreklik ve genel kabul edilebilirlik parametreleri üzerinde herhangi bir olumsuz bir etkisi bulunmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çölyak; ıspanak; kraker; mercimek.

*Sorumlu yazar: hacerlevent@hotmail.com

Tavuk Jelatini/Keçiboynuzu Gamı Bazlı Biyo-Bozunur Ambalaj Filmi Üretimi ve Çeşitli Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Aydın ERGE*, Rümeysa SAYGILI

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Kanatlı Hayvan Yetiştiriciliği Bölümü, Bolu

Bu çalışmada tavuk jelatini ve keçiboynuzu gamı kullanılarak elde edilen biyo-bozunur filmlerin çeşitli fiziksel özelliklerinin belirlenmesi ve ambalaj materyali olarak kullanım potansiyelinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Kanatlı sanayi artıklarından (MDM posası) elde edilen tavuk jelatini, farklı oranlardaki (toplam polimer oranı bazında %0 – 0,75–1,5) kafeik asit ve tannik asit ile çapraz bağ yapılarak yapısı modifiye edilmiştir. Dolayısıyla, bu çalışmada kullanılan iki farklı fenolik bileşiğin, farklı kullanım oranlarına göre ambalaj filmi kalite özellikleri üzerine olan etkileri de değerlendirilmiştir.

Film solüsyonları toplam polimer oranı %4,5 ve tavuk jelatini/keçiboynuzu gamı oranı ise 6 olarak sabitlenmiştir. Elde edilen filmlerde renk, mekaniksel analizler ve suda çözünürlük analizleri gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen bulgular, fenolik bileşikler ile çapraz bağ işleminin filmlerin L^* parlaklık değerini düşürdüğü, mekanik dayanımı artırdığı ve suda çözünürlüğü düşürdüğünü göstermiştir. Çalışmada en düşük L^* parlaklık değerinin (66,23) kafeik asit ile modifiye edilmiş filmlerde olduğu, en yüksek parlaklık değerinin ise (87,45) kontrol örneğine ait olduğu tespit edilmiştir. Gerilme direnci değerleri bakımından en yüksek değerin 27,78 MPa ile kafeik asit ile modifiye edilmiş filmlerde olduğu (kontrol örneğinin yaklaşık 2 katı) belirlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışma, kanatlı endüstrisi artıklarından elde edilen tavuk jelatini ve keçiboynuzu gamı kombinasyonundan yenilebilir ambalaj materyali geliştirilebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Fenolik bileşikler; keçiboynuzu gamı; tavuk jelatini; yenilebilir filmler.

*Sorumlu yazar: aydin.erge@ibu.edu.tr

Gıda Bilimi Perspektifinden Formononetin: Kaynakları, Teknolojik Uygulamaları ve Fonksiyonel Potansiyeli

Mustafa Onur YÜZER[1,*], Emre TURAN[2]

[1]Bayburt Üniversitesi, Aydıntepe Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Bayburt
[2]Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ordu

Formononetin (7-hidroksi-4'-metoksiizoflavon), başta kırmızı yonca, nohut, mercimek ve yonca olmak üzere baklagillerde bulunan O-metillenmiş bir izoflavon fitoöstrojendir. Soyada baskın olan genistein ve daidzeinin aksine bu metoksi türevi, kırmızı yonca ve nohut gibi kaynaklarda daha belirgin düzeyde yer almakta ve kendine özgü emilim davranışıyla dikkat çekmektedir. Bu derlemede formononetin, farmakolojik bir ajandan ziyade bir gıda bileşeni olarak gıda bilimi perspektifinden ele alınmakta; diyetsel kaynakları, gıda matrisindeki dağılımı, gıdalarda kullanım olanakları, nanopartikülasyon yoluyla değerlendirilmesi, katkı maddesi potansiyeli ve fonksiyonel gıda uygulamaları güncel literatür ışığında sistematik biçimde incelenmektedir. Tohumlarda büyük ölçüde glikozit formunda biriken izoflavonların biyoyararlanımı, çimlendirme ve fermantasyon gibi biyoişlemlerle artırılabilmektedir. Bileşiğin düşük suda çözünürlüğü ve sınırlı kararlılığı, gıda matrisine doğrudan katılımını kısıtlamakta; ancak nanoemülsiyon, katı lipit nanopartikül, siklodekstrin kompleksleri ve kendiliğinden mikroemülsiyon temelli taşıma sistemleri çözünürlüğü, kararlılığı ve emilimi artırarak bu sınırlamaların aşılmasında umut verici sonuçlar sunmaktadır. Antioksidan kapasitesi nedeniyle doğal bir koruyucu/katkı adayı olarak değerlendirilse de, formononetinin onaylanmış bir gıda katkı maddesi statüsü henüz bulunmamaktadır. Sonuç olarak formononetin, zenginleştirilmiş ve fonksiyonel ürünlerde biyoaktif bir bileşen olarak gıda sanayii açısından dikkate değer bir potansiyel taşımakta; etkin kullanımı ileri formülasyon ve güvenlik çalışmalarının sürdürülmesini gerektirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Baklagiller; biyoyararlanım; fonksiyonel gıda; formononetin.

*Sorumlu yazar: mustafaonuryuzer@gmail.com

Etten Bitki Bazlı Ürünlere Geçiş: Bezelye Proteini İçeren Hibrit Burgerlerde Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Gülsüme BIÇAKCI*

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu

Et üretiminin çevresel etkilerinin azaltılması ve sürdürülebilir protein kaynaklarına yönelim, hibrit et ürünlerine olan ilgiyi artırmıştır. Bu çalışmada, tekstüre bezelye proteini kullanılarak farklı et-bitkisel protein oranlarında üretilen burgerlerin kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Kontrol (%100 dana eti), %25, %50 ve %75 et ikameli hibrit burgerler ile %100 bitkisel burger hazırlanmıştır. Örneklerde pişirme verimi, çap azalması, büzülme oranı, renk (L^*, a^*, b^*) ve duyusal özellikler belirlenmiş, veriler tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bezelye proteini oranı teknolojik özellikleri önemli düzeyde etkilemiştir ($p < 0,001$). Kontrolde %63,35 olan pişirme verimi %75 ikamede %76,04'e yükselirken, %100 bitkisel burgerde %74,28 olarak belirlenmiştir. Çap azalması ve büzülme oranı sırasıyla kontroldeki %21,32 ve %17,73'ten %100 bitkisel burgerde %8,78 ve %7,82'ye düşmüştür ($p < 0,001$). İkame oranının artmasıyla L^* değeri 40,47'den 54,28'e, b^* değeri 10,03'ten 25,8'a yükselirken, a^* değeri 7,51'den 5,28'e düşmüştür ($p < 0,001$). Duyusal özellikler de formülasyondan önemli düzeyde etkilenmiştir ($p < 0,01$). Genel beğeni puanı kontrol ve %25 ikame gruplarında sırasıyla 4,28 ve 4,25 iken, %100 bitkisel burgerde 2,25'e düşmüştür. Sonuç olarak, bezelye proteini teknolojik özellikleri iyileştirirken yüksek ikame oranları duyusal kabulü azaltmış; %25 et ikamesi teknolojik ve duyusal özellikler açısından en dengeli formülasyon olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Duyusal analiz; hibrit et; sürdürülebilir protein; teknolojik özellikler; tekstüre bezelye proteini.

*Sorumlu yazar: gulsumeozis@ibu.edu.tr

Akışkan Yataklı Kazanlarda Hava Reküperatörü Uygulamasının Enerji Performansına Etkisinin İncelenmesi

Ali ŞAHİN, Merve ÖMÜRLÜ*, Hüseyin ŞAHİN, Ali NALBANT

Abalıoğlu Yağ Sanayi ve Ticaret A.Ş., Ar-Ge Merkezi, İzmir

Akışkan yataklı kazanlar, yüksek ısı transfer katsayıları, farklı yakıt türleriyle çalışabilmeleri ve kararlı yanma koşulları sağlamaları nedeniyle endüstriyel tesislerde buhar üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, baca gazları ile taşınan atık ısı, sistem verimini sınırlayan önemli enerji kayıplarından birini oluşturmaktadır. Bu çalışmada, bir gıda işleme tesisinde bulunan akışkan yataklı kazanda gerçekleştirilen hava reküperatörü uygulamasının enerji performansına etkisi incelenmiştir.

İşletme koşullarında gerçekleştirilen ölçümlerde, su ekonomizerinden yaklaşık 220 °C sıcaklıkta çıkan baca gazlarının bacaya ulaşıncaya kadar önemli ölçüde sıcaklık kaybına uğradığı ve yaklaşık 120 °C sıcaklıkta atmosfere atıldığı belirlenmiştir. Belirlenen atık ısı potansiyelinin değerlendirilmesi amacıyla su ekonomizeri ile baca arasına hava reküperatörü yerleştirilmiş ve yanma için gerekli taze hava, baca gazlarının atık ısısından yararlanılarak ön ısıtmaya tabi tutulmuştur.

Uygulamanın performansı, sistemin devreye alınmasından önceki ve sonraki işletme verileri kullanılarak ton buhar başına enerji tüketimi göstergesi üzerinden değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, özgül enerji tüketiminde yaklaşık %6 oranında iyileşme sağlandığını göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde yıllara göre belirlenen farkın anlamlılık sınırına yakın olduğu tespit edilmiş ($p = 0{,}051$), etki büyüklüğü değeri ($\eta^2 = 0{,}237$) ise uygulamanın enerji performansı üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Sonuçlar, hava reküperatörü uygulamalarının akışkan yataklı kazan sistemlerinde atık ısının değerlendirilmesine yönelik uygulanabilir bir yöntem olduğunu ve enerji performansının iyileştirilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Akışkan yataklı kazan; atık ısı geri kazanımı; enerji verimliliği; hava reküperatörü.

*Sorumlu yazar: merve.omurlu@abaliogluyag.com

Gıda Teknolojisinde İnovatif ve Çok Fonksiyonlu Biyoambalaj Yaklaşımları

Betül YİĞİT*, Adnan Fatih DAĞDELEN

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Gıda ambalajlama teknolojisi, geleneksel pasif koruyucu işlevinin ötesine geçerek aktif ve akıllı sistemlere doğru hızla evrilmektedir. Bu derleme çalışmada, çevre dostu yenilebilir biyopolimerler temel alınarak geliştirilen aktif ve akıllı ambalaj sistemleri ele alınmaktadır. Bu yenilikçi sistemler, konvensiyonel sentetik plastiklerin ekosistemde yarattığı kalıcı çevre kirliliğini önlemede sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır. Aktif ambalajlar, formülasyonlarında içerdikleri antimikrobiyal ve antioksidan biyoaktif bileşenler sayesinde gıdaların raf ömrünü uzatırken, akıllı ambalajlar ise taşıdıkları doğal renk indikatörleri vasıtasıyla gıdanın tazelik durumunu anlık olarak yansıtmaktadır. Bu akıllı mekanizmalar, gıdalarda mikrobiyal faaliyetler sonucu meydana gelen pH değişimlerini ve kimyasal bozulmaları renk değişimi yoluyla tüketiciye ve tedarik zinciri yöneticilerine ambalajı açmadan görsel uyarı ile bildirmektedir. Bu iki teknolojinin yenilebilir filmlere entegrasyonu, hem plastik kaynaklı ambalaj atıklarını azaltma hem de gıda kalitesini gerçek zamanlı izleme potansiyeline sahiptir. Literatür verileri doğrultusunda yapılan bu çalışmada, söz konusu sistemlerin gıda israfını önleme, ürün güvenliğini artırma ve sürdürülebilir ambalaj çözümlerinin geliştirilmesindeki potansiyeli vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, yenilebilir akıllı filmlerin fiziksel bariyer özelliklerini geliştirme stratejileri özetlenerek endüstriyel boyuttaki ticari potansiyeli değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ambalajlama; aktif ambalajlama; yenilebilir biyopolimerler.

*Sorumlu yazar: 25332634031@ogr.btu.edu.tr

Elek Altı Kuru Üzüm Artıklarının Matcha Tozu (*Camellia sinensis*) ile Zenginleştirilerek Glütensiz Fonksiyonel Pestil Üretiminde Değerlendirilmesi

Berfin PEŞMEN[1,*], Amirmohammad NADERKHAMSEH[1], Ebrar YEŞİLYURT[1], Dilara HELVACI[1], Simay TOPAK[1], Seda ERSUS[1,2]

[1]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 35040, İzmir
[2]Ege Üniversitesi, İlaç Geliştirme ve Farmakokinetik Araştırma - Uygulama Merkezi (ARGEFAR), İzmir

ÖZET

Bu çalışmada, kuru üzüm işleme endüstrisinin düşük ekonomik değere sahip yan ürünü olan elek altı kuru üzümlerin değerlendirilmesiyle glütensiz ve fonksiyonel özelliklere sahip pestil geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, kuru üzüm posası bazlı pestil formülasyonlarına besinsel ve antioksidan özellikleri geliştirmek amacıyla %3, %5 ve %7 oranlarında matcha tozu (*Camellia sinensis*), %10 sorgum unu ve %5 keçiboynuzu unu ilave edilmiştir. Elde edilen pestil örnekleri 55 °C'de tepsili kurutucuda kurutulmuş ve fizikokimyasal, fonksiyonel ve duyusal özellikleri açısından değerlendirilmiştir.

Matcha tozu oranının artmasıyla toplam fenolik madde içeriği 292,03 ± 7,02 mg GAE/100 g kuru maddeden 348,54 ± 8,11 mg GAE/100 g kuru maddeye yükselirken, antioksidan aktivitede %60,3 oranında artış belirlenmiştir. Toplam flavonoid madde içeriği ise 1533,05 ± 31,27 mg kateşin/100 g kuru maddeden 2092,78 ± 20,55 mg kateşin/100 g kuru maddeye yükselmiştir. Örneklerin nem içeriği %9,24 ± 0,06 ile 10,13 ± 0,35 arasında, su aktivitesi değerleri ise 0,10 ± 0,00 ile 0,11 ± 0,01 aralığında bulunmuştur. Ayrıca, örneklerin HMF içeriği 13,87 ± 0,25 ile 14,09 ± 0,16 mg/kg kuru madde aralığında belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmede ise tüm örnekler kabul edilebilir bulunmuş, %5 matcha içeren örnek genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanı almıştır.

Sonuç olarak, matcha tozu ilavesi ile pestilin fonksiyonel özellikleri geliştirilerek, elek altı kuru üzüm posasının sürdürülebilir, glütensiz ve katma değerli bir gıda ürününe dönüştürülmesindeki potansiyeli belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elek altı kuru üzüm; fonksiyonel gıda; glutensiz; matcha tozu; pestil.

1. GİRİŞ

Günümüzde sağlıklı beslenmeye yönelik farkındalığın artması, fonksiyonel ve doğal gıdalara olan talebi artırmıştır. Bu kapsamda, temel besleyici özelliklerinin yanı sıra sağlık üzerinde olumlu etkiler sağlayan fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi önem kazanmıştır (Arman ve Mutlu, 2026). Pestil, meyve suyu veya pürelerinin çeşitli bileşenlerle konsantre edilip ince tabaka halinde kurutulmasıyla elde edilen geleneksel bir Türk gıdasıdır (Batu, 2005). Fonksiyonel bileşenlerle zenginleştirilmesi, pestilin geleneksel yapısını koruyarak güncel tüketici beklentilerine uyarlanmasına olanak sağlayabilir.

Matcha (*Camellia sinensis*), yüksek düzeyde polifenol ve kateşin içeriği nedeniyle güçlü antioksidan kapasiteye sahip fonksiyonel bir bileşendir. Çalışmalar, matchanın farklı gıda formülasyonlarına başarıyla dahil edilebildiğini ve ürünlerin antioksidan özelliklerini

*Sorumlu yazar: berfinpesmen@gmail.com

geliştirebildiğini göstermektedir (Kochman vd., 2021; Kayama vd., 2022). Bu özellikleri nedeniyle matcha, geleneksel gıdaların fonksiyonel değerinin artırılmasında potansiyel bir bileşen olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada, gıda endüstrisinde düşük ekonomik değere sahip yan ürün olarak ortaya çıkan elek altı kuru üzümler ana hammadde olarak değerlendirilmiştir. Kuru üzümün fenolik bileşikler ve diğer biyoaktif bileşenler açısından zengin olması, ürüne fonksiyonel değer kazandırmaktadır (Xia vd., 2010; Shrikhande, 2000). Elek altı kuru üzümlerin matcha tozu ile birleştirilmesiyle, yüksek antioksidan potansiyele sahip, doğal bileşenler içeren ve glütensiz bir pestil formülasyonu geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca sorgum ve keçiboynuzu unlarının kullanımıyla ürünün besin değeri ve yapısal özelliklerinin iyileştirilmesi hedeflenmiştir.

Çalışma kapsamında %3, %5 ve %7 oranlarında matcha içeren pestil örnekleri hazırlanmış ve tepsili kurutucuda kurutulmuştur. Elde edilen ürünlerin fizikokimyasal, fonksiyonel ve duyusal özellikleri değerlendirilerek, geleneksel Türk pestilinin fonksiyonel bileşenlerle zenginleştirilmesi ve kuru üzüm yan ürünlerinden sürdürülebilir, yenilikçi bir ürün geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Pestil Üretim Denemeleri ve Formülasyon Geliştirme

Pestil üretiminde 100 g elek altı kuru üzüm, 150 mL sıcak suda 20 dakika bekletilmiştir. Bekletme sonrasında üzümler süzülmüş, 70–75 mL su ilavesiyle blenderda parçalanarak pulp haline getirilmiştir. Elde edilen üzüm pulpunun üzerine %10 sorgum unu ve %5 keçiboynuzu unu ilave edilerek homojenize edilmiştir. Bu temel karışıma, toplam formülasyon ağırlığı esas alınarak %3, %5 ve %7 oranlarında matcha tozu ilave edilmiştir. Elde edilen karışım, elektrikli ocakta yaklaşık 90 °C'de, çözünür kuru madde içeriği 35–40 °Brix değerine ulaşıncaya kadar ısıtılarak konsantre edilmiştir. Konsantre karışım, tepsilere 3–4 mm kalınlığında yayılarak tepsili kurutucuda (Memmert UF110, Schwabach, Almanya) 55 °C sıcaklık ve 1,5 m/s hava hızında kurutulmuştur (Viskelis vd., 2017). Kurutma işlemi, ürün nem içeriği %12–15 seviyesine ulaşıncaya kadar sürdürülmüştür (Kara ve Küçüköner, 2019).

2.2. Analizler

2.2.1. Toplam Su Miktarı

Pestil örneklerinin su miktarı, 70 ± 2 °C'de etüvde 24 saat kurutma yöntemiyle belirlenmiştir. Kurutma kapları analiz öncesinde 105 °C'de yaklaşık 2 saat bekletilerek sabit tartıma getirilmiştir. Her örnekten 2 g alınarak üç paralel hazırlanmış ve numuneler 70 ± 2 °C'de sabit tartıma ulaşıncaya kadar kurutulmuştur. Kurutma sonrası kaplar desikatörde soğutularak tartılmış ve su miktarı aşağıdaki denklem (1) kullanılarak hesaplanmıştır (Bhagya Raj ve Dash, 2020).

$$\%\ Su\ miktarı = \frac{(M_1 - M_2)}{m} \times 100 \qquad \text{Denklem (1)}$$

2.2.2. Su Aktivitesi

Pestil örneklerinin su aktivitesi (a_w), 25 °C'de Testo AG 400 (Lenzkirch, Almanya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Su aktivitesi, ürünlerdeki serbest su miktarını ve buna bağlı olarak mikrobiyal gelişme ile ürün stabilitesini değerlendirmede kullanılan önemli bir parametredir (Zhu vd., 2024).

2.2.3. Hidroksimetilfurfural (HMF) Tayini

HMF analizi, Cemeroğlu (2010) yöntemine göre spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz için 1 g pestil örneği 50 mL saf su ile homojenize edilmiş ve 6000 rpm'de 20 dakika santrifüjlenmiştir. Ekstrakttan alınan 2 mL örneğe 5 mL p-toluidin ve 1 mL barbitürik asit çözeltisi eklenmiş ve reaksiyon 1–2 dakika içerisinde tamamlanmıştır. Absorbans 550 nm'de ölçülmüş ve HMF miktarı denklem (2) kullanılarak mg/kg olarak hesaplanmıştır.

$$HMF\ Miktarı\ \left(\frac{mg}{kg}\right) = A_{örnek} * 162 \qquad \text{Denklem (2)}$$

2.2.4. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Pestil örneklerinin toplam fenolik madde içeriği, Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Analiz için 0,5 mL örnek ekstraktına 2,5 mL seyreltilmiş Folin-Ciocalteu reaktifi (1:10) eklenmiş ve 4 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Ardından 2 mL Na_2CO_3 (75 g/L) ilave edilerek örnekler 50 °C'de 5 dakika inkübe edilmiştir. Soğutulan örneklerin absorbansları 760 nm'de UV-Vis spektrofotometrede (Cary 50) ölçülmüş ve sonuçlar mg GAE/g KM olarak ifade edilmiştir (Bilek, 2010).

2.2.5. Antioksidan Aktivite

Antioksidan aktivite, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikali giderim yöntemiyle belirlenmiştir. Bunun için 1 g pestil örneği 25 mL %80 etanol ile ekstrakte edilmiş ve 6000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Ekstraktlar DPPH çözeltisi ile karıştırılarak karanlıkta 30 dakika inkübe edilmiş ve absorbanslar 517 nm'de UV-Vis spektrofotometrede (Cary 60) ölçülmüştür. Sonuçlar denklem (3) kullanılarak % inhibisyon olarak ifade edilmiştir (Bhagya Raj ve Dash, 2020).

$$\%\ İnhibisyon = (1 - A_{kontrol}\left(1 - \frac{A_{örnek}}{A_{kontrol}}\right) x\ 100 \qquad \text{Denklem (3)}$$

$A_{örnek}$: 517 *nm'de kaydedilen örnek absorbansı*

$A_{kontrol}$: 517 *nm'de kaydedilen kontrol (etanol) absorbans*

2.2.6. Toplam Flavonoid Madde Miktarı

Toplam flavonoid madde miktarı, Kim vd. (2003) yöntemine göre belirlenmiştir. 1 mL örnek ekstraktına 0,3 mL %5 $NaNO_2$ eklenerek 5 dakika karanlıkta bekletilmiş, ardından 0,3 mL %10 $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ ilave edilerek 5 dakika daha inkübe edilmiştir. Daha sonra 2 mL 1 M NaOH eklenmiş ve hacim saf su ile tamamlanmıştır. Absorbanslar 510 nm'de UV-Vis spektrofotometrede ölçülmüş ve sonuçlar mg kateşin eşdeğeri/100 g KM olarak ifade edilmiştir.

2.2.7. Duyusal Değerlendirme

Duyusal analiz, 20 yarı-eğitimli panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. %3, %5 ve %7 matcha içeren örnekler kodlanarak kare şeklinde kesilmiş ve beyaz tabaklarda sunulmuştur. Örnekler renk, parlaklık, tat, yapışkanlık, sertlik, esneklik, çiğnenebilirlik ve genel beğeni açısından 1–9 puanlı hedonik skala (1: son derece kötü, 9: son derece beğendim) kullanılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler arasında ağız nötralizasyonu için panelistlere su verilmiştir (Yüksel vd., 2020).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Toplam Su Miktarı ve Su Aktivitesi

Farklı oranlarda matcha içeren pestil örneklerinin nem miktarları %9,24–10,13 arasında değişmiş ve sonuçlar Tablo 3.1'de verilmiştir. Matcha oranındaki artışla birlikte nem miktarında azalma olmuş, ancak örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Literatürde pestil ve benzeri kurutulmuş ürünlerde nem oranının %15 ve altında tutulmasının mikrobiyal gelişim ve bazı bozulma reaksiyonlarını sınırlandırdığı bildirilmektedir (Kara ve Küçüköner, 2019). Gökbaş (2024), pestil örneklerinde nem içeriğini %8–15 aralığında bildirirken, Nakilcioğlu-Taş vd. (2018) dut pestillerinde %10,96–12,29, hurma pestillerinde ise %15,48–17,60 aralığında nem değerleri belirlemiştir. Bu çalışmada elde edilen %9,24–10,13 aralığındaki değerlerin literatürde bildirilen değerlerle genel olarak uyumlu olduğu görülmüştür. Tüm örneklerin %15'in altında nem içermesi, uygulanan kurutma koşullarının uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.1. Farklı oranlarda matcha içeren pestillerin toplam nem miktarı ve su aktivitesi sonuçları.

(%) Matcha İçerikli Pestil	Nem (%)	Su aktivitesi (a_w)
3	$10,13 \pm 0,35^a$	$0,11 \pm 0,01^b$
5	$9,70 \pm 0,83^a$	$0,11 \pm 0,01^a$
7	$9,24 \pm 0,06^a$	$0,10 \pm 0,01^a$

Aynı sütundaki aynı harflerle (a) işaretlenen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0,05$).

Pestil örneklerinin su aktivitesi değerleri 0,10–0,11 arasında bulunmuş ve sonuçlar Tablo 3.1'de verilmiştir. Matcha oranındaki artışla birlikte su aktivitesinde azalma eğilimi gözlenmiş, ancak örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Kurutulmuş ürünlerde su aktivitesinin 0,60'ın altında olması, mikrobiyal gelişimi ve bazı kimyasal reaksiyonları sınırlandırarak ürün stabilitesine katkı sağlamaktadır (Akbal ve Vural, 2018). Çalışmada elde edilen a_w değerlerinin bu sınırın oldukça altında olması, uygulanan kurutma koşullarının serbest suyun uzaklaştırılması açısından etkili olduğunu ve ürünün mikrobiyal stabilitesine katkı sağladığını göstermektedir (Yılmaz vd., 2017).

3.2. Hidroksimetilfurfural (HMF) Miktarı

Farklı oranlarda matcha içeren pestil örneklerinin HMF içerikleri 13,87–14,09 mg/kg KM arasında bulunmuş ve sonuçlar Tablo 3.2'de verilmiştir. Matcha oranındaki artışın HMF içeriği üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Elde edilen değerler, hindistan cevizi unu ilaveli dut pestillerinde (11,21–21,55 mg/kg) ve keçiboynuzu unu ilaveli pestillerde (11,62–26,55 mg/kg) bildirilen değerlerle benzerlik göstermiş, Yıldız (2013) tarafından bildirilen 22,45–27,94 mg/kg değerlerinden ise daha düşük bulunmuştur (Yüksel vd., 2020; Nakilcioğlu-Taş vd., 2018; Yıldız, 2013). Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından üzüm pestili için bildirilen 50 mg/kg HMF sınırı dikkate alındığında (TSE, 2023), çalışmada elde edilen değerlerin bu sınırın oldukça altında olduğu görülmektedir. Bu durum, uygulanan ısıl işlem ve kurutma koşullarının HMF oluşumunu sınırlandırarak ürünün kimyasal kalitesinin korunmasına katkı sağladığını göstermektedir.

Tablo 3.2. Farklı oranlarda matcha içeren pestillerin HMF tayin sonuçları.

(%) Matcha İçerikli Pestil	HMF (mg/kg KM)
3	14,09 ± 0,16[a]
5	13,98 ± 0,49[a]
7	13,87 ± 0,25[a]

Aynı sütundaki aynı harflerle (a) işaretlenen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0,05$).

3.3. Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivite

Farklı oranlarda (%3, %5 ve %7) matcha içeren pestil örneklerinin toplam fenolik madde miktarları 292,03 ± 7,02, 338,38 ± 6,75 ve 348,54 ± 8,11 mg GAE/100 g KM olarak belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 3.3'te verilmiştir. Matcha oranındaki artışla toplam fenolik madde miktarı artmış; %3 matcha içeren örnek ile %5 ve %7 örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p < 0,05$), %5 ve %7 örnekleri arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Bu durum, %5'in üzerindeki matcha ilavesinin toplam fenolik madde miktarına katkısının sınırlı kaldığını göstermektedir. Elde edilen artış, matchanın kateşinler, flavonoidler ve diğer fenolik bileşikler bakımından zengin olmasıyla ilişkilendirilebilir (Horie vd., 2017; Kochman vd., 2021).

Antioksidan aktivite değerleri ise %40,98–65,69 arasında değişmiş ve matcha oranındaki artışla birlikte yükselme eğilimi göstermiştir. Elde edilen değerler, pestiller için bildirilen %40,05–90,92 aralığıyla uyumludur (Şengül vd., 2010). Fenolik bileşiklerin serbest radikal giderici özellikleri, toplam fenolik madde artışı ile antioksidan aktivitedeki yükseliş arasındaki ilişkiyi açıklayabilir (Spiridon vd., 2011). Saf matcha için bildirilen 169–273 mg GAE/g (Jakubczyk vd., 2020) ve 203–335 mg GAE/g (Koláčková vd., 2020) değerleriyle karşılaştırıldığında, çalışmada elde edilen toplam fenolik değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Bu farklılığın, matchanın pestil matriksinde kullanılması ve uygulanan ısıl işlem ile kurutma koşullarının fenolik bileşikler üzerindeki etkisinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Bhagya Raj ve Dash, 2020). Sonuç olarak, matcha ilavesi pestilin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesini artırmış, ancak %5'in üzerindeki ilavenin toplam fenolik madde miktarına ek katkısı sınırlı kalmıştır. Bu bulgular, matchanın pestilin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Tablo 3.3. Farklı oranlarda matcha içeren pestillerin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite sonuçları.

(%) Matcha İçerikli Pestil	Antioksidan Aktivite (%)	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg gallik asit/ 100 g KM)
3	40,98 ± 1,89[c]	292,03 ± 7,02[b]
5	53,33 ± 2,12[b]	338,38 ± 6,75[a]
7	65,69 ± 2,07[a]	348,54 ± 8,11[a]

Aynı sütundaki farklı harflerle (a-b) işaretlenen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($p < 0,05$).

3.4. Toplam Flavonoid Madde Miktarı

Farklı oranlarda (%3, %5 ve %7) matcha içeren pestil örneklerinin toplam flavonoid madde miktarları 1533,05 ± 31,27, 1817,77 ± 116,69 ve 2092,78 ± 20,55 mg kateşin/100 g KM olarak belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 3.4'te verilmiştir. Matcha oranındaki artışla birlikte toplam flavonoid madde miktarı artmış ve tüm örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı

bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu artış, matchanın kateşin, epikateşin ve diğer flavonoid bileşikler bakımından zengin olmasıyla ilişkilendirilebilir (Jakubczyk vd., 2020; Koláčková vd., 2020). Çalışmada elde edilen değerler, üzüm posası ilaveli pestiller için bildirilen 677,43–2268,38 mg/kg KM aralığıyla uyumlu bulunmuştur (Özaltın ve Çağındı, 2018). Ayrıca, %7 matcha içeren örnekte elde edilen yüksek değerin, matchanın yanı sıra kuru üzüm posası ve keçiboynuzu ununun flavonoid bileşiklere katkısından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Keçiboynuzu ununun da fenolik ve flavonoid bileşikler bakımından zengin olduğu bildirilmektedir (Nakilcioğlu-Taş vd., 2018). Sonuç olarak, matcha oranındaki artış pestilin toplam flavonoid madde miktarını önemli ölçüde artırmış ve matchanın kuru üzüm posası ile keçiboynuzu unu ile birlikte ürünün fonksiyonel bileşen içeriğinin geliştirilmesine katkı sağladığı belirlenmiştir.

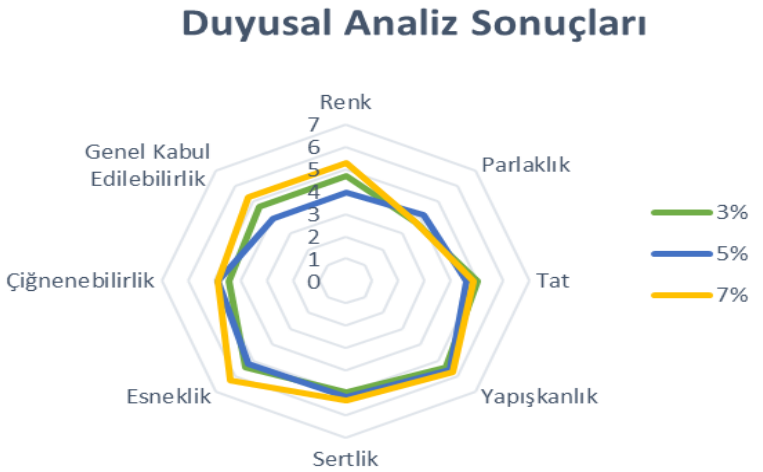
Tablo 3.4. Farklı oranlarda matcha içeren pestillerin toplam flavonoid madde miktarı sonuçları.

(%) Matcha İçerikli Pestil	Toplam Flavonoid Madde (mg kateşin/ 100 g KM)
3	1533,05 ± 31,27^{c}
5	1817,77 ± 116,69^{b}
7	2092,78 ± 20,55^{a}

Aynı sütundaki farklı harflerle (a-b) işaretlenen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($p < 0,05$).

3.5. Duyusal Değerlendirme

%3, %5 ve %7 matcha içeren pestil örnekleri, 20 yarı eğitimli panelist tarafından renk, parlaklık, tat, yapışkanlık, sertlik, esneklik, çiğnenebilirlik ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmiş ve sonuçlar Şekil 3.1'de verilmiştir. %7 matcha içeren örnek; parlaklık (5,4), sertlik (5,4) ve çiğnenebilirlik (6,0) açısından en yüksek puanları alırken, renk açısından en yüksek puan %3 matcha içeren örnekte (5,05) elde edilmiştir. Tat (4,25) ve genel kabul edilebilirlik (4,85) açısından ise en yüksek puanlar %5 matcha içeren örnekte belirlenmiştir. %7 matcha içeren örnekte tat puanının azalması, yüksek matcha oranına bağlı yoğun aroma ve acımsı tat ile ilişkilendirilebilir (Jakubczyk vd., 2020). Sonuç olarak, %5 matcha içeren pestil örneği duyusal açıdan en yüksek genel kabul edilebilirliği gösteren formülasyon olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.1. Farklı oranlarda matcha içeren pestillerin duyusal değerlendirme sonuçlarının örümcek ağı grafiği.

4. SONUÇ

Elek altı kuru üzüm artıklarının matcha tozu (Camellia sinensis), sorgum unu ve keçiboynuzu unu ile birlikte değerlendirilmesiyle glütensiz ve fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş pestil örnekleri elde edilmiştir. Uygulanan kurutma koşullarının ürünlerin nem ve su aktivitesi değerlerini güvenli düzeylerde tuttuğu, HMF oluşumunun ise düşük seviyelerde kaldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, uygulanan proses koşullarının ürün güvenliği ve kalite özelliklerinin korunması açısından uygun olduğunu göstermektedir.

Matcha ilave oranının artırılması, pestil örneklerinin fonksiyonel özelliklerini önemli ölçüde iyileştirmiştir. Özellikle toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve antioksidan aktivite değerlerinde matcha oranına bağlı artışlar gözlenmiştir. Toplam flavonoid madde miktarı açısından tüm formülasyonlar arasında anlamlı farklılıklar belirlenirken, toplam fenolik madde miktarı bakımından %5 ve %7 matcha içeren örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu durum, matchanın başta kateşinler olmak üzere fenolik bileşikler açısından zengin yapısının yanı sıra kuru üzüm artıkları ve keçiboynuzu ununun da ürünün fenolik bileşen içeriğine katkıda bulunduğunu düşündürmektedir.

Duyusal değerlendirme sonuçları, matcha ilavesinin pestillerin renk, tat ve tekstürel özellikleri üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. %7 matcha içeren örnekler bazı tekstürel özellikler açısından daha yüksek puanlar almasına rağmen, matcha oranının artmasıyla belirginleşen aroma ve acımsı tat, genel duyusal kabul edilebilirliği sınırlandırmıştır. Buna karşılık, %5 matcha içeren örnek tat ve genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanları almış ve fonksiyonel özellikler ile duyusal kalite arasında en uygun dengeyi sağlamıştır.

Sonuç olarak, elek altı kuru üzüm artıklarının matcha tozu, sorgum unu ve keçiboynuzu unu ile birlikte değerlendirilmesi, düşük ekonomik değere sahip bir gıda endüstrisi artığının katma değerli, glütensiz ve fonksiyonel bir ürüne dönüştürülmesi açısından uygun bir yaklaşım olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, geleneksel Türk pestilinin fonksiyonel bileşenler bakımından zenginleştirilmesine yönelik önemli bir potansiyel ortaya koymaktadır. İncelenen formülasyonlar arasında %5 matcha ilavesi, yüksek fonksiyonel bileşen içeriği ile duyusal kabul edilebilirlik arasındaki denge açısından en uygun formülasyon olarak belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma sürecindeki değerli katkı ve desteklerinden dolayı danışmanımız Prof. Dr. Seda Ersus'a ve olanaklarını sunan Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Akbal, N., ve Vural, A. (2018). Kurutulmuş meyve örneklerinde mikrobiyolojik kalite özelliklerinin araştırılması. Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 11(2), 93–97

Arman, G., ve Mutlu, A. A. (2026). Emerging perspectives on functional foods: Superfood and novel food. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 14(1), 317–324. https://doi.org/10.24925/turjaf.v14i1.317-324.8448

Batu, A. (2005). Production of liquid and dried grape products in Turkey (pekmez and pestil). Journal of Food Engineering, 68(1), 41-50.

Bhagya Raj, G. V. S., ve Dash. K. K. (2020) Microwave vacuum drying of dragon fruit slice: Artificial neural network modelling, genetic algorithm optimization, and kinetics study. Computers and Elctronics in Agriculture, 178(October), 105814.

Bilek, S. E. 2010. "The effects of time, temperature, solvent: solid ratio and solvent composition on extraction of total phenolic compound from dried olive (Olea europaea L.) leaves", GIDA J. Food, 35, 411- 416.

Cemeroğlu, B. S. (2010). Gıda Analizleri. In Gıda Analizleri (4.Baskı).

Gökbaş, G. (2024). Pestil kalınlığı ve kurutma sıcaklığının domates pestili kalitesine etkisi [Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Horie, H., Ema, K., ve Sumikawa, O. (2017). Chemical Components Of Matcha And Powdered Green Tea. Journal Of Cookery Science Of Japan, 50(5), 182–188.

Jakubczyk, K., Kochman, J., Kwiatkowska, A., Kałduńska, J., Dec, K., ... ve Janda, K. (2020). Antioxidant Properties and Nutritional Composition of Matcha Green Tea. Foods, 9(4): 483.

Kara, O. O., ve Küçüköner, E. (2019). Geleneksel bir meyve çerezi: Pestil. Akademik Gıda, 17(2), 260–268.

Kayama, K., Wei, R., Zhang, Y. Wu, F., Su, Z., Dong, J., Liu, X. (2022). Effects of Tea Powder on the Cooking Properties, Antioxidative Potential and Volatile Profiles of Dried Noodles. Foods, 11(858).

Kim, D. O., Jeeong, S. W., ve Lee, C. Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemical from various cultivars of plums. Food Chemistry, 81(3),321-326.

Kochman, J., Jakubczyk, K., Antoniewicz, J., Mruk, H., ve Janda, K. (2021). Health benefits and chemical composition of matcha green tea: A review. Molecules, 26(1), 85.

Koláčková, T., Kolofiková, K., Sytaörvá, İ., Snopek, L., Sumczynski, D., ve Orsavová, J. (2020). Matcha Tea: Analysis of Nutritional Composition, Phenolics. Plant Foods for Human Nutrition, 48-53.

Nakilcioğlu-Taş, E., Çakaloğlu, B., ve Ötleş, S. (2018). Farklı oranlarda keçiboynuzu unu içeren pestillerin bazı fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerinin belirlenmesi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(8), 945–952.

Özaltın, K. E., ve Çağındı, Ö. (2018). Üzüm pestili üretiminde üzüm posasının kullanımı. Bahçe, 47(Özel Sayı 1), 321–326.

Shrikhande, A. J. (2000). Wine by-products with health benefits. Food Research International, 33(5-6), 469–474.

Spiridon, I., Bodirlau, R., ve Teaca, C.-A. (2011). Total phenolic content and antioxidant activity of plants used in traditional Romanian herbal medicine. Central European Journal of Biology, 6(3), 388–396. https://doi.org/10.2478/s11535-011-0028-6

Şengül, M., Yıldız, H., Güngör, N., ve Okçu, Z. (2010). Total phenolic content, antioxidant activity, some physical and chemical properties of pestil. Asian Journal of Chemistry, 22(1), 448–454.

Türk Standartları Enstitüsü (TSE). (2023). TS 12680: Üzüm pestili standardı. Ankara: TSE.

Viskelis, J., Rubinskiene, M., Bobinas, C., ve Bobinaite, R. (2017). Enrichment of fruit leathers with berry press cake powder increases product functionality (pp. 75–79). https://doi.org/10.22616/foodbalt.2017.011

Xia, E. Q., Deng, G. F., Guo, Y. J., ve Li, H. B. (2010). Biological activities of polyphenols from grapes. International Journal of Molecular Sciences, 11(2), 622–646.

Yıldız O. 2013. Physicochemical and sensory properties of mulberry products: Gümüşhane pestil and köme. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 766-769.

Yılmaz, F. M., Yüksekkaya, S., Vardin, H., ve Karaaslan, M. (2017). The effects of drying conditions on moisture transfer and quality of pomegranate fruit leather (pestil). Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 16(1), 33-40.

Yüksel, F., Yavuz, B., ve Baltacı, C. (2020). Hindistan cevizi unu ile zenginleştirilmiş dut pestillerin bazı fizikokimyasal, renk ve duyusal özelliklerinin incelenmesi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(1), 43-50.

Zhu, M., Yao, Y., Li, J., Zhang, F., Yu, J., Zhou, T., Xia, X., Hayat, K., Zhang, X., ve Ho, C.-T. (2024). Reducing water activity and softening texture of Areca catechu L. by phosphates and Maillard peptides and their improvement on flavor. Food Bioscience, 57, 103554.

Sarımsak Kabuğu Atıklarından NADES Kullanılarak Elde Edilen Ekstraktlardaki Polifenollerin HPLC–PDA ile Karakterizasyonu ve in *vitro* Biyoerişilebilirliği**

Elif Ceren KAYA[1,*], Merve TOMAS[2], Senem KAMİLOĞLU BEŞTEPE[1]

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa
[2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Sarımsak kabuğu, polifenoller açısından değerli bir kaynak olup, gıda atıklarının katma değerli ürünlere dönüştürülmesi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Doğal derin ötektik çözücüler (NADES) yeşil ekstraksiyon yaklaşımları kapsamında geleneksel çözücülere alternatif çevre dostu sistemler olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, sarımsak kabuğu atıklarından farklı NADES sistemleri, etanol ve su kullanılarak elde edilen ekstraktların *in vitro* gastrointestinal sindirim öncesi ve sonrası flavonoid ve fenolik asit profilleri HPLC–PDA ile belirlenmiştir. Sindirim öncesinde etanol ekstraktı flavonoller ve hidroksisinamik asitler açısından en etkili ekstrakt olarak belirlenirken, bazı NADES ekstraktları özellikle antosiyanin geri kazanımında etanole kıyasla daha yüksek performans göstermiştir. Hidroksibenzoik asitler açısından ise kolin klorür:gliserol (1:2) ekstraktı öne çıkmıştır. Gastrointestinal sindirim sonrasında antosiyaninler hiçbir ekstraktta tespit edilmemiştir. Buna karşın, bazı NADES sistemleri flavonol ve hidroksisinamik asitlerin korunması veya açığa çıkması açısından daha avantajlı bulunmuştur. Flavonol biyoerişilebilirliği bakımından kolin klorür:glikoz (2:1), kolin klorür:ksiloz (2:1) ve kolin klorür:malik asit (1:2) ekstraktları öne çıkarken, hidroksisinamik asitlerde en yüksek biyoerişilebilirlik gliserol:laktik asit (1:3) ekstraktında belirlenmiştir. Bu bulgular, NADES sistemlerinin sarımsak kabuğu polifenollerinin ekstraksiyonu ve sindirim sonrası biyoerişilebilirliğinin artırılması açısından etkili alternatif çözücü sistemleri olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fenolik asitler; flavonoidler; in vitro gastrointestinal sindirim; NADES (doğal derin ötektik çözücüler); sarımsak kabuğu.

*Sorumlu yazar: elifcerenkaya04@gmail.com
**Bu çalışma, Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (BAP) tarafından FYL-2026-2730 proje numarası ile desteklenmiştir.

Menengiç Bazlı Fonksiyonel Marmelatların Fenolik Bileşiklerinin in *vitro* Biyoerişilebilirliği ve Duyusal Özelliklerinin Değerlendirilmesi**

Rümeysa YAVAŞ*, Senem KAMİLOĞLU BEŞTEPE

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Günümüzde sağlıklı beslenmeye yönelik eğilimlerin artması ve yerel bitkisel kaynakların sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesi, fonksiyonel gıda geliştirme çalışmalarına olan ilgiyi artırmıştır. Bu çalışmada, Türkiye'nin yerel bitkisel kaynaklarından biri olan menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) meyvesinden iki farklı fonksiyonel marmelat formülasyonu geliştirilmiş ve bu ürünlerde fenolik bileşikler ile antioksidan kapasitenin *in vitro* gastrointestinal sindirim sürecindeki biyoerişilebilirliğinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada menengiç püresi kontrol örneği olarak kullanılmış; biri şeker, diğeri tatlandırıcı içeren iki farklı marmelat formülasyonu hazırlanmıştır. Duyusal değerlendirmede şeker ilaveli marmelat, genel beğeni (7,67 ± 1,22) ve tat-aroma (7,56 ± 1,33) kriterlerinde en yüksek puanları almıştır. Tatlandırıcı ilaveli marmelat ise genel beğeni bakımından 6,33 ± 1,41 puan ile panelistler tarafından kabul edilebilir bulunmuştur. Çalışma kapsamında ayrıca toplam fenolik madde içeriğinin Folin-Ciocalteu yöntemiyle, toplam antioksidan kapasitenin CUPRAC ve DPPH yöntemleriyle belirlenmesi ve fenolik bileşiklerin *in vitro* gastrointestinal sindirim modeli kullanılarak biyoerişilebilirliğinin değerlendirilmesi planlanmıştır. Bu çalışma ile menengiç meyvesinin fonksiyonel marmelat üretiminde değerlendirilmesine ve yerel bitkisel kaynakların katma değerli fonksiyonel ürünlere dönüştürülmesine katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan kapasite; fenolik bileşikler; fonksiyonel gıda; marmelat; menengiç.

*Sorumlu yazar: 052120027@ogr.uludag.edu.tr

**Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje No: 1919B012517949).

Geleceğin Protein Kaynakları: Hücre Tarımı ve Post-Biyoteknolojik Gastronomi

Kadir YAVUZ[1,*], Dilek DÜLGER ALTINER[2], Emine AYDIN[3]

[1]Kocaeli Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Ana Bilim Dalı/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli
[2]Kocaeli Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Kocaeli
[3]Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Düzce

Dünya nüfusunun sürekli artması, iklim değişiklikleri ve geleneksel hayvancılığın doğaya verdiği kalıcı zararlar, gelecekteki beslenme ihtiyaçlarımız için çevre dostu yeni çözüm yollarını zorunlu kılmaktadır. Bu çözümlerin en başında "Hücre Tarımı" ve "Post-biyoteknolojik Gastronomi" adı verilen yenilikçi gıda teknolojileri yer almaktadır. Hücre tarımı, canlı hayvanların kesilmesine veya devasa çiftliklerin kurulmasına hiçbir şekilde ihtiyaç duymadan, yalnızca laboratuvar ortamında hayvan hücreleri kullanılarak gerçek et, süt ve yumurta gibi ürünlerin üretilmesini sağlamaktadır. Bu verimli yöntem sayesinde, eski yöntem hayvancılığa kıyasla çok daha az su ve tarım arazisi harcanırken, doğaya salınan zararlı sera gazları da büyük oranda azaltılmış olur. Post-biyoteknolojik gastronomi ise doğadaki faydalı mikroorganizmaları, bitki hücrelerini ve mantarları kullanarak çevreye son derece duyarlı, yüksek kaliteli alternatif proteinler geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu modern mutfak anlayışı, sadece sağlıklı ve besin değeri çok yüksek yiyecekler sunmakla sınırlı kalmamaktadır. Aynı zamanda üretilen yiyeceklerin tadını, kokusunu, dış görünümünü ve dokusunu da insanların kişisel tercihlerine göre güvenli bir biçimde tasarlama imkânı tanımaktadır. Bugün yüksek üretim maliyetleri, yasal izinlerin alınması ve toplumun bu ürünlere alışması gibi aşılması gereken bazı zorluklar bulunmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, alternatif protein kaynaklarının modern gıda sistemlerine entegrasyonunu incelemek, hücre tarımı ve post-biyoteknolojik gastronominin gıda endüstrisine sunduğu yenilikçi fırsatları değerlendirmek ve artan küresel beslenme ihtiyaçlarını karşılarken mevcut üretim zorluklarına karşı hem çevre dostu hem de sürdürülebilir yeni stratejiler ve çözümler ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: Alternatif protein; geleceğin beslenmesi; hücre tarımı; kültürlenmiş et; sürdürülebilir gıda.

*Sorumlu yazar: kadiryavuzchbs@gmail.com

Farklı Oranlarda Hurma İlavesinin Kefirin Depolama Süresince Fizikokimyasal ve Renk Özellikleri Üzerine Etkisi

Safiye Nur DİRİM, Yasemin Mia KUNT*

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

ÖZET

Bu çalışmada, farklı oranlarda hurma püresi ilavesinin kefirin depolama süresince bazı fizikokimyasal ve renk özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla kontrol örnekleri ile %5, %6, %7, %8, %9 ve %10 oranında hurma püresi içeren kefir örnekleri hazırlanmış ve iki farklı üretim setinde değerlendirilmiştir. Örnekler depolamanın 1., 3., 6., 8. ve 10. günlerinde pH, suda çözünür kuru madde miktarı (°Brix), renk değerleri (L^*, a^*, b^*) ve nem içeriği bakımından analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre hurma ilavesi, kontrol örneklerine kıyasla °Brix değerlerini artırmış ve bu artış hurma oranındaki yükselişle genel olarak uyumlu bulunmuştur. Renk analizinde hurma ilaveli örneklerde L^* değerlerinin kontrol grubuna göre azaldığı, a^* değerlerinin negatif bölgeden sıfıra yaklaştığı ve b^* değerlerinin arttığı belirlenmiştir. pH değerleri ise depolama süresi ve hurma oranına bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Sonuç olarak, hurma püresi ilavesinin kefirin özellikle çözünür kuru madde ve renk özelliklerini etkilediği ve meyve ilaveli fermente süt ürünü geliştirilmesi açısından değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fermente içecek; fonksiyonel gıda; hurma; kefir; renk analizi.

1. GİRİŞ

Kefir, bakteri ve mayaların birlikte faaliyet gösterdiği fermantasyon sonucunda elde edilen fermente bir süt ürünüdür. Fermantasyon sürecinde başta laktik asit olmak üzere çeşitli organik asitler ve aroma bileşenleri oluşmaktadır. Bu bileşenler kefirin tat, koku ve fizikokimyasal özelliklerinin şekillenmesinde etkili olmaktadır. Kefirin içerdiği mikrobiyal çeşitlilik ve fermantasyon yapısı, onu diğer fermente süt ürünlerinden ayıran önemli özellikler arasında yer almaktadır (Leite vd., 2013; Esmek ve Güzeler, 2016).

Kefir üretiminde son yıllarda farklı meyvelerin ve meyve türevlerinin kullanıldığı çalışmaların arttığı görülmektedir. Meyve ilavesi yalnızca ürünün lezzetini değiştirmekle kalmamakta, aynı zamanda pH, çözünür kuru madde miktarı ve renk gibi bazı özellikleri de etkileyebilmektedir. Bu etkinin kullanılan meyvenin çeşidine, ilave edilen miktara ve depolama süresine göre değişebildiği bildirilmektedir. Harmankaya vd. (2019) tarafından farklı meyvelerle hazırlanan kefirlerde de kimyasal ve duyusal özelliklerin meyve çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada meyve olarak hurma tercih edilmiştir. Hurma; çözünür şekerler, karotenoidler ve çeşitli fenolik bileşikler içeren bir meyvedir (Giordani vd., 2011). Bu bileşenler nedeniyle hurma püresinin kefire ilave edilmesinin özellikle çözünür kuru madde miktarı ve renk özellikleri üzerinde etkili olabileceği düşünülmüştür.

Hurmanın fermente süt ürünlerinde kullanımına ilişkin çalışmaların daha çok yoğurt üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Arslan ve Bayrakçı (2016), hurma püresi ve marmelatı içeren yoğurtlarda formülasyona bağlı olarak bazı fizikokimyasal ve renk özelliklerinin değiştiğini

*Sorumlu yazar: yaseminmia@gmail.com

bildirmiştir. Kanca vd. (2024) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise hurma tozu ilavesinin probiyotik yoğurtların renk ve kalite özelliklerini etkilediği belirlenmiştir.

Buna karşılık, farklı oranlarda hurma püresi içeren kefirlerin depolama süresince gösterdiği değişimlere ilişkin çalışmalar daha sınırlıdır. Bu nedenle bu çalışmada kontrol kefiri ile %5, %6, %7, %8, %9 ve %10 oranlarında hurma püresi içeren kefir örnekleri hazırlanmış; 10 günlük soğuk depolama boyunca pH, suda çözünür kuru madde miktarı (°Brix), *L**, *a** ve *b** renk değerleri ile nem içeriklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Materyal ve örnek hazırlama

Çalışmada kefir üretimi için UHT süt, ticari toz kuru kefir mayası ve taze hurma meyvesi kullanılmıştır. Hurma meyveleri yıkandıktan sonra kabukları soyulmuş, çekirdekleri uzaklaştırılmış ve meyve eti herhangi bir su ilavesi yapılmadan püre haline getirilmiştir.

Kefir örneklerinin hazırlanmasında her bir deneme kabı için 200 mL UHT süt ve 0,5 g ticari toz kefir mayası kullanılmıştır. Maya süte ilave edildikten sonra örnekler homojen şekilde karıştırılmış ve yaklaşık 20–22 °C'de 18–20 saat süreyle fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon tamamlandıktan sonra kontrol grubuna herhangi bir meyve ilavesi yapılmamış, diğer örnekler ise %5, %6, %7, %8, %9 ve %10 oranlarında hurma püresi içerecek şekilde hazırlanmıştır.

Hurma püresi fermantasyon sonrasında kefire ilave edilmiş, örnekler karıştırılarak homojen hale getirilmiş ve daha sonra 4 ± 1 °C'de depolamaya alınmıştır. Deneme iki bağımsız üretim seti halinde yürütülmüş ve her iki sette de aynı üretim basamakları uygulanmıştır.

2.2. Depolama süresi ve analizler

Örneklerde analizler depolamanın 1., 3., 6., 8. ve 10. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Depolama süresince pH, suda çözünür kuru madde miktarı, renk değerleri ve nem içeriği belirlenmiştir.

pH ölçümleri doğrudan kefir örneklerinde pH metre kullanılarak yapılmıştır. Suda çözünür kuru madde miktarı refraktometre ile ölçülmüş ve sonuçlar °Brix olarak ifade edilmiştir.

Renk ölçümleri CIELAB renk sistemine göre değerlendirilmiştir. Bu amaçla örneklerin *L**, *a** ve *b** değerleri belirlenmiştir. *L** değeri örneğin açıklık ve koyuluk düzeyini, *a** değeri kırmızı-yeşil renk eksenini, *b** değeri ise sarı-mavi renk eksenini ifade etmektedir.

Nem miktarı gravimetrik yöntemle belirlenmiş ve sonuçlar yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Çalışmada iki farklı üretim setinden elde edilen veriler birlikte değerlendirilmiştir. Her depolama günü ve örnek grubu için ölçümlerin aritmetik ortalaması ve standart sapması hesaplanmış, sonuçlar ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

Ham veri setinde her bir üretim setindeki kontrol grubunda iki tekrar, hurma püresi ilaveli gruplarda ise üç tekrar bulunmaktadır. Buna göre iki üretim seti birlikte değerlendirildiğinde kontrol grubu için toplam dört, hurma püresi içeren gruplar için ise toplam altı ölçüm üzerinden ortalama değerler hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlar depolama süresi ve hurma püresi oranı dikkate alınarak karşılaştırılmış ve değişimler grafikler yardımıyla değerlendirilmiştir.

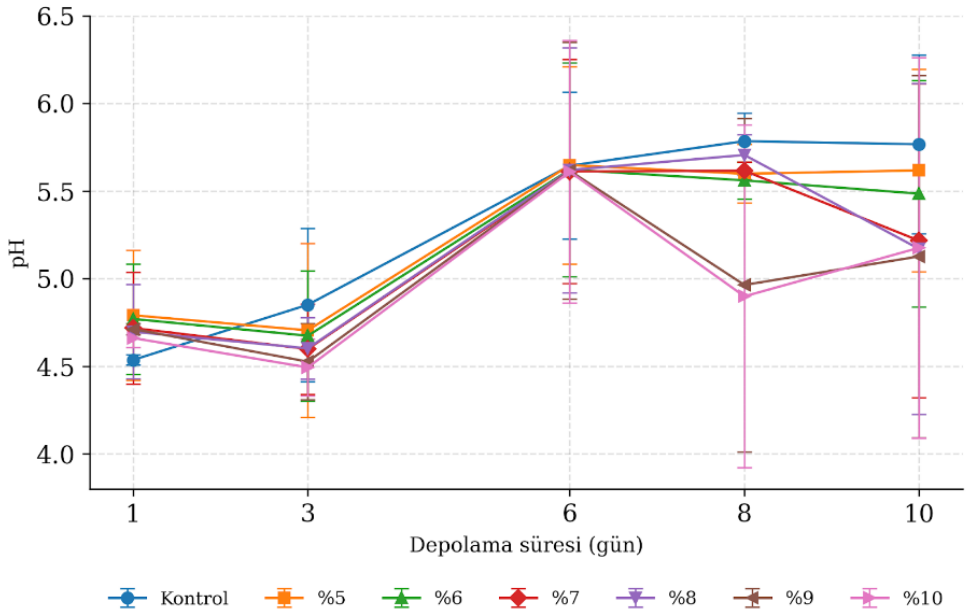
3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. pH

Kefir örneklerinin pH değerleri depolama süresince hem hurma ilave oranına hem de üretim setine bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. İki üretim seti birlikte değerlendirildiğinde, depolamanın 1. gününde kontrol örneğinin pH değeri 4,536 ± 0,029 olarak belirlenmiştir. Aynı gün %5 ve %10 hurma püresi içeren örneklerde pH değerleri sırasıyla 4,791 ± 0,371 ve 4,661 ± 0,053 olarak bulunmuştur.

Depolamanın ilerleyen günlerinde pH değerlerinde tüm örnek grupları için tek yönlü bir artış veya azalış gözlenmemiştir. Örneğin 6. günde kontrol, %5 ve %10 gruplarının pH değerleri sırasıyla 5,645 ± 0,419, 5,648 ± 0,563 ve 5,610 ± 0,750 olarak belirlenmiştir. Onuncu günde ise kontrol grubunun pH değeri 5,767 ± 0,510 iken, %5 ve %10 hurma ilaveli örneklerde sırasıyla 5,618 ± 0,578 ve 5,176 ± 1,088 olarak hesaplanmıştır.

Özellikle bazı örnek gruplarında standart sapmanın yüksek olması, iki üretim seti arasında pH açısından farklılık bulunduğunu göstermektedir. Bu nedenle pH değişiminin yalnızca hurma oranına bağlı olarak açıklanması uygun değildir. Meyve ilaveli kefirlerde pH değerlerinin kullanılan meyvenin çeşidi, bileşimi ve depolama süresine bağlı olarak değişebildiği daha önce de bildirilmiştir.



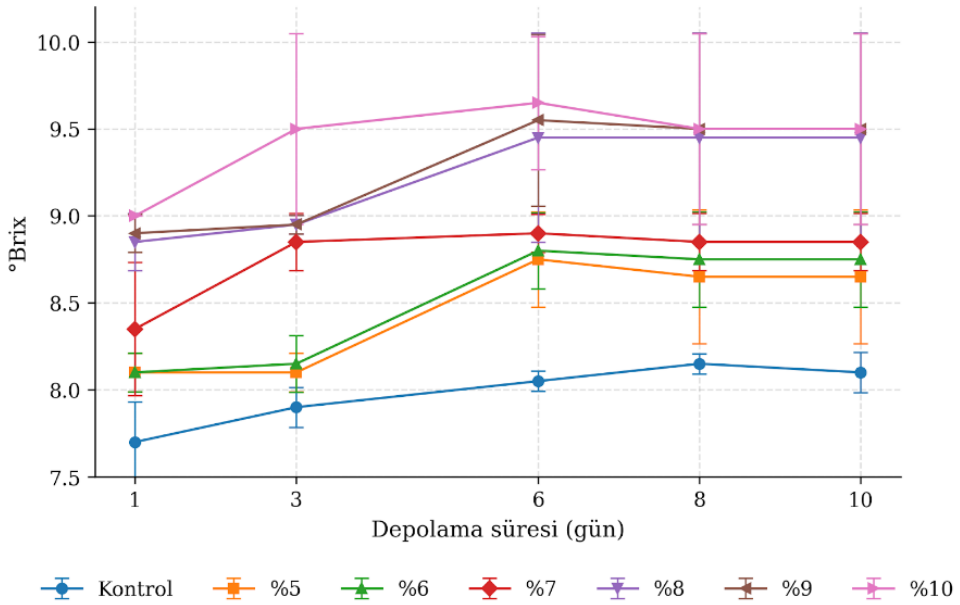
Şekil 3.1. Farklı oranlarda hurma püresi ilavesinin kefir örneklerinin depolama süresince pH değerlerine etkisi. Sonuçlar iki üretim setinin ortalama ± standart sapma değerleri olarak verilmiştir.

3.2. Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı (°Brix)

Hurma püresi ilavesinin °Brix değerleri üzerinde pH'ya kıyasla daha düzenli bir etkisi olduğu görülmüştür. Depolamanın 1. gününde kontrol örneğinin °Brix değeri 7,70 ± 0,23 iken, %5 hurma grubunda 8,10 ± 0,11 ve %10 hurma grubunda 9,00 ± 0,00 olarak belirlenmiştir.

Depolamanın diğer günlerinde de hurma oranı yükseldikçe °Brix değerlerinin genel olarak arttığı görülmüştür. Altıncı günde kontrol grubunda °Brix değeri 8,05 ± 0,06 iken, %5 grubunda 8,75 ± 0,27 ve %10 grubunda 9,65 ± 0,38 olarak bulunmuştur. Onuncu günde ise aynı gruplarda değerler sırasıyla 8,10 ± 0,12, 8,65 ± 0,38 ve 9,50 ± 0,55 olarak belirlenmiştir.

Bu sonuçlar, hurma püresi miktarındaki artışın kefirin suda çözünür kuru madde miktarını yükseltme eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, hurma meyvesinin doğal olarak içerdiği çözünür şekerler ve diğer çözünür katı maddelerle ilişkilendirilebilir.



Şekil 3.2. Farklı oranlarda hurma püresi ilavesinin kefir örneklerinin depolama süresince suda çözünür kuru madde miktarına (°Brix) etkisi. Sonuçlar iki üretim setinin ortalama ± standart sapma değerleri olarak verilmiştir.

3.3. Renk Özellikleri

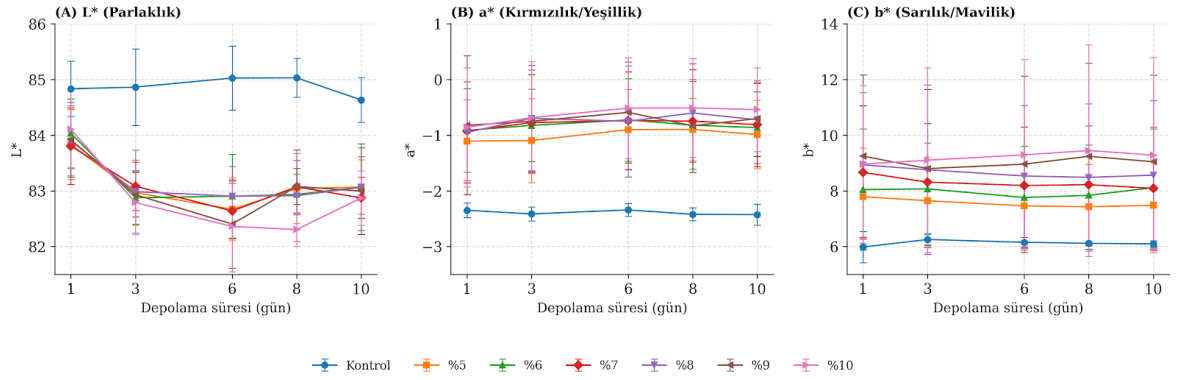
Hurma püresi ilavesiyle birlikte kefir örneklerinin *L**, *a** ve *b** renk değerlerinde belirgin değişimler gözlenmiştir. Kontrol örneklerinin *L** değerleri depolama süresi boyunca genel olarak hurma ilaveli örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın 1. gününde kontrol grubunda *L** değeri 84,833 ± 0,494 iken, %5 ve %10 hurma ilaveli örneklerde sırasıyla 83,830 ± 0,628 ve 84,105 ± 0,709 olarak belirlenmiştir. Onuncu günde ise kontrol grubunda *L** değeri 84,633 ± 0,402 iken, %5 grubunda 83,068 ± 0,489 ve %10 grubunda 82,870 ± 0,488 olarak hesaplanmıştır.

*a** değerleri incelendiğinde kontrol örneklerinin negatif bölgede kaldığı, hurma ilavesiyle birlikte değerlerin sıfıra doğru yaklaştığı görülmüştür. Birinci günde kontrol örneğinin *a** değeri −2,350 ± 0,131 iken, %5 grubunda −1,107 ± 0,743 ve %10 grubunda −0,860 ± 1,069 olarak belirlenmiştir. Benzer eğilim depolamanın 10. gününde de devam etmiş; kontrol, %5 ve %10 gruplarında *a** değerleri sırasıyla −2,428 ± 0,189, −0,990 ± 0,614 ve −0,542 ± 0,752 olarak bulunmuştur.

*b** değerlerinde ise hurma ilavesiyle birlikte genel bir yükselme eğilimi görülmüştür. Depolamanın 1. gününde kontrol grubunda *b** değeri 5,980 ± 0,563 iken, %5 grubunda 7,788 ± 1,750 ve %10 grubunda 8,957 ± 2,830 olarak belirlenmiştir. Onuncu günde aynı

grupların b^* değerleri sırasıyla $6{,}095 \pm 0{,}111$, $7{,}478 \pm 1{,}632$ ve $9{,}283 \pm 3{,}503$ olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlar, hurma püresi ilavesinin kefirin rengini daha koyu hale getirdiğini ve sarı-turuncu tonların belirginleşmesine katkı sağladığını göstermektedir. Meyve ilaveli fermente süt ürünlerinde benzer şekilde L^*, a^* ve b^* değerlerinin meyvenin doğal pigmentlerine ve kullanılan miktara bağlı olarak değişebildiği bildirilmektedir.



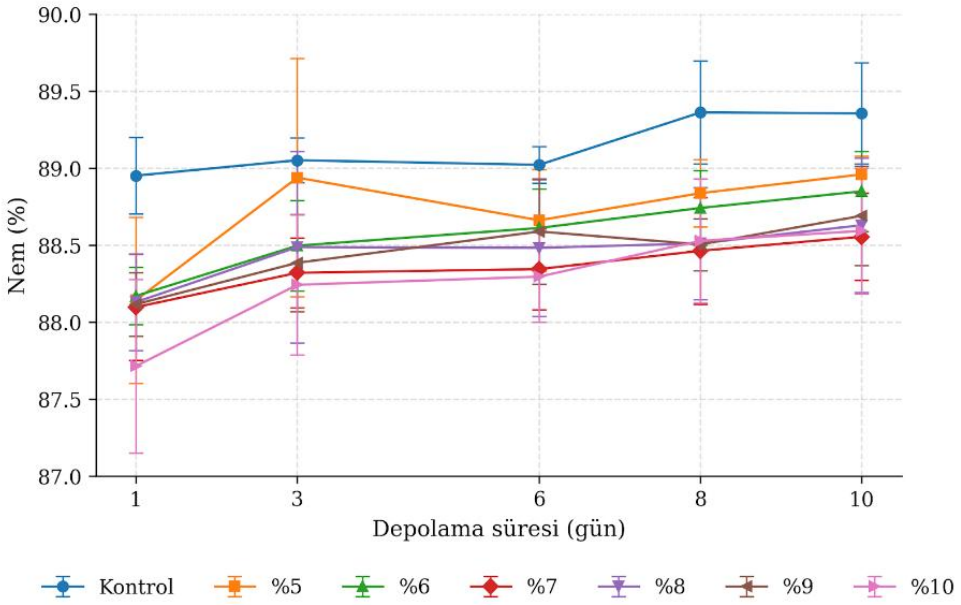
Şekil 3.3. Farklı oranlarda hurma püresi ilavesinin kefir örneklerinin depolama süresince renk parametreleri üzerine etkisi: (A) L^*, (B) a^* ve (C) b^*. Sonuçlar iki üretim setinden elde edilen ortalama ± standart sapma değerleri olarak verilmiştir.

3.4. Nem İçeriği

Kefir örneklerinin nem içerikleri incelendiğinde, kontrol ve hurma püresi ilaveli örnekler arasındaki değişimin genel olarak sınırlı olduğu görülmüştür. Depolamanın 1. gününde kontrol grubunun nem içeriği $\%88{,}951 \pm 0{,}249$ olarak belirlenirken, %5 ve %10 hurma püresi içeren örneklerde bu değerler sırasıyla $\%88{,}142 \pm 0{,}540$ ve $\%87{,}715 \pm 0{,}564$ olarak bulunmuştur.

Depolamanın ilerleyen günlerinde nem değerlerinde büyük değişimler gözlenmemiştir. Altıncı günde kontrol grubunun nem içeriği $\%89{,}021 \pm 0{,}119$ iken, %5 ve %10 gruplarında sırasıyla $\%88{,}661 \pm 0{,}329$ ve $\%88{,}295 \pm 0{,}296$ değerleri elde edilmiştir. Sekizinci günde kontrol grubunda nem içeriği $\%89{,}361 \pm 0{,}334$ olarak belirlenirken, hurma püresi ilaveli örneklerde değerler yaklaşık %88,46–88,84 aralığında değişmiştir. Onuncu günde ise kontrol grubunda $\%89{,}355 \pm 0{,}328$, %5 grubunda $\%88{,}959 \pm 0{,}119$ ve %10 grubunda $\%88{,}592 \pm 0{,}409$ nem içeriği belirlenmiştir.

Genel olarak kontrol örneklerinin nem içeriğinin hurma püresi ilaveli örneklerden bir miktar daha yüksek olduğu görülmüştür. Hurma püresinin ürüne ilave edilmesiyle toplam katı madde miktarının artması, nem oranında gözlenen bu sınırlı azalmanın olası nedenlerinden biri olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte gruplar arasındaki farkların dar bir aralıkta kalması, hurma püresi ilavesinin nem içeriği üzerindeki etkisinin °Brix ve renk özelliklerine kıyasla daha sınırlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.4. Farklı oranlarda hurma püresi ilavesinin kefir örneklerinin depolama süresince nem içeriğine etkisi. Sonuçlar iki üretim setinden elde edilen ortalama ± standart sapma değerleri olarak verilmiştir.

3.5. Genel Değerlendirme

Tüm analizler birlikte değerlendirildiğinde, hurma püresi ilavesinin kefir üzerinde en belirgin etkisinin suda çözünür kuru madde miktarı ve renk özelliklerinde ortaya çıktığı görülmüştür. Hurma oranındaki artışla birlikte °Brix değerleri genel olarak yükselmiş, L^* değerleri düşmüş, a^* değerleri sıfıra yaklaşmış ve b^* değerleri artmıştır.

pH değerlerinde ise aynı derecede düzenli bir değişim görülmemiş ve iki üretim seti arasındaki farklılıklar daha belirgin olmuştur. Nem içeriğinde gözlenen değişimler ise diğer parametrelere kıyasla daha sınırlı kalmıştır.

%10 hurma püresi içeren örnekler, özellikle °Brix ve renk özellikleri bakımından kontrol grubundan daha belirgin şekilde ayrılmıştır. Bununla birlikte çalışma kapsamında duyusal değerlendirme ve mikrobiyolojik analiz yapılmadığından, bu oranın optimum formülasyon olarak değerlendirilmesi uygun değildir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, farklı oranlarda hurma püresi ilavesinin kefirin depolama süresince pH, suda çözünür kuru madde miktarı, renk özellikleri ve nem içeriği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, hurma püresi oranındaki artışın özellikle °Brix ve renk parametrelerinde belirgin değişimlerle ilişkili olduğunu göstermiştir. Hurma oranı arttıkça °Brix değerlerinde genel olarak yükselme, L^* değerlerinde azalma, a^* değerlerinde sıfıra doğru yaklaşma ve b^* değerlerinde artış gözlenmiştir. Bu değişimler, hurma ilavesiyle birlikte kefirin daha koyu ve sarı-turuncu tonların daha belirgin olduğu bir görünüm kazandığını ortaya koymuştur.

pH değerleri depolama süresi boyunca daha değişken bir seyir göstermiş ve üretim setleri arasında farklılıklar gözlenmiştir. Nem içeriğindeki değişimler ise diğer incelenen parametrelere göre daha sınırlı kalmıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, hurma püresinin kefirin özellikle çözünür kuru madde ve renk özelliklerini değiştiren bir meyve bileşeni olarak kullanılabileceği görülmüştür. Bununla birlikte, uygun ilave oranının belirlenebilmesi için ileride yapılacak çalışmalarda duyusal özellikler, mikrobiyolojik kalite, titre edilebilir asitlik, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite gibi ek parametrelerin de değerlendirilmesi yararlı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Çalışma herhangi bir proje desteği kapsamında yürütülmemiştir.

KAYNAKLAR

Arslan, S., & Bayrakçı, S. (2016). Physicochemical, functional, and sensory properties of yogurts containing persimmon. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40*(1), 68–74. https://doi.org/10.3906/tar-1406-150

Esmek, E., & Güzeler, N. (2016). Kefir ve kefir kullanılarak yapılan bazı ürünler. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 19*(4), 250–258. DergiPark

Farnworth, E. R. (2005). Kefir—A complex probiotic. *Food Science & Technology Bulletin: Functional Foods, 2*(1), 1–17. https://doi.org/10.1616/1476-2137.13938

Giordani, E., Doumett, S., Nin, S., & Del Bubba, M. (2011). Selected primary and secondary metabolites in fresh persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.): A review of analytical methods and current knowledge of fruit composition and health benefits. *Food Research International, 44*(7), 1752–1767. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.036

Harmankaya, S., Gülbaz, G., & Kamber, U. (2019). Microbiological, chemical and sensory characteristics of kefir prepared with various fruit additives. *Van Veterinary Journal, 30*(1), 13–18.

Kanca, N., Onaran Acar, B., & Albayrak Delialioğlu, R. (2024). Physico-chemical, textural, microbiological and sensory properties together with fatty acid profiles of presumptive probiotic yoghurts fortified with persimmon (*Diospyros kaki*) powder. *Journal of Dairy Research, 91*(4), 477–485. https://doi.org/10.1017/S0022029924000670

Leite, A. M. O., Miguel, M. A. L., Peixoto, R. S., Rosado, A. S., Silva, J. T., & Paschoalin, V. M. F. (2013). Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: A natural probiotic beverage. *Brazilian Journal of Microbiology, 44*(2), 341–349. https://doi.org/10.1590/S1517-83822013000200001

Gıda Güvenliği Kültüründe Dijital Dönüşüm: Yapay Zekâ Destekli Kalite Yönetim Sistemlerinden Güncel Uygulamalara

Gamze DÜVEN[1,*], Özen SÖKMEN[2]

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Karacabey Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Süt ve Ürünleri Teknolojisi Programı, Bursa
[2]Bağımsız Araştırmacı, Tekirdağ

Gıda güvenliği kültürü, işletmelerde güvenli gıda üretiminin sürdürülebilirliğini sağlayan ve çalışan davranışları, kurumsal değerler ile yönetim anlayışını kapsayan önemli bir unsurdur. Bu çalışmanın amacı, gıda güvenliği kültürüne yönelik güncel yaklaşımları incelemek ve yapay zekâ destekli kalite yönetim sistemlerinin bu kültürün geliştirilmesine katkılarını değerlendirmektir. Çalışmada konuya ilişkin 2020–2026 yılları arasında yayınlanmış güncel ulusal ve uluslararası literatür taranmış, gıda güvenliği kültürü ile dijital kalite yönetimi uygulamaları birlikte ele alınmıştır. İncelenen çalışmalar (n = 30), yapay zekâ, büyük veri analitiği ve nesnelerin interneti tabanlı sistemlerin özellikle risk tahmini ve izlenebilirlik (%57,1), kalite kontrol ve HACCP (%42,9), gerçek zamanlı izleme ve veri toplama (%42,9) ve mikrobiyolojik tehlikelerin yönetimi, akıllı ambalaj ve ürün durumunun izlenmesi (%28,6) gibi uygulamalarda ve karar destek sistemleri gibi alanlarda yoğun olarak kullanıldığını göstermektedir. Ayrıca dijital izleme ve veri analitiği uygulamalarının çalışan farkındalığını artırdığı, karar verme süreçlerini desteklediği ve gıda güvenliği kültürünün ölçülebilir hâle gelmesine katkı sunduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, teknolojik yeniliklerin gıda güvenliği kültürü ile bütünleşik şekilde uygulanması, risklerin azaltılmasına, kalite performansının artırılmasına ve tüketici güveninin güçlendirilmesine katkı sağlamaktadır. Bu yaklaşım, gıda sektöründe sürdürülebilir ve etkin yönetim sistemlerinin geliştirilmesi açısından önemli bir fırsat sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital dönüşüm; gıda güvenliği kültürü; kalite yönetim sistemleri; risk yönetimi; yapay zekâ.

*Sorumlu yazar: gamzeduven@uludag.edu.tr

Çeşitli Meyve Suyu Konsantreleri Kullanılarak Şeker İlavesiz Kızılcık Pestili Üretimi**

İlayda GÜNEŞ, Melek YILMAZ, Güldeste ÇAKMAK, Derya ATALAY*, Hande Selen ERGE

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Bolu

Bu çalışmada, portakal, elma ve armut suyu konsantreleri kullanılarak ilave şeker içermeyen kızılcık pestillerinin üretilmesi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Haşlanarak çekirdeklerinden ayrılan kızılcıklar püre yapılmış; sonrasında meyve suyu konsantresi ve pektin ilave edilmiştir. Karışımlar tabaka hâlinde yayılarak 100 °C'de 45 dakika ve 85 °C'de 3 saat kurutulmuştur. Kızılcık pestillerine pH, toplam kuru madde, renk, toplam fenolik madde, toplam monomerik antosiyanin, antioksidan aktivite, L-askorbik asit, duyusal ve tekstür analizleri uygulanmıştır. En yüksek toplam fenolik madde (580,39 mg/kg) ve L-askorbik asit (10,95 mg/kg) miktarı portakal suyu konsantresi içeren örnekte belirlenmiştir. Antioksidan aktivite; 31,23–33,75 mmol Troloks/100 g aralığında belirlenmiştir. Konsantre ilaveli örneklerin toplam fenolik madde miktarları kontrol örneğinden (sakaroz içeren) önemli düzeyde yüksek bulunurken ($p < 0,05$), L-askorbik asit ve antioksidan aktivite değerleri bakımından örnekler arasında önemli farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$). Toplam monomerik antosiyanin miktarı 9,51–42,57 mg/kg arasında değişmiş; en yüksek değer kontrol örneğinde, en düşük değer ise portakal suyu konsantreli örnekte belirlenmiştir. Tekstür analizi sonucunda kontrol ve portakal konsantreli örneklerin sertlik değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Duyusal değerlendirmede örneklerin tat, tekstür ve genel beğeni puanları arasında önemli farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$). Sonuçlar, meyve suyu konsantrelerinin kızılcık pestili üretiminde sakaroza alternatif olarak kullanılabileceğini ve duyusal kabul edilebilirliği uygun, ilave şekersiz bir ürün geliştirilebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşenler; ilave şekersiz ürün; kızılcık; meyve suyu konsantresi; pestil.

*Sorumlu yazar: deryaatalay@ibu.edu.tr

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında 1919B012324082 proje numarası ile desteklenmiştir.

Meyve ve Sebzelerin Ultrason Destekli Kurutulmasında Kütle Transferi, Kalite Özellikleri ve Enerji Verimliliğinin Değerlendirilmesi

Aynur Sultan BİBEROĞLU*, Fatma Zehra YEKELER, Gökçen YILDIZ

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Bursa

ÖZET

Meyve ve sebzelerin kurutulmasında yaygın olarak kullanılan geleneksel konvektif yöntemler, uzun işlem süreleri, yüksek enerji tüketimi ve ısıya duyarlı biyoaktif bileşenlerde meydana gelen kayıplar nedeniyle önemli sınırlılıklara sahiptir. Bu derlemede, ultrason destekli kurutma uygulamalarının kütle transferi mekanizmaları, kurutma kinetiği, ürün kalitesi ve enerji verimliliği üzerindeki etkileri güncel literatür ışığında değerlendirilmiştir. Ultrasonik ön işlem veya kurutma sırasında uygulanan akustik enerji, kavitasyon ve sünger etkisi yoluyla bitkisel dokularda mikrokanal oluşumunu desteklemekte, iç ve dış nem transferini hızlandırarak etkin nem difüzyon katsayısını artırabilmektedir. Bu durum kurutma süresinin kısalmasına, spesifik enerji tüketiminin azalmasına ve proses verimliliğinin yükselmesine katkı sağlamaktadır. Literatürde farklı meyve ve sebze örnekleri üzerinde yürütülen çalışmalar, ultrason destekli kurutmanın toplam fenolik madde, askorbik asit, antioksidan aktivite, renk, rehidrasyon, tekstür ve mikroyapı özelliklerinin korunmasında avantaj sağlayabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, ultrason gücü, uygulama süresi, kurutma sıcaklığı, ürün kalınlığı ve matris özellikleri proses başarısını belirleyen kritik faktörlerdir. Bu nedenle, endüstriyel uygulanabilirlik açısından kalite, enerji tüketimi ve kütle transferini birlikte ele alan çok amaçlı optimizasyon yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği; kütle transferi; ultrason destekli kurutma.

1. GİRİŞ

Meyve ve sebzeler, yüksek nem içerikleri ve su aktiviteleri nedeniyle mikrobiyal, enzimatik ve kimyasal bozunmalara karşı duyarlı ürünlerdir. Kurutma, ürün içerisindeki kullanılabilir su miktarını azaltarak raf ömrünün uzatılması, depolama stabilitesinin artırılması ve taşıma kolaylığı sağlanması amacıyla yaygın olarak kullanılan temel muhafaza yöntemlerinden biridir (Zhao vd., 2024; Baltacioglu vd., 2026). Bununla birlikte, meyve ve sebzelerin kurutulmasında en sık kullanılan konvektif sıcak hava kurutması; uzun işlem süresi, yüksek enerji gereksinimi ve ürünün uzun süre ısıya maruz kalması nedeniyle renk, yapı ve ısıya duyarlı biyoaktif bileşenlerde kayıplara yol açabilmektedir (Namjoo vd., 2023; Mierzwa ve Szadzińska, 2023). Bu sınırlılıklar, kurutma süresini kısaltırken ürün kalitesini ve enerji performansını iyileştirebilecek yardımcı teknolojilere olan ilgiyi artırmıştır.

Ultrason, gıda matrisine mekanik enerji aktarımı yoluyla kütle transferini destekleyebilen ve kurutma proseslerinde ön işlem veya eş zamanlı yardımcı teknoloji olarak kullanılabilen yöntemlerden biridir. Uygulama biçimine bağlı olarak kavitasyon, sıkışma-genleşme hareketleri ve yüzeydeki sınır tabakasının incelmesi gibi mekanizmalarla nem taşınımını kolaylaştırabilmektedir. Bununla birlikte ultrasonun kurutma performansı ve ürün kalitesi üzerindeki etkisi; ürün matrisi, uygulama süresi, güç, frekans, sıcaklık ve kurutma yöntemi gibi birçok faktöre bağlıdır. Bu nedenle ultrason destekli kurutmanın yalnızca kurutma süresi

*Sorumlu yazar: aynursultanb@gmail.com

açısından değil, kütle transferi, ürün kalitesi ve enerji verimliliği birlikte değerlendirilerek ele alınması gerekmektedir. Bu derlemede, meyve ve sebzelerin ultrason destekli kurutulmasına ilişkin güncel çalışmalar bu üç temel boyut üzerinden karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

2. YÖNTEM

Bu derlemede, meyve ve sebzelerin kurutulmasında kullanılan ultrason destekli kurutma teknolojilerine yönelik güncel çalışmalar incelenmiştir. Ultrasonik ön işlem, temaslı ultrason ve havadan iletilen ultrason uygulamalarının kurutma kinetiği, kütle transfer karakteristikleri, ürün kalitesi ile enerji verimliliği üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Literatürde rapor edilen bulgular; farklı ürün matrisleri, ultrasonik işlem koşulları, kütle ve enerji verimliliği boyutları çerçevesinde bütüncül olarak analiz edilmiş, ultrason teknolojisinin kurutma proseslerindeki avantajları ve sınırlılıkları ortaya konulmuştur.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Ultrason teknolojisi, gıda matrisine mekanik enerji aktarımı yoluyla kütle transferini destekleyebilen bir yardımcı işlem teknolojisidir. Ultrason uygulamasının kendisi doğrudan ısıl enerjiye dayanmamakla birlikte, kurutma proseslerinde çoğunlukla sıcak hava, mikrodalga veya diğer ısıl yöntemlerle birlikte kullanılmaktadır. Gıda kurutma çalışmalarında genellikle düşük frekanslı ve yüksek yoğunluklu ultrason uygulamalarından yararlanılmaktadır (Zhao vd., 2024). Ultrason, uygulama biçimine bağlı olarak farklı mekanizmalarla kütle transferini etkileyebilmektedir. Sıvı ortamda gerçekleştirilen ön işlemlerde akustik kavitasyon hücre geçirgenliği ve mikrokanal oluşumunu artırabilirken, temaslı uygulamalarda sıkışma-genleşme hareketleriyle oluşan “sünger etkisi” doku içindeki sıvı hareketini kolaylaştırabilmektedir. Havadan iletilen ultrason ise yüzeydeki sınır tabakasını incelterek dış kütle transfer direncini azaltabilmektedir (Fernandes ve Rodrigues, 2023; Galipothula vd., 2025). Kurutma uygulamaları genel olarak süreç öncesi ultrason ön işlemi, kurutma sırasında temaslı ultrason ve havadan iletilen ultrason olmak üzere üç grupta değerlendirilmektedir. Ultrasonun etkinliği; güç, frekans ve sürenin yanı sıra ürün matrisi, doku yapısı, dilim kalınlığı ve kurutma koşullarına bağlıdır.

Tablo 3.1. Ultrason destekli kurutma uygulamalarında seçilmiş çalışmalar ve temel bulgular.

Ürün	Ultrason uygulaması	Temel bulgu	Kaynak
Ananas	Ultrason destekli ozmotik dehidrasyon	Optimum koşullarda su kaybı (*WL*) 0,266 g/g, katı madde kazanımı (*SG*) 0,049 g/g olarak bildirilmiştir.	Meena vd. (2022)
Liçi	Ultrason destekli ozmotik ön işlem + sıcak hava kurutma	Kurutma süresi 11 saatten 9 saate düşmüş, etkin nem difüzyon katsayısı (D_{eff}) %39,58 artmıştır.	Galipothula vd. (2025)
Turnip	Ultrason ön işlemi + konvektif-kızılötesi kurutma	Kurutma süresi azalmış, D_{eff} artmış; enerji performansında iyileşme bildirilmiştir.	Taghinezhad vd. (2021)
Gloster elması	Ultrason ön işlemi + ultrason destekli sıcak hava kurutma	Kurutma performansının ultrason gücüyle doğrusal değişmediği gösterilmiştir.	Jedlińska vd. (2025)
Sichuan biberi	Temaslı ultrason destekli sıcak hava kurutma	Uygun koşullarda renk ve antioksidan aktivite iyileşmiş; yüksek güç/frekans olumsuz etki gösterebilmiştir.	Liu vd. (2026)
Dereotu	Ultrason ön işlemi + mikrodalga-sıcak hava kurutma	Kurutma süresi %10,7–36,31, toplam enerji tüketimi %3,20–21,34 azalmıştır.	Sasani vd. (2026)
Lahana	Havadan iletilen ultrason + mikrodalga/konvektif kurutma	En belirgin kurutma ve enerji avantajı mikrodalga-ultrason hibrit uygulamalarında bildirilmiştir.	Mierzwa ve Szadzińska (2023)
Elma	Ultrason ön işlemi + yüksek basınçlı puf kurutma	Fenolik bileşenlerin korunumu ve yapısal özellikler işlem koşullarına bağlı değişmiştir.	Baltacioglu vd. (2026)

3.1. Ultrason Destekli Kurutmada Kütle Transferi ve Kurutma Kinetiği

Ultrason destekli kurutmada kütle transferinin değerlendirilmesinde; ozmotik dehidrasyonda su kaybı (*WL*) ve katı madde kazanımı (*SG*), kurutma çalışmalarında ise kurutma süresi ve etkin nem difüzyon katsayısı (D_{eff}) gibi göstergeler kullanılmaktadır. Meena vd. (2022), ananas dilimlerinde optimum koşullarda *WL* ve *SG* değerlerini sırasıyla 0,266 ve 0,049 g/g olarak bildirmiştir. Liçi meyvesinde ultrason destekli ozmotik ön işlem sonrasında sıcak hava kurutma süresinin 11 saatten 9 saate düştüğü ve D_{eff} değerinin %39,58 arttığı belirlenmiştir (Galipothula vd., 2025). Benzer şekilde farklı meyve ve sebzelerde ultrason uygulamalarının kütle transferini hızlandırabildiği bildirilmekle birlikte, bu etki ürün ve proses koşullarına bağlıdır. Ultrasonun kurutma kinetiği üzerindeki olumlu etkileri farklı ürün ve hibrit sistemlerde de bildirilmiştir. Ultrason ön işleminin hibrit konvektif-kızılötesi kurutmayla birlikte uygulandığı turnip dilimlerinde kurutma süresinin azaldığı ve D_{eff} değerinin arttığı belirlenmiştir (Taghinezhad vd., 2021). Dereotu yapraklarında mikrodalga ile kombine edilen ultrason ön işlemi, uygulama koşullarına bağlı olarak kurutma süresinde %10,7–36,31 oranında azalma sağlamıştır (Sasani vd., 2026). Lahana yapraklarında ise havadan iletilen ultrason ve mikrodalga destekli hibrit kurutmanın kurutma hızını ve D_{eff} değerini artırdığı, en belirgin etkinin mikrodalga ve ultrasonun birlikte kullanıldığı sistemlerde elde edildiği bildirilmiştir (Mierzwa ve Szadzińska, 2023). Nitekim Gloster elmasında bazı 160 W uygulamalarında kurutma süresi uzarken, 120 ve 200 W koşullarında daha kısa süreler elde edilmiştir (Jedlińska vd., 2025). Bu sonuçlar, ultrason gücü ile kurutma performansı arasında doğrusal bir ilişki bulunmadığını ve proses parametrelerinin birlikte optimize edilmesi gerektiğini göstermektedir.

3.2. Ultrason Destekli Kurutmada Ürün Kalitesi

Geleneksel sıcak hava kurutma yöntemleri; yüksek sıcaklık ve uzun işlem sürelerine bağlı olarak renk, aroma, besin bileşenleri ve yapısal özelliklerde meydana gelen kalite kayıplarının yanı sıra, yüksek enerji gereksinimi ve uzun kurutma süreleri nedeniyle çeşitli sınırlılıklara sahiptir (Mierzwa ve Szadzińska, 2023).

Ultrasonun renk üzerindeki etkisi işlem koşullarına bağlıdır. Turnip dilimlerinde ultrason ön işlemi uygulanan 50 °C ve 2 mm örneklerde $\Delta E = 11{,}12$ ile en düşük renk değişimi elde edilirken, 70 °C ve 6 mm kontrol örneklerinde $\Delta E = 50{,}59$'a yükselmiştir (Taghinezhad vd., 2021). Sichuan biberinde uygun ultrason koşullarının renk değişimini sınırladığı, ancak yüksek güç ve frekansın pigment bozunmasını artırabildiği bildirilmiştir (Liu vd., 2026). Benzer şekilde Gloster elmasında 160 W'da $\Delta E = 15{,}71$ iken 200 W'da 18,55'e yükselmiştir (Jedlińska vd., 2025). Bu bulgular, renk korunumu açısından ultrason şiddeti ile termal koşulların birlikte optimize edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Ultrason uygulamaları, ürünün mikroyapı, tekstür ve rehidrasyon özelliklerini de etkileyebilmektedir. Liçi, beyaz dut ve elma örneklerinde ultrason sonrası daha gözenekli yapılar bildirilmiş; turnip dilimlerinde ise büzülmenin kontrol grubuna göre azaldığı belirlenmiştir (Galipothula vd., 2025; Rahimi vd., 2022; Taghinezhad vd., 2021). Bununla birlikte daha gözenekli yapı her zaman daha yüksek rehidrasyon anlamına gelmemektedir. Baltacioglu vd. (2026), elma dilimlerinde kontrol örneklerinin rehidrasyon oranını 1,94, işlem görmüş örneklerin ise 1,33–1,64 olarak bildirmiştir. Ayrıca uzun sonikasyon sürelerinin çözünür madde kaybı ve yapısal bozulmaya yol açabildiği belirtilmiştir (Jedlińska vd., 2025). Tekstürel yanıtın da ürün ve proses koşullarına bağlı olarak değişebildiği görülmektedir. Sanhua eriğinde ultrason destekli ozmotik ön işlem uygulanan örneklerde kontrol grubuna göre daha düşük sertlik ve çiğnenebilirlik ile daha yüksek esneklik bildirilirken, bazı elma çalışmalarında ultrason ve termal işlemlerin birlikte uygulanması daha yüksek sertlik değerleriyle sonuçlanmıştır (Li vd., 2021; Baltacioglu vd., 2026). Bu bulgular, ultrasonun mikroyapı, tekstür ve rehidrasyon üzerindeki etkilerinin ürün matrisi ve işlem koşullarına bağlı olarak farklılaşabildiğini göstermektedir.

Ultrasonun biyoaktif bileşenler üzerindeki etkisi işlem koşullarına bağlıdır. Sichuan biberinde uygun temaslı ultrason koşullarında flavonoid içeriği ve antioksidan aktivitenin arttığı, karakteristik uçucu bileşenlerin korunmasının iyileştiği bildirilmiştir (Liu vd., 2026). Lahana yapraklarında mikrodalga ve havadan iletilen ultrasonun konvektif kurutmayla birlikte uygulanmasının askorbik asit, toplam polifenoller, karotenoidler ve klorofil gibi bileşenlerin korunumu üzerinde olumlu etkiler gösterebildiği; çilekte ise ultrason destekli ozmotik ön işlemin antosiyanin ve antioksidan özelliklerin korunmasına katkı sağlayabildiği belirtilmiştir (Mierzwa ve Szadzińska, 2023; Amami vd., 2017). Buna karşılık artan ultrason şiddeti veya işlem süresi her zaman avantaj sağlamamaktadır. Sanhua eriğinde artan ultrason yoğunluğunun toplam fenolik madde içeriğinde azalmaya yol açtığı, elma dilimlerinde ise 30 dk/50 °C koşullarında 3575 mg GAE/kg olan toplam fenolik madde içeriğinin 40 dk/60 °C'de 1719 mg GAE/kg'a düştüğü bildirilmiştir (Li vd., 2021; Baltacioglu vd., 2026). Bu bulgular, ultrasonun biyoaktif bileşenler üzerindeki etkisinin ürün matrisi, akustik şiddet, uygulama süresi ve kurutma sıcaklığına bağlı olduğunu ve optimum koşulların ürün bazında belirlenmesi gerektiğini göstermektedir.

3.3. Ultrason Destekli Kurutmada Enerji Verimliliği

Ultrasonun enerji performansı, kurutma süresindeki azalma ile ultrason sisteminin ek elektrik tüketimi arasındaki dengeye bağlıdır. Turnip dilimlerinde ultrason ön işleminin kurutma süresi ve özgül enerji tüketimini (SEC) azalttığı, enerji verimliliğini ise artırdığı bildirilmiştir (Taghinezhad vd., 2021). Dereotu yapraklarında ultrason ön işlemi toplam enerji tüketimini %3,20–21,34 oranında azaltmış; enerji ve ekserji verimliliklerinde artış sağlamıştır (Sasani vd., 2026). Lahana yapraklarında ise yalnız ultrason kullanımında ultrason jeneratörünün ek güç gereksinimi enerji avantajını sınırlandırırken, mikrodalga-ultrason hibrit sistemlerde daha yüksek enerji performansı elde edilmiştir (Mierzwa ve Szadzińska, 2023). Bu bulgular, ultrason destekli kurutmanın enerji açısından değerlendirilmesinde yalnızca kurutma süresinin değil, toplam sistem enerjisi, SEC ve mümkün olduğunda enerji/ekserji verimliliğinin birlikte dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca ultrasonun enerji avantajı, uygulama biçimi, güç düzeyi ve diğer kurutma teknolojileriyle kombinasyonuna bağlı olarak değişebildiğinden, enerji optimizasyonunun ürün ve sistem bazında yapılması gerekmektedir.

4. SONUÇ

Bu derlemede incelenen çalışmalar, ultrason destekli kurutma uygulamalarının uygun proses koşullarında kütle transfer dirençlerini azaltarak nem taşınımını hızlandırabildiğini ve kurutma süresinin kısalmasına katkı sağlayabildiğini göstermektedir. Kurutma süresindeki azalma, bazı ürünlerde termal maruziyetin sınırlandırılması yoluyla renk, mikroyapı ve biyoaktif bileşenlerin korunmasına katkı sağlayabilmektedir. Bununla birlikte ultrasonun etkisi ürün matrisi ve işlem koşullarına bağlıdır; yüksek akustik güç, uzun sonikasyon süreleri veya yüksek sıcaklıklar dokusal hasar, pigment bozunması ve biyoaktif bileşik kayıplarına neden olabilmektedir.

Enerji performansı açısından ultrasonun etkisi tek yönlü değildir. Ultrason ön işlemi veya hibrit uygulamalar uygun koşullarda kurutma süresini ve özgül enerji tüketimini azaltabilirken, ultrason jeneratörünün ek elektrik tüketimi bazı sistemlerde bu avantajı sınırlandırabilmektedir. Bu nedenle enerji değerlendirmelerinde yalnızca kurutma süresi değil, toplam enerji tüketimi, SEC ve enerji/ekserji verimliliği birlikte dikkate alınmalıdır.

İncelenen optimizasyon çalışmalarında ağırlıklı olarak yanıt yüzey yöntemi (RSM) kapsamında Box-Behnken ve merkezi kompozit tasarımlar kullanılmış; bazı çalışmalarda Historical Data tasarımı ve ANFIS tabanlı tahmin yaklaşımlarından yararlanılmıştır. Gelecek çalışmalarda tek bir proses çıktısını optimize etmek yerine; kurutma kinetiği, enerji tüketimi ve ürün kalitesini birlikte değerlendiren çok amaçlı optimizasyon yaklaşımlarına odaklanılması gerekmektedir. Ayrıca laboratuvar ölçeğinde elde edilen bulguların pilot ve endüstriyel ölçekte doğrulanması, toplam enerji bilançosunun ayrıntılı olarak belirlenmesi ve ürün bazlı optimum ultrason koşullarının geliştirilmesi, teknolojinin endüstriyel uygulanabilirliği açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Amami, E., Khezami, W., Mezrigui, S., Badwaik, L. S., Bejar, A. K., Perez, C. T., & Kechaou, N. (2017). Effect of ultrasound-assisted osmotic dehydration pretreatment on the convective drying of strawberry. *Ultrasonics Sonochemistry*, 36, 286-300. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.12.007

Baltacioglu, C., Yetisen, M., & Baltacioglu, H. (2026). Enhancing Quality in Ultrasound-Assisted Puffing Drying of Apples: Optimization of Process Parameters and Phenolic Retention Modeling. *Food and Bioprocess Technology,* 19(2), 95. https://doi.org/10.1007/s11947-025-04188-8

Fernandes, F. A. N., & Rodrigues, S. (2023). Ultrasound applications in drying of fruits from a sustainable development goals perspective. *Ultrasonics Sonochemistry,* 96, 106430. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106430

Galipothula, R., Sharma, P. D., & Kotwaliwale, N. (2025). Ultrasound-assisted osmotic dehydration pretreatment enhances drying kinetics, quality attributes, bioactive compounds, microstructure, FTIR profiles, and sensory properties of Litchi. *Scientific Reports,* 15(1), 45205. https://doi.org/10.1038/s41598-025-30051-z

Jedlińska, A., Rybak, K., Samborska, K., Barańska-Dołomisiewicz, A., Skarżyńska, A., Trusińska, M., Witrowa-Rajchert, D., & Nowacka, M. (2025). Hybrid Drying Method: Influence of Pre-Treatment and Process Conditions of Ultrasound-Assisted Drying on Apple Quality. *Applied Sciences*, 15(10), 5309. https://doi.org/10.3390/app15105309

Li, L., Yu, Y., Xu, Y., Wu, J., Yu, Y., Peng, J., An, K., Zou, B., & Yang, W. (2021). Effect of ultrasound-assisted osmotic dehydration pretreatment on the drying characteristics and quality properties of Sanhua plum (Prunus salicina L.). *LWT*, 138, 110653. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110653

Liu, X., Zhang, K., Wu, B., Zang, Z., Wan, F., Huang, X., & Ma, W. (2026). Contact Ultrasound-Assisted Hot Air Drying of Sichuan Pepper: Drying Characteristics, Microstructure, and Physicochemical Quality Attributes. *Agriculture*, 16(3), 391. https://doi.org/10.3390/agriculture16030391

Meena, N., Prince, M. V., & Sreeja, R. (2022). Optimization of process parameters for ultrasound-assisted osmotic dehydration of pineapple slices using response surface methodology. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(9). https://doi.org/10.1111/jfpp.16507

Mierzwa, D., & Szadzińska, J. (2023). An Investigation of the Use of Microwaves and Airborne Ultrasound in the Convective Drying of Kale: Process Efficiency and Product Characteristics. *Sustainability*, 15(23), 16200. https://doi.org/10.3390/su152316200

Namjoo, M., Moradi, M., Niakousari, M., & Karparvarfard, S. H. (2023). Ultrasound-assisted air drying of cumin seeds: Modeling and optimization by response surface method. *Heat and Mass Transfer*, 59(6), 1073-1091. https://doi.org/10.1007/s00231-022-03306-y

Rahimi, N., Ahraritabas, A., & Ansarifar, E. (2022). Optimization of ultrasound-assisted osmotic dehydration of white mulberry. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(11). https://doi.org/10.1111/jfpp.16966

Sasani, K., Abbaspour-Gilandeh, Y., Kaveh, M., Golpour, I., & Marcos, J. D. (2026). Sustainable Assessment of Exergetic, Energetic, Greenhouse Gas Emissions and Quality Performance During Ultrasound–Assisted Microwave–Convective Drying of Dill Leaves. *Applied Sciences*, 16(4), 2108. https://doi.org/10.3390/app16042108

Taghinezhad, E., Kaveh, M., & Szumny, A. (2021). Optimization and Prediction of the Drying and Quality of Turnip Slices by Convective-Infrared Dryer under Various Pretreatments by RSM and ANFIS Methods. *Foods*, *10*(2), 284. https://doi.org/10.3390/foods10020284

Zhao, W., Chen, Z., Lin, X., & Zhang, Y. (2024). A meta-analysis of the effects of ultrasonic pretreatment on the characteristics of dried fruits and vegetables. *Journal of Food Process Engineering*, *47*(7), e14689. https://doi.org/10.1111/jfpe.14689

Bitkisel Protein Kaynaklı Yan Ürün Karışımından Peptit Eldesi: Sürdürülebilir İşlem Parametrelerinin Optimizasyonu

İlayda ŞANLI*, Duygu GÖKÇEN, Dilara DEVECİOĞLU, Funda KARBANCIOĞLU GÜLER, Gülay ÖZKAN

İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya ve Metalurji Mühendisliği Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul

Bu çalışmada, esansiyel amino asit (AA) içeriği dikkate alınarak susam, fındık ve ayçiçeği posalarından oluşturulan karışım formülasyonundan peptit eldesine yönelik sürdürülebilir işlem koşullarının yanıt yüzey metodolojisi kullanılarak optimize edilmesi amaçlanmıştır. Karışım formülasyonu %60 susam, %35 fındık ve %5 ayçiçeği posası içerecek şekilde hazırlanmıştır. Yüksek hidrostatik basınç uygulamasında basınç, süre ve çözücü/katı oranı sırasıyla 100–500 MPa, 5–15 dk ve 20–40 mL/g aralığında; ultrasonikasyonda güç, süre ve çözücü/katı oranı sırasıyla %20–60, 10–30 dk ve 20–40 mL/g aralığında; fermantasyonda ise inokülasyon oranı, süre ve çözücü/katı oranı sırasıyla %1–7, 24–72 saat ve 20–40 mL/g aralığında değerlendirilmiştir. Yanıt değişkenleri olarak serbest AA miktarı ve protein hidroliz derecesi belirlenmiştir. Karışım formülasyonu için oluşturulan modellerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve R^2 değerlerinin uygulamaya bağlı olarak 0,95–0,99 aralığında değiştiği belirlenmiştir. En uygun işlemin fermantasyon olduğu saptanmış; optimum koşullar %4,43 inokülasyon oranı, 24 saat ve 28,27 mL/g çözücü/katı oranı olarak belirlenmiştir. Bu koşullarda serbest AA miktarı 4,86 mg GE/100 mL ve protein hidroliz derecesi 21,99 mg SE/100 mL olarak elde edilmiştir. Bulgular, fermantasyonun yağlı tohum posası karışımının katma değerli peptitlere dönüştürülmesinde etkili ve sürdürülebilir bir yaklaşım olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif peptit; fermantasyon; optimizasyon; ultrasonikasyon; yağlı tohum posası; yüksek hidrostatik basınç.

*Sorumlu yazar: sanli24@itu.edu.tr

Farklı Tuz Kaynaklarının Krakerlerde Aroma Matriksi İçerisindeki Duyusal Davranışlarının İncelenmesi: Tuzluluk Algısı, Umami Karakteri ve Beğeni Üzerine Etkileri

Hazal HANCI[1], Esra DEĞİRMENCİOĞLU[1], Hakan DÖNMEZ[1], Şevket ÇALIŞKAN[1], Kübra KOCATÜRK[1], Büşra HANTAL[1], Dilek ALTAY[1], Aslı BARLA DEMİRKOZ[1,2,3,*]

[1]AROMSA Ar-Ge Merkezi, Aromsa Besin Aroma ve Katkı Maddeleri A.Ş., 41480, Kocaeli
[2]Okan Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Ana Bilim Dalı, 34959 Tuzla, İstanbul
[3]Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 34959 Tuzla, İstanbul

Tuz, fırıncılık ürünlerinde yalnızca tuzluluk sağlayan bir bileşen olmayıp lezzet, aroma algısı ve tüketici kabulü üzerinde önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada, farklı tuz kaynaklarının (rafine tuz, deniz tuzu ve kaya tuzu) krakerlerde duyusal özellikler üzerindeki etkileri ve aroma–tuz etkileşimleri araştırılmıştır.

Çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada farklı tuz kaynakları kullanılarak üretilen sade krakerler, ikinci aşamada ise aynı tuz kaynakları ile hazırlanan baharat aromalı krakerler eğitimli panelistler tarafından Lezzet Profil Analizi, tuzluluk sıralama testi ve beğeni değerlendirmeleri ile incelenmiştir.

Sade krakerlerde rafine tuz kullanılan örnekler daha yüksek tuzluluk ve umami algısı göstermiştir. Ancak baharat aroması içeren krakerlerde duyusal profil değişmiş; deniz tuzu kullanılan örneklerde tuzluluk algısı en yüksek bulunurken, kaya tuzu içeren örnekler en yüksek beğeni puanlarını almıştır. Ayrıca aromalı uygulamalarda umami karakterinin kaya tuzu kullanılan örneklerde daha belirgin olduğu belirlenmiştir.

Sonuçlar, tuz kaynağının duyusal performansının aroma matriksi tarafından önemli ölçüde modüle edildiğini göstermektedir. Bu çalışma, aroma–tuz etkileşimlerinin alternatif tuz sistemleri ve yeni nesil atıştırmalık ürünlerin geliştirilmesinde dikkate alınması gereken önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aroma–tuz etkileşimi; deniz tuzu; duyusal analiz; kaya tuzu; kraker; umami.

*Sorumlu yazar: asli.barla@okan.edu.tr

Gıda Endüstrisinde Sentetik Antioksidanlara Alternatif Olarak Doğal Antioksidanların Kullanımı

Kamala ASGAROVA*, İrem TOPRAKÇI YÜKSEL, Selin ŞAHİN SEVGİLİ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, 34320, Avcılar, İstanbul

Lipit oksidasyonu, gıdalarda kalite kaybına, besin değerinin azalmasına, renk ve aroma değişimlerine neden olan önemli bir bozulma mekanizmasıdır. Bu nedenle gıda endüstrisinde oksidasyonu geciktirmek amacıyla bütillenmiş hidroksianisol (BHA), bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve tersiyer bütil hidrokinon (TBHQ) gibi sentetik antioksidanlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda sentetik antioksidanların olası toksik ve kanserojen etkilerine yönelik tüketici endişelerinin artması, doğal kaynaklı alternatiflerin araştırılmasını hızlandırmıştır.

Doğal antioksidanlar; bitkiler, meyve ve sebzeler, baharatlar, aromatik otlar ve gıda işleme yan ürünlerinden elde edilen fenolik bileşikler, flavonoidler ve antosiyaninler gibi biyoaktif maddeleri kapsamaktadır. Bu bileşikler serbest radikalleri etkisiz hale getirerek oksidatif reaksiyonları yavaşlatmakta ve gıdaların raf ömrünü uzatabilmektedir. Özellikle zeytin yaprağı, üzüm çekirdeği, yeşil çay, biberiye, hibiskus ve çeşitli meyve kabuklarından elde edilen ekstraktlar, farklı gıda sistemlerinde başarılı sonuçlar göstermiştir.

Bu çalışmada sentetik antioksidanların kullanımına ilişkin güncel yaklaşımlar ile doğal antioksidan kaynaklarının gıda uygulamaları değerlendirilmiş, doğal antioksidanların gıda kalitesi, raf ömrü ve tüketici tercihleri üzerindeki etkileri literatür ışığında incelenmiştir. Doğal antioksidanların sürdürülebilir ve güvenilir gıda üretimine katkı sağlayabilecek önemli alternatifler olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğal antioksidanlar; fenolik bileşikler; gıda kalitesi; lipit oksidasyonu; raf ömrü; sentetik antioksidanlar.

*Sorumlu yazar: asgerkemale@gmail.com

Gıda İşleme Yan Ürünlerinden Elde Edilen Doğal Antioksidanların Gıda Korumadaki Potansiyeli

Yasemin TOKUR*, İrem TOPRAKÇI YÜKSEL, Selin ŞAHİN SEVGİLİ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Gıda işleme endüstrisinde ortaya çıkan meyve ve sebze kabukları, çekirdekler, posalar ve yapraklar yüksek miktarda biyoaktif bileşen içermelerine rağmen çoğunlukla atık olarak değerlendirilmektedir. Son yıllarda döngüsel ekonomi ve sürdürülebilir üretim anlayışının yaygınlaşmasıyla birlikte bu yan ürünlerin katma değeri yüksek bileşenlere dönüştürülmesine yönelik çalışmalar artış göstermiştir. Özellikle fenolik bileşikler, flavonoidler ve antosiyaninler açısından zengin olan bu materyaller doğal antioksidan kaynağı olarak dikkat çekmektedir.

Doğal antioksidanlar, gıdalarda meydana gelen oksidatif bozulmaları yavaşlatarak renk, aroma ve besin değerinin korunmasına katkı sağlamaktadır. Üzüm çekirdeği, nar kabuğu, turunçgil kabukları, elma posası ve zeytin yaprağı gibi yan ürünlerden elde edilen ekstraktların et, süt, yağ ve fırıncılık ürünlerinde oksidatif stabiliteyi artırdığı birçok çalışmada bildirilmiştir. Bunun yanı sıra bu kaynakların değerlendirilmesi, çevresel atık miktarının azaltılmasına ve sürdürülebilir üretim uygulamalarının desteklenmesine katkı sunmaktadır.

Bu çalışmada gıda işleme yan ürünlerinden elde edilen doğal antioksidanların özellikleri ve gıda uygulamaları literatür verileri doğrultusunda incelenmiştir. Ayrıca bu bileşenlerin sentetik katkı maddelerine alternatif olarak kullanım potansiyeli değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, gıda yan ürünlerinin doğal antioksidan kaynağı olarak değerlendirilmesinin hem çevresel hem de ekonomik açıdan önemli fırsatlar sunduğu ve sürdürülebilir gıda üretimine katkı sağlayabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğal antioksidanlar; fenolik bileşikler; gıda yan ürünleri; oksidatif stabilite; sürdürülebilirlik.

*Sorumlu yazar: yasemintokur5@gmail.com

Yaş Meyve ve Sebze İhracatında Stratejik Değeri Artan Bir Sebze: Kapya Biber

Papatya TİFTİKÇİ*

Tarım ve Orman Bakanlığı, Çanakkale İl Müdürlüğü, Çanakkale

Türkiye'de 1,6 milyon ton kapya biber (*Capsicum annuum* L.) üretilmektedir. Çanakkale ili 345 bin ton üretimle ilk sırada yer almaktadır. Türkiye'den yıllık ortalama 51 bin ton kapya biber ihracatının 37 bin ton'u Akdeniz bölgesinden gerçekleşmektedir. Çanakkale'den Avrupa Birliği ülkelerine yaş sebze, Birleşik Krallık'a dondurulmuş, Avustralya ve Amerika Birleşik Devletleri'ne konserve, Orta Doğu ülkelerine ise salça olarak ihraç edilmektedir. İhracata mâni zararlı organizma *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) yönünden, numunelerin makroskobik kontrolleri temiz; kimyasal analize tâbi numunelerin ise maksimum kalıntı limiti (MRL) zaman zaman yüksek bulunmaktadır. Numuneler "Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği" esas alınarak değerlendirilmektedir. İhracata konu olan ürünün akredite laboratuvarlardan alınmış güncel analiz raporları olmadan, Çanakkale'den ihracatı gerçekleşmemektedir. Bu sebeple ihraç edilen ürünün geri bildirimi söz konusu değildir. Pestisit limitleri, tarım ürünlerinde insan sağlığını korumak için uygulanan yasal standartlardır. Limit aşımları ve yasaklı maddeler, Türkiye'nin uluslararası ticarette güvenilirliğini kaybetmesine yol açtığı gibi bu kimyasalların tarımsal üretimde doğru kullanılmaması gıda güvenliği, insan ve çevre sağlığı açısından riskler oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: AB ülkeleri; Çanakkale; gıda güvenliği; ihracat; kapya biber.

*Sorumlu yazar: papatyademirezer@hotmail.com

Nohut Unu ve Zerdeçal Tozu ile Hazırlanan Glutensiz Makarna Formülasyonlarında Farklı Nişasta Tiplerinin Fiziksel ve Fonksiyonel Özelliklere Etkisi

Hilal ÇELİK[1,*], Görkem ÖZÜLKÜ[1], Hatice Sena OLCAY[2]

[1]Yıldız Teknik Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul
[2]İstanbul Aydın Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Glutensiz makarna formülasyonlarında kaliteyi ve fonksiyonel özellikleri iyileştirmek adına çeşitli bileşenler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, pirinç unu ve mısır nişastası bazlı glutensiz makarnalarda nohut unu ve zerdeçal tozu kullanımının, ürünün fiziksel ve fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkileri doğal ve modifiye nişasta içeren formülasyonlarda incelenmiştir. Doğal (D) ve modifiye mısır nişastası (M) kullanılarak kontrol (K), nohut unu ilaveli (N), zerdeçal tozu ilaveli (Z) ve nohut unu + zerdeçal tozu ilaveli (ZN) olmak üzere toplam sekiz örnek üretilmiştir. Örneklerin pişme özellikleri, renk, tekstür, toplam fenolik madde (TFM) ve antioksidan kapasite (ABTS) analizleri gerçekleştirilmiştir. En düşük pişme kaybı N-M (%6,39) örneğinde, en yüksek pişme kaybı ise K-D (%12,61) örneğinde belirlenmiştir. Doğal mısır nişastalı örneklerin pişme kaybı, modifiye mısır nişastalı örneklerden daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Zerdeçallı formülasyonlarda nişasta tipinin b^* değeri üzerindeki en belirgin etkisi, 51,91 değeri ile Z-M formülasyonunda gözlenmiştir. En düşük sertlik K-M (7,51 N) örneğinde, en yüksek sertlik ise N-D (21,87 N) örneğinde tespit edilmiştir. Doğal mısır nişastalı örneklerin sertlik değerleri modifiye mısır nişastalı örneklere göre daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). TFM değeri en yüksek Z-D (6,46 mg GAE/g) örneğinde ve ABTS değeri ise en yüksek ZN-D (116,13 mg TE/g) örneğinde gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Glutensiz makarna formülasyonlarında bileşen seçimi ve nişasta tipinin ürünün teknolojik ve fonksiyonel özellikleri üzerinde önemli rol oynadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan kapasite; modifiye mısır nişastası; pişme kaybı; renk; tekstür.

*Sorumlu yazar: celik.hll98@gmail.com

Gıda Endüstrisinde Dijital Dönüşüm: Tarladan Sofraya Akıllı Sistemler ve Makine Öğrenimi Uygulamaları

Ferit Kaan TAŞKIN, Gülşen UÇAR, Ceylin NAK, Fatma Tuba KIRAÇ DEMİREL*

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Bu çalışmanın temel amacı, Gıda Endüstrisi 4,0 kapsamında yapay zekâ, nesnelerin interneti (IoT) ve makine öğrenimi teknolojilerinin tedarik zinciri, süreç optimizasyonu ve israf yönetimi üzerindeki dönüştürücü etkilerini bütüncül bir yaklaşımla incelemektir. Çalışmada; tarımsal üretim, kalite kontrol, ticari mutfak atık yönetimi ve restoran operasyonlarına dair bilimsel literatür ile endüstriyel vaka analizleri detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgular, bilgisayarlı görü ve derin öğrenme algoritmalarının üretim hatlarında gerçek zamanlı hata tespiti yaparak gıda güvenliğini proaktif hale getirdiğini; fermantasyon gibi kontrolü zor, karmaşık proseslerde otonom parametre ayarları ile kusursuz ve standart ürün kalitesine ulaşılmasını sağladığını göstermektedir. Ayrıca, akıllı görüntüleme sistemlerinin ve büyük veri odaklı talep tahmin modellerinin gıda atıklarını önemli ölçüde azalttığı, aşırı üretimi kaynağında engelleyerek işletmelerin envanter maliyetlerini düşürdüğü saptanmıştır.

Sonuç olarak, karar destek sistemlerinin gıda mühendisliği uygulamalarına entegrasyonu, yalnızca endüstriyel verimliliği ve müşteri memnuniyetini maksimize etmekle kalmamakta; aynı zamanda karbon emisyonlarını ve çevresel ayak izini küçülterek sürdürülebilir ekosistemler inşa edilmesini sağlamaktadır. Bu çalışma, güncel dijitalleşme stratejilerinin sektörel yansımalarını sentezleyerek ilgili literatüre bilimsel, pratik ve özgün bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayarlı görü; gıda güvenliği; makine öğrenimi; sürdürülebilirlik; yapay zeka.

*Sorumlu yazar: tuba.kirac@btu.edu.tr

Kenevir Protein İzolatının Reolojik Davranışının Yüksek Basınçlı Homojenizasyon ile Modifikasyonu**

Osman GÜL[1], Meliha Ayza KAPLAN[2], Latife Betül GÜL[2,*]

[1]Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kastamonu
[2]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Samsun

Bitkisel proteinler, fonksiyonel özellikleri nedeniyle gıda formülasyonlarında önemli bir potansiyele sahip olmakla birlikte, düşük çözünürlük, sınırlı arayüzey aktivitesi ve yetersiz konformasyonel esneklik gibi dezavantajlar, tekno-fonksiyonel performanslarını kısıtlayabilmektedir. Bu kapsamda, mevcut çalışmada kenevir kekinden ekstrakte edilen kenevir protein izolatının reolojik özellikleri üzerine yüksek basınçlı homojenizasyon (YBH) uygulamasının etkisi araştırılmıştır. Kenevir protein süspansiyonları (%8, w/v), 50 ve 100 MPa basınç seviyelerinde 1 ve 3 geçiş döngüsüne tabi tutulmuştur. Sonuçlar farklı basınç ve döngüde uygulanan YBH'nin kenevir protein izolatının reolojik davranışında değişikliklere yol açtığını göstermiştir. Basıncın artmasıyla örneklerin kayma gerilimi, viskozitesi ve kıvam indeksi (K) azalırken, akış indeksi (n) artmıştır. Buna karşılık, artan döngü tam tersi bir etki göstermiştir. Tüm protein süspansiyonlarının kayma incelmesi davranışı sergilediği ve Ostwald–de Waele modeli ile yüksek düzeyde uyum gösterdiği ($R^2 > 0,93$) belirlenmiştir. Ayrıca, uygulanan basınç ve döngü sayısındaki artışın model uyumunu iyileştirerek R^2 değerlerinin artmasına (>0,998) katkı sağladığı tespit edilmiştir. Artan YBH basıncının, G′ ve G″ değerlerinin frekansa bağımlı değişimini azaltmış ve sistemin daha düşük frekans bağımlılığı sergilemesine neden olmuştur. Genel olarak, bu çalışma, YBH uygulamasının kenevir protein izolatının akış ve viskoelastik özelliklerinde belirgin değişimlere neden olduğunu, uygulanan basınç ve döngü koşullarına bağlı olarak protein süspansiyonlarının yapısal organizasyonunu ve reolojik davranışını etkili bir şekilde modifiye ettiğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Kenevir proteini; protein modifikasyonu; reolojik davranış; yüksek basınçlı homojenizasyon.

*Sorumlu yazar: latifebetul.gul@omu.edu.tr
**Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi tarafından Genel Araştırma Projeleri kapsamında BAP01-2025-6112 proje numarası ile desteklenmiştir. Ayrıca çalışmaya ait bulguların sunulduğu 16. Türkiye Gıda Kongresi'ne katılım için TÜBİTAK 2224-B Yurt İçi Bilimsel Etkinliklere Katılımı Destekleme Programı kapsamında destek alınmıştır.

Rafine Zeytinyağı ve Pirina Yağında Mineral Yağ Hidrokarbon Kirliliği Bulgularının İncelenmesi: Son Uyarılar ve İzleme Verileri (2016–2026)

Yasin ÖZDEMİR[1,2,*], Seda KAYAHAN[1,3], Onur ÖZDİKİCİERLER[4], Fahri YEMİŞÇİOĞLU[4]

[1]Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Gıda Teknolojileri Bölümü, Yalova
[2]Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Programı, Yalova
[3]Leibniz Hannover Üniversitesi, Gıda ve Tek Sağlık Enstitüsü, Hannover, Almanya
[4]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Mineral Yağ Aromatik Hidrokarbonları (MOAH) ve Mineral Yağ Doymuş Hidrokarbonları (MOSH) gibi mineral yağ hidrokarbonlarının; özellikle rafinasyon süreci olmak üzere hammadde temini, taşıma, depolama, üretim ve ambalajlama aşamalarında rafine zeytinyağına veya pirina yağına bulaşabileceği bildirilmektedir. Ayrıca bu yağlar çok sayıda işlenmiş gıdada bileşen olarak kullanılmaları tüketicilerin maruz kalma durumunu arttırmaktadır. MOAH genotoksik ve kanserojen potansiyeli MOSH ise vücutta birikme olasılığı nedeniyle tüketici sağlığı açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle bu çalışma, 2016 ile 2026 yılları arasında rafine zeytinyağında ve pirina yağında MOSH ve MOAH kontaminasyonuna ilişkin kamuya açık raporları değerlendirmeyi amaçlamıştır. İzleme Raporları ve Gıda ve Yem için Hızlı Alarm Sistemi (RASFF) bildirimlerinde bu yağlarda MOSH ve/veya MOAH bulgularının yer aldığı görülmüştür. 2020–2024 yılları arasında zeytinyağı ile ilişkili mineral yağ hidrokarbonlarına dair RASFF sisteminde 10 bildirim belirlenmiştir. Bunlar içinde MOSH ve MOAH için 200 ve 80 mg/kg'ın üzerinde bildirimler görülmüştür. AINIA Teknoloji Merkezi'nin, 2021–2026 yılları arasında MOSH veya MOAH ile ilgili 9 bildirimin zeytinyağı ve pirina yağı kaynaklı olduğu belirtilmiştir. 2025 yılı RASFF uyarılarında, bu yağlarda 23 mg/kg MOSH ve 30 mg/kg MOAH tespit edildiği bildirilmiştir. AB'de ve Türkiye'de yağlar ve yağ içeriği %50'nin üzerinde olan gıdalarda MOAH için 2,0 mg/kg eşiği esas alınmaktadır. MOSH için ise AB'de resmi kontrol eşikleri ve maksimum limit düzenleme süreci öne çıkmaktadır. MOSH için rafine yağlar özelinde genel bağlayıcı maksimum limit bulunmamakta; düzenleyici yaklaşım ağırlıklı olarak izleme ve azaltım stratejilerine dayanmaktadır. Rafine zeytinyağının veya pirina yağının MOSH ve MOAH izleme programlarında öncelikli ürün grupları arasında değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği; MOAH; MOSH; rafinasyon; RASFF.

*Sorumlu yazar: yasin.ozdemir@tarimorman.gov.tr

Fındık Protein İzolatının Isıl İşlem Kaynaklı Konformasyonel ve Yapısal Özelliklerinde Değişimler**

Raiyan MOHAMMAD, Osman GÜL*

Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kastamonu

Bu çalışmada, fındık kekinden elde edilen fındık protein izolatına farklı sıcaklık (55, 75 ve 95 °C) ve sürelerde (15, 30 ve 45 dk) uygulanan ısıl işlemlerin proteinin yapısal özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Düşük ve orta sıcaklıklarda ısıl işlem protein agregalarının yeniden düzenlenmesine bağlı değişikliklere neden olurken, yüksek sıcaklık partikül boyutunun artmasına ve dolayısıyla protein agregasyonuna yol açmıştır. Tüm örnekler negatif zeta potansiyeli göstermiş olup 75 °C'ye kadar sıcaklık artışı zeta potansiyelinin mutlak değerini artırarak dağılım stabilitesini iyileştirmiştir. SDS-PAGE analizleri, ısıl işlemlerin protein alt birim profillerinde belirgin bir parçalanmaya neden olmadığını, ancak protein-protein etkileşimlerini etkileyebilecek yapısal yeniden düzenlenmelerin gerçekleştiğini göstermiştir. Sıcaklık artışıyla birlikte α-sarmal yapıların azaldığı, β-tabaka ve β-dönüş yapıların ise arttığı FTIR analizi ile ortaya konmuş, proteinlerin ikincil yapısında önemli konformasyonel değişikliklerin meydana geldiği gözlenmiştir. UV ve ikinci türev spektroskopisi sonuçları, özellikle 95 °C'de tirozin ve triptofan kalıntılarının mikroçevresinde belirgin değişiklikler yaşandığını ve tersiyer yapının önemli ölçüde etkilendiğini ortaya koymuştur. Genel olarak, ılımlı ısıl işlem koşullarının proteinlerin yapısal bütünlüğünü önemli ölçüde korurken, fonksiyonel özelliklerini geliştirebileceği, yüksek sıcaklık uygulamalarının ise denatürasyon ve agregasyonu artırabileceği belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, uygun ısıl işlem stratejilerinin fındık protein izolatlarının bitkisel gıda sistemlerinde kullanım potansiyelini artırabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fındık proteini; ısıl işlem; protein modifikasyonu; yapısal özellik.

*Sorumlu yazar: osmangul@kastamonu.edu.tr

**Bu çalışma, Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından Araştırma Projeleri kapsamında KÜ-BAP01/2025-38 proje numarası ile desteklenmiştir. Ayrıca, 16. Türkiye Gıda Kongresi'ne katılım TÜBİTAK 2224-B Yurt İçi Bilimsel Etkinliklere Katılımı Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir.

Siyah Susam ve Tahininin Gıda Formülasyonlarında Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma

Feyza KAYA, Murat ZORBA*

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

Siyah susam, yüzyıllardır özellikle Çin ve Asya ülkelerinde, önemli besin değeri ve farmakolojik özelliklere sahip fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilmekte ve yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Araştırma, siyah susam ve tahininin içeriğinde bulunan antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerin belirlenerek ve geliştirilecek olan yeni ürünün gıda ürünlerine katkı sağlama potansiyelini anlamak ve maksimum düzeyde kullanmak amacıyla kalite karakteristikleri ve duyusal özelliklerinin tüketici tarafından tercih edilen ürün formülasyonunun belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu çalışmada Muğla yöresinde temin edilen siyah susam ve tahininin fiziksel ve kimyasal analizler incelenmiştir. Bu kapsamda yağ ekstraksiyonu, nem tayini, kül tayini, mineral analizi, yağ asidi analizi, antioksidan analizi ve antimikrobiyal özellikleri gibi parametrelerin bir kısmı belirlenmiştir. Yapılan analizlerde siyah susam ve tahininin nem ve kül miktarları sırasıyla %4,09 ve %1,11 ve %5,85 ve %4,89 olarak bulunmuştur. Siyah susam ve tahininin yağ oranları soğuk presleme ve hekzan ekstraksiyonu yöntemleriyle belirlenmiş ve sonuçlar sırasıyla %48,00 ve %48,36 olarak hesaplanmıştır. Ürün formülasyonu olarak kek ve dondurma ürünleri üzerinde çalışmalar yürütülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal aktivite; antioksidan aktivite; siyah susam; yağ asidi profili.

*Sorumlu yazar: murat_zorba@comu.edu.tr

Ceviz Septum İnfüzyonlarının Antioksidan Özellikleri Üzerine Demleme Süresinin Etkisi

Muhammed Ali DOĞAN*, Uğurcan AYDIN, İrem AŞIK, Çiğdem UYSAL PALA

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Çanakkale

Ceviz (*Juglans regia*) ve pikan cevizi (*Carya illinoinensis*), besinsel ve sağlık yararları nedeniyle yaygın olarak bilinmektedir. Her iki ceviz türü de biyoaktif bileşikler açısından zengin kaynaklar olmalarının yanında, septumları (kabuğun içindeki odunsu bölme) son yıllarda nutrasötik potansiyelleri nedeniyle dikkat çekmektedir. Bu ceviz türlerinin septumları, fenolik asitler, flavonoidler ve tanenler içerirler ve bitkisel çay olarak günlük diyete dahil edildiklerinde önemli sağlık yararları sağlayabilirler. Bu çalışma, ceviz yan ürünlerinin fonksiyonel gıda uygulamaları için yeni bir kullanımı olarak, ceviz septum infüzyonlarının antioksidan potansiyelini araştırmayı amaçlamaktadır.

Chandler (Ch), yerli ceviz (Nt) ve pikan (Pc) olmak üzere üç farklı ceviz septumundan artan demleme sürelerinde (0–40 dakika) infüzyonlar hazırlanmıştır. İnfüzyonların toplam fenol, flavonoid ve proantosiyanidin içerikleri ile antioksidan aktiviteleri (CUPRAC ve DPPH analizleri) değerlendirilmiştir.

Analiz edilen parametreler bakımından, septum kaynağı ve demleme süreleri arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Pc türü, tüm demleme sürelerinde en yüksek fenolik, flavonoid ve proantosiyanidin seviyelerini sergilemiştir ($p < 0,05$). Daha uzun infüzyon süreleri biyoaktif özellikleri artırmış ve 40 dakikalık infüzyon, tüm çeşitler için en yüksek biyoaktif bileşen konsantrasyonları ve antioksidan aktiviteleri göstermiştir.

Bu bulgular, özellikle Pc cevizinden elde edilen septum infüzyonlarının güçlü antioksidan potansiyelini vurgulamakta ve ceviz septumlarının fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilebileceğini desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan özellikler; ceviz (*Juglans regia*); demleme süresi; pikan cevizi (*Carya illinoinensis*); septum.

*Sorumlu yazar: dogan.muhammedali@gmail.com

Mikrodalga Kurutmada Hacimsel Kütle Taşınımı ve Isıl Gecikmenin Sonlu Farklar Modellemesi

Berkay BERK*

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Mikrodalga destekli kurutma; hacimsel enerji tüketimi, hızlı faz değişimi ve yoğun iç buhar oluşumuyla karakterize edilir. Bu sistemlerin modellenmesi, standart izotermal Fick yayınımından sapan karmaşık uzaysal gradyanların ve zamansal taşınım anomalilerinin yakalanmasını gerektirir.

Bu çalışma, yüksek güçlü mikrodalga işlemede gözenekli ortamlardaki kütle transfer profillerini, konsantrasyon lokalizasyonlarını ve makro-taşınım kinetiğini tahmin etmek için eksenel simetrik silindirik koordinatlarda sonlu farklar yöntemine dayalı bilgisayar simülasyonu sunmaktadır. Çerçeve; elektromanyetik zayıflama için etkin difüzyon tensörünü, Lambert-Beer yasasına bağlı kütle tüketim terimiyle eşleştirerek geçici kütle korunumu denklemini genişletmektedir.

İlk anındaki hissedilir ısıtma eylemsizliğinden kaynaklanan ilk tahmin sapmalarını ortadan kaldırmak için, karakteristik bir gevşeme süresi sabitine (τ) bağlı geçici bir termal indüksiyon fonksiyonu kütle kaynağı terimine eklenmiştir. Bu fonksiyon, basınç kaynaklı faz değişimlerinden önce iç enerji birikimi için gereken zamansal gecikme fazını matematiksel olarak açıklamaktadır.

Ayrıca, sınır enerji yoğunluğu formülasyonuna homojen bir güç paylaşım faktörü entegre edilerek net emilen güç, eş zamanlı çoklu ortamlar arasında eşit olarak dağıtılmıştır. Sayısal ağ, bir zaman çizelgesi boyunca kesit kütle alanlarını izleyen açık bir sonlu farklar şeması kullanılarak çözülmüştür.

Deneysel nem oranı verilerine karşı yapılan model doğrulaması, güçlü bir istatistiksel uyum ($R^2 > 0,95$ ve RMSE $< 0,08$) göstererek kurutma işlemi boyunca yüksek sayısal kararlılığı ve ihmal edilebilir tahmin sapmasını doğrulamıştır.

Anahtar Kelimeler: Kurutma; mikrodalga; sonlu farklar yöntemi.

*Sorumlu yazar: berkayberk@iyte.edu.tr

Tıbbi ve Aromatik Bitki Kaynaklı Mikroyeşilliklerin Fonksiyonel ve Biyoaktif Gıda Bileşeni Olarak Kullanım Potansiyeli

Sevde Nur KESKİN, Yağmur KUTLU, Zeynep ÖZAKBAŞ, Esma Beril ÖZBAĞIR, Fatma Tuba KIRAÇ DEMİREL*

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Bu çalışmanın amacı, tıbbi ve aromatik bitki tohumlarından üretilen mikroyeşilliklerin gıda endüstrisinde fonksiyonel ve biyoaktif birer bileşen olarak kullanım imkânlarını literatür verileri doğrultusunda değerlendirmektir. Yöntem olarak, güncel bilimsel araştırmalar sistematik bir şekilde taranmış; mikroyeşilliklerin fitokimyasal profilleri ile gıda matrislerindeki biyoaktiviteleri analiz edilmiştir.

Mikroyeşillikler, çimlenmeden sonra kotiledon yaprakların geliştiği dönemde hasat edilen ve yüksek besin yoğunluğuna sahip genç bitkilerdir. Elde edilen temel bulgular, bu genç bitkilerin olgun formlarına kıyasla vitaminler, mineraller, fenolik bileşikler, karotenoidler ve antioksidanlar açısından kayda değer düzeyde yüksek bir biyoaktif yoğunluğa sahip olduğunu göstermektedir. Sahip oldukları bu güçlü kapasite sayesinde mikroyeşillikler; gıdaların raf ömrünü uzatan biyoaktif koruyucular, fonksiyonel gıda formülasyonlarında zenginleştirme ajanları ve sentetik katkı maddelerine alternatif temiz etiketli (clean-label) bileşenler olarak yüksek potansiyel sunmaktadır.

Sonuç olarak, sürdürülebilir ve kontrollü dikey tarım yöntemleriyle pestisitsiz üretilebilen mikroyeşillikler, gıda endüstrisi için yenilikçi bir hammadde kaynağıdır. Çalışmanın özgün yönü, tıbbi ve aromatik mikroyeşillikleri sadece taze tüketim odaklı birer tarım ürünü olarak değil, gıda mühendisliği süreçlerinde katma değerli ve fonksiyonel bileşenler olarak konumlandırarak gelecekteki Ar-Ge çalışmalarına yön vermesidir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşenler; fonksiyonel gıda; mikroyeşillik; sürdürülebilir gıda teknolojisi; tıbbi ve aromatik bitkiler.

*Sorumlu yazar: tuba.kirac@btu.edu.tr

Karaçam Kozalağı Şuruplarının Enkapsülasyonu ve Karakterizasyonu

Esmanur GÜR*, Gülay YILMAZ, Nadide SEYHUN

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Türkiye florasında geniş yayılış gösteren karaçam (*Pinus nigra*), içerdiği biyoaktif bileşenler ile özellikle üst solunum yolu rahatsızlıklarının tedavisine yönelik potansiyeliyle öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, karaçam kozalaklarının dört saatlik ekstraksiyonu ile şekerli ve şekersiz şuruplar üretilmiş; biyoaktif bileşenlerin korunması ve fonksiyonel stabilitenin artırılması amacıyla iyonik jelleşme tekniğiyle mikroenkapsülasyonu gerçekleştirilmiş ve karakterize edilmiştir.

Şekerli ve şekersiz şuruplar bağımsız değişken olarak ele alınmış; üretilen kapsüllerin üretim verimi, ortalama partikül boyutu, küresellik faktörü, renk parametreleri ve FTIR özellikleri değerlendirilmiştir. Üretim verimi kuru madde bazında şekersiz grupta %80,96, şekerli grupta ise %13,38 olarak belirlenirken; bu farklılığın şeker kayıplarıyla ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Ortalama partikül boyutu şekersiz örneklerde 1,22 mm, şekerli örneklerde 1,61 mm olarak ölçülmüştür. Küresellik faktörü şekersiz kapsüllerde %89,80, şekerli kapsüllerde %89,94 olarak hesaplanmış ve her iki grupta da morfolojik homojenlik sağlanmıştır. Renk analizinde şeker ilavesi Maillard reaksiyonlarına bağlı olarak kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerlerini artırmış; şekerli kapsüllerdeki belirgin renk yoğunluğu, kapsül içerisindeki şurup konsantrasyonunun varlığını yansıtmıştır. FTIR analizleri ise şeker ilavesi karakteristik karbonhidrat piklerini ortaya çıkarmış; kapsüllerdeki yeni bağlar jelleşmeyi ve şurubun matriks içine tutulumunu spektroskopik düzeyde doğrulamıştır.

Sonuç olarak, yapılan enkapsülasyon uygulamasının karaçam kozalağı içerisindeki biyoaktif bileşiklerin korunmasında etkili olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen bulguların, doğal kaynaklı fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşenler; enkapsülasyon; fonksiyonel gıda; karaçam *(Pinus nigra)*; kozalak şurubu.

*Sorumlu yazar: esmanurgur226@gmail.com

Fibrilasyon Süresinin Fındık Protein Fibrili Oluşumu Üzerindeki Etkisi**

Mihriban TÜRKUÇAR*, Enise ÇOPOĞLU, Mahmud Ekrem PARLAK, Furkan Türker SARICAOĞLU

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Artan protein ihtiyacı ve sürdürülebilir gıda üretimine yönelik gereksinimler, bitkisel protein kaynaklarının fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesine yönelik çalışmaları hızlandırmıştır. Bu kapsamda bitkisel proteinlerin işlevsel özelliklerinin iyileştirilmesi, sürdürülebilir gıda sistemlerinin tasarımında önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu çalışmada, fındık küspesi protein izolatından (FPİ) farklı fibrilasyon sürelerinde elde edilen protein fibrillerinin yapısal özellikleri ve bi-jel sistemlerinde kullanım potansiyeli incelenmiştir. FPİ, pH 2 ve 85 °C koşullarında farklı sürelerle (0, 12, 24, 36, 48 saat) fibrilasyon işlemine tabi tutulmuştur. Fibril oluşumu ve protein yapısındaki değişimler Thioflavin T (ThT) floresans analizi, SDS-PAGE, Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) ve Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) ile değerlendirilmiştir. ThT analiz sonuçları, fibrilasyon süresi arttıkça floresans şiddetinin yükseldiği gözlemlenmiştir. FTIR analizleri, fibrilasyon süreci boyunca β-sheet yapılarının arttığını ve proteinlerin ikincil yapısında belirgin konformasyonel değişimler meydana geldiğini ortaya koymuştur. SDS-PAGE sonuçları, düşük molekül ağırlıklı protein bantlarının yoğunluğunda azalma olduğunu göstermiştir. AFM görüntülerinde kontrol örneğinde fibril yapısı gözlenmezken, 12 ve 24 saatlik örneklerde fibril uzunluğu ve yoğunluğunun arttığı belirlenmiştir. Buna karşılık 36 ve 48 saatlik örneklerde agregat benzeri yapıların oluştuğu ve bu yapıların arttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, fibrilasyon süresinin fındık küspesi proteinlerinden elde edilen fibrillerin yapısal özelliklerini önemli ölçüde etkilediği ve bu fibrillerin gıda sistemlerinde yapılandırıcı bileşen olarak kullanılabileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: AFM; bi-jel; fındık küspesi; FTIR; protein fibrilasyonu; ThT.

*Sorumlu yazar: mihribanturkucar@gmail.com
**Bu çalışma BTÜ BAP tarafından 260Y002 proje numarası ile desteklenmiştir.

Atık Değerlendirme Yaklaşımıyla Prebiyotik Meyve Barı Üretimi**

Selinay ÜSTÜN*, Sıla DÜZGÜN, Nadide SEYHUN

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Fonksiyonel gıdalara olan ilginin artmasıyla birlikte prebiyotik bileşenler içeren atıştırmalık ürünlerin geliştirilmesi önem kazanmıştır. Bu çalışmada, meyve suyu işleme endüstrisinde yan ürün olarak ortaya çıkan elma ve portakal posaları, atık değerlendirme yaklaşımı kapsamında doğrudan meyve barı formülasyonunda kullanılarak prebiyotik ilaveli meyve barı üretilmiştir. Elma ve portakal posaları, içeriklerindeki diyet lifi ve pektin gibi prebiyotik özellik gösteren bileşenler sayesinde bağırsak mikrobiyotasını destekleme potansiyeline sahiptir. Üretilen elma ve portakal posalı meyve barlarının bazı fizikokimyasal ve duyusal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda hazırlanan örneklerde pH, suda çözünür kuru madde (°Brix), su aktivitesi, nem, renk ve tekstür analizleri gerçekleştirilmiş, duyusal değerlendirme ise 30 gönüllü panelist tarafından 5 puanlı hedonik skala kullanılarak yapılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre elmalı meyve barlarının pH değerleri 5,84–6,03, portakallı meyve barlarının ise 5,27–5,36 aralığında bulunurken, su aktivitesi değerleri sırasıyla 0,82–0,85 ve 0,87–0,91 arasında değişmiştir. Renk analizlerinde portakal posalı örneklerin daha yüksek sarılık (b^*) değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmelerde elma posalı meyve barı renk (4,38 ± 0,73), lezzet (4,00 ± 1,10) ve genel beğeni (3,86 ± 0,83) bakımından portakal posalı meyve barından daha yüksek puan alırken, her iki ürün de tüketiciler tarafından kabul edilebilir düzeyde değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular prebiyotik ilaveli meyve barlarının fonksiyonel atıştırmalık olarak değerlendirilebileceğini göstermiş, özellikle elmalı formülasyonun tüketici kabulü açısından daha avantajlı olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Atık değerlendirme; fonksiyonel atıştırmalık; meyve barı; prebiyotik.

*Sorumlu yazar: selinayustun008@gmail.com

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209-A kapsamında 1919B012423147 proje numarası ile desteklenmiştir.

Biyofilm Oluşumunun Bakteriyofajlar ile Kontrolü

Ekrem ÖZEL[1,*], Zehra EFET[1], Şebnem GÜNDOĞDU[1], Mustafa KAYA[1], Esra ACAR SOYKUT[1,2]

[1]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı
[2]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Mikroorganizmaların bir yüzeye tutunarak kendi ürettikleri koruyucu ekzopolisakkarit tabakası içinde oluşturdukları organize topluluklar biyofilm olarak adlandırılmaktadır. Bu yapı, bakterilerin antibiyotiklere ve dış etkenlere karşı daha dirençli hale gelmesini sağlamaktadır. Biyofilm oluşumu, geri dönüşümlü ve geri dönüşümsüz yapışma, matris üretimi, olgunlaşma ve son olarak bakterilerin yeni alanlara yayılmasıyla gerçekleşen beş aşamalı dinamik bir süreçtir. Tıbbi ve endüstriyel alanlarda ciddi sorunlara yol açan biyofilmlerin inhibisyonunda geleneksel yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlar olabilmektedir. Dolayısıyla sadece bakterileri hedef alan bakteriyofajlar ile yapılan biyofilm inhibisyonu önemli bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Fajlar, sahip oldukları özel enzimler (depolimeraz) sayesinde biyofilm tabakasını eritebilmekte ve hedef bakteriyi enfekte ederek lizisini gerçekleştirebilmektedir.

Fajların en büyük avantajı, lize olan bir bakteriden çıkan yeni fajların komşu bakterilere saldırarak ardışık bir enfeksiyon döngüsü başlatmasıdır. Bu hedefe özgü biyolojik ajanlar, sadece zararlı bakterileri hedef alarak doğal mikrobiyotaya zarar vermeden, biyofilm tabakasını içeriden dışarıya doğru elimine edebilmektedir. Özetle, biyofilmler bakterilerin en güçlü savunma mekanizması olsa da fajların konak hücreyi lize etme yeteneği bu direnci kırmak adına var olan yöntemler arasında en çok öne çıkan stratejidir.

Anahtar Kelimeler: Bakteriyofaj; biyofilm; biyokontrol; depolimeraz; lizis.

*Sorumlu yazar: ekremozel173@gmail.com

Glutensiz Kek ve Waffle Üretiminde Fonio Ununun Kullanım Potansiyeli**

Semanur KILIÇ*, Meltem ÇAĞLIYAN, Nadide SEYHUN

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Çölyak hastaları ve gluten intoleransı bulunan bireylerde glutensiz diyetin yetersiz vitamin, mineral ve diyet lifi alımına yol açabilmesi, besin değerini artırabilecek alternatif hammaddelere olan ilgiyi artırmaktadır. Bu çalışmada, yüksek besleyici değeri ve sınırlı sayıdaki literatür çalışması nedeniyle fonio (*Digitaria* spp.) ununun glutensiz fırıncılık ürünlerinde kullanım potansiyeli araştırılmıştır.

Ticari glutensiz un karışımının fonio unu ile farklı oranlarda (%0, %25, %50, %75 ve %100) ikame edilmesiyle hazırlanan bitkisel bazlı glutensiz kek ve waffle örneklerinin pH, nem, su aktivitesi, renk, tekstürel profil analizi (TPA) ve FTIR spektroskopisi ile fiziksel, tekstürel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir.

Fonio oranının artmasıyla her iki üründe de nem içeriğinin azaldığı ve sertlik değerlerinin yükseldiği belirlenmiştir. Kek örneklerinde sertlik değeri kontrol grubunda 1039,87 N iken %100 fonio içeren formülasyonda 2793,16 N'a, waffle örneklerinde ise 527,36 N'dan 1682,24 N'a yükselmiştir. FTIR analizleri, tüm formülasyonlarda benzer kimyasal bağ profilleri göstererek fonio ununun diğer bileşenlerle uyumlu olduğunu ortaya koymuştur. Duyusal değerlendirmelerde %25 fonio içeren kek ve waffle örnekleri yüksek kabul edilebilirlik göstermiştir. Sonuç olarak fonio unu, özellikle düşük ikame oranlarında, glutensiz ürün geliştirmede besleyici değeri yüksek ve umut verici bir alternatif hammadde olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çölyak; fonio; glutensiz kek; glutensiz waffle.

*Sorumlu yazar: semanurkilic614@gmail.com

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209-A kapsamında 1919B012423317 proje numarası ile desteklenmiştir.

Farklı Çözdürme Tekniklerinin Dondurulmuş Sığır Karaciğerinin Kalitesi Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi**

Nazlıcan AVŞAR, Ece Özge GÜNÜNÇ*, Duygu BÜYÜKTAŞ, Sibel UZUNER, Figen KOREL

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Dondurma, etin korunması ve tüketiciye ulaşana kadar kalitesinin muhafaza edilmesinde etkili bir yöntemdir. Ancak dondurma sırasında oluşan buz kristalleri etin yapısında değişikliklere neden olarak yumuşaklık ve işlevselliği etkileyebilmektedir. Çözdürme işlemi ise buz kristali büyümesi, protein oksidasyonu ve mikrobiyal kontaminasyon gibi fizikokimyasal değişikliklere yol açarak kalite kayıplarına neden olabilmektedir. Bu çalışmada, iki farklı yöntemle (buzdolabı ve mikrodalga) çözdürülen ve ardından −21 °C'de 24 saat dondurulan sığır karaciğerinin fizikokimyasal ve yapısal özellikleri değerlendirilmiştir. Çözülme kaybı, buzdolabında çözdürmede %3,63 ± 0,31 iken mikrodalgada çözdürmede %2,77 ± 0,15 olarak belirlenmiş ve fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Çiğ sığır karaciğerinin L^*, a^* ve b^* değerleri çözdürülmüş örneklere göre daha yüksek bulunurken, mikrodalgada çözdürülen örnekler buzdolabında çözdürülenlerden daha yüksek renk değerleri göstermiştir. Sertlik değeri buzdolabında çözdürmede 7,73 ± 0,27 N/g, mikrodalgada çözdürmede ise 5,61 ± 0,25 N/g olarak belirlenmiştir ($p < 0,05$). Ayrıca, çiğ karaciğerde 77,72 °C olan denatürasyon sıcaklığı çözdürme sonrası yaklaşık 68 °C'ye düşmüştür. Toplam aerobik bakteri sayısı çiğ örneklerde 133,53 ± 53,10 koloni oluşturan birim (KOB)/cm² iken, buzdolabı ve mikrodalga çözdürmede sırasıyla 85,4 ± 35,92 ve 96 ± 25,40 KOB/cm² olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çözündürme yöntemleri; et kalitesi; fizikokimyasal özellikler.

*Sorumlu yazar: eogununc@hotmail.com

**Bu çalışma YÖK tarafından Araştırma Üniversitesi Destek Programı kapsamında İYTE2023-0011 proje numarası ile desteklenmiştir.

Hindistan Cevizi Unu veya Keçiboynuzu Unu İlavesinin Zeytin Ezmesinin Fizikokimyasal, Antioksidan ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi

Rukiye SOLAK[1], Deniz GÜNAL KÖROĞLU[2], Semra TURAN[1,*]

[1]Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu
[2]Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Serdivan, Sakarya

Bu çalışmada, zeytin ezmesine %5 Hindistan cevizi unu veya keçiboynuzu unu ilavesinin fizikokimyasal, antioksidan ve kalite özelliklerine etkisi incelenmiştir. Kontrol %65 zeytin + %35 zeytinyağı içerirken, deneme formülasyonlarında zeytin %60'a düşürülerek %5 oranında ilgili un eklenmiş ve zeytinyağı %35'te sabit tutulmuştur. Hindistan cevizi unu L^* değerini artırarak daha açık renk oluştururken, keçiboynuzu unu L^* değerini düşürmüştür ($p < 0,05$). Keçiboynuzu unu ilavesi toplam fenolik madde miktarını değiştirmezken (2,35 mg GAE/g; $p > 0,05$), Hindistan cevizi unu ilavesi azaltmıştır (2,07 mg GAE/g; $p < 0,05$). Buna karşılık antioksidan kapasite (CUPRAC) keçiboynuzu unu ile 22,76 µmol TE/g'a yükselmiş ve diğer formülasyonlardan anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Su aktivitesi, kül, diyet lifi ve yağ içeriğinde gruplar arasında fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Keçiboynuzu unu titre edilebilir asitliği 1,56'dan 1,22'ye düşürürken, Hindistan cevizi unu pH'ı 4,28'den 4,45'e yükseltmiştir ($p < 0,05$). Un ilavesi nem içeriğini azaltmıştır ($p < 0,05$). Lipit oksidasyon göstergelerinden peroksit değeri 4,35–4,86 meq O_2/kg aralığında değişmiş olup gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$). K_{232} ve K_{270} değerlerinde ise gruplar arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Un ilaveli formülasyonlar, kontrol örneğine göre bir miktar daha düşük duyusal puan alsa da panelistler tarafından kabul edilebilir düzeyde değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, özellikle keçiboynuzu ununun fonksiyonel özellikleri geliştirmek amacıyla zeytin ezmesi formülasyonlarında kullanılabilecek uygun bir bileşen olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan kapasite; fizikokimyasal özellikler; Hindistan cevizi unu; keçiboynuzu unu; toplam fenolik madde.

*Sorumlu yazar: turan_s@ibu.edu.tr

Biber İşleme Yan Ürünlerinin Biyobozunur Ambalaj Materyali Üretiminde Değerlendirilmesi

Nurdan ÖZDEMİRLİ*, Senem KAMİLOĞLU BEŞTEPE

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Gıda kaybı ve israfı, özellikle taze meyve ve sebzelerde hasat sonrası yetersiz işleme ve depolama koşulları nedeniyle yüksek oranlarda meydana gelmekte olup, hem çevresel hem de ekonomik sorunlara yol açmaktadır. Bununla birlikte, bu atıklar içeriklerindeki değerli biyoaktif bileşikler sayesinde fonksiyonel gıda ve nutrasötik ürünlerin geliştirilmesinde değerlendirilebilecek önemli bir hammadde kaynağı olarak görülmektedir. Bu kapsamda, biber üretimi ve işleme süreçlerinde ortaya çıkan, meyve ağırlığının yaklaşık %5–30'unu oluşturan tohum, kabuk, plasenta, kullanılmayan meyveler, bitki sapı ve yaprakları gibi yan ürünler de dikkat çekmektedir. Biber işleme endüstrisinde oluşan tohum, kabuk ve plasenta gibi yan ürünler, protein, diyet lifi ve fenolik bileşikler bakımından zengin olmaları nedeniyle biyobozunur, aktif ve antimikrobiyal ambalaj materyallerinin üretiminde kullanılabilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, bu atıkların sürdürülebilir ambalaj teknolojilerinde değerlendirilmesinin hem çevresel yükün azaltılmasına hem de döngüsel ekonominin desteklenmesine katkı sağladığını göstermektedir. Meyve ve sebze bazlı biyobozunur ambalaj malzemelerinin üretimi, bu ambalajların toksik olmaması, doğada bozunabilmesi ve petrol bazlı plastik ambalajların yerini alabilme potansiyeli nedeniyle bilimsel araştırmalara konu olmaktadır. Meyve ve sebze işleme atıklarından elde edilen filmlerin özelliklerinin plastik ambalajlara alternatif oluşturabilecek şekilde geliştirilmesiyle, hem plastik tüketiminin neden olduğu çevresel olumsuzlukların azaltılması hem de meyve-sebze işleme yan ürünlerinin katma değerli ürünlere dönüştürülmesi mümkün olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Aktif ambalaj; biber işleme yan ürünleri; biyobozunur ambalaj; diyet lifi; fenolik bileşikler; sürdürülebilir ambalaj.

*Sorumlu yazar: nurdan.ozdemirli@btu.edu.tr

Kivi Atıklarından Elde Edilen Pektin Bazlı ve Kekik Uçucu Yağı ile Zenginleştirilmiş Pektin-Aljinat Kompozit Filmlerinin Kurutulmuş Piliç Eti için Aktif Ambalaj Materyali Olarak Kullanımı**

Şevval HALLAÇ*, Zeynep Nazlım SOYTÜRK, Zeynep İrem ÇELİK, Gülnihal BİLGİN, Zeynep Sena BEYAZKAYA, Eda DEMİROK SONCU

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Bu çalışma kapsamında, kivi kabuğundan asit (AE) ve mikrodalga destekli asit ekstraksiyonu (MWE) ile elde edilen düşük metoksilli pektin (%2), aljinat (%1) ve kekik uçucu yağı (KUY) (%1) kullanılarak kompozit biyofilmler geliştirilmiştir. Filmler, 15 gün süreyle 25 °C'de %50 bağıl nemde depolanan liyofilize piliç göğüs etinde ambalaj materyali olarak test edilmiştir. MWE filmleri, AE filmlerine kıyasla daha düşük şişme kapasitesi, suda çözünürlük ve su buharı geçirgenliği ile daha opak bir yapı sergilemiş; ancak mekanik dayanımı daha zayıf bulunmuştur. Filmlere KUY ilavesinin, su buharı geçirgenliğini artırarak bariyer özelliklerini olumsuz, gerilme direncini ve esnekliği artırarak mekanik özellikleri ise olumlu etkilediği saptanmıştır ($p < 0,05$). Depolamada, ambalajların nem geçirgenliği ve ürünün higroskopik yapısı sebebiyle piliç etinin nem içeriği %2,44'ten %8,64'e yükselmiştir ($p < 0,05$). Ürünün L^* değerinde artış, a^* değerinde ise düşüş saptanmıştır ($p < 0,05$). Depolama sonunda TBARS değerleri 0,62–0,71 mg MA/kg aralığında hesaplanmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde, depolama boyunca tüm örneklerin toplam mezofilik aerobik bakteri yükü tespit limitinin altında (<10 KOB/g) kalmıştır. Sonuçlar, KUY ile zenginleştirilmiş pektin-aljinat kompozit filmlerinin, liyofilize piliç etinin kalitesini koruyarak sürdürülebilir, yenilikçi ve biyobozunur bir ambalaj alternatifi olarak başarıyla kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ambalajlama; biyofilm; et kalitesi; polisakkarit; uçucu yağ.

*Sorumlu yazar: sevvalhallac@icloud.com
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209-A programı kapsamında desteklenmiştir (Proje no: 1919B012429244)

Fesleğen ve Bamya Tohumu Kullanılarak Kaju Bazlı Vegan Peynir Alternatiflerinin Geliştirilmesi

Ebru KÜRGEN[1,*], Hilal KILMANOĞLU[2], Aycan YİĞİT ÇINAR[1]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

[2]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Pazarlar Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Kütahya

Dünya genelinde bitki bazlı gıda alternatiflerine yönelik artan tüketici talebi, peynir benzeri ürünlerin tekstürel ve duyusal profillerini zenginleştirecek yenilikçi hammaddelerin araştırılmasını tetiklemiştir. Bu çalışmada, fesleğen tohumu (FP) ve bamya tohumu (BP) ile zenginleştirilmiş iki farklı kaju bazlı vegan peynirin üretim metodolojisi ve fizikokimyasal nitelikleri incelenmiştir. FP üretiminde kaju ve tohumlar 4 saatlik hidrasyona tabi tutulurken; BP üretiminde öğütülmüş bamya tohumları 24 saat hidrate edilmiş, kaju ise sürece son 4 saatte dahil edilmiştir. Tüm formülasyonlar zeytinyağı ve tuz ile homojenize edilerek 15 dakika ısıl işlem görmüş ve yapısal stabilite için 4 °C'de 12 saat dinlendirilmiştir.

Fizikokimyasal analizler, FP örneğinin (L = 71,71) BP örneğine (L = 67,21) oranla daha yüksek parlaklık (açık renk) değerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. FP, BP örneğine (pH 5,66; asitlik %0,48) kıyasla daha yüksek bir pH (6,73) ve daha düşük toplam asitlik (%0,28) sergilemiş, nem oranları ise yaklaşık %34 seviyesinde ölçülmüştür. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre FP; renk (6,1), koku (6,45) ve genel beğeni (6,15) açısından panelistlerce daha başarılı bulunurken; BP örneği kıvam (6,35) parametresinde en yüksek puanı almıştır. Bu bulgular, fesleğen ve bamya tohumlarının bitki bazlı peynirlerin karakteristik özelliklerini geliştirmede kullanılabilecek potansiyel fonksiyonel bileşenler olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel gıdalar; duyusal; peynir analoğu.

*Sorumlu yazar: ebrukurgen22@gmail.com

Farklı Bitkisel Esansiyel Yağların *Candida* Türleri Üzerine Antifungal Etkilerinin Disk Difüzyon Yöntemi ile İncelenmesi

Esra ÇELİKBAŞ*, Pelin ERGELEN, Seda ALTUNTAŞ

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Bu çalışmada, *Candida albicans*, *Candida krusei* ve *Candida parapsilosis* türleri üzerinde on farklı esansiyel yağın antifungal etkinliği araştırılmıştır. Çalışmada esansiyel yağların maya gelişimi üzerindeki inhibitör etkileri, in vitro koşullarda disk difüzyon yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve inhibisyon zon çapları ölçülmüştür.

Elde edilen sonuçlar, test edilen esansiyel yağların antifungal aktivitelerinin türlere ve yağ çeşidine göre belirgin farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Ölçümlere göre en güçlü antifungal aktiviteyi tüm maya türleri üzerinde karanfil yağı (20,80–23,44 mm zon aralığı) sergilemiş olup, bunu sırasıyla tarçın ve kekik yağları izlemiştir. Özellikle *Candida krusei* üzerinde karanfil (20,80 ± 0,13 mm), tarçın (16,54 ± 0,46 mm) ve kekik (15,88 ± 0,27 mm) yağları maya gelişimini anlamlı düzeyde baskılayarak güçlü antifungal aktivite sergilemiştir.

Bununla birlikte, *Candida* türlerinin esansiyel yağlara karşı duyarlılık düzeylerinin değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin; defne yağı *C. albicans* ve *C. parapsilosis*'e karşı, nane yağı ise *C. parapsilosis* üzerinde herhangi bir inhibisyon zonu oluşturmamış ve bu maya türleri üzerinde antifungal etki göstermemiştir.

Sonuç olarak, etkinliği yüksek bulunan esansiyel yağların (karanfil, tarçın, kekik) gıda muhafazasında, aktif ambalajlamada ve doğal koruyucu sistemlerde biyokoruyucu potansiyeli taşıdığı düşünülmektedir. Bu durum, esansiyel yağların sentetik koruyuculara kıyasla gıda güvenliği uygulamalarında önemli bir doğal alternatif olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antifungal aktivite; disk difüzyon yöntemi; esansiyel yağlar.

*Sorumlu yazar: esracelikbas214@gmail.com

Yerel Kaynaklardan İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Antibakteriyel Peptit Üretim Potansiyellerinin İncelenmesi**

Bahar BAKAR[1], Gökhan Gurur GÖKMEN[2], Duygu KIŞLA[3], Burcu KAPLAN TÜRKÖZ[3,*]

[1]Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir
[2]Alanya Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Gıda Kalite Kontrolü ve Analizi Programı, Antalya
[3]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir

Antibakteriyel peptitler, gıda güvenliği ve sağlık alanlarındaki potansiyelleri nedeniyle ilgi gören biyoaktif moleküllerdir. Laktik asit bakterileri, sahip oldukları proteolitik sistemler sayesinde bu peptitlerin önemli kaynakları arasında yer almakta olup, birçok bakteriyosin bu gruptan tanımlanmıştır. Bu çalışmada, ülkemizdeki farklı yöresel kaynaklardan izole edilen 175 adet laktik asit bakterisinin antibakteriyel aktiviteleri *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P, *Listeria innocua* ATCC 33090 ve *Escherichia coli* DSM 1103'e karşı agar spot test yöntemi kullanılarak taranmış ve aktivite gösteren 25 izolat belirlenmiştir. Bu izolatlar arasından seçilen 35, 39, 162, 174 ve 179 numaralı izolatlar tür düzeyinde tanımlanmış ve yüksek ölçekli fermantasyona alınmıştır. Elde edilen fermantasyon üst fazları, ultrafiltrasyon (10 kDa – 3 kDa) ile fraksiyonlandırılmış, fraksiyonların antibakteriyel aktiviteleri değerlendirilmiş ve tüm izolatlarda *L. innocua*'ya karşı inhibitör etki gözlenmiştir. Jel filtrasyon kromatografisi ile gerçekleştirilen ileri saflaştırma çalışmaları sonucunda, en yüksek biyoaktif potansiyelin kanlıca yoğurdu kaynaklı 174 numaralı izolat olan *Enterococcus faecium* suşunda bulunduğu belirlenmiş ve bu izolatın <3 kDa fraksiyonundan *L. innocua*'ya karşı etkili, ısıl işleme dayanıklı, protein kökenli bir molekül elde edilmiştir. Listeria kaynaklı kontaminasyon riski ve bu patojenin neden olduğu yüksek ölüm oranı göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmada elde edilen peptitler gıda güvenliğinin artırılmasında umut vadeden adaylar olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel peptit; laktik asit bakterisi; *Listeria*.

*Sorumlu yazar: burcu.kaplan.turkoz@ege.edu.tr
**Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından Araştırma Üniversiteleri Destek Programı kapsamında 24139 proje numarası ile desteklenmiştir.

Nanoenkapsülasyon ile Aroma Maskeleme

Emine AYDIN[1,*], Dilek DÜLGER ALTINER[2], Kadir YAVUZ[2]

[1]Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Düzce
[2]Kocaeli Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Kocaeli

Aktif bileşiklerin nano boyutlu kabuklar içine hapsedilmesini sağlayan bir teknoloji olan nanoenkapsülasyon, aroma maskeleme amacıyla, gıda sanayinde hem besin değeri yüksek ama tat sorunu olan bileşenler içeren yeni ürünlerin geliştirilerek pazara sunulması hem de hoş bir tat deneyimi sayesinde tüketiciler tarafından düzenli kullanım açısından stratejik bir araç olarak değerlendirilmektedir. Takviye gıdalarda ise biyoyararlanım artışı ve raf ömrü uzaması gibi ek faydalarla desteklenmektedir. Aktif madde ile tat reseptörleri arasında fiziksel bir bariyer oluşturulmasına dayanan nanoenkapsülasyon mekanizması sayesinde; salınım, sindirim, çözünme veya çevresel etkenler tarafından tetiklenene kadar tat, tüketici tarafından algılanmamaktadır. Nanoenkapsülasyon yaklaşımı; omega-3 yağ asitleri, bazı vitaminler ve amino asitler gibi acı veya balık tadındaki nutrasötik bileşenler için etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Tat iyileştirmesinin yanı sıra, aroma bileşiklerinin stabilitesi, çözünürlüğü ve kontrollü salınımı artırılarak oksidasyon, ısı ve nem gibi etkenlere karşı koruma sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, nanoenkapsülasyonun gıda ve takviye gıda sektörlerinde aroma maskeleme amaçlı kullanımının hem mevcut ürün formülasyonlarının iyileştirilmesi hem de yeni nesil fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi açısından sunduğu potansiyeli ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: Aroma maskeleme; biyoyararlanım; kontrollü salınım; nanoenkapsülasyon; nutrasötik.

[*]Sorumlu yazar: emineaydin@duzce.edu.tr

Yenilebilir Çiçeklerin Fonksiyonel Gıda ve Beslenme Perspektifinden Antikanser Potansiyeli: Biyoaktif Bileşenler ve Etki Mekanizmaları

Fatma ŞAHİN*, Meryem APARI, Kübra Feyza EROL

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Ana Bilim Dalı, İstanbul

Yenilebilir çiçekler; esansiyel yağ, özüt, toz ve fitokimyasal bileşen formlarıyla sürdürülebilir beslenmenin önemli kaynakları arasındadır. Fonksiyonel besin kaynağı olarak antikanser, antiinflamatuar, nöroprotektif etkiler gibi sağlık yararları vardır. Antikanser etki mekanizmaları, antiinflamatuar ve antioksidan etkilerle birlikte kanser hücrelerinin apoptozunun indüklenmesine dayanır. Neredeyse tüm yenilebilir çiçek türleri antioksidan etkileriyle ön plana çıkmaktadır. Antikanser etkiyle öne çıkan çiçek türleri daha sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı, yenilebilir çiçeklerin potansiyel antikanser etki mekanizmalarını derlemek ve özellikle antikanser etkiyle öne çıkan çiçek türlerini belirlemektir. Çalışma kapsamında başlangıçtan günümüze kadar PUBMED, ScienceDirect, Web of Science gibi veri tabanları taranarak yenilebilir çiçeklerin antikanser etki mekanizmaları ve potansiyel türler derlenmiştir. Antosiyaninler, flavonoidler ve fenolik bileşenleriyle antikanser potansiyeliyle önde gelen çiçek türleri arasında hibiskus, gül, krizantem gibi türler gelmektedir. Temel etki mekanizmaları; reaktif oksijen türlerinin baskılanması, Nrf2 yolağının aktive edilerek temel inflamatuar mekanizmalardan NF-KB'nin baskılanması, böylece MAPK modülasyonu ile apoptozu tetikleyen enzimlerin uyarılarak kanser hücrelerinin apoptozunun indüklenmesine dayanır. Yenilebilir çiçeklerin kullanım yolları iyi bilinmelidir. Hem etkinin görülebilmesi için hem de toksik etkiden korunmak için doz ve kullanım talimatı önemlidir. Konuyla ilgili daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Antikanser; fonksiyonel besin; yenilebilir çiçekler.

*Sorumlu yazar: ftm.shn015@gmail.com

Kültür Eti Teknolojisi: Gıda Sistemleri ve Üretim Süreçleri Açısından Güncel Bir Değerlendirme

Sonay ÇAKICI[1,*], Furkan Türker SARICAOĞLU[2]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa
[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa

Artan dünya nüfusu, hayvansal protein talebindeki artış, doğal kaynakların sınırlılığı ve geleneksel hayvancılığın çevresel etkileri alternatif protein kaynaklarına yönelik araştırmaları hızlandırmıştır. Bu derleme niteliğindeki çalışmada, yapay et (kültür eti) teknolojisinin üretim süreçleri, kullanılan biyoteknolojik yöntemler, besin özellikleri, potansiyel avantajları ve mevcut sınırlılıkları güncel literatür doğrultusunda değerlendirilmiştir. Literatür kapsamında hücre izolasyonu, hücre proliferasyonu, farklılaşma süreçleri, taşıyıcı sistemler (scaffold) ve biyoreaktör uygulamaları incelenmiştir. Ayrıca yapay etin geleneksel et üretimi ile çevresel etkiler, gıda güvenliği, kalite özellikleri ve tüketici kabulü açısından karşılaştırılması yapılmıştır. Kontrollü üretim koşullarının mikrobiyolojik güvenlik ve antibiyotik kullanımının azaltılması açısından avantaj sağlayabileceği, kaynak kullanımı ve sera gazı emisyonları bakımından ise literatürde geleneksel et üretimine kıyasla potansiyel üstünlükler bildirildiği görülmektedir. Bununla birlikte yüksek üretim maliyetleri, ölçeklendirme güçlükleri, duyusal özelliklerin geliştirilmesi, tüketici kabulü ve yasal düzenlemelere ilişkin belirsizlikler önemli kısıtlar olarak değerlendirilmektedir. Sonuç olarak yapay et teknolojisi alternatif protein üretimi açısından önemli bir potansiyel taşımakta olup, çevresel, ekonomik ve toplumsal etkilerinin daha kapsamlı çalışmalarla değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Alternatif protein; biyoreaktör; hücre kültürü; kültür eti.

*Sorumlu yazar: 24434983011@ogr.btu.edu.tr

Mor Üzüm Posası Ekstraktı İçeren Aljinat Bazlı Boba Toplarının Fiziksel ve Tekstürel Özelliklerinin İncelenmesi**

Begümcan ÇELİK[1,2,*], Mahmud Ekrem PARLAK[2], Furkan Türker SARICAOĞLU[2]

[1]Uludağ İçecek Türk A.Ş., Bursa
[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Fonksiyonel gıdalara olan ilginin artmasıyla birlikte, sağlık üzerinde olumlu etkiler sağlayan biyoaktif bileşenlerin gıdalara kazandırılması önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu çalışmada, mor üzüm suyu üretimi sonrası oluşan posanın katma değerli bir bileşen olarak değerlendirilmesi ve üzüm posası ekstraktı ile zenginleştirilmiş fonksiyonel boba toplarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Kurutulan mor üzüm posası, %1 sitrik asit içeren su–etanol çözücü sistemi ile 40 °C'de ekstrakte edilmiş; elde edilen ekstrakt evaporasyon ve liyofilizasyon işlemleriyle toz forma dönüştürülmüştür.

Boba üretiminde sodyum aljinat esaslı formülasyonlar hazırlanmış ve farklı ekstrakt oranları (%0, %1, %2, %3 ve %4 w/w) kullanılarak %3 $CaCl_2$ çözeltisinde iyonik jelasyon yöntemiyle küresel hidrojel yapılar elde edilmiştir. Ekstrakt ilavesi ürünlerin fizikokimyasal ve yapısal özellikleri üzerinde belirgin etki göstermiştir. Renk analizinde ekstrakt oranı arttıkça L^* değerinin 77,28'den 45,28'e düşmesi parlaklığın azaldığını; a^* değerinin 0,46'dan 14,77'ye ve C* değerinin 5,52'den 17,96'ya yükselmesi ise kırmızı-mor renk yoğunluğunun arttığını göstermiştir. Tekstür analizinde patlama kuvveti 319,39 g'dan 289,60 g'a düşerek ekstrakt ilavesinin yapıyı kısmen yumuşattığını ortaya koymuştur. Küresellik değerlerinin 0,958–0,983 aralığında bulunması, geliştirilen boba toplarında genel olarak başarılı küresel form sağlandığını göstermiştir. Sonuç olarak, mor üzüm posası ekstraktı ile zenginleştirilen boba toplarının görsel, tekstürel ve yapısal açıdan stabil, sürdürülebilir ve yenilikçi bir fonksiyonel gıda alternatifi olabileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Boba topları; fonksiyonel gıda; iyonik jelasyon; mor üzüm posası; sodyum aljinat.

*Sorumlu yazar: begumcancelik@gmail.com
**Bu çalışma Bursa Teknik Üniversitesi ve Uludağ İçecek Türk A.Ş. tarafından Üniversite-Sanayi İşbirliği kapsamında PR_2024_20 proje numarası ile desteklenmiştir.

Postbiyotiklerin Gıda Endüstrisindeki Yükselişi: Fonksiyonel Gıda Geliştirme, Güvenlik, Standardizasyon ve Gelecek Perspektifleri

Zeynep KİLCİ[1,*], Melike CİNİVİZ[2], Ramazan Ülkü ÇETİN[1]

[1]Balıkesir Üniversitesi, Susurluk Tarım ve Orman Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Balıkesir

[2]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Postbiyotikler, tanımlanmış mikroorganizmalardan elde edilen, kontrollü biçimde inaktive edilmiş mikrobiyal hücreler, hücre bileşenleri ve metabolitleri içeren yeni nesil biyotik preparatlardır. Bu çalışmanın amacı, postbiyotiklerin fonksiyonel gıda geliştirme, gıda güvenliği, standardizasyon ve endüstriyel uygulama açısından mevcut durumunu ve gelecek potansiyelini güncel literatür doğrultusunda değerlendirmektir. Çalışma, postbiyotikler, fonksiyonel gıdalar, gıda güvenliği, karakterizasyon, standardizasyon ve endüstriyel uygulama konularında yayımlanmış güncel derleme ve araştırma makalelerinin anlatımsal olarak incelenmesine dayanmaktadır. Literatür bulguları, postbiyotiklerin organik asitler, kısa zincirli yağ asitleri, ekzopolisakkaritler, bakteriyosinler, enzimler, peptitler ve hücre duvarı bileşenleri gibi biyoaktif fraksiyonlar içerebildiğini göstermektedir. Bu bileşenler, gıda matrislerinde mikrobiyal gelişimin sınırlandırılması, oksidatif bozulmanın azaltılması, raf ömrünün desteklenmesi ve fonksiyonel özelliklerin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Güncel uygulamalarda postbiyotikler, proses stabilitesi ve canlı probiyotik kullanımına bağlı güvenlik sınırlılıklarını azaltma potansiyeli nedeniyle dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, suş düzeyinde tanımlama, inaktivasyon doğrulaması, doz standardizasyonu, etkinlik kanıtı, güvenlik değerlendirmesi ve ürün bazlı kalite kontrol gereksinimleri önemini korumaktadır. Sonuç olarak postbiyotikler, fonksiyonel gıda endüstrisi için umut verici bileşenlerdir; ancak güvenilir uygulama için standardize üretim ve değerlendirme yaklaşımlarının geliştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel gıda; gıda güvenliği; postbiyotik.

[*]Sorumlu yazar: zeynep.kilci@balikesir.edu.tr

Postbiyotiklerin Gıda Güvenliği ve Biyokoruma Yaklaşımındaki Potansiyeli: Doğal Antimikrobiyal Bileşenlerden Temiz Etiketli Fonksiyonel Gıdalara

Ramazan Ülkü ÇETİN[1], Melike CİNİVİZ[2], Zeynep KİLCİ[1,*]

[1]Balıkesir Üniversitesi, Susurluk Tarım ve Orman Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Balıkesir

[2]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Gıda endüstrisinde doğal, güvenli ve temiz etiketli ürünlere yönelik talebin artması, sentetik koruyuculara alternatif biyotemelli yaklaşımları öne çıkarmıştır. Bu kapsamda postbiyotikler, tanımlanmış mikroorganizmalardan elde edilen, inaktive edilmiş mikrobiyal hücreler, hücresel bileşenler ve fermantasyon kaynaklı biyoaktif fraksiyonları içeren yeni nesil biyotik preparatlar olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın amacı, postbiyotiklerin gıda kaynaklı patojenler ve bozulma etmenleri üzerindeki kontrol potansiyelini, raf ömrüne katkısını ve temiz etiketli fonksiyonel gıda geliştirme süreçlerindeki uygulanabilirliğini güncel literatür doğrultusunda incelemektir. Çalışma, postbiyotikler, biyokoruma, gıda güvenliği, antimikrobiyal aktivite, raf ömrü ve fonksiyonel gıda konularındaki güncel çalışmaların anlatımsal olarak değerlendirilmesine dayanmaktadır. Literatür bulguları, postbiyotiklerin organik asitler, kısa zincirli yağ asitleri, bakteriyosinler, antimikrobiyal peptitler, enzimler, ekzopolisakkaritler, hücre duvarı bileşenleri ve hücre lizatları gibi biyoaktif fraksiyonlar içerebildiğini göstermektedir. Bu yapıların mikrobiyal gelişimi baskılama, biyofilm oluşumunu sınırlandırma ve ürün stabilitesini destekleme potansiyeli bulunmaktadır. Sonuç olarak postbiyotikler, gıda güvenliği ve biyokoruma açısından umut verici bileşenlerdir; ancak endüstriyel kullanım için karakterizasyon, doz standardizasyonu, güvenlik değerlendirmesi ve kalite kontrol kriterlerinin doğrulanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal aktivite; fonksiyonel gıda; gıda güvenliği; postbiyotik; temiz etiket.

*Sorumlu yazar: zeynep.kilci@balikesir.edu.tr

Gıdanın İşlenmesinde Geleneksel ve Yenilikçi Yöntemlerin Karşılaştırılması

Nurdan ÖZDEMİRLİ*, Senem KAMİLOĞLU BEŞTEPE

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Geleneksel ve yenilikçi gıda işleme yöntemleri, gıda güvenliği, besin kalitesinin korunması ve sürdürülebilir üretim hedefleri açısından birbirini tamamlayan yaklaşımlar olarak değerlendirilmektedir. Kurutma, pastörizasyon, sterilizasyon, dondurma, fermantasyon ve pişirme gibi geleneksel yöntemler, mikrobiyal güvenliği sağlayarak raf ömrünü uzatmada etkili olmakla birlikte, yüksek sıcaklık uygulamaları nedeniyle vitaminler, fenolik bileşikler, aroma maddeleri ve diğer biyoaktif bileşenlerde kayıplara neden olabilmektedir. Buna karşın fermantasyon, çimlendirme, ıslatma ve maltlama gibi geleneksel işlemler, fitat, tanen ve oksalat gibi antinutrisyonel bileşiklerin miktarını azaltarak demir, çinko ve kalsiyum başta olmak üzere mikrobesinlerin biyoyararlanımını artırmakta, protein sindirilebilirliğini ve gıdaların fonksiyonel özelliklerini iyileştirmektedir. Yüksek hidrostatik basınç (HHP), darbeli elektrik alan (PEF), ultrason, soğuk plazma, ozon ve ultraviyole ışınlama gibi yenilikçi, özellikle termal olmayan teknolojiler ise mikrobiyal inaktivasyonu sağlarken besinsel ve duyusal kaliteyi daha etkin korumakta, enerji tüketimini azaltmakta ve hasat sonrası kayıpların önlenmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca bu teknolojiler, ekstraksiyon veriminin artırılması, enzimatik reaksiyonların kontrolü ve gıda işleme yan ürünlerinin katma değerli ürünlere dönüştürülmesini destekleyerek sürdürülebilir üretime katkı sunmaktadır. Bununla birlikte, yüksek yatırım maliyetleri, proses optimizasyonu ve endüstriyel ölçeklenebilirlik gereksinimleri bu teknolojilerin yaygın kullanımını sınırlandırmaktadır. Sonuç olarak, geleneksel ve yenilikçi yöntemlerin entegre kullanımı, güvenli, besin değeri yüksek ve sürdürülebilir gıda üretimi için önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşenler; gıda güvenliği; gıda işleme; sürdürülebilir üretim; termal olmayan teknolojiler; yenilikçi gıda teknolojileri.

*Sorumlu yazar: nurdan.ozdemirli@hotmail.com

Bitkisel Süt Alternatiflerinde Hurmanın Kullanım Olanakları

Buket DİPCİSEL[1,*], Gülfem ÜNAL[2]

[1]Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı, İzmir
[2]Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, İzmir

Laktoz intoleransı ve vegan beslenme tercihlerinin etkisiyle bitkisel bazlı süt alternatiflerine yönelik tüketici ilgisi son yıllarda gittikçe artmaktadır. Ülkemizde piyasada bulunan bitkisel süt içeceklerin üretiminde daha çok badem, yulaf, fındık ve Hindistan cevizinden elde edilen süt kullanılmaktadır. Bu içecekler hem duyusal hem de fonksiyonel özellikleri geliştirmek amacıyla farklı gıda veya gıda bileşenleri ile zenginleştirilmektedir. Zenginleştirme işleminde kullanılacak ilavelerin doğal ve fonksiyonel özellikler göstermesi büyük öneme sahiptir. Bu kapsamda değerlendirilebilecek bir meyve olan hurma; geçmişten günümüze yüksek besin değeri, doğal tatlılığı ve içerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde gıda endüstrisinde kullanım alanı bulunan bir gıdadır. Hurma özellikle yüksek lif içeriği, prebiyotik etkisi, antioksidan kapasitesi, fenolik bileşikleri, vitamin ve mineralleri sayesinde fonksiyonel bitkisel içeceklerin geliştirilmesinde önemli bir seçenek olarak görülmektedir. Hurma özellikle doğal tatlandırıcı özelliğinden dolayı rafine şeker kullanımını azaltmakta ve ilave edildiği gıdanın duyusal özelliklerini iyileştirmektedir. Hurma ile ilgili yapılan bazı bilimsel çalışmalar bulunsa da hurmanın bitkisel sütlerde kullanım olanakları ile ilgili çalışma bulunmamaktadır. Bundan dolayı hurmanın besin değeri, duyusal özellikleri ve sahip olduğu bazı fonksiyonel özellikleri sayesinde tüketici talebini karşılayabilecek yenilikçi fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesinde önemli bir gıda olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel süt; fonksiyonel gıda; hurma.

*Sorumlu yazar: buketdipcisel@hotmail.com

Sürdürülebilir Ambalaj Üretimi Kapsamında Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi ve Emisyon Kaynaklarının Değerlendirilmesi

Hülya ÇAKMAK*, Hatice Kübra GÜL

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bursa

Ambalaj, gıda sektöründe uzun yıllardır ürünün korunması, raf ömrünün uzatılması ve lojistik süreçlerin kolaylaştırılmasının ötesinde, günümüzde karbon ayak izi ve döngüsel ekonomi performansının da temel bir göstergesi hâline gelmiştir. Avrupa Birliği Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Yönetmeliği (PPWR) gibi düzenlemeler, geri dönüştürülebilirlik ve yeniden kullanım gibi kriterlerle sektörü yeniden şekillendirmektedir. Bu çalışmada, bir ambalaj üretim tesisinde 2025 yılı üretim faaliyetlerinden kaynaklanan karbon ayak izi değerleri ve sera gazı emisyonları, Kapsam 1, 2 ve 3 sınıflandırmasıyla değerlendirilmiştir. Yapılan hesaplamada, toplam karbon ayak izi 1,58 ton CO_2e/ton ürün olarak belirlenmiş; en yüksek payın üretim bölümüne ait olduğu görülmüştür. Kapsam 1 emisyonları (0,017 ton CO_2e/ton ürün) doğalgaz ve fosil yakıt tüketiminden, Kapsam 2 emisyonları (0,890 ton CO_2e/ton ürün) elektrik tüketiminden, Kapsam 3 emisyonları ise (0,672 ton CO_2e/ton ürün) su temini, atık yönetimi ve personel ulaşımı gibi dolaylı faaliyetlerden kaynaklanmıştır. Sonuçlar, enerji verimliliği uygulamaları, yenilenebilir enerji kullanımı, proses optimizasyonu ve atıkların geri kazanımı gibi stratejilerin emisyon azaltımındaki kritik rolünü ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, hem çevresel sürdürülebilirliğe hem de işletme maliyetlerinin düşürülerek kaynak verimliliğinin artırılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ambalaj; karbon ayak izi; sürdürülebilirlik.

*Sorumlu yazar: hulyacakmak.61@hotmail.com

Atıştırmalık Sektöründe Pişirme Prosesinde Elektrifikasyon Dönüşümünün Değerlendirilmesi

Ozan ALTIN*, Sercan MERTADAM, Faruk CİNGÖZ, Emret SÜZEN

ETI Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş. Ar-Ge Merkezi, 26110 Eskişehir

Avrupa Birliği (AB) tarafından yayınlanan Avrupa Yeşil Mutabakatına (AYM) göre 2050 yılında sıfır karbon emisyonu hedeflenmiştir. Bu hedef kapsamında fosil yakıt tüketiminin ilk önce azaltılması sonrasında sıfırlanması yol haritası çizilmiştir. Uluslararası Enerji Ajans'ına göre gıda işleme hafif endüstri kategorisinde yer almakta olup karbon emisyonu bakımından %30 ile bu kategoride en yüksek paya sahiptir. Gıda üretim sektöründe 1980 ile 2015 yılları arasında yayınlanan, makale ve kitaplar baz alınarak yapılan çalışmanın sonuçlarına göre kek üretim hattında proses bazlı enerji harcamaları çıkarılmıştır. Kek kategorisinde üretim hattında harcanan enerjinin en yüksek dilimini %38 ile pişirme prosesi olduğu gösterilmiştir. Atıştırmalık sektöründe pişirme işlemleri doğalgazlı fırınlarda gerçekleşmektedir. Direkt ateşlemeli ve endirekt ateşlemeli olmak üzere iki farklı doğalgazlı fırın pişirme prosesinde kullanılmaktadır. Direkt ateşlemeli fırınlarda konveyör bandın altında ve üstünde brülörler yer almaktadır. Endirekt fırında ise her zon için merkez brülörlerden elde edilen ısı fırın içerisinde bandın üstünde ve altındaki kanallarda dolaştırılmaktadır. Ürün ile kanal sacı arasında ışıma ısı transferi olmaktadır. Aynı zamanda fırın içi hava sıcaklığının artması ile taşınım ısı transferi de pişme prosesinde etkilidir. Aynı proses koşulları elektrikli metal, seramik veya kuartz infrared ısıtıcıların kullanımı ile oluşturulabilir. Elektrikli ısıtıcılar ile ürün arasında ışıma ısı transferi gerçekleşirken fırın içi hava sıcaklığında da artış gerçekleşecektir.

Anahtar Kelimeler: Atıştırmalık sektörü; fırın; infrared; pişirme.

*Sorumlu yazar: ozan.altin@etietieti.com

Atıştırmalık Sektöründe Kullanılan Soğutma Tünellerinde Hava Sirkülasyonu ve Isı Transferi Mekanizmasının İncelenmesi

Ozan ALTIN*, Mertcan DEMİR, Sercan MERTADAM, Uğur YENDİ

ETI Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş. Ar-Ge Merkezi, 26110 Eskişehir

Atıştırmalık ürünlerde soğutma prosesi, ürün kalitesinin korunması, paketleme güvenliği ve proses kararlılığı açısından kritik bir işlemdir. Doğrusal konveyör bant soğutma, spiral soğutma, vakum ortamında soğutma ve soğutma tünel sistemleri proses ve ürün uygunluğuna göre tercih edilmektedir. Kek, bisküvi ve gofret kategorisindeki ürünlerin soğutulmasında soğutma tünelleri tercih edilmektedir. Soğutma tüneli bir şase üzerine oturtulmuş konveyör bant, tahrik motoru, soğutma grubu ve yalıtımlı kapakların bir araya getirilmesinden oluşmaktadır. Hava, soğutma grubunda bulunan iki adet radyal fan ile tünele yönlendirilmektedir. Havanın yönlendirilmesi ile ışıma veya zorlanmış taşınım ısı transferi ürün soğumasında etkili olmaktadır. Ürünün alt yüzeyden de soğutulması gerektiğinde plakalı eşanjörler konveyör bant altına yerleştirilmektedir. Plakalı eşanjör ile bant ve ürün arasında iletim ısı transferi ile soğuma gerçekleşmektedir. Soğutma tüneli boyunca havanın sıcaklık ve rutubet değişimi çalışma ekibi tarafından geliştirilen veri toplama cihazı ile elde edilmiştir. Ayrıca farklı soğutma tünellerindeki hava sirkülasyon rotası detaylı olarak çıkartılarak ürün soğumasına etkisi değerlendirilmiştir. Ürünler ile soğutma tünelinde tercih edilen soğuma mekanizması eşleştirilmesi yapılmıştır. Örneğin çikolata kaplanan gofretlerde çikolata kalitesini korumak için yavaş soğuması gerekmektedir. Bu nedenle soğutma tünelinin ilk zonunda ışıma ısı transferi tercih edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Atıştırmalık sektörü; hava sirkülasyonu; soğutma tüneli.

*Sorumlu yazar: ozan.altin@etietieti.com

Ultrases Destekli Ekstraksiyon ile Ayva (Cydonia oblonga Mill.) Yapraklarından Biyoaktif Bileşiklerin Elde Edilmesi: Optimizasyon ve Karşılaştırmalı Bir Çalışma

Mehmet GÜLDANE[1], Zuhal ŞAHİN[1], Rumeysa ŞEKEROĞLU[2,*]

[1]Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Pamukova Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü
[2]Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Pamukova Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü

Tarımsal yan ürünlerin fonksiyonel gıda, nutrasötik ve farmasötik uygulamalarda değerlendirilmesi, sürdürülebilir üretim yaklaşımları açısından giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, tarımsal bir yan ürün olarak değerlendirilebilecek ayva (Cydonia oblonga Mill.) yapraklarından biyoaktif bileşiklerin elde edilmesi ultrases destekli ekstraksiyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon koşullarının etkin bir şekilde belirlenmesi amacıyla Plackett–Burman deney tasarımı ile Taguchi–Gri İlişkisel Analiz–CRITIC yöntemlerini birleştiren hibrit bir optimizasyon yaklaşımı kullanılmıştır. Optimize edilen koşullarda elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde, toplam flavonoid içeriği ve antioksidan kapasite özellikleri değerlendirilmiş, ayrıca ultrases destekli ekstraksiyon yöntemi geleneksel ekstraksiyon teknikleriyle karşılaştırılmıştır. Bulgular, ultrases destekli ekstraksiyon yönteminin biyoaktif bileşiklerin elde edilmesi ve biyolojik aktivitelerin korunması açısından geleneksel yöntemlere göre daha avantajlı olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, hibrit optimizasyon yaklaşımının doğal kaynaklardan yüksek katma değerli bileşenlerin elde edilmesinde etkili bir yöntem olduğunu ve ayva yapraklarının sürdürülebilir bir biyoaktif bileşik kaynağı olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ayva yaprağı; biyoaktif bileşikler; çoklu yanıt optimizasyonu; ultrases destekli ekstraksiyon.

*Sorumlu yazar: rumeysasekeroglu@subu.edu.tr

Bez Tulum Peynirinin Aroma Profili ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Karakterizasyonu

Pınar UZUN[1,*], Anıl BODRUK[2], Ebru SARIKAYA[3], Nuray DOĞAN[3], İlknur SELEK AKSOY[2], Aslı BARLA DEMİRKOZ[3,4]

[1]Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Gelendost Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Isparta
[2]Pınar Süt Mamulleri Sanayi A.Ş. Ar-Ge Merkezi, İzmir
[3]AROMSA, Besin Aroma ve Katkı Maddeleri A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Kocaeli
[4]İstanbul Okan Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Ana Bilim Dalı, Tuzla, İstanbul

Bez Tulum Peyniri, Mersin ve çevresinde üretilen, geleneksel süt işleme tekniklerini yansıtan önemli bir yöresel peynir çeşididir. Bu peynir, olgunlaşma sürecinde bez torbalarda muhafaza edilmesi nedeniyle "bez tulumu" olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada Mersin ve Adana bölgesinde üretilen ve satışa sunulan peynir örnekleri temin edilerek mikrobiyal profil ve aroma profili incelenmiştir. Örneklerin mikrobiyolojik analizlerinde *Enterobacteriaceae,* küf-maya ve *S. aureus* değerleri çoğunlukla <10 KOB/g düzeyinde bulunurken, bazı örneklerde özellikle küf-maya (3120–2800 KOB/g) ve toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB; 36.480 KOB/g'a kadar) sayılarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Laktik asit bakterileri ise örneklere göre değişmekle birlikte 180–1120 KOB/g düzeyinde tespit edilmiştir. Örneklerin aroma profilleri değerlendirildiğinde, uçucu bileşenlerin büyük bölümünü orta ve uzun zincirli yağ asitleri ile δ-laktonların oluşturduğu görülmektedir. Özellikle miristik, palmitik ve laurik asitler tüm örneklerde öne çıkarken, δ-dekalakton ve δ-dodekalakton gibi laktonların da peynirlerin karakteristik, kremsi ve yağsı aroma özelliklerine katkı sağlayabileceği belirlenmiştir. Günümüzde coğrafi işaretleme çalışmalarına olan ilgi artış gösterse de literatürde yeterince incelenmemiş olan ve henüz coğrafi işaret tescili bulunmayan bez tulum peynirlerinde standardizasyon eksikliği dikkat çekmektedir. Ürünün standardizasyonunun sağlanması ve tescil süreçlerinin desteklenmesi adına bu alanda daha kapsamlı araştırmaların yürütülmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aroma profil; geleneksel peynir; mikrobiyolojik profil.

*Sorumlu yazar: pinaruzun@isparta.edu.tr

Atıştırmalık Sektöründe Kullanılan Soğutma Tünellerinde Işıma Isı Transferi Verimliliğinin Arttırılması

Ozan ALTIN*, Mertcan DEMİR

ETI Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş. Ar-Ge Merkezi, 26110 Eskişehir

Atıştırmalık sektöründe ürünlerde soğutma prosesi, ürün kalitesinin korunması, paketleme güvenliği ve proses kararlılığı açısından kritik bir işlemdir. Soğutma tünellerinde spiral fanlardan üflenen soğuk havanın hava yönlendirme kanalları ve klapeler ile zorlanmış taşınım veya ışıma ısı transferine karar verilmektedir. Işıma ısı transferi ürün ile üst panel arasında gerçekleşmektedir. Soğutma tünellerinde alüminyum ve paslanmaz çelik paneller kullanılmaktadır. Bu materyallerin ve kaplama yapılan panellerin yayıcılık katsayısı (ε) kurulan bir test düzeneği ile tespit edilmiştir. Test düzeneği sabit sıcaklıkta çalışan bir ısıtıcı yüzey ve etrafını saran yalıtım kutusundan oluşmaktadır. PID ile ısıtıcı yüzey sıcaklığı sabit tutulabilmektedir. Yayıcılık katsayısı ölçülecek olan numune ısıtıcı yüzeyin üzerine konularak sıcaklığının dengeye gelmesi beklenir. Sıcaklığın dengeye gelme durumu temaslı termometre ile kontrol edilir ve sıcaklık değeri kayıt altına alınır. Sıcaklık dengeye geldikten sonra termal kamera ile numunenin sıcaklık dağılımının görüntüsü kaydedilir. Termal kamera görüntüsü FLUKE uygulamasında temaslı termometre ile ölçülen sıcaklık değeri elde edilene kadar yayıcılık değeri değiştirilir. Sıcaklık değerlerinin eşleştiği koşul numunenin yayıcılık değerini vermektedir. Alüminyum, paslanmaz çelik, dark inox ve teflon kaplama numunelerinin yayıcılık değeri sırasıyla 0,1, 0,45, 0,65 ve 0,95 olarak bulunmuştur. Teflon kaplanan numunede yüksek yayıcılık değeri elde edilmiştir. Soğutma tünellerinde teflon kaplama paneller kullanılarak ışıma ısı transferi verimliliğinin %50 arttırılabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atıştırmalık sektörü; ışıma; soğutma; verimlilik.

*Sorumlu yazar: ozan.altin@etietieti.com

Farklı Amiloz/Amilopektin Oranlarına Sahip Nişastaların Ksantan Gam (XG) ve Keçiboynuzu Gamı (LBG) Kombinasyonu ile Etkileşimi

Ezgi YILMAZ*, Duygu ÖZMEN

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya ve Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Gıda ürünlerinde kıvam arttırıcı, tatlandırıcı, emülgatör olarak kullanılan nişasta; düşük sıcaklıklarda çözünememe, yüksek pH ve kesme koşulları altında kararsızlık ve retrogradasyon sınırlamaları nedeniyle çoğunlukla hidrokolloidlerle kombine edilerek endüstride kullanılmaktadır. Bu çalışmada, sinerjistik etki gösteren ksantan gam (XG) ve keçiboynuzu gamı (LBG) 1:1 oranında karıştırılıp etil alkolle çöktürme yöntemi ile yeni bir gam kombinasyonu elde edilmiştir. Çalışmanın amacı elde edilen gam kombinasyonunun farklı amiloz/amilopektin oranlarına sahip mısır (28/72), patates (22/78) ve waxy mısır (1/99) nişastalarıyla etkileşiminin incelenmesidir. Toplam kuru madde ağırlığı %8 olacak şekilde nişasta/gam oranları 90:10, 95:5 ve 100:0 olarak hazırlanmış ve karışımların reolojik özellikleri belirlenmiştir. Bulgular, tüm örneklerin ($G' > G''$) jel yapısında elastik bir davranış sergilediğini, gam oranının artmasıyla viskozite ve jel gücünün yükseldiğini göstermiştir. Sadece nişasta içeren kombinasyonlarda (100:0) amiloz oranının artmasıyla jelleşme artarken; gam ilaveli kombinasyonlarda (95:5, 90:10) patates nişastasının amiloz oranının mısır nişastasına göre düşük olmasına rağmen yüksek su emme özelliği nedeniyle mısır nişastasına yakın jel mukavemeti sağladığı gözlemlenmektedir. Ayrıca waxy nişastalı ürünler jelden ziyade yüksek viskoziteli sıvı davranışı göstermektedir. Elde edilen bulgular, amiloz/amilopektin oranına uygun gam kombinasyonlarının seçilmesiyle gıda ürünlerinde hedeflenen tekstür ve stabiliteye ulaşılabileceğini, bu sistemlerin dondurulmuş veya düşük kalorili gıda formülasyonlarında potansiyel kullanım alanı bulabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Amiloz/amilopektin oranı; keçiboynuzu gamı (LBG); ksantan gam (XG); nişasta; reoloji.

*Sorumlu yazar: ezgi.yilmaaz28@gmail.com

Avokado Tozu ve Ebegümeci Proteini İçerikli Bitkisel Çikolata Kreması Üretimi

Ezgi DERELİ[1,*], Zülal AKSOY CAF[1], Fadime SAĞDIÇ[1], Şevval DEMİRTAŞ[1], Burcu KUTBAY[1], Seda ERSUS[1,2]

[1]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, İzmir
[2]Ege Üniversitesi, İlaç Geliştirme ve Farmakokinetik Araştırma-Uygulama Merkezi, İzmir

ÖZET

Küresel ölçekte vegan beslenme eğilimlerinin ve sağlıklı yaşam bilincinin artması, geleneksel sürülebilir ürünlere alternatif olarak bitki bazlı, yüksek besin değerine ve fonksiyonel özelliklere sahip gıdaların geliştirilmesine yönelik çalışmaları hızlandırmıştır. Bu çalışmada; tekli doymamış yağ asitlerince zengin avokado meyvesi ile protein, mineral maddeler ve biyoaktif bileşenler açısından değerli ebegümeci yaprağından, elde edilen protein kullanılarak yenilikçi, bitki bazlı çikolata benzeri sürülebilir ürün geliştirilmiştir.

Bitkisel proteinin fonksiyonel özelliklerini ve emülsiyon kararlılığını iyileştirilmesi amacıyla ebegümeci protein tozu, turunçgil pektini ile Maillard reaksiyonu temelinde ultrases destekli yöntemle konjuge edilerek formülasyonda kullanılmıştır. Geleneksel sürülebilir çikolata kreması bileşenlerine alternatif olarak dondurarak kurutulmuş avokado tozu, tahin, kakao, doğal tatlandırıcı stevia ve protein konjugatı ile bitkisel kaynaklı fonksiyonel sürülebilir çikolata kreması üretilmiştir. Formülasyonda farklı oranlarda (0,3 g, 0,6 g ve 1 g) protein konjugatı kullanılmış ve ürünlerde fizikokimyasal analizler ile duyusal değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, en yüksek protein (%13,57) ve kül (%2,13) oranları 1,0 g konjugat içeren örnekte belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmede ise lezzet ve genel beğeni açısından en yüksek puanın 0,6 g konjugat içeren örneğe ait olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; avokado, tahin, kakao ve konjuge proteinin birlikte kullanımının, bitkisel protein içeriği arttırılmış ve duyusal açıdan kabul edilebilir yenilikçi sürülebilir ürün geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ebegümeci yaprağı proteini; fonksiyonel gıda; protein–pektin konjugatı; sürülebilir çikolata kreması.

1. GİRİŞ

Son yıllarda sağlıklı beslenme ve hastalıkların önlenmesine yönelik farkındalığın artması, tüketicilerin temel besin gereksinimlerinin yanı sıra sağlığa ek katkılar sağlayabilecek gıdalara yönelmesini desteklemiştir. Bu eğilim, fonksiyonel gıdalara olan ilgiyi artırmış ve bu ürünleri gıda sektöründe önemli bir araştırma ve yenilik alanı haline getirmiştir. Fonksiyonel gıdaların, içerdikleri biyoaktif bileşenler aracılığıyla kronik hastalık riskinin azaltılmasına ve genel sağlığın desteklenmesine katkı sağlayabileceği bildirilmektedir (Nazzaro vd., 2025; Şimşek vd., 2017).

Sağlıklı yaşam eğiliminin yanı sıra çevresel ve etik kaygılar da tüketicilerin beslenme tercihlerini değiştirmiştir. Özellikle vegan ve vejetaryen beslenmenin yaygınlaşması, bitkisel kaynaklı ve besinsel açıdan zenginleştirilmiş ürünlere olan talebi artırmıştır (Ersan vd., 2019). Bu değişimden etkilenen ürün gruplarından biri de şekerleme ve çikolata sektörüdür.

*Sorumlu yazar: ezgiiderelii@gmail.com

Geleneksel sürülebilir çikolata kremalarının yüksek miktarda rafine şeker ve doymuş yağ içerebilmesi, bu ürünlerin besin profilinin iyileştirilmesine yönelik yeni formülasyonları gerekli kılmıştır (Kara, 2024; Yıldırım, 2024).

Sürülebilir çikolata kremalarında yağ ve şekerin tekstür, ağız hissi ve lezzet üzerindeki belirleyici rolü dikkate alındığında, bu bileşenlerin tamamen uzaklaştırılması yerine uygun alternatiflerle formülasyonun geliştirilmesi önemlidir. Bu kapsamda avokado (*Persea americana*), bileşimi nedeniyle değerlendirilebilecek bitkisel kaynaklardan biridir. Avokado; özellikle tekli doymamış yağ asitleri, diyet lifi, B ve E grubu vitaminleri ile potasyum ve magnezyum bakımından zengindir (Göldağ ve Doğan, 2024). Ayrıca karbonhidrat profili, diyet lifinin yanı sıra D-mannoheptüloz ve poliol formu perseitol gibi yedi karbonlu (C7) karbonhidratların varlığıyla karakterize edilmektedir. Bu karbonhidratların avokadonun gelişimi ve olgunlaşması sırasında önemli değişimler gösterdiği bildirilmektedir (Beiro-Valenzuela vd., 2025).

Avokadonun yüksek su içeriği ve kolay bozulabilen yapısı, taze meyvenin depolanması sırasında mikrobiyal ve kimyasal bozulma riskini artırmaktadır. Bu nedenle avokadonun kurutularak toz hâline getirilmesi, su aktivitesinin azaltılması ve ürünün depolama dayanıklılığının artırılması açısından uygun bir işleme yöntemidir. Liyofilizasyon ise işlemin düşük sıcaklık ve vakum koşullarında gerçekleştirilmesi sayesinde ısıya duyarlı bileşenlerin korunmasına ve yüksek kaliteli avokado tozu elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Cheptoo vd., 2025).

Fonksiyonel bir sürülebilir ürünün geliştirilmesinde yalnızca besinsel bileşimin iyileştirilmesi yeterli değildir; kullanılan bileşenlerin ürünün fiziksel ve duyusal özellikleri üzerindeki etkileri de dikkate alınmalıdır. Proteinler, besin öğesi olarak görevlerinin yanı sıra emülsifikasyon, viskozite, su tutma ve yapı oluşumu gibi teknofonksiyonel özellikler göstermektedir (De Angelis vd., 2024). Bununla birlikte, bitkisel proteinlerin çözünürlüğü ve emülsiyon oluşturma kapasitesi sınırlı kalabilmektedir. Proteinlerin polisakkaritlerle konjugasyonu, bu özelliklerin geliştirilmesinde kullanılan yaklaşımlardan biridir. Maillard reaksiyonuna dayalı protein–polisakkarit konjugasyonunun proteinlerin ara yüzey özelliklerini ve emülsiyon stabilitesini iyileştirebildiği bildirilmektedir (Li vd., 2025).

Bitkisel proteinlerin elde edilmesinde ultrases destekli ekstraksiyon da etkili yöntemlerden biridir. Ultrases sırasında oluşan kavitasyon, bitkisel dokunun parçalanmasına ve hücre içerisindeki proteinlerin ekstraksiyon ortamına geçişinin kolaylaşmasına katkı sağlamaktadır. Bu yöntem, yeşil yapraklı bitkiler gibi protein içeriği düşük ancak fonksiyonel bileşenler bakımından zengin hammaddelerin değerlendirilmesinde avantaj sağlamaktadır (Akyüz vd., 2024). Ebegümeci yaprağından (*Malva sylvestris*) elde edilen bitkisel proteinin turunçgil pektini ile konjuge edilmesi, daha kararlı bir yağ-su ara yüzeyi oluşturulmasına yönelik bir yaklaşım sunmaktadır (Langyan vd., 2022).

Formülasyonda kullanılan kakao (*Theobroma cacao* L.), fenolik bileşikler bakımından zengin yapısı nedeniyle ürünün fonksiyonel özelliklerine katkı sağlayabilecek önemli bir bileşendir. Kakao ve *Theobroma* türlerinde kateşin ve epikateşin gibi flavanoller başta olmak üzere çeşitli fenolik bileşiklerin bulunduğu ve bunların antioksidan özelliklerle ilişkilendirildiği bildirilmektedir (Mar vd., 2024). Ayrıca kakao, ürüne karakteristik aroma ve renk kazandırması nedeniyle teknolojik açıdan da önemlidir. Kakao çekirdeklerinin fermantasyon ve kavurma aşamalarında meydana gelen değişimler, fenolik bileşiklerin dönüşümü ve kahverengi pigmentlerin oluşumu yoluyla renk ve duyusal özellikleri etkilemektedir (Shilpa vd., 2026). Bu

nedenle kakao, çalışmada aroma ve renk sağlamasının yanı sıra fonksiyonel özelliklere katkıda bulunan bir hammadde olarak değerlendirilmiştir.

Tahin (*Sesamum indicum* L. ezmesi), yüksek yağ içeriği ve yağ asidi bileşimi nedeniyle sürülebilir ürün formülasyonlarında işlevsel bir bileşendir. Tahinin yağ fraksiyonunda oleik ve linoleik asitlerin yanı sıra sesamin ve sesamolin gibi lignanlar bulunmaktadır (Sakketou vd., 2024; Potortì vd., 2026). Bu bileşenler tahinin besinsel ve fonksiyonel değerine katkı sağlarken, kendine özgü kıvamı da ürünün tekstürel özellikleri açısından önem taşımaktadır. Tahinin işlenme koşullarının reolojik davranış üzerinde etkili olduğu ve bilyalı değirmenle yapılan işlemlerde pseudoplastik akış davranışının gözlenebildiği bildirilmiştir (Jin vd., 2022). Bu nedenle tahin, hem yağ fazına katkı sağlamak hem de istenen sürülebilir yapının oluşturulması açısından önemlidir.

Formülasyonda rafine şeker kullanımının azaltılması amacıyla steviol glikozitlerden yararlanılmıştır. *Stevia rebaudiana* Bertoni kaynaklı steviol glikozitler, yüksek tatlandırma gücü ve düşük enerji katkısı nedeniyle şeker azaltılmış gıdalarda alternatif tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Hossain vd., 2017). Stevianın tatlandırıcı bileşenlerinin farklı analitik yaklaşımlarla karakterize edilmesi, bu bileşiklerin fonksiyonel tatlandırıcı olarak değerlendirilmesine temel oluşturmaktadır (Basharat vd., 2025; Ahsan vd., 2026). Bu çalışmada stevia kullanımı ile tatlılık profilinin korunması ve rafine şekerden kaynaklanan ilave şeker yükünün azaltılması amaçlanmıştır.

Sürülebilir kahvaltılık ürünler, özellikle çocuklar ve genç tüketiciler tarafından düzenli tüketilebildiğinden, bu ürünlerin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesi halk sağlığı açısından önemlidir (Işık ve Çelik, 2023). Bu doğrultuda çikolata ve benzeri sürülebilir ürünlerin diyet lifi, β-glukan ve kuruyemişlerle zenginleştirildiği çalışmalar bulunmaktadır (Özat, 2018; Amevor vd., 2018; Çelik vd., 2022). Bununla birlikte, liyofilize avokado tozunun ebegümeci yaprağı protein–turunçgil pektin konjugatı ile birlikte kullanıldığı ve farklı protein konsantrasyonlarının sürülebilir çikolata kremasının fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerindeki etkilerinin birlikte değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, liyofilize avokado tozu, ultrases destekli yöntemle elde edilen ebegümeci yaprağı protein–turunçgil pektin konjugatı, tahin, kakao ve stevia kullanılarak bitki bazlı, düşük şekerli ve protein bakımından zengin bir sürülebilir çikolata kreması geliştirmektir. Ayrıca farklı protein konsantrasyonlarının ürünlerin fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve ürün özelliklerine uygun en yüksek kabul gören protein düzeyinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Materyal

Araştırmada kullanılan avokado (*Persea americana*), ticari tahin (Koska), kakao tozu (Dorbi) ve tatlandırıcı olarak stevia tabletleri (Takita marka) lokal tedarikçilerden temin edilmiştir. Protein kaynağı olarak Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında ekstrakte edilen ebegümeci yaprağı protein tozu ve ticari turunçgil pektini kullanılmıştır (Caf vd., 2024). Analiz süreçlerinde kullanılan tüm kimyasal maddeler analitik saflıkta olup Sigma-Aldrich ve Merck firmasından tedarik edilmiştir (AOAC, 2016).

2.2. Yöntem

2.2.1. Avokado Tozu Üretimi

Olgun avokado meyveleri çekirdek ve kabuklarından ayrılarak 0,5 cm kalınlığında dilimlenmiştir (Shi vd., 2021). Dilimlenen meyveler −80 °C'de ön dondurma işlemine tabi tutulduktan sonra liyofilizatörde (Liyolife Freeze-Dryer, Manisa, Türkiye) −30 °C sıcaklık ve 0,05 mbar vakum altında 21 saat süreyle dondurularak kurutulmuştur. Kurutulmuş avokado parçaları analitik değirmende öğütülerek 250 µm elekten geçirilmiş ve ışık geçirmeyen nem geçirmez kaplarda muhafaza edilmiştir.

2.2.2. Ebegümeci Protein-Turunçgil Pektin Konjugasyonu

Ebegümeci yaprağı protein tozu ile turunçgil pektini 1:1 kütlesel oranda tartılarak 0,2 M fosfat tamponunda (pH 7,5) çözündürülmüş ve homojenizasyon için 1 saat su banyosunda bekletilmiştir (Aksoy, 2021). Süspansiyona Hielcher marka ultrases cihazında %100 genlik gücünde 80 °C sıcaklıkta 20 dakika süreyle ultrason destekli Maillard reaksiyonu uygulanmıştır (Kato, 2002; Akyüz vd., 2024). Elde edilen konjuge çözelti −30 °C'de 15 saat süreyle liyofilize edilerek konjuge protein tozu elde edilmiştir (Aksoy-Caf vd., 2024).

2.2.3. Çikolata Kreması Formülasyonları ve Üretimi

Konjuge protein miktarının ürün niteliklerine etkisini belirlemek üzere 0,3 g, 0,6 g ve 1,0 g konjuge protein içeren üç farklı formülasyon denenmiştir. Formülasyonlarda kullanılan hammadde miktarları ve bileşen katkıları Tablo 2.1'de detaylandırılmıştır. Kuru bileşenler (avokado tozu, kakao, konjuge protein, çözünmüş stevia) ön karıştırmaya tabi tutulduktan sonra tahine ilave edilmiş ve Ultraturrax homojenizatörde 10.000 devir/dakika hızda 5 dakika karıştırılarak sürülebilir çikolata kreması elde edilmiştir (Temel, 2018).

Tablo 2.1. Çikolata kreması üretiminde kullanılacak bileşenler ve oranları.

Bileşen	Min (%)	Max (%)	Katkısı
Tahin	50	55	Temel lezzet, besin değeri ve kremsi doku
Freeze-dry avokado	20	30	Sağlıklı fonksiyonel sebze bazlı bileşen
Kakao	7	10	Aroma ve renk
Konjuge bitkisel protein	0,3	1	Protein içeriğini artırma
Stevia	3	5	Tatlandırma

2.3. Analizler

Toplam kuru madde, toplam kül ve Soxhlet yöntemiyle ham yağ tayini AOAC yöntemlerine (AOAC, 1990) göre yapılmıştır. Protein içeriği Kjeldahl yöntemi (Kjeldahl, 1883) kullanılarak belirlenmiştir. Toplam protein içeriğini hesaplamak için 6,25'lik bir dönüşüm faktörü kullanılmıştır. Renk ölçümü, Hunter Lab CFLX-45-2 (Reston, Virginia, ABD) cihazı kullanılarak ve *L*, a*, b** değerleri incelenerek belirlendi. Tüm analizler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalama ± SS olarak ifade edilmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çikolata kreması örneklerine uygulanan fizikokimyasal ve duyusal analiz sonuçları, eklenen konjuge protein konsantrasyonunun ürünün kalite parametreleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler oluşturduğunu göstermiştir.

3.1. Protein ve Yağ Analizi Bulguları

Protein analizi sonuçlarına göre; formülasyondaki konjuge protein miktarının artışına paralel olarak ürünün toplam protein içeriği istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,05$) yükselmiştir (Kjeldahl, 1883). En yüksek protein oranı %13,57 ± 0,09 ile 1 g konjuge protein içeren örnekte tespit edilirken, 0,6 g proteinli örnek %12,70 ± 0,31 ve 0,3 g proteinli örnek %12,43 ± 0,10 değerlerini almıştır. Formülasyonda yer alan tahinin %23–27 oranındaki doğal protein içeriği de toplam protein havuzuna önemli katkı sağlamıştır (Sakketou vd., 2024). Ebegümeci yaprağı protein konjugatının sürülebilir kremaların besinsel değerini artırmada oldukça etkili olduğu belirlenmiştir (Aksoy-Caf vd., 2024). Literatür incelendiğinde; Amevor vd. (2018), kaju cevizi ilavesiyle zenginleştirilen çikolata kremlerinde kaju oranının artmasıyla protein içeriğinin kayda değer şekilde yükseldiğini bildirmiştir. Çetiner ve Bilek (2018) ile Langyan vd. (2022) ise yeşil yapraklı bitkilerden ekstrakte edilen ve modifiye edilen yaprak proteinlerinin, geleneksel şekerleme ve sürülebilir ürünlerin besinsel değerini artırmada etkili ve sürdürülebilir bir bitki bazlı alternatif sunduğunu vurgulamışlardır. Bu bulgular, tasarlanan konjuge protein matrisinin çikolata kremasının protein profilini yükseltmedeki başarısını kanıtlamaktadır.

Yağ analizi bulgularında en yüksek ham yağ oranı %67,27 ± 0,17 ile 0,3 g proteinli örnekte ölçülürken, 0,6 g proteinli örnek %65,53 ± 0,15 ve 1 g proteinli örnek %66,57 ± 0,21 yağ içeriği göstermiştir (AOAC, 2016). Yağ içeriğindeki baskın kaynağın tahin ve avokado yağı olduğu, oleik ve linoleik asit zenginliğinin ürünün kremsi ağız hissiyatını desteklediği saptanmıştır (Ford vd., 2023; Potortì vd., 2026). Nitekim Zhang vd. (2023), Maillard reaksiyonu esasına dayalı protein-polisakkarit konjugatlarının yağ-su ara yüzeyinde oluşturduğu amfifilik tabaka sayesinde lipid fazını matris içinde kararlı şekilde hapsettiğini ve kremsi ağız hissini koruduğunu belirtmektedir.

3.2. Kuru Madde, Nem ve Kül Tayini Bulguları

Kuru madde ve nem içerikleri arasında tam bir matematiksel ters korelasyon tespit edilmiştir (AOAC, 1990). En yüksek kuru madde oranı %58,50 ± 0,18 ile 0,6 g protein ilaveli örnekte saptanırken, en düşük nem içeriği de aynı örnekte (%41,50 ± 0,18) ölçülmüştür. Buna karşın 1 g protein ilaveli örnek %44,27 ± 0,46 nem ve %55,73 ± 0,46 kuru madde oranı sergilemiştir (AOAC, 1990). Kül tayini sonuçlarına göre; protein ilavesine bağlı olarak inorganik mineral madde birikimi artmış ve en yüksek kül miktarı %2,13 ± 0,01 ile 1 g proteinli örnekte belirlenmiştir (Rannou vd., 2015). Tahinin doğal kalsiyum, magnezyum ve fosfor içeriği ile ebegümeci yaprağının mineral zenginliği yüksek kül değerlerini açıklamaktadır (Sumaina ve Laban, 2021; Akyüz vd., 2024). Bunun yanı sıra, Sakketou vd. (2024) ile Potortì vd. (2026), tahin bazlı gıda ürünlerinde mineral katkısının kül analizlerine doğrudan yansıdığını doğrulamaktadır. Benzer şekilde Amevor vd. (2018), sürülebilir kakao kremalarına bitkisel protein ve sert kabuklu meyve unları eklendiğinde toplam kül ve mikro besin ögesi profillerinin belirgin şekilde arttığını rapor etmiştir.

3.3. Renk ve Duyusal Analiz Bulguları

HunterLab renk analizinde L^* (parlaklık) değeri 0,3 g proteinli örnekte en koyu seviyede (19,12 ± 0,24) ölçülmüştür. Protein miktarı 0,6 g ve 1,0 g'a çıkarıldığında L^* değerleri sırasıyla 23,27 ve 23,28'e yükselerek ürünün parlaklığını artırmıştır. Kırmızılık a^* parametresi 10,57 ile 11,62 arasında, sarılık b^* parametresi ise 14,14 ile 17,45 arasında belirlenmiş; kakaodaki polifenoller ve avokado pigmentlerinin renk stabilitesini koruduğu anlaşılmıştır (Shilpa vd., 2026). Duyusal değerlendirmede en yüksek genel beğeni skoru 3,85 puan ile 0,6 g konjuge

protein içeren örnekte elde edilmiştir (ISO, 2017). Panelistler 0,6 g proteinli reçetenin kıvam, homojenlik ve sürülebilirlik dengesini çok iyi olarak nitelendirmiştir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, dondurarak kurutulmuş avokado tozu ve ultrases destekli Maillard konjugasyonuyla hazırlanan ebegümeci yaprağı protein-turunçgil pektin konjugatı kullanılarak düşük şekerli ve yüksek fonksiyonelliğe sahip yeni bir sürülebilir çikolata kreması üretilmiştir. Formülasyonda rafine şeker yerine doğal tatlandırıcı stevia tercih edilmiş, yağ ve lezzet bazı olarak tahin ve kakao kullanılarak ürünün besinsel profili optimize edilmiştir. Konjuge protein konsantrasyonunun artırılması ürünün toplam protein içeriğini %12,43'ten %13,57'ye, toplam kül içeriğini ise %1,63'ten %2,13'e artmıştır. Kuru madde (%58,50) ve nem (%41,50) dengesi açısından en optimum fizikokimyasal kararlılık 0,6 g konjuge protein içeren formülasyonda elde edilmiştir. Hedonik skala duyusal değerlendirmelerinde en yüksek genel beğeni skoru (3,85 puan) optimum kıvam ve sürülebilirlik sergileyen 0,6 g konjuge protein ilaveli örnekte tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, 0,6 g ebegümeci protein-pektin konjugatı içeren avokadolu çikolata kremasının endüstriyel üretime uygun en ideal formülasyon olduğunu göstermektedir. Gelecek araştırmalarda farklı bitkisel protein kaynakları ve polisakkarit türleri ile konjugasyon denemeleri yapılması önerilmektedir. Ayrıca ürüne reolojik analizler (akış eğrileri, depolama ve kayıp modülleri) ve raf ömrü depolama testleri uygulanarak ticari potansiyeli geliştirilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında 1919B012536019 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Ahsan, H. F., Bashir, S., Basharat, S., & Tufail, T. (2026). Multi-analytical characterization of Stevia rebaudiana powder: Nutritional, phytochemical, antioxidant, and NMR-based profiling. Scientific Reports, 16, 1024.

Aksoy, Z. (2021). Bitkisel Protein İzolatının Polisakkaritlerle Fonksiyonel Özelliklerinin Geliştirilmesi, Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi, Türkiye, Tez no: 693686

Akyüz, A., Tekin, İ., Aksoy, Z., & Ersus, S. (2024). Plant protein resources, novel extraction and precipitation methods: A review. *Journal of Food Process Engineering*, *47*(10), e14758.

Amevor, P. M., Laryea, D., & Barimah, J. (2018). Sensory evaluation, nutrient composition and microbial load of cashew nut–chocolate spread. *Cogent Food & Agriculture*, *4*(1), 1480180.

AOAC. (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (15th ed.). Washington, DC: AOAC International.

AOAC. (2016). Official Methods of Analysis of AOAC International (20th ed.). Rockville, MD: AOAC International.

Basharat, S., Zhai, L., Jiang, F., Asjad, T., Khan, A., & Liao, X. (2025). Screening and comparative genomics of probiotic lactic acid bacteria from bee bread of Apis cerana: Influence of stevia and stevioside on bacterial cell growth and the potential of fermented stevia as an antidiabetic, antioxidant, and antifungal agent. *Microorganisms*, *13*(2), 216.

Caf, Z. A., Akyüz, A., & Ersus, S. (2024). Optimization of protein extraction from mallow leaves: enhancing yield through various extraction methods. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, (SUIC), 25-36.

Çelik, K., Ergonul, P. G., & Çelik, S. (2022). Fonksiyonel çikolata üretiminde inovatif yaklaşımlar. *Food and Health*, *8*(3), 241-259.

Çetiner, M., & Bilek, S. E. (2018). Bitkisel protein kaynakları. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, *33*(2), 111-126.

Cheptoo, A., Ebere, R., & Arimi, J. (2025). Avocado pulp: A review of nutritional profile, functional attributes, drying techniques, and avocado pulp products. *Journal of Food Processing and Preservation*, *2025*(1), 4810929.

Ford, N. A., Spagnuolo, P., Kraft, J., & Bauer, E. (2023). Nutritional composition of Hass avocado pulp. *Foods*, *12*(13), 2516.

Göldağ, R., & Doğan, M. (2024). Avokado (Persea americana Mill.)'nun besin içeriği, antioksidan özelliği ve potansiyel sağlık faydaları. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi*, *6*(1), 62-69.

Hossain, F. (2017). Cultivation and uses of stevia (Stevia rebaudiana Bertoni): A review. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*.

Işık, S., & Çelik, Ş. (2023). Sürülebilir Özellikte Yeni Kahvaltılık Bir Ürün: Dut Pekmezi Kreması. *Tarim ve Doga Dergisi*, *26*(2), 326.

ISO. (2017). ISO 6658:2017 Sensory analysis — Methodology — General guidance. Geneva: International Organization for Standardization.

Jin, L., Zhao, X. J., Zhao, Y., Gao, S. A., Liu, H. M., Ma, Y. X., ... & Hou, L. X. (2022). Physicochemical properties of the sesame paste produced by a novel process technology—ball milling. *International Journal of Food Science and Technology*, *57*(11), 7254-7266.

Kara, O. O. (2024). Fonksiyonel gıda üretiminde yeni yaklaşımlar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *29*(3), 1064-1081.

Kjeldahl, J. G. C. T. (1883). Neue methode zur bestimmung des stickstoffs in organischen körpern. *Zeitschrift für analytische Chemie*, *22*(1), 366-382.

KS, S., JS, M., Mohanan, S., Nair, R. S., Pulickal, R. T., Joseph, J., ... & Muhie, S. H. (2026). Fermentation and chemical composition as determinants of genetic and biochemical variation in cocoa (Theobroma cacao L.) bean colour. *Scientific Reports*, *16*(1), 14492.

Langyan, S., Yadava, P., Khan, F. N., Dar, Z. A., Singh, R., & Kumar, A. (2022). Sustaining protein nutrition through plant-based foods. *Frontiers in nutrition*, *8*, 772573.

Li, S., Wang, C., Dai, Y., Dai, J., & Wang, W. (2025). Novel technologies, effects and applications of modified plant proteins by Maillard reaction and strategies for regulation: A review. *Food Research International*, *204*, 115959.

Mar, J. M., da Fonseca Júnior, E. Q., Corrêa, R. F., Campelo, P. H., Sanches, E. A., & de Araújo Bezerra, J. (2024). Theobroma spp.: A review of it's chemical and innovation potential for the food industry. *Food Chemistry Advances*, *4*, 100683.

Nazzaro, C., Uliano, A., Lerro, M., & Stanco, M. (2025). From claims to choices: How health information shapes consumer decisions in the functional food market. *Foods*, *14*(4), 699.

Özat, E. T., (2018). β-Glukan İlavesi ile Fonksiyonel Çikolata Çeşitlerinin (Sütlü, Bitter, Beyaz ve Sürülebilir Kakaolu Fındık Kreması) Geliştirilmesi, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Türkiye Tez no: 531513

Potortì, A. G., Albergamo, A., Nava, V., Lo Turco, V., Litrenta, F., Spanò, I. M., & Di Bella, G. (2026). Chemical Composition and Nutritional Quality of Commercial Tahini. *Applied Sciences*, *16*(3), 1400.

Sakketou, E. K. I., Baxevanis, G. K., & Kanellos, P. T. (2024). The nutritional value and health properties of tahini and tahini-based products. *J. Atheroscler. Prev. Treat*, *15*, 9-17.

Şimşek, A. G. N., Taştan, H., & Dönmez, B. (2017). Fonksiyonel Gıdaların Yararlı Bulunması ve Kullanım Sıklığı İlişkisi, 1. *Uluslararası Turizmin Geleceği Kongresi: İnovasyon, Girişimcilik ve Sürdürebilirlik Kongresi (Futourism 2017)*, 28-30.

Yıldırım, T. (2024). Farklı Bitkisel Yağ Kaynaklı Hidrojel Oleojel ile Fonksiyonel Sürülebilir Çikolata Üretimi Yüksek lisans tezi, Amasya Üniversitesi, Türkiye, Tez no: 895333

Yılmaz, L. E., & Topçuoğlu, E. (2019). Bitkisel sütler ile zenginleştirilmiş probiyotik ürünlerin nitelikleri. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(2), 321–339.

Zhang, X., Wang, Q., Liu, Z., Zhi, L., Jiao, B., Hu, H., ... & Shi, A. (2023). Plant protein-based emulsifiers: Mechanisms, techniques for emulsification enhancement and applications. *Food Hydrocolloids*, *144*, 109008.

Fermente Siyah Havuç Posasından Ardışık Ekstraksiyon ve Biyoteknolojik Yöntemlerle Yüksek Katma Değerli Bileşenlerin Elde Edilmesi**

Murat İNTEPE, Ebru SOLMAZ, Nadide KOCAER, Alp Eren ŞAHİN*

Kızılay İçecek San. ve Tic. A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Afyonkarahisar

Bu çalışmada, geleneksel şalgam suyu üretim sürecinde yan ürün olarak açığa çıkan fermente siyah havuç posasının döngüsel ekonomi prensipleri doğrultusunda değerlendirilerek geri kazanımı amaçlanmıştır. Sıfır atık yaklaşımıyla tasarlanan üç aşamalı proses kapsamında ilk olarak posa, fenolik bileşenlerin termal degradasyonunu önlemek ve enerji tüketimini %30-%40 oranında azaltmak amacıyla 55 °C sıcaklıkta ısı pompalı kurutma yöntemiyle nem içeriği düşürülerek öğütülmüştür. İkinci aşamada, ultrasonik destekli ekstraksiyon ve makrogözenekli reçine saflaştırma teknikleri uygulanarak yüksek saflıkta doğal antosiyanin özütü elde edilmiştir. Son aşamada ise ortamdaki çözünür lifler (pektin ve inülin) su bazlı ekstraksiyonla ayrıştırılmış, geri kalan çözünmeyen selülozik lifler ise Trichoderma reesei kaynaklı selülaz, ksilanaz ve pektinaz enzim kompleksleriyle biyoteknolojik hidrolize tabi tutularak prebiyotik potansiyele sahip oligosakkaritlere dönüştürülmüştür. Proses optimizasyonu sonucunda 100 g kuru posadan 35–50 mg antosiyanin, 400–900 mg çözünebilir lif ve 1600 mg çözünmeyen lif türevli prebiyotik potansiyeli yüksek bileşen elde edilmiştir. Elde edilen biyoaktif özütlerin fonksiyonel içecek matrislerinde doğal renklendirici ve prebiyotik potansiyelli zenginleştirici bileşen olarak kullanılabilir nitelikte olduğu saptanmıştır. Çalışma, endüstriyel tarımsal atıkların yüksek katma değerli fonksiyonel gıda bileşenlerine dönüştürülebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antosiyanin; ardışık ekstraksiyon; biyoteknolojik dönüşüm; döngüsel ekonomi; siyah havuç posası.

*Sorumlu yazar: alpsahin@kizilay.com.tr

**Bu çalışma TÜBİTAK 1707 Siparişe Dayalı Ar-Ge Projeleri Destek Programı kapsamında 3255020 proje numarası ile desteklenmiştir.

Mikroenkapsülasyonun Nar Kabuğu Polifenollerinin Bitki Bazlı Yoğurtlardaki Biyoerişilebilirliğine Etkisi**

Senem KAMİLOĞLU BEŞTEPE[1,*], Bilge BUDAK[1], Cem DAVRAN[1], Ayşen CAN[2]

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa
[2]Lactalis Türkiye, Pamukova, Sakarya

Bu çalışmada, nar kabuğu atıklarından elde edilen polifenollerin mikroenkapsülasyon yoluyla bitki bazlı yoğurtlara kazandırılması ve mikroenkapsülasyonun toplam fenolik madde içeriği, antioksidan kapasite ve *in vitro* biyoerişilebilirlik üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Nar kabuklarına ultrases destekli ekstraksiyon uygulanmış, elde edilen ekstrakt maltodekstrin kullanılarak püskürtmeli kurutma ile mikroenkapsüle edilmiştir. Serbest ve mikroenkapsüle ekstrakt soya, yulaf ve badem bazlı yoğurtlara ilave edilmiş, inek sütü yoğurdu karşılaştırma amacıyla kullanılmıştır. Örneklerin toplam fenolik madde içeriği ile CUPRAC ve DPPH yöntemleriyle antioksidan kapasitesi, sindirim öncesinde ve *in vitro* gastrointestinal sindirim modeli sonrasında belirlenmiştir. Nar kabuğu ekstraktı ilavesi tüm yoğurtların fenolik madde içeriğini ve antioksidan kapasitesini artırmıştır. Mikroenkapsülasyonun etkisinin gıda matrisine bağlı olduğu, özellikle bitki bazlı yoğurtlarda serbest ekstrakta kıyasla toplam fenolik madde içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Bağırsak sindirimi sonrasında mikroenkapsüle ekstrakt içeren örneklerin toplam fenolik madde içeriği serbest ekstrakt içeren karşılıklarından daha yüksek bulunmuş ve en yüksek değer soya bazlı yoğurtta saptanmıştır. Bulgular, nar kabuğu polifenollerinin bitki bazlı ürünlerde değerlendirilmesinde mikroenkapsülasyonun gıda matrisine bağlı etkiler gösteren uygulanabilir bir yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyoerişilebilirlik; mikroenkapsülasyon; nar kabuğu; polifenoller; yoğurt alternatifleri.

*Sorumlu yazar: skamiloglu@uludag.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209-B Üniversite Öğrencileri Sanayiye Yönelik Araştırma Projeleri Desteği Programı kapsamında 1139B412401765 proje numarası ile desteklenmiştir.

Fındık Kabuğundan Selüloz Eldesinde Farklı Ağartma Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Şevval ÇELİK, Betül KALAYCIOĞLU, Emrah KIRTIL*

Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Gebze, Kocaeli

Türkiye'de yüksek miktarda oluşan fındık kabuğunun selülozca zengin bir hammaddeye dönüştürülmesi, tarımsal atıkların katma değerli biyomalzemelere kazandırılması açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, fındık kabuğundan selülozca zengin malzeme eldesi için alkali ön işlemi izleyen sodyum klorit ($NaClO_2$) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) ağartma yaklaşımları karşılaştırılmıştır. Öğütülmüş kabuklara %4 (k/h) NaOH ile 85–95 °C'de 1–1,5 saat ön işlem uygulanmış; ardından farklı koşullarda $NaClO_2$ veya %30 H_2O_2 ile ağartma gerçekleştirilmiştir. Ürünler kütlesel ürün verimi, CIELAB renk parametreleri, Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ve taramalı elektron mikroskopisi (SEM) ile değerlendirilmiştir. H_2O_2 ile ağartılan örneklerde yüksek sarılık (b^* = 28,4–36,7) sürerken, $NaClO_2$ uygulamaları daha düşük sarılık sağlamıştır. En dengeli renk profili HSB3 örneğinde (L^* = 77,3; b^* = 10,9) elde edilmiş; HSB4 en yüksek açıklığı (L^* = 83,1) göstermesine karşın daha sarı kalmıştır (b^* = 23,2). HSB1 ise %62,43 ile en yüksek kütlesel ürün verimini sağlarken düşük sarılık (b^* = 13,7) ve temiz, gözenekli tabakalı morfolojiyi birlikte sunmuştur. FTIR spektrumlarında 1730, 1600 ve 1515 cm^{-1} bantlarının zayıflaması; 1027 ve 897 cm^{-1}'deki selüloz bantlarının belirginleşmesi hemiselüloz ve ligninin uzaklaştırılması ve selülozun göreli zenginleşmesiyle uyumludur. Sonuçlar, fındık kabuğundan selülozca zengin ara ürün eldesinde $NaClO_2$ ağartmasının renk iyileştirmede H_2O_2'ye göre daha etkili olduğunu, HSB1 koşullarının ise renk kalitesi–verim dengesi bakımından öne çıktığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağartma; fındık kabuğu; selüloz; sodyum klorit; tarımsal atık.

*Sorumlu yazar: emrahkirtil@gtu.edu.tr

Çiyanın Fenolik Bileşikleri ve Isıl İşlem Yöntemlerinin Fenolik Bileşikler Üzerine Etkisi

Meltem LAÇİN*, Arzu BAŞMAN

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Çiya (*Salvia hispanica* L.) tohumu rosmarinik asit, kateşin, klorojenik asit, p-kumarik asit, kafeik asit, rutin ve kuersetin gibi fenolik bileşikler açısından zengindir. Fenolik bileşikleri sayesinde antioksidan ve antiinflamatuar etki göstermektedir.

Çiyaya uygulanan geleneksel (kavurma, pişirme, otoklavlama, vb.) ve modern (kızılötesi, mikrodalga, vb.) ısıl işlem yöntemleri tat-kokunun geliştirilmesi, istenilen rengin kazandırılması ve raf ömrünün uzatılması gibi amaçlar için kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde kullanılan sıcaklık-süre ilişkisi ve uygulanan yöntemin etki mekanizması fenolik bileşiklerin miktarında ve antioksidan kapasitede artma veya azalma şeklinde farklı etkiler yaratabilmektedir. Yüksek sıcaklık ve uzun işlem süresi genellikle ısıya duyarlı fenolik bileşiklerin parçalanmasına neden olabilmekte ve antioksidan aktivite genellikle azalmaktadır. Ancak oluşan Maillard reaksiyon ürünleri sayesinde antioksidan aktivitede artış gözlenebilmektedir. Geleneksel yöntemlerde işlem süresinin uzun olması dezavantaj yaratmaktadır. Otoklavlama ve yüksek sıcaklık-süre koşullarında uygulanan kavurma işlemleri, fenolik bileşiklerde azalmaya sebep olup antioksidan aktiviteyi olumsuz etkileyebilmektedir. Kızılötesi ve mikrodalga gibi modern yöntemler ise kısa işlem süresi ve maliyetlerin düşük olması ile dikkat çekmekte, etki mekanizması ile hücresel bileşenlerin parçalanmasında farklılık yaratarak fenolik bileşiklerin serbest hale geçmesine katkıda bulunabilmektedirler. Mikrodalga ve kızılötesi uygulamalarının etki mekanizmalarının farklı olması, geleneksel yöntemlerde elde edilen ürün özelliklerine düşük güç kullanımı ve kısa sürede ulaşılabilmesi sayesinde fenolik bileşiklerin miktarı ve antioksidan aktivite üzerine daha olumlu etki yaratabilmektedirler.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite; çiya; fenolik bileşikler; ısıl işlem.

*Sorumlu yazar: meltemlacin@hacettepe.edu.tr

Kızılötesi Uygulamasının Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Tohumunun Fenolik Bileşenleri ve Enzim İnhibisyonu Üzerine Etkisi**

Elif Nur DİLBİRLİĞİ, Arzu BAŞMAN*, Meltem LAÇİN

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Aspir tohumu, fenolik ve flavonoid bileşenler, ayrıca serotonin türevleri gibi sağlığa faydalı bileşenler bakımından zengindir. Çalışmada farklı güç (800 W, 1000 W, 1200 W) ve sürelerde (10 dk, 20 dk) kızılötesi uygulamasının aspir tohumlarının özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. 800 W ve 1000 W-10 dk örneklerinde klorojenik asit ve luteolin miktarlarında kontrole kıyasla istatistiksel olarak önemli olmayan bir artış gözlenmiştir. 1000 W-20 dk ve 1200 W örnekleri hariç ferulik asit miktarında kontrole kıyasla istatistiksel olarak önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Akasetin kontrol örneğinde tespit edilememiş, 1000 W-20 dk kızılötesi uygulamasıyla ilk kez tespit edilmiş ve 1200 W ile akasetin miktarında istatistiksel olarak önemli artış gözlenmiştir. Kuersetin, kızılötesi uygulamasıyla kademeli olarak azalmış, 1000 W-20 dk ve 1200 W örneklerinde tespit edilememiştir. Rutin sadece 1200 W-20 dk örneğinde azalmıştır. Tüm örneklerde *p*-kumarik asit tespit edilememiştir. Kontrole kıyasla N-(*p*-coumaroyl) serotonin miktarında (800 W-10 dk ve 1200 W-20 dk hariç) istatistiksel olarak önemli artış gözlenmiştir. N-feruloyl serotonin miktarı 800 W ve 1000 W-10 dk örneklerinde artmıştır.

1000 W-20 dk ve 1200 W örneklerinin tirozinaz inhibisyonunda kontrole kıyasla istatistiksel olarak önemli artış kaydedilmiştir. Kontrolde α-glukozidaz inhibisyonu %74,23 iken 1000 W ve 1200 W örneklerinde %69,15–69,98 arasında değişmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enzim inhibisyonu; fenolik bileşenler; kızılötesi.

*Sorumlu yazar: basman@hacettepe.edu.tr

**Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (Proje No: FHD-2023-20869) tarafından finansal olarak desteklenmiştir. Teşekkür ederiz.

Üzüm Posası Pektini İçeren Termiye ve Kavun Çekirdeği Bazlı Fermente Bitkisel Süt Alternatifinin Geliştirilmesi**

Rümeysa BALABAN, Fatmanur ABİK, Ertan ERMİŞ*

İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Üzüm posası, meyve suyu endüstrisinde önemli miktarda oluşan bir yan ürün olup, içerdiği pektin ve biyoaktif bileşenler nedeniyle fonksiyonel gıda uygulamaları için önemli bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada, üzüm posasından ekstrakte edilen pektinin (%0,2–1,0) termiye ve kavun çekirdeği bazlı fermente bitkisel süt benzeri ürünlerin bazı kalite özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Üzüm posasından elde edilen pektin verimi %3,75 olarak belirlenmiştir. Bitkisel süt karışımları *Streptococcus thermophilus* ve *Lacticaseibacillus rhamnosus* kültürleri ile fermente edilmiş, ürünlerde pH, toplam titre edilebilir asitlik (TTA), serum ayrılması, DPPH antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde analizleri gerçekleştirilmiştir. Pektin oranının artmasıyla pH değerlerinin 4,78'den 4,30'a düştüğü, TTA değerlerinin ise 0,277–0,407 g laktik asit/100 mL aralığında değiştiği belirlenmiştir. Antioksidan kapasite 2,17–2,35 mg TE/g, toplam fenolik madde miktarı ise 0,92–1,15 mg GAE/g arasında bulunmuştur. Buna karşın serum ayrılması değerleri %82,47–89,01 aralığında gerçekleşmiştir. Sonuçlar, üzüm posasından elde edilen pektinin fermente bitkisel sütlerde fonksiyonel özellikleri destekleyebileceğini, ancak ürün stabilitesinin iyileştirilmesine yönelik ilave optimizasyon çalışmalarına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fermente bitkisel süt; kavun çekirdeği; pektin; termiye; üzüm posası.

*Sorumlu yazar: ertan.ermis@gmail.com

**Bu çalışma, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: İZÜ-BAP-2025-100-004)

Doğal Kaynaklı Tatlandırıcıların Fizikokimyasal ve Teknolojik Özellikleri Açısından Karşılaştırılması: Bal, Hurma Suyu Konsantresi ve Elma Suyu Konsantresi

Gizem Şevval TOMAR*, Nur Simay BORAN YAĞMUR

Züber Alterna Gıda Sanayi Pazarlama ve Ticaret A.Ş., İstanbul

Doğal kaynaklı tatlandırıcıların gıda formülasyonlarında kullanımında, hammaddelerin yalnızca tatlandırma işlevlerinin değil, kimyasal bileşim ve fizikokimyasal özelliklerinin de formülasyonun teknolojik performansı ve son ürün özellikleri üzerindeki etkilerinin dikkate alınması gerekmektedir. Bu çalışmada bal, hurma suyu konsantresi ve elma suyu konsantresi; çözünür kuru madde, pH ve şeker bileşimi açısından karşılaştırılarak, bu farklılıkların hammadde seçimi ve formülasyon davranışı açısından önemi incelenmiştir.

Farklı hammadde partilerine ait kalite giriş sonuçlarında ortalama çözünür kuru madde değerleri bal, hurma suyu konsantresi ve elma suyu konsantresi için sırasıyla 81,33 ± 2,11, 70,13 ± 0,54 ve 70,36 ± 0,31 °Brix; ortalama pH değerleri ise 4,13 ± 0,22, 3,85 ± 0,64 ve 3,79 ± 0,34 olarak belirlenmiştir. Laboratuvar analizlerinde bal ve hurma suyu konsantresinde fruktoz ve glikozun baskın olduğu, elma suyu konsantresinde ise glikozun daha düşük (%21,43) ve sakkarozun daha yüksek (%6,90) düzeyde bulunduğu görülmüştür. Fruktozun sakkaroza kıyasla daha yüksek göreli tatlılığa sahip olması, şeker bileşiminin tatlılık karakteri açısından önemini göstermektedir. Balın daha yüksek çözünür kuru madde içeriği, aynı kullanım oranında formülasyona taşınan kuru madde miktarını değiştirirken; karakteristik aroma profili ve yüksek viskozitesi duyusal özellikler ve proses edilebilirlik açısından önem taşımaktadır. Bulgular, doğal kaynaklı tatlandırıcıların kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri bakımından doğrudan eşdeğer olmadığını ve hammadde seçiminin ürünün tatlılık, kuru madde, pH, tekstür, duyusal profil ve proses gereklilikleri birlikte değerlendirilerek yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bal; doğal tatlandırıcılar; elma suyu konsantresi; formülasyon; hurma suyu konsantresi; şeker profili; teknolojik performans.

*Sorumlu yazar: gizem.tomar@zuber.com

Fizikokimyasal ve Spektroskopik Analizlerle Sızma Zeytinyağında Tağşişin Belirlenmesi**

Ece TURGUT, Gizem SAĞLAM, Beyza KULA, Mutlu PİLAVTEPE-ÇELİK*

Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

Zeytinyağı, Akdeniz havzasının kültürel mirasının bir parçası olup yüksek besin değeriyle öne çıkan, ekonomik değeri yüksek bir üründür. Bu yüksek ekonomik değer, sızma zeytinyağını gıda sahteciliğinin ve tağşişin ana hedeflerinden biri haline getirmektedir. Bu çalışmada, sızma zeytinyağına ayçiçeği yağı, kanola yağı ve riviera zeytinyağının farklı oranlarda ilavesiyle gerçekleştirilen tağşişin fizikokimyasal ve spektroskopik yöntemlerle belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, %0, %1, %2, %3, %4, %5, %8, %10, %15, %20, %25 ve %100 oranlarında tağşiş içeren numuneler hazırlanmış; yoğunluk, kırılma indisi, renk ve serbest yağ asitliği analizlerinin yanı sıra ultraviyole (UV), Fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) ve yakın kızılötesi (NIR) spektroskopisi ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, yoğunluk, kırılma indisi ve serbest yağ asitliğinin tağşişi ayırt etme potansiyelinin kullanılan yağın türüne ve ilave oranına bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Renk farklılıklarının özellikle yüksek tağşiş oranlarında daha belirgin olduğu belirlenmiştir. UV, FTIR ve NIR spektrumlarında ise tağşiş türü ve oranına bağlı ölçülebilir değişimler gözlenmiştir. Sonuç olarak, fizikokimyasal analizlerin spektroskopik tekniklerle birlikte kullanılmasının sızma zeytinyağında farklı yağlarla gerçekleştirilen tağşişin belirlenmesinde hızlı, ekonomik ve uygulanabilir bir ön tarama yaklaşımı sunabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fizikokimyasal analiz; FTIR; NIR; sızma zeytinyağı; tağşiş.

*Sorumlu yazar: mutlucelik@gtu.edu.tr

**Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2025 yılı çağrısı kapsamında 1919B012537743 proje numarası ile desteklenmiştir.

Dose-Dependent Effect of Allicin-Enriched Edible Coating System on the Microbiological Safety and Shelf Life of Refrigerated Chicken Drumsticks

Melda İLHAN ÖZKAN[1,*], Sibel KAYA BAYRAM[1], Berfin Eda ELÇİK[1], Ayşe Handan BAYSAL[2], Şeyda ÇANCI[2]

[1]R&D Center, Abalıoğlu Lezita Gıda Sanayi A.Ş., İzmir
[2]İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, İzmir

Natural antimicrobial compounds have gained attention as clean-label alternatives for extending the shelf life of poultry products. This study investigated the concentration-dependent effects of allicin incorporated into a chitosan edible coating on the microbiological, physicochemical, oxidative, and sensory quality of chicken drumsticks during refrigerated storage. Drumsticks were coated with chitosan containing 0%, 10%, or 20% allicin and stored at 4 °C. Physicochemical properties, instrumental color, lipid oxidation, and microbiological quality were evaluated at predetermined intervals. Sensory attributes were assessed by 30 untrained panelists using a five-point hedonic scale. Data were analyzed using one-way analysis of variance followed by Tukey's test ($p < 0.05$). Allicin significantly enhanced the preservative efficacy of the chitosan coating. The 20% treatment showed the greatest antimicrobial activity, reducing total viable counts by approximately 1 log CFU/g on days 16 and 17 and by 1.4 log CFU/g on day 18 compared with the control. Yeast and mold counts were also reduced after day 9. Allicin treatments significantly inhibited lipid oxidation, particularly at 20%. No adverse effects were observed on nutritional composition or sensory acceptability. Overall, allicin-enriched chitosan coatings showed potential for extending the refrigerated shelf life of poultry products.

Keywords: Allicin; chitosan coating; poultry meat; shelf life.

*Sorumlu yazar: melda.ilhan@lezita.com.tr

Cyberlindnera fabianii MİAU-1 Suşunun Ön İşlem Uygulanmamış Zeytin Karasuyunda Gelişimi ve Toplam Fenolik Madde Üzerine Etkisi

Kübra ERYAŞAR ÖRER*, Seda KARASU YALÇIN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu

Zeytin karasuyu, yüksek organik yükü ve fenolik madde içeriğiyle önemli bir atık sudur. Zeytin karasuyu, Balıkesir'deki bir zeytinyağı işletmesinden temin edilmiştir. Bu çalışmada, *Cyberlindnera fabianii* MİAU-1'in üç fazlı sistemden kaynaklanan zeytin karasuyunda gelişme ve toplam fenolik madde miktarını azaltma potansiyeli araştırılmıştır. İzolasyon kaynağı gıda endüstrisi yan ürünü olan *C. fabianii* MİAU-1 (GenBank erişim numarası: PX495087), zeytin karasuyuna %10 oranında inoküle edilmiştir. Zeytin karasuyu, fabrikadan temin edildiği haliyle; seyreltilmeden, pH ayarlaması yapılmadan, herhangi bir karbon veya azot kaynağı eklenmeden ve sterilize edilmeden kullanılmıştır. Çalışma, 30 °C ve 120 devir/dakika hızında çalkalamalı su banyosunda 248 saat sürdürülmüştür. Maya gelişimi kültürel sayım, toplam fenolik madde miktarı ise Folin–Ciocalteu yöntemiyle belirlenmiştir.

Başlangıçta 6,60 ± 0,00 log KOB/mL olan maya sayısı, 72. saatte 8,00 ± 0,07 log KOB/mL, 120. ve 248. saatlerde ise 8,68 ± 0,05 ve 8,66 ± 0,08 log KOB/mL olarak belirlenmiştir. Ham zeytin karasuyunda 7748,21 ± 138,90 mg GAE/L olan toplam fenolik madde miktarı, 24. saatte %38,83 azalmış, 248. saatte en yüksek %57,39 düzeyinde azalarak 3301,79 ± 37,88 mg GAE/L değerine ulaşmıştır. Karşılaştırma amacıyla incelenen *Yarrowia lipolytica* NBRC 1658 ve ticari kuru mayadan izole edilen *Saccharomyces cerevisiae* ise zeytin karasuyunda gelişememiştir. *C. fabianii* MİAU-1 suşunun, herhangi bir ön işlem uygulanmamış zeytin karasuyunun fenolik yükünün azaltılmasına yönelik biyolojik arıtma çalışmalarında değerlendirilebilme potansiyeli gösterdiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Cyberlindnera fabianii*; toplam fenolik madde; zeytin karasuyu.

*Sorumlu yazar: kubraeryasar@ibu.edu.tr

Cibrika Otlu Peynirinin Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi**

Zeynep KAÇAR[1], Nükhet Nilüfer ZORBA[2,*]

[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Çanakkale

[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

Bu çalışma; Çanakkale'nin Biga ilçesine bağlı Gümüşçay beldesinde geleneksel yöntemlerle üretilen Cibrika (*Satureja hortensis* L.) otlu rulo peynirinin üretim ve depolama (+4 °C, vakumlu ambalaj) aşamalarındaki mikrobiyolojik profilini belirlemek ve baharat ilavesinin mikrobiyota üzerindeki etkisini otlu ve kontrol (otsuz) grupları kıyaslayarak değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Pastörize süt, teleme, peynir altı suyu, baskı ve haşlama evreleri ile depolamanın 0, 30 ve 120. günlerinde mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Üretim basamaklarında toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) 5,80–7,25, koliform 4,27–6,39, *Escherichia coli* 2,00–5,17, laktik asit bakterileri (LAB) 4,50–7,10 ve maya-küf yükü 2,00–8,01 log KOB/g aralığında saptanmıştır. Depolamada TMAB sayıları otlu ve otsuz örneklerde sırasıyla 6,59–7,96 ve 7,20–7,72 log KOB/g olarak saptanmış, koliform yükü gruplarda sırasıyla 4,67–7,45 ve 6,26–7,98 log KOB/g aralığında seyretmiştir. LAB düzeyleri 6,40–6,81 ve 6,42–7,66 log KOB/g; maya-küf düzeyleri ise 4,64–7,11 ve 5,35–6,13 log KOB/g olarak belirlenmiştir. Başlangıçta örneklerin ikisinde 3 log KOB/g seviyesinde rastlanan *E. coli*, depolamanın ilerleyen günlerinde tespit edilmemiştir. Ot ilavesinin mikrobiyel popülasyon gelişimi üzerinde istatistiksel açıdan belirleyici bir inhibisyon oluşturmadığı gözlenmiştir. Yüksek koliform ve maya-küf varlığı, geleneksel küçük ölçekli işletmelerdeki süreç ve çevre kaynaklı kontaminasyon riskini yansıtmakta olup üretimde GMP ve HACCP ilkelerinin titizlikle uygulanması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Cibrika otu; mikrobiyolojik kalite; peynir.

*Sorumlu yazar: dnukhet@comu.edu.tr

**Bu çalışma Biga Eceköy Kadın Kooperatifi tarafından desteklenmiştir.

Gıda Güvenliğinde Yeni Nesil Katalitik Yaklaşımlar: Nanozim Tabanlı Sistemlerin Güncel Uygulamaları ve Gelecek Perspektifleri

Gökhan Gurur GÖKMEN*

Alanya Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Gıda Kalite Kontrolü ve Analizi Programı, Alanya, Antalya

Gıda kaynaklı hastalıkların küresel ölçekte yaygınlaşması, hızlı, duyarlı ve ekonomik gıda güvenliği yöntemlerine duyulan gereksinimi artırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, doğal enzimlere alternatif olarak geliştirilen nanozimlerin gıda güvenliğindeki güncel uygulamalarını, avantajlarını ve sınırlılıklarını değerlendirmektir. Bu kapsamda metal, metal oksit, karbon ve metal-organik kafes temelli nanozimlerin katalitik özellikleri ile gıda analizleri, antimikrobiyal uygulamalar ve akıllı ambalaj sistemlerindeki kullanım alanları güncel literatür doğrultusunda incelenmiştir. Nanozimlerin peroksidaz, oksidaz ve katalaz benzeri aktiviteleri sayesinde gıda kaynaklı patojenlerin, toksik bileşiklerin ve çeşitli hedef analitlerin hızlı ve duyarlı biçimde belirlenmesine olanak sağladığı görülmektedir. Ayrıca reaktif oksijen türlerinin oluşumunu katalizleyerek mikrobiyal hücre bileşenlerinde oksidatif hasara neden olabilmekte ve biyofilm oluşumunu baskılayabilmektedir. Nanozimlerin ambalaj sistemlerine entegrasyonu, antimikrobiyal koruma ile gıda kalitesinin gerçek zamanlı izlenmesini bir araya getiren özgün bir yaklaşım sunmaktadır. Bununla birlikte, olası nanotoksisite, katalitik mekanizmaların tam olarak açıklanamaması ve karmaşık gıda matrislerindeki performans değişkenliği önemli sınırlamalardır. Sonuç olarak nanozimler, sürdürülebilir ve akıllı gıda güvenliği sistemlerinin geliştirilmesinde yüksek potansiyele sahip yenilikçi katalitik platformlardır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ambalaj; antimikrobiyal aktivite; gıda güvenliği; nanozim; reaktif oksijen türleri.

*Sorumlu yazar: gokhangurur.gokmen@alanyauniversity.edu.tr

Propolisin Ekmek Üretiminde Doğal Koruyucu Olarak Kullanımı: Mikrobiyal Raf Ömrü, Antioksidan Aktivite ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri

İbrahim PALABIYIK[1], Fatih AKYÜZ[2], Harun Sami ÇİFTÇİ[2,*], Çağlar DOĞUER[3]

[1]Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Tekirdağ
[2]EKSUN Gıda Tarım Sanayi ve Ticaret A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Tekirdağ
[3]Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, Tekirdağ

Ekmek, yüksek su aktivitesi ve besin içeriği nedeniyle özellikle küf gelişimine açık bir gıda olup raf ömrünün uzatılmasında çoğunlukla kimyasal koruyuculardan yararlanılmaktadır. Bu çalışmada, propolisin gıdaları koruması üzerine laktik asit bazlı propolis ekstraktının ekmekte mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında propolisin gıda muhafazası ve aktif ambalajlama uygulamaları ile tost ekmeğine %0,1, %0,3 ve %0,5 oranlarında laktik asit bazlı propolis ekstraktı ilave edilen deneysel bir çalışma birlikte değerlendirilmiştir. Deneysel çalışmada ekmeklerin toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivitesi, renk, tekstür, küf gelişimi ve duyusal kabul edilebilirlik özellikleri depolama süresince incelenmiştir.

Propolis, içerdiği fenolik asitler ve flavonoidler sayesinde antimikrobiyal ve antioksidan etki göstermiştir. Tost ekmeğine propolis ekstraktı ilavesi, fenolik madde içeriğini ve antioksidan aktiviteyi doza bağlı olarak artırırken küf gelişimini baskılamıştır. En güçlü etki %0,5 propolis içeren ekmeklerde görülmüş; bu örneklerde toplam fenolik madde içeriği 24,02 mg GAE/g kuru madde, antioksidan aktivite ise %59,03 olarak belirlenmiştir. Propolis, depolama süresince ekmeğin renk ve tekstür özelliklerinde değişikliklere yol açmasına rağmen genel duyusal kabul edilebilirliği olumsuz etkilememiştir.

Laktik asit bazlı propolis ekstraktı, ekmeklerde küf gelişimini sınırlandırırken antioksidan kapasiteyi ve fenolik madde içeriğini artırabilen doğal ve çok işlevli bir katkı maddesidir. Özellikle %0,5 kullanım düzeyi, duyusal kabulü olumsuz etkilemeden mikrobiyal raf ömrünün uzatılması bakımından umut verici görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğal koruyucu; ekmek; küf inhibisyonu; propolis; raf ömrü; temiz etiket.

*Sorumlu yazar: harunsami@gmail.com

Asetik Asit Bakterilerinin Probiyotik Potansiyeli ve Biyoaktif Metabolitleri

Gülden KILIÇ*

Alanya Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Alanya, Antalya

Asetik asit bakterileri (AAB), Acetobacteraceae familyasına ait, doğada, şeker ve alkol oranı yüksek ortamlarda yaygın olarak bulunan mikroorganizma grubudur. AAB'ler çeşitli fermente gıdalarda bulunmakta ve biyoteknolojik açıdan önemli metabolitler ürettiğinden "potansiyel probiyotik adaylar" olarak değerlendirilebilmektedir. Bu kapsamda, geleneksel süt ürünleri, sirke ve kombucha gibi fermente gıdalardan izole edilen *Acetobacter indonesiensis*, *A. syzygii*, *A. cibinongensis, A. fabarum*, *A. ghanensis*, *A. pasteurianus*, *A. tropicalis*, *Gluconobacter* sp., *Komagataeibacter* sp. ve *K. xylinus* gibi AAB türlerinin, düşük pH ve gastrointestinal sistemde canlılık, antibiyotik duyarlılığı, bağırsakta glukoz emilimini düzenleme, biyogüvenlik, antimikrobiyal, antioksidan ve antikanser aktivite gibi çok yönlü fonksiyonel özellikler sergilediği ve bu nedenle potansiyel probiyotik adaylar olarak değerlendirilebileceği belirtilmektedir. Buna ek olarak, AAB'ler tarafından üretilen metabolitler önemli biyolojik aktiviteler gösterebilmektedir. AAB'lerin biyoaktif metabolitleri, organik asitler (özellikle asetik asit), kısa zincirli yağ asitleri, enzimler, peptitler ve bakteriyosin benzeri bileşenlerdir ve biyolojik olarak aktif olan bu bileşikler antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antioksidan, antikanser ve hipokolesterolemik etkiler gösterebilmektedir. Sonuç olarak, AAB'ler hem potansiyel probiyotik hem de ürettikleri biyoaktif metabolitleri özellikleri açısından umut verici mikroorganizmalar olup, bu etkilerinin doğrulanması ve uygulamaya aktarılması için ileri düzey *in vivo* ve klinik çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu derleme çalışmasında, potansiyel probiyotik adayları olarak AAB'ler ve bu mikroorganizmaların ürettiği metabolitlere ilişkin güncel çalışmalar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Asetik asit bakterileri; biyokoruma; fonksiyonel gıdalar; postbiyotik; probiyotik.

*Sorumlu yazar: gulden.kilic@alanyauniversity.edu.tr

Endemik *Centaurea ptosimopappa* Ekstrelerinin Biyolojik Aktivite ve Hücresel Güvenlilik Açısından *in vitro* Değerlendirilmesi**

Simge KARA ERTEKİN[1,*], Hüseyin SERVİ[2], Zehra DEMİR[3]

[1]İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Toksikoloji Anabilimdalı, İstanbul
[2]İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilimdalı, İstanbul
[3]İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, İstanbul

Centaurea türleri, geleneksel kullanımları ve biyolojik aktiviteleri nedeniyle araştırılan önemli bitkisel kaynaklar arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'ye endemik *Centaurea ptosimopappa* bitkisinin toprak üstü kısımlarından elde edilen ekstrelerin biyolojik aktivite ve hücresel güvenlilik profilinin in vitro olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Petrol eteri, etil asetat, metanol ve metanol:su (70:30) ekstrelerinin 20, 100 ve 250 µg/mL konsantrasyonlardaki etkileri; L929 fibroblast hücreleri ile A549, MCF-7 ve U87MG kanser hücrelerinde 24 ve 48 saatlik maruziyetler sonrasında MTT yöntemiyle değerlendirilmiştir. 24 saatlik maruziyette L929 hücrelerinde belirgin sitotoksik etki gözlenmezken, 48 saatte ekstre türü ve hücre hattına bağlı farklı yanıt profilleri saptanmıştır. Petrol eteri ekstresi U87MG hücrelerinde, etil asetat ekstresi ise A549 ve U87MG hücrelerinde yüksek konsantrasyonda antiproliferatif etki göstermiştir. Metanol ve metanol:su ekstrelerinde 48 saatlik maruziyet sonrasında özellikle U87MG ve MCF-7 hücrelerinde hücre canlılığında azalma gözlenmiştir. L929 hücrelerinde gerçekleştirilen Comet testinde kuyruk %DNA, kuyruk uzunluğu ve Olive kuyruk momenti parametrelerinde anlamlı değişiklik saptanmamıştır. Bulgular, *C. ptosimopappa* ekstrelerinin sağlıklı ve kanser hücrelerinde farklı hücresel yanıt profilleri oluşturduğunu ve antiproliferatif potansiyellerinin ileri çalışmalarla araştırılması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antiproliferatif aktivite; biyolojik aktivite; *Centaurea ptosimopappa*; hücresel güvenlilik; MTT.

*Sorumlu yazar: simge.karaertekin@yeniyuzyil.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209 kapsamında 1919B012467301 proje numarası ile desteklenmiştir.

Keçiboynuzu Gamı ve Aloe Vera Jel İçeren Mikrodalga, Ultrases Uygulanmış Hamurlardan Elde Edilen Glutensiz Keklerin Kalite ve Bayatlama Özellikleri**

Semin Özge KESKİN[1,*], Mutlu PİLAVTEPE-ÇELİK[2]

[1]Kocaeli Üniversitesi, İzmit Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Kocaeli
[2]Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

Çölyak hastalığı, tahıllarda bulunan prolamin grubu proteinlerin (özellikle gliadin) tetiklediği ve genetik yatkınlığı olan bireylerde otoimmün bir mekanizma ile gelişen kronik bir ince bağırsak bozukluğudur. Hastalığın yönetilmesinde etkili olan yaklaşım, katı ve yaşam boyu sürdürülen glutensiz diyettir. Klasik formülasyonlarla (glutensiz nişasta ve rafine glutensiz unların kullanıldığı) üretilen fırıncılık ürünlerindeki temel problemler, kalite, besleme değeri ve diyet lif içeriklerinin düşüklüğü ile erken bayatlamadır. Bu çalışmada, keçiboynuzu gamı ile aloe vera jel içeren ve çeşitli teknolojik işlemlerle (ultrases ve mikrodalga ultrases kombinasyonu) modifiye edilmiş glutensiz hamurlardan fonksiyonel glutensiz kekler üretilmiştir. Bu keklerin fiziksel özellikleri (ağırlık, yükseklik, hacim, özgül hacim, yoğunluk, sertlik, renk), makro yapısı, mikro yapısı (SEM) ve bayatlama davranışları (sertlik, ağırlık kaybı) belirlenmiştir. Kek hamurunun modifikasyonu ve gam ile aloe vera jel ilavesi, elde edilen keklerin kalite ve bayatlama özelliklerini değiştirmiştir. Mikrodalga ultrases ile modifiye edilen, aloe vera jeli ve keçiboynuzu gamı içeren glutensiz fonksiyonel keklerin en yüksek hacim ve özgül hacim, en düşük yoğunluk değerlerine ve daha yavaş bayatlama hızına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aloe vera jel; bayatlama; fonksiyonel glutensiz kek; keçiboynuzu gamı; mikrodalga-ultrases.

*Sorumlu yazar: ozge.keskin@kocaeli.edu.tr
**Bu çalışma, Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından, Katılımlı Araştırma Projeleri kapsamında BAP 2024/3836 proje numarası ile desteklenmiştir.

Fermente Sebzelerden Fonksiyonel Gıda Bileşenine: Liyofilize Turşu Tozlarının Üretimi ve Karakterizasyonu

Burcu CAM[1], Melike KÜÇÜK[2], Elif TÜMAY ÖZER[2], Bilgen OSMAN[2], Yasemin ŞAHAN[3,*]

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa
[2]Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Bursa
[3]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Bu çalışmada, geleneksel fermente sebzelerin katma değerli ve standardize edilebilir gıda bileşenlerine dönüştürülmesi amacıyla salatalık (*Cucumis sativus* L.), beyaz lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata*) ve kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.) turşularından liyofilize toz üretimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen tozların bazı kalite ve fonksiyonel özellikleri belirlenmiştir. Liyofilize turşu tozlarında kuru madde, kül, pH, titre edilebilir asitlik, tuz, renk, toplam fenolik madde, antioksidan kapasite, uçucu bileşenlerin kalitatif analizi ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Liyofilizasyon sonucunda tüm örneklerde yüksek kuru madde içeriğine sahip toz ürünler elde edilmiş ve örneklerin renk özelliklerinde belirgin değişimler gözlenmiştir. Salatalık ve lahana turşusu tozları daha açık renk özellikleri gösterirken, kırmızı pancar turşusu tozu karakteristik kırmızı-mor rengini büyük ölçüde korumuştur. Liyofilize örnekler karşılaştırıldığında kırmızı pancar turşusu tozu en yüksek toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasiteyi göstermiştir. Salatalık ve lahana turşusu tozları ise daha düşük fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite değerleri sergilemiştir. Örneklerde genel olarak uçucu bileşen olarak D-limonen, asetik asit ve gama-terpinen belirlenmiştir. Liyofilize tozlarda kültüre edilebilir mikrobiyal gelişme saptanmamıştır. Sonuç olarak, liyofilizasyonun fermente sebzelerin toz forma dönüştürülerek alternatif bir gıda bileşeni olarak değerlendirilmesine olanak sağladığı; özellikle kırmızı pancar turşusu tozunun doğal renk ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle yenilikçi gıda formülasyonlarında kullanım açısından umut vadettiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan kapasite; fermente sebze; liyofilizasyon; turşu tozu; uçucu bileşen.

*Sorumlu yazar: yasemins@uludag.edu.tr

Farklı Kahve Ürünlerinde 5-Hidroksimetilfurfural (HMF) Düzeylerinin HPLC-DAD ile Kantitatif Analizi ve Karşılaştırılması

Şeyma ÖZKAN BÖLÜKBAŞI[1,2,*], Güler ÇELİK[1]

[1]TÜBİTAK Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı, Bursa
[2]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Kahve, dünya genelinde en yaygın tüketilen içeceklerden biri olup, içerdiği kafein, klorojenik asitler ve diğer biyoaktif bileşenler nedeniyle beslenme açısından önemli bir üründür. Bununla birlikte, kahve çekirdeklerinin kavrulması sırasında yüksek sıcaklıklara maruz kalması, proses kaynaklı bazı kontaminantların oluşumuna neden olabilmektedir. Bu bileşiklerden biri olan 5-hidroksimetilfurfural (HMF), ısıl işlem sırasında indirgen şekerlerin bozunması ve Maillard reaksiyonları sonucunda oluşan furan türevi bir bileşiktir. HMF'nin metabolizması sonucunda genotoksik potansiyel taşıyan reaktif metabolitlerin oluşabileceği bildirilmiş ve bu nedenle gıdalardaki HMF düzeylerinin izlenmesi önem kazanmıştır. Bu çalışmada, piyasada bulunan farklı kahve ürünlerindeki HMF düzeylerinin belirlenmesi ve ürün grupları arasındaki farklılıkların değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda farklı kahve ürünlerinden alınan numunelerde HMF konsantrasyonları, yüksek performanslı sıvı kromatografisi-diyot dizili dedektör (HPLC-DAD) yöntemi kullanılarak kantitatif olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre HMF konsantrasyonlarının yaklaşık 23–1556 mg/kg arasında değiştiği ve kahve ürünleri arasında belirgin farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, kahve ürünlerinde HMF düzeylerinin ürün türü ve uygulanan ısıl işlem koşullarına bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Düzenli olarak tüketilen kahve ürünlerinde HMF düzeylerinin izlenmesi, tüketici maruziyetinin değerlendirilmesine ve proses koşullarının optimize edilerek HMF oluşumunun azaltılmasına katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: 5-hidroksimetilfurfural; HMF; HPLC-DAD; kahve; Maillard reaksiyonu.

*Sorumlu yazar: seyma.bolukbasi@tubitak.gov.tr

2024 Mahsul Yılı Gün Kurusu (Natural) Kuru Kayısıda Okratoksin A Varlığının Değerlendirilmesi

Umut KOVANCILAR*, Cengiz DALLI, Buket ALANTOR

Anatolia Tarım, Laboratuvar, İzmir

ÖZET

Bu çalışma ile 2024 yılı Malatya'da hasat edilen natural (gün kurusu) kuru kayısının Okratoksin A varlığının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. HPLC metodu ile 323 farklı bölgeden gelen numuneler Okratoksin A analizine alınmıştır. Uygunluk durumları Avrupa Birliği Standardı maksimum limiti olan 2 ppb olarak baz alınmıştır. 2024 yılı mahsulünün Okratoksin A ortalama sonucu ise 6,05 ppb'dir. Buna göre tüm numunelerin Avrupa Birliği için uygunluk oranı %42,73'tür. Mahsul yılının sonuna doğru (2025 yılı nisan - mayıs ayı) bölgede meydana gelen don olayından kaynaklı olarak 2025 yılı içerisinde yeni mahsul gelmemiştir. Bunun sonucunda kurutma esnasında kontamine olmuş eski ürünlerin depolarda bekletilmesinin yanında, kurutma koşullarındaki kontaminasyondan kaynaklı ürün üzerinde tespit edilen Okratoksin A miktarında artış gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gün kurusu; HPLC; kuru kayısı; numune; okratoksin A.

1. GİRİŞ

Okratoksin A (OTA), kuru kayısı açısından önemli bir ve sıklıkla görülen bir mikotoksindir. Özellikle kurutma, depolama ve taşıma sırasında uygun olmayan sıcaklık - nem koşullarında *Aspergillus* ve *Penicillium* küfler tarafından oluşturulabilir. Kuru kayısı gibi uzun süre depolanan, ticari olarak ihraç edilen ürünlerde gıda güvenliği ve ihracat uygunluğu açısından kritik bir parametredir. Kurutmanın yeterince hızlı yapılmaması, ürünün yüksek nem içermesi, su aktivitesinin (a_w) yükselmesi, depoda yüksek bağıl nem, sıcaklığın uygun seviyelere çıkması, hasarlı/ezilmiş kontamine kayısıların bulunması, küflü ürünlerin diğer ürünlerle teması, uzun süreli depolama gibi sebepler ile Okratoksin A ürün üzerinde meydana gelebilir.

2. YÖNTEM

2.1. Numune Alımı

01,08.2024-01,08.2026 tarihleri arasında hammadde olarak gelen (işlenmemiş) natural kayısılar (gün kurusu) 2 kg olacak şekilde 323 farklı numune laboratuvarda Okratoksin A analizi için alınmıştır.

2.2. Okratoksin A Analizi

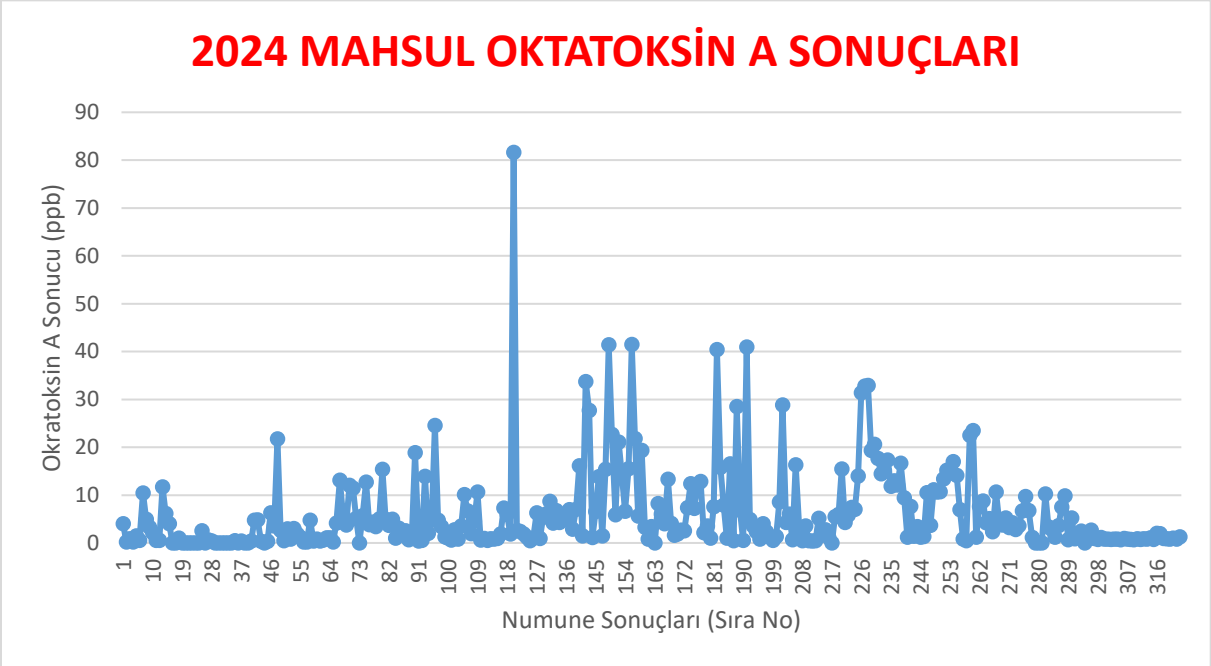
2 kg hammadde numunesi ile 2 kg saf su numunesi karıştırıcıda homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Bu karışımın 40 g numunesi blender içerisine tartılmıştır. Üzerine 80 mL saf su ve 100 mL %2'lik sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$) ilave edilmiştir. 2 dakika blenderda karıştırılmıştır. Filtre kağıdı ile süzdürülmüştür. Süzüntüden 10 mL erlen içerisine tartılmıştır. 10 mL Phosphate Buffered Saline (PBS) eklenmiştir. Bu karışımı dakikada 3 mL akacak şekilde Ochrascan® kolonundan geçirilmiş, daha sonra Ochrascan® kolonunu 20 mL %20'lik

*Sorumlu yazar: umut.kovancilar@gmail.com

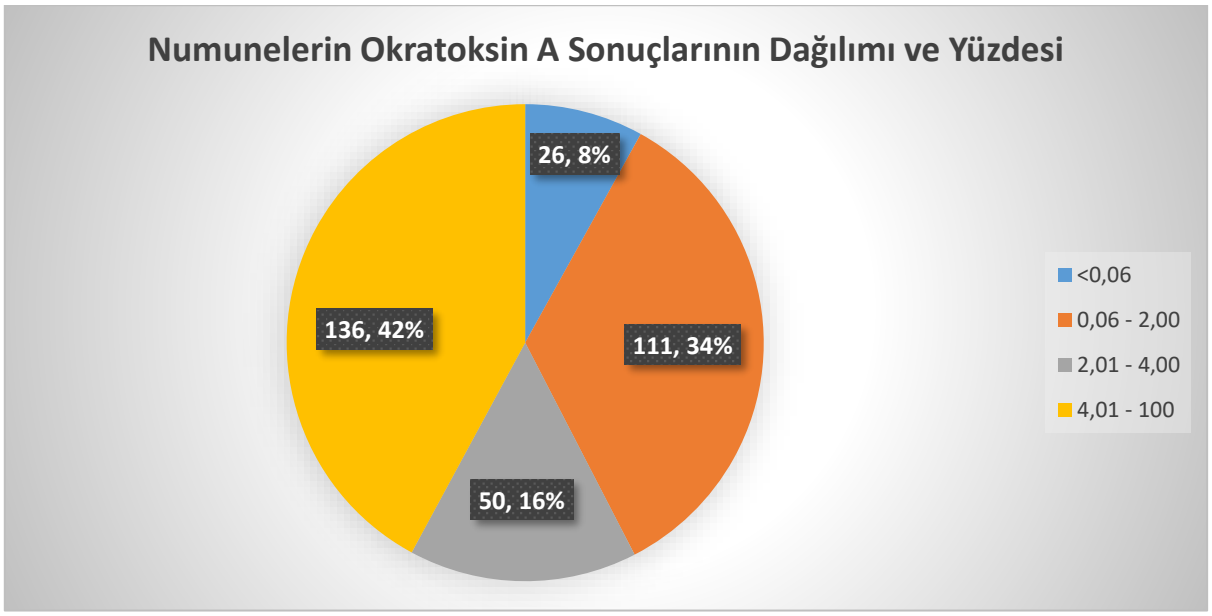
metanol kullanarak yıkanmıştır (Yeni kolondan yaklaşık 5 dakika süre ile 20 mL %20'lik metanol geçmesini sağlanmıştır). Ardından 2 veya 3 kez şırınga pompa kullanarak hava geçirilmiştir. Daha sonra Ochrascan® kolonunu yerinden çıkararak santrifüj tüpüne yerleştirilmiştir ve üzerine 1,5 mL asetik asit:metanol (2:98 v/v) karışımından ilave edilerek bir süre beklenmiştir, kolonda kalan son birkaç damlayı alabilmek için parmakla üstten hava verilmiştir. Son olarak HPLC cihazında okuma işlemi yaparak kayıt altına alınmıştır.

2.3. Sonuçlar

2024 yılı mahsulünün 323 adet farklı natural kayısı numunelerinin Okratoksin A ortalama sonucu ise 6,05 ppb'dir. En yüksek sonuç 81,61 ppb olarak tespit edilmiştir (Şekil 2.1). 26 numunede tespit limitinin altında (<0,06 ppb) sonuç alınmıştır (%8). Tüm analizlerin %42'si Avrupa Birliği limitleri içerisindedir (Maksimum 2 ppb). %16'sı 2,01–4,00 ppb arasında gelmiştir (Kritik seviye). %42'si ise 4,01–100 ppb arasında tespit edilmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.1. 2024 mahsul okratoksin A sonuçları.



Şekil 2.2. Numunelerin okratoksin A sonuçlarının dağılımı ve yüzdesi.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Analiz edilen 323 adet farklı natural kayısı numunesindeki 6,05 ppb'lik ortalama OTA değeri ve 81,61 ppb gibi oldukça yüksek bir maksimum değer, kuru meyve üretim, kurutma ve depolama süreçlerinde küf gelişiminin (Aspergillus ve Penicillium türleri) potansiyel risk teşkil ettiğini göstermektedir (Yılmaz, 2023). Numunelerin %8'inde (<0,06 ppb) toksine rastlanmamış olması ve %42'lik kesimin Avrupa Birliği'nin maksimum 2 ppb'lik yasal limitinin altında yer alması olumlu bir tablo çizmektedir; ancak kalan oranlar ciddi bir kalite ve güvenilirlik problemine işaret etmektedir (Arslan vd., 2022).

Literatürdeki benzer kuru meyve (kuru incir, kuru üzüm ve kuru kayısı) çalışmalarıyla karşılaştırıldığında, mikotoksin oluşumunun genellikle iklim koşullarına, hasat sonrası kurutma tekniklerine (açık alanda güneşte kurutma vb.) ve depolama ortamının nem/sıcaklık dengesine doğrudan bağlı olduğu görülmektedir (Kaya, 2020). Örneğin, benzer kurutulmuş meyve araştırmalarında, uygun olmayan muhafaza koşullarının OTA birikimini tetiklediği ve ortalama değerlerin yıllara göre iklim dalgalanmalarından etkilendiği sıklıkla vurgulanmaktadır (Çelik vd., 2021).

Çalışmada numunelerin %16'sının 2,01–4,01 ppb aralığında (kritik seviye) ve %42 gibi büyük bir oranının ise 4,01–100 ppb aralığında (yüksek seviye) tespit edilmesi, ürünlerin yarıdan fazlasının (%58) AB standartlarını aştığını kanıtlamaktadır (Şahin, 2023). Okratoksin A'nın ısıya dirençli yapısı ve böbrek toksisitesi ile karsinojenik potansiyeli göz önüne alındığında, bu yüksek kontaminasyon seviyelerinin hem halk sağlığı açısından izlenmesi hem de hammadde kabul, kurutma ve depolama aşamalarında HACCP ilkelerine dayalı sıkı kontrol mekanizmalarının acilen devreye sokulması gerektiğini literatürdeki benzer bulgularla paralellik arz etmektedir (Öztürk vd., 2022).

4. SONUÇ

2024 yılı mahsulü natural kayısı numunelerinde tespit edilen Okratoksin A seviyeleri, hem gıda güvenliği hem de dış ticaret açısından kuru kayısı sektöründe acil önlemler alınması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Mevcut sonuçlar ışığında, hammadde temininden kurutma ve depolamaya kadar olan zincirde ciddi yapısal ve çevresel sorunlara işaret etmektedir. İklim değişikliklerinin yarattığı olumsuz hava koşulları ve açık alanda gerçekleştirilen geleneksel kurutma yöntemleri, *Aspergillus* ve *Penicillium* gibi küf türlerinin çoğalmasını ve dolayısıyla Okratoksin A oluşumunu tetiklemektedir.

Okratoksin A'nın yüksek ısıya dayanıklı yapısı ve ciddi sağlık riskleri göz önüne alındığında, mevcut durumun hem tüketici sağlığını tehdit ettiği hem de Türkiye'nin önemli tarımsal ihraç ürünlerinden biri olan kayısıda ihracat kısıtlamalarına ve ekonomik kayıplara yol açabileceği söylenebilir. Bu nedenle, tarladan sofraya/ihracata kadar olan tüm süreçte HACCP (Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi) ilkelerinin ve iyi tarım uygulamalarının titizlikle uygulanması, kurutma ve depolama koşullarının modernize edilmesi hayati bir zorunluluktur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Anatolia Tarım Üst Yönetimi tarafından desteklenmektedir. Osman ÖZ ve Ogan CERYAN'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Arslan, M., Demirtaş, A. ve Yıldız, H. (2022). Kuru meyvelerde mikotoksin kalıntıları ve gıda güvenliği. Gıda Teknolojileri Dergisi, 14(3), 112-120.

Çelik, S., Kaya, B. ve Koç, R. (2021). İklim değişikliklerinin kuru kayısılarda Aspergillus türleri ve OTA gelişimine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 27(2), 145-153.

Demir, A., Şahin, M. ve Çetin, Z. (2021). Gıdalarda Okratoksin A kontaminasyonu ve risk analizleri. Gıda ve Sağlık Dergisi, 9(1), 45-58.

Kaya, F. (2020). Kurutulmuş meyvelerde hasat sonrası uygulamalar ve mikotoksin yönetimi. Akademik Gıda, 18(4), 310-318.

Öztürk, L., Aksoy, T. ve Arslan, K. (2022). Okratoksin A'nın toksikolojik özellikleri ve tüketici sağlığı üzerindeki etkileri. Toksikoloji Arşivi, 30(2), 89-101.

Şahin, E. (2023). Kayısı üretiminde kalite kontrol kriterleri ve ihracatta karşılaşılan mikotoksin engelleri. Uluslararası Ticaret ve Gıda Güvenliği Dergisi, 5(1), 33-42.

Yılmaz, H. (2023). Kuru kayısılarda küf gelişimi ve mikotoksin oluşum mekanizmaları. Beslenme ve Gıda Bilimleri Dergisi, 51(2), 78-85.

Mus Formülasyonlarında Farklı Protein Kaynaklarının Renk, Tekstür ve Yoğunluk Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Cansu ÇELEBİ, Fatih KUŞ*

Şölen Çikolata, İstanbul

Mus tipi tatlılar, hafif ve havalandırılmış yapılarıyla tüketiciler tarafından tercih edilen ürünler arasında yer almaktadır. Bu ürünlerde kullanılan protein kaynağı; tekstür, yoğunluk ve renk gibi temel kalite parametrelerini doğrudan etkilemektedir. Fonksiyonel gıda taleplerinin artmasıyla, mus formülasyonlarında farklı protein kaynaklarının değerlendirilmesi önem kazanmıştır.

Bu çalışmada, mevcut formülasyondaki yağsız süt tozuna alternatif olarak kazein, peynir altı suyu proteini ve süt proteini kaynaklı üç mus reçetesi geliştirilmiş ve kontrol örneğiyle karşılaştırılmıştır. Örneklerin tekstürel (sertlik, yapışkanlık), fiziksel (yoğunluk, briks, a_w, pH) ve renk (CIE $L^*a^*b^*$, ΔE) özellikleri incelenmiştir.

Kazein bazlı örnek en yüksek sertlik (620,75 g) ve yapışkanlığa (39,03 g·mJ) sahipken, süt proteini bazlı örnek en düşük sertlik (341,00 g) ve yoğunlukla (47 g/100 mL) en yumuşak yapıyı göstermiştir. Peynir altı suyu proteini bazlı örnek, tekstür ve yoğunlukta kontrole en yakın sonuçları vermiştir (sertlik: 466,00 g; yoğunluk: 51 g/100 mL). Renk analizinde süt proteini bazlı örnek kontrole göre en yüksek farkı (ΔE = 5,72) gösterirken, kazein ve peynir altı suyu proteini örnekleri birbirine ve kontrole daha yakın değerler (ΔE = 2,45) sergilemiştir. pH, 5,79–6,40 aralığında değişmiştir.

Sonuç olarak, kazein ve peynir altı suyu proteini kontrole yakın/geliştirilmiş tekstür sunarken, süt proteini renk ve tekstürde belirgin farklılıklara yol açmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mus; protein kaynağı; tekstür.

*Sorumlu yazar: fatih.kus@solen.com.tr

Siklodekstrinler ve Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları

Gizem ÇELİK, Zehra İrem YILDIZ*

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Siklodekstrinler, nişastanın enzimatik dönüşümü sonucu elde edilen ve α-D-glukopiranoz birimlerinin halka şeklinde düzenlenmesiyle oluşan siklik oligosakkaritlerdir. Başlıca α-, β- ve γ-siklodekstrin türleri bulunan bu bileşikler, hidrofilik dış yüzeyleri ve nispeten hidrofobik iç boşlukları sayesinde çeşitli konuk moleküllerle inklüzyon kompleksleri oluşturabilmektedir. Bu yapısal özellikleri, özellikle hidrofobik ve/veya kararsız bileşiklerin çözünürlüğü ve stabilitesinin artırılmasına olanak sağlayarak siklodekstrinleri gıda endüstrisi açısından önemli fonksiyonel bileşikler hâline getirmektedir.

Bu çalışmada siklodekstrinlerin temel yapısal özellikleri, başlıca türleri, üretimi ve gıda endüstrisindeki uygulamaları literatür verileri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Siklodekstrinlerin; aroma ve uçucu bileşenlerin enkapsülasyonu, biyoaktif bileşenlerin stabilitesinin ve çözünürlüğünün artırılması, istenmeyen tat ve kokuların maskelenmesi, doğal renk bileşenlerinin stabilizasyonu ve kontrollü salım gibi çeşitli uygulamalarda kullanılabildiği bildirilmektedir. Ayrıca oluşturdukları inklüzyon kompleksleri sayesinde hassas gıda bileşenlerinin oksijen, ışık ve sıcaklık gibi çevresel faktörlerden korunmasına katkı sağladıkları gösterilmiştir. Bu kompleksler, konuk moleküllerin özelliklerinin iyileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır.

Sonuç olarak, siklodekstrinlerin moleküler enkapsülasyon yetenekleri; aroma bileşenleri, doğal antioksidanlar, renk maddeleri ve diğer biyoaktif bileşiklerin gıda sistemlerinde daha etkin kullanılmasını sağlamaktadır. Bu özellikleriyle siklodekstrinler, gıda kalitesinin ve stabilitesinin artırılması, raf ömrünün geliştirilmesi ve fonksiyonel gıda sistemlerinin oluşturulması açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gıda endüstrisi; gıda inklüzyon kompleksi; siklodekstrin.

*Sorumlu yazar: zehra.yildiz@btu.edu.tr

Uzun Raf Ömürlü Muffin Kek Üretimine Yönelik Premikslerin Geliştirilmesi ve Ürün Stabilitesinin Değerlendirilmesi**

Pelin YAZICIGİL*, Serhat HELVACI

Pakmaya Ar-Ge Merkezi, FAGEM, Kocaeli

Bu çalışmada, endüstriyel pastacılık uygulamalarında uzun raf ömrü olan muffin kek üretimine yönelik premikslerin geliştirilmesi ve farklı formülasyon uygulamalarının depolama süresince ürün stabilitesi üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Un, şeker, nişasta, kabartıcı sistem ve emülgatör içeren baz formülasyona enzim ve koruyucu sistemler uygulanarak farklı deneme grupları oluşturulmuştur. Geliştirilen premikslerden pilot ölçekte üretilen muffin keklerde depolama süresince su aktivitesi (a_w), tekstürel özellikler, iç yapı, duyusal kabul ve görünür küf gelişimi izlenmiştir. Enzim uygulamalarının tekstürel sertleşmeyi geciktirmeye katkı sağladığı, koruyucu sistemlerin ise görünür küf gelişiminin geciktirilmesinde etkili olduğu gözlenmiştir.

Duyusal değerlendirmede en yüksek kabul, enzim ve koruyucunun birlikte kullanıldığı uygulamada elde edilmiştir; yüksek katkı düzeylerinde tat sapmaları gözlenmiştir. Bu gözlemler, katkı düzeyinin belirlenmesinde depolama dayanımının yanı sıra duyusal özelliklerin korunmasının da dikkate alınması gerektiğini göstermiştir. Bulgular, muffin keklerde raf ömrünün değerlendirilmesinde su aktivitesi, görünür küf gelişimi, tekstürel özellikler ve duyusal kabulün birlikte ele alınması gerektiğine işaret etmektedir. Sonuç olarak, enzim ve koruyucu sistemlerin uygun düzeylerde birlikte kullanımının, depolama süresince ürün kalitesinin korunmasına ve raf ömrünün uzatılmasına yönelik uygulanabilir bir formülasyon yaklaşımı sunduğu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enzim; koruyucu sistemler; muffin kek; raf ömrü; su aktivitesi.

*Sorumlu yazar: pelin.yazicigil@pakmaya.com

**Bu çalışma Pakmaya Ar-Ge Merkezi tarafından 2025-FGM-P01 kodlu "Uzun Ömürlü Pastacılık Ürünleri Geliştirilmesi" projesi kapsamında desteklenmiştir.

UHT Yemeklik Kremada Farklı Modifiye Nişasta Kaynaklarının Reolojik Performansının Değerlendirilmesi

Mehmet Can AĞCA*, Koray Salih AYBEK

Sütaş Süt Ürünleri A.Ş., Uluabat Köyü Karacabey, Bursa

UHT krema, süt yağının standartlaştırılması ve uygun stabilizatör sistemi ile formüle edilmesinin ardından ultra yüksek sıcaklıkta (UHT) ısı işleme tabi tutularak aseptik koşullarda ambalajlanan, uzun raf ömrüne sahip bir süt ürünüdür. Üretim sürecinde yağ standardizasyonu, homojenizasyon ve UHT işlemi, ürünün fiziksel stabilitesi ve kalite özellikleri açısından kritik öneme sahiptir. Düşük yağlı UHT yemeklik kremalarında hedeflenen kıvamın ve stabilitenin sağlanabilmesi için modifiye nişastalar yaygın olarak kıvam artırıcı ve stabilizatör olarak kullanılmaktadır. Modifiye nişastanın botanik kökeni, kullanım oranı ve fonksiyonel özellikleri ürünün reolojik davranışını, ısıl işlem stabilitesini ve tüketici algısını etkileyebilmektedir. Bu çalışmada, modifiye tapyoka ve modifiye mısır nişastalarının UHT yemeklik kremanın reolojik performansı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, modifiye tapyoka nişastasının modifiye mısır nişastasına kıyasla daha düşük kullanım oranında daha yüksek viskozite sağladığını göstermiştir. Duyusal değerlendirmelerde ise iki formülasyon arasında belirgin bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu bulgular, tapyoka nişastasının UHT yemeklik krema formülasyonlarında kıvam oluşturma açısından daha verimli bir alternatif olabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Modifiye nişasta; UHT krema; viskozite.

*Sorumlu yazar: magca@sutas.com.tr

Akıllı Gıda Ambalajlarında Kullanılan Biyobelirteçler: Güncel Gelişmeler, Nanoteknolojik Yaklaşımlar ve Gelecek Perspektifleri

Hayrunnisa KAYA[1,*], Meryem ŞEN[2], Nadide SEYHUN[3], Rasim Alper ORAL[3]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı, Bursa
[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa
[3]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

ÖZET

Gıda endüstrisinin en önemli problemleri arasında halk sağlığını tehdit eden gıda kaynaklı hastalıklar ve ekonomik sürdürülebilirlik düşmanı gıda israfı yer almaktadır. Gıdaların tedarik zincirinden tüketiciye ulaşmasına kadar geçen süreçte gıda bozulmalarının önüne geçmek hayati önem taşımaktadır. Klasik bir gıda ambalajı içerisindeki ürünü ışık, oksijen, nem gibi çevresel faktörlerden korumaktadır. Yeni nesil akıllı ambalaj sistemleri geleneksel yöntemlerin yanı sıra gıdanın tazeliği, kalitesi ve güvenliğini kimyasal ve mikrobiyolojik düzeyde gerçek zamanlı olarak takip edilebilmektedir.

Gıda biyobelirteçleri tüketilen gıdaların alınan besin öğelerinin ve bunların vücuttaki metabolik etkilerinin objektif şekilde ölçüm miktarını belirten biyolojik işaretlerdir. Bu derleme çalışmasında, akıllı gıda ambalajlarına entegre edilen ileri biyobelirteç teknolojileri gözden geçirilmiştir. Nanoteknolojik ve polimerik biyobelirteç sistemlerinin moleküler çalışma mekanizmaları detaylı bir biçimde incelenmiştir. Özellikle kolorimetrik, elektrokimyasal ve piezoelektrik biyobelirteçlerin gıda bozulması sırasında açığa çıkan pH değişimleri, uçucu biyojenik aminler ve gıda kaynaklı spesifik patojen mikroorganizmaların anlık tespitindeki kritik rolü vurgulanmıştır.

Çalışmada, sentetik kimyasalların yerini alan doğal bitki özütlerinin ve biyouyumlu polimerik yapıların birleşimiyle geliştirilen çevre dostu, yenilikçi biyobelirteçler ele alınmıştır. Antosiyaninler gibi renk değiştiren indikatörler, antioksidan özellikli ekstraktların biyobelirteç potansiyelleri açıklanmıştır. Bu sistemlerin ambalaja entegrasyon süreçleri, nanomalzemelerle sağlanan sinyal amplifikasyonu, yüksek üretim maliyetleri, stabilite sorunları ve ticari potansiyelleri tartışılmış, sıfır gıda israfına yönelik sürdürülebilir gelecek perspektifleri derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ambalaj; biyobelirteçler; gıda güvenliği; sürdürülebilirlik.

1. GİRİŞ

Gıda kaybı ve israfı, gıda sistemlerinin sürdürülebilirliği, gıda güvenliğinin korunması ve kaynakların etkin kullanımı açısından önemli bir sorun oluşturmaktadır (1,2). Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın 2024 yılı raporuna göre, 2022 yılında dünya genelinde yaklaşık 1,05 milyar ton gıda israf edilmiş ve bu miktar tüketicilere sunulan toplam gıdanın yaklaşık %19'unu oluşturmuştur. İsrafın %60'ı hanelerde, %28'i gıda hizmetlerinde ve %12'si perakende sektöründe gerçekleşmiştir (1). Gıda kaybı ve israfının küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %8–10'una katkıda bulunduğu bildirilmektedir (2).

*Sorumlu yazar: hayrunnisakaciranlar@gmail.com

Gıda güvenliği açısından önemli bir diğer sorun kontamine gıdaların neden olduğu hastalıklardır. Dünya Sağlık Örgütü'nün 2021 yılına ilişkin, 2026 yılında yayımlanan güncel küresel tahminlerine göre, 2021 yılında dünya genelinde yaklaşık 866 milyon kişi gıda kaynaklı hastalıklara maruz kalmış, 1,52 milyon kişi hayatını kaybetmiş ve yaklaşık 57,1 milyon sağlıklı yaşam yılı (DALY) kaybedilmiştir (3). Bu sorunlar, gıdanın kalite ve güvenlik durumunun tedarik zinciri boyunca izlenmesini önemli hâle getirmektedir. Geleneksel ambalajların koruyucu işlevlerine ek olarak, ürünün mevcut durumuna ilişkin bilgi sağlayan teknolojilerin geliştirilmesi kalite ve güvenlik izlemede yeni olanaklar sunmaktadır (4,5).

Geleneksel gıda ambalajları, ürünün çevresel etkenlerden korunması ve kalite özelliklerinin muhafaza edilmesi üzerine kuruludur (4). Teknolojik gelişmelerle birlikte ambalajların koruyucu işlevlerine, ürünün durumuna ilişkin bilgi sağlayan izleme özellikleri de eklenmiştir. Akıllı ambalajlar bu sayede gıdanın kalite ve güvenlik durumundaki değişimlerin gerçek zamanlı olarak takip edilmesine olanak sağlayabilmektedir (5). Gıda bozulmasına eşlik eden pH değişimleri ile oksijen, karbondioksit ve amonyak gibi gazlardaki değişimler, akıllı ambalajlarda izlenebilen başlıca parametreler arasındadır (5,6). Bu amaçla kullanılan indikatörler değişimleri görsel bir yanıtla gösterebilirken, sensörler ölçülebilir sinyaller üzerinden bilgi sağlayabilmektedir (7). Algılama bileşenleri ambalaj materyaline veya yüzeyine entegre edilebildiği gibi ambalaj içerisinde ayrı bir bileşen olarak da konumlandırılabilmektedir (7).

Akıllı gıda ambalajlarında biyobelirteç kavramı, gıdanın kalite, tazelik veya güvenlik durumundaki değişimleri yansıtan ölçülebilir biyolojik ya da kimyasal göstergeler bağlamında ele alınabilir. Bu göstergelerin algılanmasında indikatör, sensör ve biyosensör gibi farklı teknolojik yaklaşımlardan yararlanılmaktadır. Biyosensörler, biyolojik bir tanıma bileşeni ile dönüştürücünün birlikte kullanılmasıyla hedef analitlerin varlığını veya miktarındaki değişimleri ölçülebilir sinyallere dönüştüren sistemlerdir (8,9). Gıda bozulmasıyla ilişkili pH farklılıkları, gaz oluşumu ve mikrobiyal faaliyet, akıllı ambalajlarda izlenebilen başlıca değişkenler arasındadır (6,8). Algılama sonucunda oluşan yanıtın renk değişimi şeklinde görsel olarak sunulması veya ölçülebilir bir sinyale dönüştürülmesi, ürünün kalite ve güvenlik durumuna ilişkin bilgi sağlanmasına olanak vermektedir (9). Biyosensörlerde ise enzim, antikor ve aptamer gibi biyolojik tanıma bileşenleri hedef analitin seçici olarak tanınmasında kullanılabilmektedir (9,10).

2. AKILLI GIDA AMBALAJLARINDA BİYOBELİRTEÇ TEKNOLOJİLERİ

2.1. Kolorimetrik Biyobelirteçler

Kolorimetrik biyobelirteçler, gıdanın kalite veya tazelik durumundaki değişimleri gözle görülebilen renk farklılıkları üzerinden ortaya koyan akıllı ambalaj bileşenleridir. Bu sistemlerde indikatör materyali, gıdanın bozulmasıyla ortaya çıkan kimyasal değişimlere yanıt vererek renk değişimine neden olmakta ve böylece ürünün mevcut durumu hakkında görsel bir sinyal oluşturmaktadır (11). Özellikle pH-duyarlı doğal pigmentler, bozulma sürecinde meydana gelen asitlik değişimlerinin görsel olarak takip edilmesinde kullanılabilmektedir (13). Gıda bozulması sırasında oluşan amonyak ve diğer bazik bileşikler, indikatör ortamının pH değerini değiştirerek renk yanıtının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (6). Bu özellik, kolorimetrik biyobelirteçlerin özellikle et ve balık gibi bozulma ürünlerinin oluştuğu gıdalarda tazelik değişimlerinin pratik biçimde izlenmesine olanak sağlamaktadır (11). Renk değişiminin özel bir cihaz gerektirmeden doğrudan gözle değerlendirilebilmesi, bu sistemlerin tüketiciye yönelik tazelik göstergeleri olarak kullanımını kolaylaştırmaktadır (11).

2.2. Elektrokimyasal ve Piezoelektrik Sensörler

Elektrokimyasal ve piezoelektrik biyosensörler, hedef analitlerle gerçekleşen etkileşimleri farklı fiziksel sinyaller üzerinden algılayabilen sensör sistemleridir (9). Gıda ambalajlarında kullanılan sensör teknolojileri; pH değişimleri, bozulma sırasında oluşan gazlar, patojen mikroorganizmalar, toksinler ve diğer kalite göstergelerinin tespit edilmesine yönelik olarak değerlendirilmektedir (13). Özellikle elektrokimyasal biyosensörler, farklı biyotanıma bileşenleriyle bir araya getirilebilmeleri ve hedef analitlerin hassas biçimde algılanmasına olanak sağlamaları nedeniyle gıda güvenliği ve kalite izleme uygulamalarında önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır (14). Bu sistemlerde algılama sonucunda oluşan değişim, elektriksel bir sinyale dönüştürülerek hedef analitin varlığı veya miktarı hakkında bilgi elde edilmesini sağlayabilmektedir (9,14).

2.3. Hedef Analitler

Akıllı gıda ambalajlarında hedef analitlerin seçimi, ürünün bileşimi, bozulma mekanizması ve izlenmek istenen kalite parametresine göre değişmektedir. pH değişimleri, bozulma gazları, biyojenik aminler ve gıda kaynaklı patojenler başlıca algılama hedefleri arasında yer almaktadır (13,15). Biyojenik aminler, özellikle protein bakımından zengin gıdaların mikrobiyal bozulmasıyla ilişkili bileşiklerdir. Histamin, tiramin, putresin ve kadaverin bu grupta en sık incelenen bileşikler arasında yer almakta; bunların tespitinde enzim, antikor, moleküler baskılı polimer ve aptamer gibi farklı tanıma elemanlarından yararlanılabilmektedir (16,17). Gıda kaynaklı patojenlerin tespitinde ise farklı biyotanıma elemanları ve sensör platformları kullanılarak hızlı ve yerinde algılama sistemleri geliştirilmektedir (10).

3. NANOTEKNOLOJİK ve POLİMERİK BİYOBELİRTEÇ SİSTEMLERİ

3.1. Biyouyumlu Polimerik Matrisler

Akıllı ambalajlarda biyouyumlu polimerik matrisler, indikatör ve biyotanıma bileşenlerinin ambalaj film yapısı içerisinde taşınmasına ve işlev göstermesine olanak sağlayan yapılardır. Nişasta, kitosan, selüloz türevleri ve proteinler gibi biyopolimerler; film oluşturma özellikleri ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilebilmeleri nedeniyle akıllı ambalaj uygulamalarında kullanılmaktadır (18). Doğal ekstraktların biyopolimer yapılara dahil edilmesi, gıdanın durumundaki değişimlerin algılanmasına yönelik fonksiyonel filmlerin geliştirilmesini mümkün kılmaktadır (19). Özellikle kitosan esaslı sistemlerde pH duyarlı bileşenlerin kullanılması, gıda tazeliğindeki değişimlerin renk yanıtı üzerinden izlenmesine yönelik bir yaklaşım sunmaktadır (20).

3.2. Moleküler Çalışma Mekanizmaları

Doğal pigment içeren pH duyarlı biyopolimer filmlerde ortam pH değişimleri, pigmentlerin kimyasal yapısını etkileyerek gözle görülebilen renk farklılıklarının oluşmasına neden olabilmektedir (12). Antosiyaninler, bu amaçla en fazla araştırılan doğal pigment gruplarından biridir. Farklı pH koşullarında kimyasal yapılarını değiştirebilmeleri, antosiyaninlerin gıda tazeliğindeki değişimlerin görsel olarak izlenmesinde kullanılmasını sağlamaktadır (21). Biyopolimer matrisin özellikleri ise antosiyaninlerin film içerisindeki davranışını ve elde edilen renk yanıtını etkileyebilmektedir (19). Biyosensörlerde ise algılama, hedef analitin seçici olarak tanınmasına dayanmaktadır. Enzim, antikor, aptamer veya moleküler baskılı polimer gibi

tanıma elemanları hedef analitle etkileşerek optik veya elektrokimyasal gibi farklı türlerde ölçülebilir sinyallerin oluşturulmasını sağlayabilmektedir (9,16).

3.3. Nanomalzemeler ile Sinyal Amplifikasyonu

Nanomalzemelerin akıllı gıda ambalajlarına dahil edilmesi, sensör ve biyosensörlerin algılama performansının geliştirilmesine yönelik önemli bir yaklaşımdır. Metalik nanoparçacıklar, metal oksitler ve karbon temelli nanomalzemeler; yüksek yüzey alanları ve özgün elektriksel, optik ve fizikokimyasal özellikleri nedeniyle farklı algılama sistemlerinde kullanılmaktadır (22). Nanomalzemeler, yüzey etkileşimleri, yük transferi, plazmonik ve katalitik etkiler aracılığıyla sensör yanıtının güçlendirilmesine katkı sağlayabilmektedir. Bu kapsamda metalik nanoparçacıklar, karbon temelli nanomalzemeler ve nanozimler; elektrokimyasal, optik ve diğer sensör platformlarıyla birlikte değerlendirilmektedir (23,24). Bununla birlikte, gıda ile temas eden ambalajlarda nanomalzeme kullanımının migrasyon, toksikolojik güvenlik, mevzuata uygunluk ve üretimin ölçeklendirilmesi açısından değerlendirilmesi gerekmektedir (22).

4. ÇEVRE DOSTU ve YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR: DOĞAL BİTKİ ÖZÜTLERİ

Gıda bozulmalarının tespitinde geleneksel olarak akıllı ambalaj uygulamalarında indikatörler ve sentetik kimyasal boyalar sıklıkla kullanılmaktadır. Kullanılan sentetik bileşenler ambalajdan gıda matriksine migrasyon riski taşıdıkları için toksikolojik profilde tehlike teşkil edebilmektedir. Doğaya biyobozunur olmayan bu sentetiklerin karışması sürdürülebilirliği tehdit etmekte ve biyogüvenliği yüksek alternatiflere yönelimi düşündürmektedir (25).

Doğal bitki özütleri, sentetik kimyasalların yerini almaya başlarken, doğal biyouyumlulukları, toksik etki barındırmamaları ve çevreye zarar vermeden biyolojik olarak bozunabilmeleri bu özlerin avantajları arasındadır. Doğal ekstraktların polimerik ambalaj film yapılarına entegre edilmesi, gıda güvenliğini tehlikeye atan migrasyon risklerini ortadan kaldırırken, tüketicilerin çevre dostu ve temiz içerikli ürün taleplerini büyük ölçüde karşılayan yenilikçi bir yaklaşımdır. Renk değiştiren indikatörler olarak antosiyaninler ve antioksidan özellikli ekstraktların hem biyobelirteç hem de gıdanın raf ömrünü uzatan aktif koruyucu bileşen olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır (26).

5. ENDÜSTRİYEL ENTEGRASYON, ZORLUKLAR ve SINIRLAMALAR

Akıllı ambalaj teknolojilerinin döküm, elektrospin gibi hassas üretimlerinden ekstrüzyon, enjeksiyon kalıplama gibi endüstriyel boyuta taşınması, önemli mühendislik ve stabilite problemleri oluşturabilmektedir. Endüstriyel işlemler sırasında uygulanan yüksek sıcaklık ve kesme kuvvetleri, antosiyanin gibi çevresel faktörlere karşı oldukça duyarlı doğal pigmentlerin denatüre olmasına yol açarak ambalajın indikatör özelliklerini henüz piyasaya sürülmeden kaybetmesine neden olabilmektedir. Biyobozunur polimerik matrisler ve doğal bitki özütleri; sıcaklık dalgalanmaları, UV ışığı ve bağıl nem değişimleri karşısında düşük fizikokimyasal stabilite sergileyebilmektedir. Bu çevresel stres, ambalajın mekanik bütünlüğünün bozulmasına, su buharı geçirgenliğinin artmasına ve hedef raf ömrü boyunca yanlış pozitif sinyaller üreterek sensör güvenilirliğinin tehlikeye girmesine neden olabilmektedir. Söz konusu teknik sınırlamaları aşmak için ileri enkapsülasyon teknikleri, polimer çapraz bağlanma işlemleri ve UV koruyucu katmanlar gibi formülasyon optimizasyonları yapılabilmektedir (21).

Teknik ve mühendislik zorluklarının yanı sıra, biyobelirteç entegreli doğal akıllı ambalajların ticari olarak benimsenmesinin önündeki engellerden birisi de yüksek üretim maliyetleridir. Doğal biyoaktif bileşenlerin bitkisel kaynaklardan ekstraksiyonu, özel biyopolimerlerin sentezlenmesi ve standardın dışındaki üretim altyapısı gereksinimleri, bu yenilikçi ambalajların maliyetini geleneksel fosil kaynaklı plastiklere kıyasla ciddi oranda artırmaktadır. Düşük kâr marjıyla çalışan gıda endüstrisinde bu artışın doğrudan perakende satış fiyatlarına yansıması pazara girişi zorlaştırmaktadır. Bu sistemlerin ticari potansiyelini gerçeğe dönüştürebilmek ve ölçek ekonomisine ulaşabilmek için, tarımsal atıklardan veya yan ürünlerden düşük maliyetli indikatör eldesi gibi döngüsel ekonomi yaklaşımlarının geliştirilmesi ekonomik olarak daha uygun olmaktadır (27).

6. GELECEK PERSPEKTİFLERİ ve SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Gelecekteki akademik ve endüstriyel araştırmalar, ambalaj içi sinyal amplifikasyonunu sağlamak amacıyla nanoteknoloji ile biyopolimerik sistemlerin entegrasyonuna odaklanmaktadır. Elektrospin nanofiberler, karbon kuantum noktaları ve metal organik kafesler (MOF) gibi nanomalzemelere yerleştirilen biyobelirteçler, bozulma metabolitlerinin çok düşük konsantrasyonlarda bile anında tespit edilmesini sağlayabileceği düşünülmektedir. Eş zamanlı olarak, kompostlanabilir ve mekanik dayanımı yüksek bu yeni nesil formülasyonların Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojileriyle birleştirilmesi, yazdırılabilir RFID tabanlı biyosensörler sayesinde elde edilen anlık kalite verileri doğrudan akıllı telefonlara veya merkezi bulut sistemlerine iletilerek gıda güvenliğinde dijitalleşme ve tam izlenebilirlik sağlanması hedeflenmektedir (28).

7. SONUÇ

Sonuç olarak, ileri biyobelirteç teknolojilerinin ve antosiyaninler gibi doğal bitki özütlerinin akıllı gıda ambalajlarına entegrasyonu, pasif koruma sağlayan klasik yöntemlerin ötesine geçerek gerçek zamanlı, biyouyumlu ve toksik olmayan bir kalite takip mekanizması sunmaktadır. Doğal ekstraktların hem bozulmayı haber veren bir işaretçi hem de raf ömrünü uzatan aktif bir antioksidan olarak çift yönlü kullanımı, gıda muhafazası alanında atılmış multidisipliner ve önemli bir adımdır. Üretim maliyetleri, stabilite optimizasyonları ve endüstriyel ölçek büyütme zorlukları aşıldıkça bu yenilikçi sistemler; statik son kullanma tarihlerine olan bağımlılığı kıracak, gıda israfı krizini çözecek ve sıfır israf hedefli küresel gıda sisteminin temel yapı taşı haline gelmesi beklenmektedir.

KAYNAKLAR

United Nations Environment Programme. (2024). Food Waste Index Report 2024. United Nations Environment Programme.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). Food loss and food waste. FAO.

World Health Organization. (2026). Foodborne disease estimates 2021: Deaths, DALYs, illnesses, YLDs by cause, age, by country and by region, 2000–2021. World Health Organization.

Dodero, A., Escher, A., Bertucci, S., Castellano, M., & Lova, P. (2021). Intelligent packaging for real-time monitoring of food-quality: Current and future developments. Applied Sciences, 11(8), 3532. https://doi.org/10.3390/app11083532

Cheng, H., Xu, H., McClements, D. J., Chen, L., Jiao, A., Tian, Y., Miao, M., & Jin, Z. (2022). Recent advances in intelligent food packaging materials: Principles, preparation and applications. Food Chemistry, 375, 131738. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131738

Heo, W., & Lim, S. (2024). A review on gas indicators and sensors for smart food packaging. Foods, 13(19), 3047. https://doi.org/10.3390/foods13193047

Hu, Y., & Li, T. (2024). Smart food packaging: Recent advancement and trends. Advances in Food and Nutrition Research, 111, 1–33. https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2024.06.005

Bhatlawande, A. R., Ghatge, P. U., Shinde, G. U., Anushree, R. K., & Patil, S. D. (2024). Unlocking the future of smart food packaging: Biosensors, IoT, and nano materials. Food Science and Biotechnology, 33(5), 1075–1091. https://doi.org/10.1007/s10068-023-01486-9

Nath, S. (2024). Advancements in food quality monitoring: Integrating biosensors for precision detection. Sustainable Food Technology, 2(4), 976–992. https://doi.org/10.1039/D4FB00094C

Abekoon, T., Buthpitiya, B. L. S. K., Sajindra, H., Samarakoon, E. R. J., Jayakody, J. A. D. C. A., Kantamaneni, K., & Rathnayake, U. (2024). A comprehensive review to evaluate the synergy of intelligent food packaging with modern food technology and artificial intelligence field. Discover Sustainability, 5, 160. https://doi.org/10.1007/s43621-024-00371-7

Luo, X., Zaitoon, A., & Lim, L.-T. (2022). A review on colorimetric indicators for monitoring product freshness in intelligent food packaging: Indicator dyes, preparation methods, and applications. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 21(3), 2489–2519. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12942

Kumar, Y., Bist, Y., Thakur, D., Nagar, M., & Saxena, D. C. (2024). A review on the role of pH-sensitive natural pigments in biopolymers based intelligent food packaging films. International Journal of Biological Macromolecules, 276, 133869. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133869

Mani, R., Kumar, J. V., Murugesan, B., Alaguthevar, R., & Rhim, J.-W. (2025). Smart sensors in food packaging: Sensor technology for real-time food safety and quality monitoring. Journal of Food Process Engineering, 48(4), e70120. https://doi.org/10.1111/jfpe.70120

Pipliya, S., Kaur, J., Pal, A., Saha, D., Patel, J., Samadder, S., Gupta, R. K., Bhunia, K., & Srivastav, P. P. (2026). Electrochemical biosensors for food spoilage, quality monitoring, and food safety: Recent advances, sensor performance, and smart packaging integration. Frontiers in Sustainable Food Systems, 10, 1814448. https://doi.org/10.3389/fsufs.2026.1814448

Khan, S., Monteiro, J. K., Prasad, A., Filipe, C. D. M., Li, Y., & Didar, T. F. (2024). Material breakthroughs in smart food monitoring: Intelligent packaging and on-site testing technologies for spoilage and contamination detection. Advanced Materials, 36(1), 2300875. https://doi.org/10.1002/adma.202300875

Givanoudi, S., Heyndrickx, M., Depuydt, T., Khorshid, M., Robbens, J., & Wagner, P. (2023). A review on bio- and chemosensors for the detection of biogenic amines in food safety applications: The status in 2022. Sensors, 23(2), 613. https://doi.org/10.3390/s23020613

Grant, M. J., Wolfe, K. M., Harding, C. R., & Welch, G. C. (2023). Biogenic amine sensors using organic π-conjugated materials as active sensing components and their commercialization potential. Journal of Materials Chemistry C, 11(29), 9749–9767. https://doi.org/10.1039/D3TC00383C

Perera, K. Y., Jaiswal, A. K., & Jaiswal, S. (2023). Biopolymer-based sustainable food packaging materials: Challenges, solutions, and applications. Foods, 12(12), 2422. https://doi.org/10.3390/foods12122422

Azman, N. H., Khairul, W. M., & Sarbon, N. M. (2022). A comprehensive review on biocompatible film sensor containing natural extract: Active/intelligent food packaging. Food Control, 141, 109189. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109189

Liu, T., Zheng, N., Ma, Y., Zhang, Y., Lei, H., Zhen, X., Wang, Y., Gou, D., & Zhao, J. (2024). Recent advancements in chitosan-based intelligent food freshness indicators: Categorization, advantages, and applications. International Journal of Biological Macromolecules, 275, 133554. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133554

Yong, H., & Liu, J. (2020). Recent advances in the preparation, physical and functional properties, and applications of anthocyanins-based active and intelligent packaging films. Food Packaging and Shelf Life, 26, 100550. https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100550

Muthu, A., Nguyen, D. H. H., Neji, C., Törős, G., Ferroudj, A., Atieh, R., Prokisch, J., El-Ramady, H., & Béni, Á. (2025). Nanomaterials for smart and sustainable food packaging: Nano-sensing mechanisms, and regulatory perspectives. Foods, 14(15), 2657. https://doi.org/10.3390/foods14152657

Sasikumar, T., Khan, A., Ezati, P., Kim, J. T., & Rhim, J.-W. (2026). Nanomaterials for active and intelligent food packaging: Shelf-life extension, real-time sensing, and security applications. Food Chemistry, 513, 149059. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2026.149059

Sonika, M., Balakrishnan, M., Ramalakshmi, A., Thirupathi, V., & Rammohan, S. (2026). Modern nanobiosensor approaches for intelligent food packaging: A review. Journal of Food Process Engineering, 49(6), e70641. https://doi.org/10.1111/jfpe.70641

Rodrigues, C., Souza, V. G. L., Coelhoso, I., & Fernando, A. L. (2021). Bio-based sensors for smart food packaging—current applications and future trends. Sensors, 21(6), 2148. https://doi.org/10.3390/s21062148

Song, W., Wu, N., He, Y., Zhao, H., Xu, J., & Ren, L. (2024). Intelligent color changing packaging film based on esterified starch and black rice anthocyanins. Food Chemistry: X, 24, 101930. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101930

Poyatos-Racionero, E., Ros-Lis, J. V., Vivancos, J. L., & Martínez-Máñez, R. (2018). Recent advances on intelligent packaging as tools to reduce food waste. Journal of Cleaner Production, 172, 3398–3409. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.075

Chen, S., Brahma, S., Mackay, J., Cao, C., & Aliakbarian, B. (2020). The role of smart packaging system in food supply chain. Journal of Food Science, 85(3), 517–525. https://doi.org/10.1111/1750-3841.15046

Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Mekanik Gübre Yönetim Sistemlerinin Kısmi Bütçeleme Analizi ve Sürdürülebilirlik Potansiyeli

Dilanur SARIOĞLU*

Yaşar Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarım Ekonomisi, İzmir

Süt sığırcılığı işletmelerinde gübre, çevre kirliliği kaynağı olmanın yanı sıra doğru yönetilmediğinde ciddi işletme içi kaynak israfına yol açmaktadır. Yeşil Mutabakat ve sürdürülebilirlik politikaları kapsamında, hayvansal atıkların döngüsel girdi olarak değerlendirilmesi ekonomik bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu çalışmada; 120 baş sağmal kapasiteli model bir süt sığırcılığı işletmesinde uygulanan mekanik gübre yönetim sistemlerinin (otomatik sıyırıcı ve katı-sıvı separatörü) ekonomik yapılabilirliği incelenmiştir. Araştırmada tarım ekonomisi metodolojisi olan kısmi bütçeleme (partial budgeting) yöntemi kullanılmış; yatırım maliyetleri, bakım-onarım ve elektrik giderleri hesaplanmıştır. Separatörden elde edilen katı fraksiyonun hayvan altlığı olarak değerlendirilmesiyle azalan altlık maliyetleri ile sıvı fraksiyonun yem bitkisi arazisinde kimyasal gübre ikamesi sağlamasından doğan tasarruflar modele dahil edilmiştir. Bulgular; katı fraksiyonun geri kazanımıyla işletmenin yıllık yaklaşık 110–130 tonluk dış kaynaklı altlık ihtiyacını tamamen ikame ettiğini ve sıvı fraksiyonun dönüm başına kimyasal gübre harcamalarını ortalama %35–40 oranında azalttığını göstermektedir. Yapılan kısmi bütçeleme analizi sonucunda, elde edilen girdi tasarruflarının yıllık işletme ve amortisman giderlerini karşılayarak yatırımı yaklaşık 2,8–3,2 yıl gibi kısa bir sürede amorti ettiği ve IPCC yaklaşımlarına göre yıllık sera gazı salımını %20–25 düzeyinde sınırlandırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel ekonomi; girdi ikamesi; gübre yönetimi; kısmi bütçeleme; süt sığırcılığı.

*Sorumlu yazar: dilasarioglu@outlook.com.tr

Glütensiz Gıdalarda Yapısal Özelliklerin Geliştirilmesi: Glütenin Teknolojik Fonksiyonlarının Alternatif Bileşenlerle Karşılanması

Aycan YİĞİT ÇINAR, Büşra BAYRAK*

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Glüten, özellikle fırıncılık ürünlerinde viskoelastik yapı oluşumu, gaz tutma, hacim gelişimi ve tekstürün şekillenmesi açısından önemli teknolojik işlevlere sahiptir. Glütensiz ürünlerde glütenin bulunmaması; düşük hacim, kırılgan yapı, sertlik ve istenmeyen tekstür gibi kalite sorunlarına yol açabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, glütensiz gıdalarda glütenin teknolojik fonksiyonlarının karşılanmasında kullanılan alternatif bileşenleri ve bu bileşenlerin ürün kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Bu kapsamda, bilimsel veri tabanlarında yayımlanan araştırma makaleleri ve derlemeler incelenerek hidrokolloidler, nişasta ve nişasta türevleri, alternatif protein kaynakları, diyet lifleri ve enzimlerin glütensiz gıda sistemlerindeki rolleri değerlendirilmiştir. Literatür bulguları, alternatif bileşenlerin su tutma, viskozite, yapı oluşumu, gaz tutma ve tekstür gelişimi üzerinde etkili olduğunu; ancak glütenin tüm fonksiyonlarının tek bir bileşenle tam olarak karşılanamadığını göstermektedir. Ayrıca lif ve protein bakımından zengin bileşenlerin kullanımı, glütensiz ürünlerin beslenme ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesine, ürün kalitesinin ve tüketici kabulünün artırılmasına katkı sağlayabilmektedir. Sonuç olarak, teknolojik kalite ve beslenme değerinin birlikte geliştirilmesi için farklı fonksiyonel bileşenlerin uygun kombinasyonlarla kullanılmasının önemli olduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel bileşenler; glütensiz gıdalar; hamur reolojisi; tekstür.

*Sorumlu yazar: 24434983223@ogrenci.btu.edu.tr

Gıda Biyokorumasında Pediyosininin Rolü

Aycan YİĞİT ÇINAR, Zeynep ÇORBACIOĞLU, Ayşegül ATAK*

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Bursa

Bu literatür derlemesinin amacı, *Pediococcus* türleri tarafından sentezlenen Sınıf IIa bakteriyosini pediyosinin gıda biyokorumasındaki etki mekanizmalarını, avantaj ve dezavantajlarını, endüstriyel potansiyelini ve engel teknolojisi kapsamındaki sinerjik kullanım olanaklarını değerlendirmektir. Taranan bilimsel kaynaklar, pediyosinin *Listeria monocytogenes* başta olmak üzere Gram-pozitif gıda patojenlerinin sitoplazmik zarında gözenekler açarak zar potansiyelini ve proton hareket gücünü tüketmek suretiyle bakterisidal etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Doğal olarak dirençli Gram-negatif patojenlere karşı ise L-laktik asit gibi dış zar geçirgenleştiricileriyle hücresel hasar sinerjisi sağlandığı belirlenmiştir. Yüksek ısıl kararlılığı, geniş pH aralığı (3,0–9,0) stabilitesi, GRAS statüsü ve aktif ambalaj entegrasyonu pediyosinin öne çıkan avantajlarıdır. Buna karşın gıda matrisindeki yağ ve proteinlere adsorpsiyon sonucu oluşan aktivite kaybı, proteaz duyarlılığı ve tekil uygulamalardaki tekrar çoğalma riski temel sınırlamalarıdır. Literatür bulguları; pediyosinin yüksek hidrostatik basınç ve bakteriyofajlar gibi ısıl olmayan teknolojilerle birleştirilmesinin güvenli, temiz etiketli ve sürdürülebilir bir biyokoruma sağladığını kanıtlamaktadır. Derlemenin bilimsel katkısı, pediyosinin endüstriyel ölçekte kullanımına yönelik mevcut sınırları ve gelecekteki araştırma gereksinimlerini bütüncül bir yaklaşımla sunmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Bakterisidal; biyokoruma; engel teknolojisi; pediyosin.

*Sorumlu yazar: aysegulatak0@gmail.com

Üzüm İşleme Yan Ürünlerinin Değerlendirilmesi: Diyet Lifi Açısından Zengin Üzüm Sapı Tozu ve Konsantre Üzüm Şurubu Üretimi

Zülal AKSOY CAF[1,2,*], Sezen HOROZOĞLU BAYRAM[1], Meliha KAHVECİ[1], Özgün KÖPRÜALAN AYDIN[1]

[1]PAGMAT Gıda A.Ş., Şehitler Mah. Yılmaz Cad. No:1, Saruhanlı, Manisa
[2]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Gıda sanayisinde üzüm işleme sırasında oluşan yan ürünlerin katma değerli ürünlere dönüştürülmesi, sürdürülebilir üretim ve döngüsel ekonomi açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, kuru üzüm işleme prosesinden elde edilen karışık yan ürünlerin bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Karışık yan ürün akışı, kütlece %80 üzüm ve %20 sap fraksiyonlarına ayrılmıştır. Üzüm fraksiyonu sıcak su ekstraksiyonu, filtrasyon ve konsantrasyon işlemleriyle değerlendirilerek yaklaşık 70 °Brix konsantre üzüm şurubuna dönüştürülmüştür. Sap fraksiyonu ise sıcak suyla yıkanmış, 60 °C'de kurutulmuş ve öğütülerek üzüm sapı tozu elde edilmiştir. Üzüm sapı tozunun %39,6 ± 4,7 toplam diyet lifi, %7,3 ± 0,7 ham protein, %6,5 ± 0,6 ham kül ve %2,4 ± 0,1 ham yağ içerdiği belirlenmiştir. Yıkama işlemi sonrasında toplam şeker içeriğinin tespit limitinin altında olduğu belirlenmiş ve böylece düşük şeker içeriğine ve yüksek diyet lifi içeriğine sahip bir bileşen elde edilmiştir. Elde edilen diyet lifi içeriğinin, üzüm sapı için literatürde bildirilen değerlerle uyumlu olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, geliştirilen yaklaşım kuru üzüm işleme yan ürünlerinin farklı fraksiyonlarının değerlendirilerek konsantre üzüm şurubu ve diyet lifi açısından zengin üzüm sapı tozu gibi katma değerli gıda bileşenlerine dönüştürülmesi için potansiyel bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Diyet lifi; döngüsel ekonomi; fonksiyonel gıda bileşeni; üzüm işleme atıkları; üzüm sapı.

*Sorumlu yazar: zulalaksoy3@gmail.com

Alicyclobacillus Türlerinde Lizogeni Varlığının İncelenmesi

Kübranur BAYRAK*, Şeyma Betül ENCU, Esra ACAR SOYKUT

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu

Alicyclobacillus türleri, asidik ve ısıl işlem uygulanmış meyve sularında gelişebilme yetenekleri ve guaiacol üretimine bağlı olarak oluşturdukları tat ve koku bozuklukları nedeniyle meyve suyu endüstrisinin önemli bir bozulma etmenleri arasında yer almaktadır. Bu nedenle *Alicyclobacillus* kaynaklı bozulmaların önlenmesinde sanitasyon uygulamaları, kimyasal, ısıl ve ısıl olmayan işlemler çeşitli kontrol stratejileri olarak kullanılmaktadır. Bakterileri spesifik olarak tanıyan bakteriyofajlar da bu inhibisyon yöntemleri arasında yer alabilecek potansiyele sahiptir. Ancak *Alicyclobacillus* cinsi ve türlerinde lizogeni varlığının sistematik olarak araştırılmasına yönelik çalışmaların sınırlı olması nedeniyle bu bakterilerin taşıdığı muhtemel profajların varlığının ortaya konulmasını, önemli bir araştırma konusu haline getirmektedir. Bu konuya odaklanan bu çalışma sayesinde, *Alicyclobacillus* tür ve suşlarında lizogeni varlığına ilişkin bilgiler bir araya getirilmiş, muhtemel konakçılar ve fajlar arasındaki etkileşimlerin daha iyi anlaşılması sağlanacaktır. Bu durumun, *Alicyclobacillus*'un kontrolüne yönelik geliştirilecek faj temelli uygulamalara ve meyve suyu endüstrisinde mikrobiyal bozulmaların önlenmesine yönelik sürdürülebilir stratejilere katkı sunacağı öngörülmektedir. Ayrıca, *Alicyclobacillus* türlerinde lizogeni araştırmalarına temel oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Alicyclobacillus*; bakteriyofaj; lizogeni; meyve suyu; profaj.

*Sorumlu yazar: kubraabaayrak@gmail.com

Pişirme Yöntemlerinin Balık Köftesi Kalite Kriterlerine Etkisi**

Hatice GÜNDÜZ*, Fatma ÖZTÜRK, Ahsen Vuslat ÇOBANOĞLU, Fettah GÜNDÜZ

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İzmir

Bu çalışmada, geleneksel pişirme yöntemleri (kızartma ve ızgara) ile yenilikçi bir yaklaşım olan vakum altında düşük sıcaklıkta pişirme (sous vide) tekniğinin balık köfteleri üzerindeki fizikokimyasal ve teknolojik etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda standart formülasyonda hazırlanan balık köfteleri belirtilen yöntemlerle pişirilmiş; sonrasında ürünlerin nem, yağ, EPA/DHA ve amino asit içeriklerinin yanı sıra renk ve tekstür parametreleri, pişirme verimi ile ağırlık kaybı tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, sous vide yönteminin hammaddeye en yakın (%63,41) nem oranına (%62,14) sahip olduğu, buna karşılık kızartma (%49,89) ve ızgara (%53,77) uygulamalarının belirgin düzeyde nem kaybına yol açtığı saptanmıştır ($p < 0,05$). Kızartma işleminde yağ içeriği artarken, sous vide yöntemi yağ seviyesini büyük ölçüde muhafaza etmiştir. En yüksek pişirme verimi (%98,76) ve en düşük pişirme kaybı (%1,24) sous vide grubunda tespit edilirken, kızartma grubu en düşük verimi (%79,18) göstermiştir. Tekstür analizinde, sous vide örneklerinin daha yüksek parlaklık ve sarılık değerlerine sahip olduğu, buna karşılık daha düşük sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik özellikleri sergilediği görülmüştür. Ayrıca ızgara yöntemi en yüksek EPA (%4,10) ve DHA (%15,61) oranlarını sağlarken, kızartma grubu en yüksek toplam elzem amino asit değerini vermiştir. Sous vide tekniğinin nemi koruma, yüksek pişirme verimi sağlama ve ideal tekstürel nitelikler elde etme konularında balık köftesi üretiminde önemli avantajlar sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Balık köfte; ızgara; kızartma; pişirme yöntemleri; sous vide.

*Sorumlu yazar: hatice.gunduz1@ikcu.edu.tr

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209/A kapsamında 1919B012318752 proje numarası ile desteklenmiştir.

Gıda Güvenliğinde Yenilikçi Çözümler: Tazelik İndikatörleri

Eymen ÖZTÜRK[1], Ümran ETCİOĞLU[1], Hatice GÜNDÜZ[2,*]

[1]İzmir Özel Türk Koleji, İzmir
[2]İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İzmir

Gıda güvenliği ve gıda israfının azaltılması amacıyla geliştirilen tazelik indikatörleri, ürünlerin bozulma durumunun izlenmesinde yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışmada, tavuk etinin soğukta depolanması sırasında tazelik durumunun belirlenmesi amacıyla pH'ya duyarlı doğal tazelik indikatörlerinin geliştirilmesi ve etkinliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İndikatörlerin hazırlanmasında %1 (w/v) reyhan veya zerdeçal ekstraktı, %2 (w/v) sodyum aljinat ve plastikleştirici olarak %10 (v/v) gliserol kullanılmıştır. Tavuk eti örnekleri, tazelik indikatörlerinin yerleştirildiği plastik ambalajlarda 4 °C'de 7 gün depolanmıştır. Depolama süresince tavuk etinin kalite ve bozulma düzeyi; pH, toplam uçucu bazik azot (TVB-N), toplam mezofil aerob bakteri ve toplam psikrofil aerob bakteri sayıları ile değerlendirilmiştir. Mikrobiyel bozulma sonucunda oluşan uçucu bazik bileşiklerin indikatörlerde renk değişimine neden olduğu gözlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre tavuk etinde bozulma depolamanın 5. gününde belirgin hale gelmiştir. Depolama süresinin ilerlemesiyle indikatörlerdeki renk değişimi artmış ve bu değişimin zerdeçal içeren indikatörlerde daha belirgin olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, doğal bitki ekstraktlarıyla geliştirilen pH duyarlı tazelik indikatörlerinin tavuk etinin tazelik durumunun izlenmesinde pratik ve yenilikçi bir araç olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ambalajlama; reyhan; tavuk eti; tazelik indikatörü; zerdeçal.

*Sorumlu yazar: hatice.gunduz1@ikcu.edu.tr

Kurkuminin Teknolojik Dönüşümü: Farklı Formülasyon Yaklaşımlarıyla Geliştirilen Doğal Renk Çözümlerinin Gıda Uygulamalarında Değerlendirilmesi

Gizem ŞAHİN*

Döhler Gıda, Ar-Ge Departmanı, Karaman

Gıda endüstrisinde ürün renklendirme uygulamalarında yüksek kullanım potansiyeline sahip kurkumin (*Curcuma longa L.*), kendine özgü sarı-turuncu renk tonuyla bilinen doğal bir pigmenttir. Bunun yanı sıra suda düşük çözünürlüğü, partiküllerin gıda matrisi içerisinde homojen dağılmasındaki zorluklar ve farklı ürün sistemlerinde istenen renk performansının elde edilmesindeki sınırlamalar, kurkumin kullanımında karşılaşılan temel teknolojik zorluklar arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, kurkuminin farklı teknolojik yaklaşımlar ve formülasyonlarda kullanımı ile geliştirilmesi ve elde edilen ürünlerin farklı gıda uygulamalarındaki kullanım potansiyelinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu kapsamda kurkumin bazlı renk ürünleri; toz, mikronize, emülsifiye ve yağ çözünür/dağılabilir formlar olmak üzere farklı ürün grupları üzerinden değerlendirilmiştir. Formülasyonların performansı, model gıda sistemlerinde dispersiyon davranışı, renk oluşumu ve homojenlik açısından karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Uygulama sonuçları incelendiğinde, kurkuminin fiziksel formunun ve formülasyon yapısının gıda matrisi içerisindeki davranışını belirgin şekilde etkilediği tespit edilmiştir. Mikronizasyon, emülsifikasyon ve su/yağ çözünebilir formülasyonların kurkuminin kullanım kolaylığını ve farklı gıda sistemlerine adaptasyonunu artırdığı gözlenmiştir. Böylece aynı pigmentin farklı teknolojilerle farklı uygulama ihtiyaçlarına yönelik ürün çözümleri geliştirilebileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Emülsiyon teknolojisi; kurkumin; mikronizasyon teknolojisi.

*Sorumlu yazar: gizem.sahin@doehler.com

Kırmızı ve Mavi Tip Siyah Havuç Konsantrelerinin Antosiyanin Profili ve Renk Özellikleri Açısından Karşılaştırılması

Pınar Anıl HACIDOĞAN*

Döhler Gıda A.Ş., Ar-Ge Departmanı, Karaman

Siyah havuç (*Daucus carota* L.), ağırlıklı olarak siyanidin türevlerini içeren bir antosiyanin kaynağıdır. Gıda endüstrisinde doğal gıda renklendiricileri açısından önemli bir yere sahiptir. Elde edilen rengin tonu ve proses koşullarına karşı davranışına antosiyaninlerin kimyasal yapısı ve dağılımı etki etmektedir.

Bu çalışmada kırmızı tip siyah havuç konsantre hammaddesinden mavi tip siyah havuç konsantre elde edilmesi ve bu renk değişiminin antosiyanin profili ile ilişkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Kırmızı ve mavi tip örneklerin renk özellikleri HunterLab, spektrofotometrik yöntemler ve hesaplamalar kullanılarak karşılaştırılmış, antosiyanin bileşimleri ise kromatografik analizlerle değerlendirilmiştir. Mavi tonlu örnekte kırmızı tonlu örneğe kıyasla belirgin bir renk değişimi gözlenmiştir. Mavi tonlu üründe Blue Factor değerinin 2–4 seviyesinden 11,5–13,5 seviyesine yükseldiği ve ortalama değere göre yaklaşık 4,2 kat artış gösterdiği belirlenmiştir. Mavi tonlu üründe a^* değeri 44,55'ten 41,99'a, b^* değeri ise 32,09'dan 21,78'e düşmüştür. İki ürün arasındaki toplam renk farklılığı $\Delta E = 10,66$ olarak hesaplanmıştır. Her iki ürünün renk gücü değeri 9,5–10,5 aralığında bulunurken, L^* değerlerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir.

İki rengin kromatografik profilleri arasında siyanidin türevlerinin dağılımlarında farklılıklar tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, siyah havuç antosiyaninlerinin renk özelliklerinin kontrollü şekilde modüle edilebileceğini ve siyah havucun mavi tonlu doğal gıda renklendiricilerinin geliştirilmesi açısından alternatif bir kaynak olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antosiyanin; doğal renk; siyah havuç.

*Sorumlu yazar: pinar.yeldan@doehler.com

Glütensiz Ekmeklerde Ekşi Hamur Tozu Kullanımının Depolama Stabilitesi ve Duyusal Özellikler Üzerine Etkilerinin İncelenmesi**

Serdar Mustafa EVCİN[1], Simge ÖZBEK[1,2,*]

[1]Pakmaya Ar-Ge Merkezi, FAGEM, Kocaeli
[2]Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Kocaeli

Glütensiz ekmeklerde glütenin yapısal ve fonksiyonel yokluğu; düşük hacim, zayıf hamur yapısı, hızlı bayatlama ve yetersiz duyusal kalite gibi önemli teknolojik sorunlara yol açmaktadır. Bu çalışmada, alternatif bir çözüm olarak iki farklı glütensiz ekşi hamur tozunun (pirinç ve karabuğday kaynaklı) glütensiz ekmek formülasyonlarına %5 ve %10 oranlarında ilavesinin teknolojik ve duyusal özellikler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Hammadde karakterizasyonunda pirinç ekşi hamur tozunun pH değeri $2,89 \pm 0,08$ ve TTA değeri $110,58 \pm 1,00$ olarak belirlenirken, karabuğday ekşi hamur tozunda bu değerler sırasıyla $3,12 \pm 0,03$ ve $90,19 \pm 0,21$ olarak ölçülmüş; pirinç bazlı ekşi hamurun daha yüksek asidifikasyon kapasitesine sahip olduğu görülmüştür. Depolama analizlerinde, ekşi hamur tozu içeren formülasyonlarda kırıntı sertliğindeki artışın kontrol örneğine kıyasla daha düşük seyrettiği, bu sayede raf ömrü stabilitesinin iyileştiği tespit edilmiştir. Eğitimli panelistlerle yürütülen sıralama testinde, %5 pirinç ekşi hamur tozu içeren ekmek örneği istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,05$) en çok tercih edilen ürün olurken, %10 karabuğday ekşi hamuru içeren örnek en az tercih edilmiştir. Sonuç olarak, düşük oranda pirinç ekşi hamur tozu kullanımının glütensiz ekmeklerde hem depolama stabilitesini hem de duyusal kabul edilebilirliği artıran, endüstriyel ölçekte uygulanabilir işlevsel bir yaklaşım sunduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Depolama stabilitesi; duyusal kabul edilebilirlik; ekşi hamur tozu; glütensiz ekmek; kırıntı sertliği.

*Sorumlu yazar: simge.ozbek@pakmaya.com
**Bu çalışma Pakmaya Ar-Ge Merkezi tarafından yürütülen "2025-FGM-F01 Glütensiz Fırıncılık Ürünleri Karışımlarının Geliştirilmesi" projesi kapsamında desteklenmiştir.

Kek Kalitesinin Sınıflandırılması: Veri Odaklı Bir Makine Öğrenmesi Yaklaşımı**

Simge ÖZBEK[1,2,*], Emrah KIRTIL[2]

[1]Pakmaya Ar-Ge Merkezi, FAGEM, Kocaeli
[2]Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Kocaeli

Modern gıda üretiminde kalite kontrolü, güvenlik izlemesi ve süreç optimizasyonu için gelişmiş çözümlere duyulan ihtiyaç artmaktadır. Endüstriyel kek üretiminde parti-parti kalite tutarlılığı, büyük ölçüde tahribatlı Tekstür Profil Analizi (TPA) ölçümlerine ve üretim ölçeğinde standardize edilmesi güç duyusal değerlendirmelere dayanmaktadır. Fizikokimyasal verilere dayalı, otomatik kek kalitesi sınıflandırması için sistematik bir denetimsiz kümeleme çerçevesi bugüne kadar raporlanmamıştır.

Bu çalışmada, birbirinden farklı formülasyonlarla üretilen 353 kek örneğine ait fizikokimyasal veriler kullanılmıştır. Kabuk ve iç renk koordinatları, hacim, nem içeriği ve yedi TPA parametresi olmak üzere 16 özellik standartlaştırılmış; temel bileşenler analizi (PCA) ile toplam varyansın %98,5'ini açıklayan 10 bileşene indirgenmiştir. K-Means, Agglomerative Ward ve Gaussian Mixture Models (GMM) yöntemleri $k = 5$ için Silhouette ve Davies-Bouldin metrikleriyle karşılaştırılmış; Ward yöntemi en yüksek performansı göstermiştir (Silhouette = 0,421; Davies-Bouldin = 1,099). Beş kalite grubundan biri, üretim ortalamasının yaklaşık 12 katı sertlik değerlerine (12.490 g'a varan) sahip yedi aykırı örnekten oluşmuş ve bu örnekler üç yöntemde de tutarlı biçimde tespit edilmiştir. Bu bulgular, literatürde bu konuda sınırlı sayıda çalışma bulunması nedeniyle, kek kalitesinin denetimsiz öğrenme yöntemleriyle otomatik sınıflandırılabileceğini gösteren özgün bir katkı sunmaktadır. Bulgular ayrıca, tahribatsız fizikokimyasal ölçümlerin denetimsiz makine öğrenmesiyle birleştirilmesinin, endüstriyel kek üretiminde güvenilir bir kalite sınıflandırması sunabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Aykırı değer tespiti; denetimsiz kümeleme; kalite sınıflandırması; tekstür profil analizi; temel bileşen analizi.

*Sorumlu yazar: simge.ozbek@pakmaya.com
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 3501 – Kariyer Geliştirme Programı kapsamında yürütülen 'Fonksiyonel Yağ İkamesi ve Lipit Sindiriminin Modülasyonu için CNC Tabanlı Hibrit Stabilizörlü Pickering HIPE Sistemlerinin Geliştirilmesi ve Unlu Mamullerde Uygulanabilirliği' başlıklı proje kapsamında, 125O208 proje numarası ile desteklenmiştir.

Chlorella vulgaris İçeren Kitosan Bazlı Yenilebilir Kaplamaların Tavuk Göğüs Etinin Raf Ömrü ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi**

İsmail Umut KAYA, Şeyma Nur SALİH, Çağla NALINCI, Özge GÜNEŞ, Güliz HASKARACA*, Semanur YILDIZ ÖZDEMİR

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya

Chlorella vulgaris, biyoaktif bileşenleri sayesinde potansiyel antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip bir mikroalgdir. Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda *C. vulgaris* ile zenginleştirilmiş kitosan bazlı yenilebilir kaplamaların, soğukta depolanan tavuk göğüs etinin kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkileri araştırılmıştır. Örnekler; %1 kitosan (A), %1 kitosan + %0,5 *C. vulgaris* (B), %1 kitosan + %1 *C. vulgaris* (C), %1 kitosan + %3 *C. vulgaris* (D) ve kaplamasız kontrol (E) olmak üzere beş gruba ayrılmıştır. Kaplamalar daldırma yöntemiyle uygulanmış ve örnekler 4 ± 1 °C'de 9 gün depolanmıştır. Depolama süresince kaplama verimi, renk, pH, TBARS, toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam küf-maya (TKM) ve duyusal özellikler değerlendirilmiştir.

C. vulgaris içeren kaplamaların tavuk göğüs etlerinde pH değişimini ve mikrobiyal gelişimi sınırlandırdığı, %3 *C. vulgaris* içeren grubun depolama sonunda en düşük TMAB değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir (<2 log KOB/g). TBARS değerleri tüm gruplarda kabul edilebilir düzeylerde kalırken (0,15–0,61 mg MDA/kg et), mikrobiyolojik bulgulara göre kaplama uygulamalarının tavuk göğüs etinin raf ömrünü kaplamasız gruba kıyasla yaklaşık 3–6 gün uzatabildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, artan *C. vulgaris* konsantrasyonu yeşilimsi renk oluşumuna ve %3 düzeyinde duyusal kabulün azalmasına neden olmuştur. Sonuç olarak, koruyucu etkinlik, renk ve duyusal kabul birlikte değerlendirildiğinde, %0,5 *C. vulgaris* içeren kitosan kaplama en uygun formülasyon olarak öne çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Chlorella vulgaris*; kitosan; raf ömrü; tavuk eti; yenilebilir kaplama.

*Sorumlu yazar: gyaldirak@sakarya.edu.tr

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209-A projeleri kapsamında 1919B012425602 proje numarası ile desteklenmiştir.

Soft Inclusion Sistemlerinde Yapı, Tekstür ve Stabilite: Formülasyon Yaklaşımları

Derya ARSLAN[1,*], Şevval ŞEN[1], Esra DEVSEREN[2]

[1]Döhler Gıda Sanayi A.Ş., Ar-Ge, Balıkesir
[2]Döhler Gıda Sanayi A.Ş., Ar-Ge, İzmir

Soft inclusion (SI) ürünleri, özellikle meyve bazlı sistemlerde farklı bileşenlerin bir arada kullanılmasıyla karakteristik bir yapı ve tekstür oluşturan ürünlerdir. Ürünün hedeflenen tekstürel özelliklerini kazanması ve depolama süresince bu özelliklerini koruyabilmesi; formülasyon, bileşenlerin fonksiyonel özellikleri ve proses koşulları gibi birçok faktörün birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada, soft inclusion proseslerine yönelik gerçekleştirilen literatür taraması doğrultusunda yapı, stabilite ve tekstür özellikleri ile bu özellikleri etkileyen temel faktörler ele alınmıştır. Kaynaklarda yer alan bilgiler doğrultusunda, ürünün su tutma kapasitesi, kuru madde içeriği, şeker ve jel oluşturucu bileşenlerin varlığı, pektin ve diğer hidrokolloidlerin fonksiyonel özellikleri ile bileşenler arasındaki etkileşimlerin ürün yapısı üzerinde önemli rol oynadığı görülmektedir. Ayrıca tekstürün sertlik, elastikiyet, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik gibi parametrelerle değerlendirilebildiği ve bu özelliklerin depolama koşullarına bağlı olarak değişebildiği görülmüştür. Şeker azaltılmış SI ürünlerinde ise yapı ve stabilitenin korunması, formülasyon tasarımında ayrıca dikkate alınması gereken bir konu olarak öne çıkmaktadır. Bu kapsamda, uygun yapı oluşturucu sistemlerin ve alternatif formülasyon yaklaşımlarının değerlendirilmesi, istenen tekstürel özelliklerin sağlanması açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Formülasyon; soft inclusion; stabilite; tekstür.

[*]Sorumlu yazar: derya.arslan@doehler.com

Pirinç Sütünün Ultrases Destekli Ekstraksiyonu, Mikroalg ile Zenginleştirilmesi ve Elde Edilen Bitki Bazlı Süt Karışımının Yanıt Yüzey Yöntemi ile Stabilizasyonu

Yağmur Eda ÖZBEK[1,*], Ersin YETAN[1], Asude KARABULUT[1], İrem KOCABAŞ[1], Ece Nur KARAÇELİK SAĞIR[2], Arzu AKPINAR BAYİZİT[1]

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa
[2]Lactalis, Sakarya

Bitkisel içecek alternatiflerinde karşılaşılan düşük protein içeriği ve biyoaktif bileşen düzeyi, depolama sürecindeki serum ayrışması, bu ürünlerin ticarileşmesini olumsuz etkileyen başlıca kalite sorunlarıdır. Bitkisel içecek sistemlerinde görülen faz ayrılması ve zayıf besin profili, ürün kabulünü zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada, kırık pirinç matrisinde ultrases destekli ekstraksiyon kullanımı, hurma konsantresi, ksantan gam ve *Chlorella vulgaris* ilavesiyle oluşturulan formülasyonların fizikokimyasal, biyoaktif ve duyusal özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bitkisel bazlı içeceklerde stabiliteyi; işlem süresi, viskozite ve bileşenlerin renk ile reolojik özellikler üzerindeki karşılıklı etkileşimiyle sağlanmaktadır. Nitekim kıvam artırıcı içermeyen kontrol örneklerinde belirgin faz ayrılması ve düşük viskozite (1,92 cP) gözlenirken; ultrases uygulaması, ksantan gam ve mikroalg kombinasyonuyla viskozitenin 20 cP üzerine çıkarılması fiziksel ayrışmayı engellemiştir. Ultrases uygulaması ile birlikte çözünür kuru madde %3,87'ye, protein oranı %0,93'e, CUPRAC antioksidan kapasitesi 17,75 mg TE/100 g değerine yükselmiş; tüm formülasyonlarda düşük yağlı profil korunmuştur. Panelistlerin değerlendirme sonuçlarına göre, %1 *Chlorella vulgaris* ve %0,2 ksantan gam içeren örnek, renk homojenliği ve stabil faz dengesiyle en beğenilen fonksiyonel formülasyon olurken; alg içermeyen ve %0,1 ksantan gam içeren örnek ise pirinç içeceğine özgü açık rengi ve tat profiliyle panelistlerce en yüksek kabul edilebilirliğe ulaşan örnek olmuştur. Bu çalışma, fonksiyonel bitkisel sütlerin endüstriyel ölçek büyütme ve ticarileşme süreçlerine yönelik özelleştirilmiş matris stratejilerine bilimsel bir temel sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel içecek; *Chlorella vulgaris*; fonksiyonel gıda; ultrases destekli ekstraksiyon.

*Sorumlu yazar: yagmuredaozbek@uludag.edu.tr

UHT Süt Ürünlerinde Mikrobiyolojik Kalite Kontrolü: Klasik Ekim (KOB/mL) ve ATP Biyolüminesans (RLU) Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi

Doğan KAYA*, Koray Salih AYBEK, Guşef ŞEKERCİ, Mehmet Can AĞCA

Sütaş Süt Ürünleri A.Ş., Uluabat Köyü Karacabey, Bursa

Süt endüstrisinde artan üretim hızı, mikrobiyolojik güvenliğin hızla doğrulanmasını gerektirmektedir. Klasik koloni sayım yöntemi (KOB/mL) altın standart olmakla birlikte sonuç için 5–8 gün gerekmektedir. ATP biyolüminesans teknolojisi (RLU) ise canlı mikroorganizmalardaki adenozin trifosfatın (ATP) lusiferaz enzimi aracılığıyla ölçülmesi esasına dayanmakta ve çok kısa sürede sonuç vermektedir.

Bu çalışmada, farklı mikrobiyal yükler ile inoküle edilmiş/edilmemiş çiğ süt, UHT sade ve çeşnili süt numunelerinde ATP cihazı ile klasik ekim (KOB/mL) yöntemi karşılaştırılmış; korelasyon, avantajlar, sınırlılıklar ve endüstriyel uygulanabilirlik değerlendirilmiştir. Numuneler Ringer ve mikrobiyal yükü bilinen süt ile inoküle/dilüe edilerek her iki yöntemle 4 tekrarlı paralel analiz edilmiştir.

Dört deney grubundan elde edilen toplam 232 eşleştirilmiş KOB-RLU verisinde, log ölçekte güçlü doğrusal ilişki saptanmıştır (Pearson r = 0,91). Çeşnili süt dilüsyon grubunda da güçlü korelasyon bulunmuştur (r = 0,89). UHT sade süt inkübasyon grubunda düşük kontaminasyon düzeylerinde RLU sonuçlarının düşük seviyede kaldığı gözlenmiştir.

Sonuç olarak, $\geq 10^4$ KOB/mL düzeylerinde RLU-KOB uyumu güçlü bulunurken, 10^1–10^3 KOB/mL sonuç güvenilirliğinin azaldığı belirlenmiştir. ATP/RLU yönteminin ürüne özgü kalibrasyon ve doğrulama çalışmalarıyla desteklenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: ATP biyolüminesans; hızlı mikrobiyolojik yöntemler; koloni sayımı (KOB); mikrobiyolojik kalite kontrolü; UHT süt.

*Sorumlu yazar: dkaya@sutas.com.tr

Mikrobiyal Peynir Mayası ve Fermente Peynir Mayasının (FPC) Kaşar Peynirinin Olgunlaşma Özellikleri Üzerine Etkilerinin Karşılıklı Değerlendirilmesi

Melek GÜNAY*, Ziya Ozan DERİNSU, Hasan ORAL

Sütaş Süt Ürünleri A.Ş., Uluabat Köyü Karacabey, Bursa

Kaşar peyniri, Türkiye'de yaygın olarak tüketilen, karakteristik aroma, tekstür ve erime özellikleriyle öne çıkan geleneksel bir pasta filata tipi peynirdir. Üretim sonrasında gerçekleşen olgunlaşma süreci, Kaşar peynirinin kendine özgü duyusal ve tekstürel özelliklerinin gelişiminde önemli rol oynamaktadır.

Pasta filata tipi peynirlerde olgunlaşma süreci, proteoliz ve lipoliz reaksiyonlarının kontrollü ilerlemesiyle tekstür, aroma ve lezzetin oluştuğu karmaşık bir biyokimyasal süreçtir. Kaşar peyniri, Türkiye'de bu grubun en önemli temsilcilerinden biri olup, üretim sırasında uygulanan stretching (haşlama) işlemi nedeniyle diğer peynirlerden farklı bir olgunlaşma dinamiğine sahiptir. Özellikle pıhtılaştırıcı enzimin kökeni, pıhtı içerisinde kalan rezidüel enzim aktivitesini ve dolayısıyla proteolitik değişimleri etkileyebilmektedir.

Bu çalışmada, *Rhizomucor miehei*'den elde edilen mikrobiyal maya ile *Aspergillus niger*'in fermentasyonuyla elde edilen FPC maya kullanılarak üretilen kaşar peynirlerinde olgunlaşma sürecinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Olgunlaşma boyunca Water-Soluble Nitrogen (WSN), %12 Trichloroacetic Acid-Soluble Nitrogen (TCA-SN), %5 Phosphotungstic Acid-Soluble Nitrogen (PTA-SN) ve bütirik asit cinsinden serbest yağ asitliği analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizler, proteolizin farklı aşamalarını ve lipolitik aktiviteyi birlikte değerlendirme olanağı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Fermente peynir mayası (FPC); kaşar peyniri; lipoliz; mikrobiyal peynir mayası; pasta-filata; proteoliz.

*Sorumlu yazar: mgunay@sutas.com.tr

Karaçam (*Pinus nigra*) Kozalak Şurubunun Sağlıklı ve Kanser Akciğer Hücre Hatları Üzerindeki Sitotoksik Etkisinin Değerlendirilmesi**

Elif TURAN[1,*], Nadide SEYHUN[2], Gökçe TANER[3]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı, Bursa
[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa
[3]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Bursa

Pinaceae (çamgiller) familyasına ait bitkilerin farklı bölümleri, geleneksel olarak çay, baharat olarak ve tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Son yıllarda doğal ürünlere olan ilginin artmasıyla birlikte, özellikle kozalak, iğne ve kabuk gibi atık olarak kabul gören ürünlerden elde edilen ekstraktların fonksiyonel gıda veya doğal gıda katkı maddesi olarak değerlendirilmesi üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Karaçam (*Pinus nigra*) ekstraktlarında başlıca kateşin, epikateşin, taksifolin, ferulik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, şiringik asit ve proantosiyanidinler gibi fenolik bileşikler tanımlanmış olup, bu bileşiklerin hücresel oksidatif stresin düzenlenmesi, inflamasyonun baskılanması ve apoptotik yolakların aktive edilmesi yoluyla antikanser etki gösterebileceği bildirilmektedir. Bu çalışmada, karaçam kozalağı şurubunun sağlıklı ve kanser akciğer hücreleri üzerindeki sitotoksik etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Sağlıklı insan bronşiyal epitel hücreleri (BEAS-2B) ve insan akciğer adenokarsinom hücreleri (A549), karaçam kozalak şurubunun farklı konsantrasyonları ile 24 saat inkübe edilmiş ve hücre canlılığı MTT testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda, kozalak şurubunun BEAS-2B hücrelerinde anlamlı proliferatif etki oluşturduğu, buna karşılık aynı konsantrasyonlarda A549 hücrelerinin canlılığını azalttığı ve sitotoksik etki gösterdiği belirlenmiştir. Sağlıklı ve kanser hücreleri arasındaki bu farklı biyolojik yanıt, karaçam kozalak şurubunun seçici sitotoksik özellik ve potansiyel antikanser aktivite gösterebileceğini düşündürmektedir. Bu bulgular doğrultusunda, karaçam kozalak şurubunun antikanser potansiyelinin ve bu etkiden sorumlu biyoaktif bileşenlerin ileri çalışmalarla aydınlatılması önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akciğer kanseri; antikanser aktivite; kozalak şurubu; *Pinus nigra*; sitotoksisite.

*Sorumlu yazar: eliftran@gmail.com
**Bu çalışma TÜBİTAK 1001 Programı kapsamında 124O293 proje numarası ile desteklenmiştir.

Yağ Bazlı Kaplama Soslarının Reolojik Özellikleri ile Döküm Performansı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi

Yaren DOĞAN*

Polen Un ve Gıda Katkı Maddeleri San. ve Tic. A.Ş., Ar-Ge Merkezi, İstanbul

Yağ bazlı kaplama soslarının pasta yüzeyine uygulanmasında, hedeflenen kaplama kalınlığında yeterli yayılmanın sağlanması ve yerçekimi etkisiyle oluşabilecek akma ve sarkmanın önlenmesi ürün kalitesi açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, hedeflenen kaplama kalınlığına uygun minimum akma gerilmesinin formülasyon yoluyla belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, Antep fıstığı püresi ve palm yağı içeren yağ bazlı bir sos formüle edilmiş, lesitin miktarı değiştirilerek beş farklı formülasyon hazırlanmıştır. Hazırlanan sosların yoğunluğu 1250 kg/m³ olarak belirlenmiş, Casson modeli ile elde edilen akma gerilmesi değerlerinin 40 °C sıcaklıkta 4,15–9,70 Pa arasında değiştiği saptanmıştır. Formülasyonu uygulamak amacıyla 0,4 ile 0,5 mm kaplama kalınlığı aralığı seçilerek gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Hedeflenen kaplama kalınlığı için, kaplamanın kendi ağırlığından kaynaklanan maksimum yerçekimi gerilmesi $T_{max} = \rho g h \sin\theta$ bağıntısıyla hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda, hedeflenen kaplama kalınlığından hareketle gerekli minimum akma gerilmesi değerleri belirlenmiş ve 0,4 ile 0,5 mm aralıkları için kaplama kalınlığı değerlerinin 4,91–6,13 Pa arasında olduğu hesaplanmıştır. Elde edilen teorik sonuçlar, gerçek pasta döküm uygulamalarıyla karşılaştırılmış ve hesaplamaların döküm sonuçlarıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir. Böylece, hedeflenen kaplama kalınlığına uygun akma gerilmesi aralığının formülasyon geliştirme yoluyla belirlenebileceği ve bu yaklaşımın gerçek döküm davranışının öngörülmesinde kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, hedef kaplama kalınlığı ile gerekli akma gerilmesi arasında ilişki kurarak, kaplama soslarının formülasyon ve proses tasarımında kullanılabilecek pratik bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kaplama kalınlığı; reoloji; yağ bazlı kaplama sosu.

*Sorumlu yazar: yaren.ozcelik@polengida.com

Sıcak Hava Ön Kurutma-Mikrodalga Vakum Kurutma Hibrit Teknolojisi ile Meyve ve Sebze Cipsi Üretimi, Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Ecenaz TAMUSTA, Özgün KÖPRÜALAN AYDIN*

PAGMAT Gıda A.Ş., Şehitler Mah. Yılmaz Cad. No:1, Saruhanlı, Manisa

Bu çalışmada, sıcak hava ön kurutma ve mikrodalga vakum kurutma (HAD-MWVD) işlemlerinin ardışık olarak uygulandığı hibrit sistemle üretilen çeri domates, ananas ve kapya biber cipslerinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Hammaddeler sıcak hava ile ön kurutularak nem içerikleri %20,0 ± 2,0 düzeyine düşürülmüş, ardından maksimum 600 s mikrodalga vakum kurutma uygulanarak nihai nem içeriği %3–4 seviyesine indirilmiştir. Kurutma sonrasında ürünler, nem dengesinin sağlanması amacıyla 55–60 °C ve 0,9 bar koşullarında vakum altında dengelenmiştir. Çeri domates, ananas ve kapya biber cipslerinin nihai nem içerikleri sırasıyla %3,1 ± 0,1, %3,2 ± 0,2 ve %3,0 ± 0,1; su aktivitesi (a_w) değerleri ise 0,21 ± 0,01, 0,25 ± 0,03 ve 0,18 ± 0,01 olarak belirlenmiştir. Toplam koliform ve *Escherichia coli* hiçbir üründe tespit edilmemiştir. Küf sayısı çeri domates ve kapya biberde sırasıyla 300 ve 100 koloni oluşturan birim (KOB)/g olarak saptanırken, maya yalnızca çeri domateste 100 KOB/g düzeyinde belirlenmiştir. Genel beğeni puanları kapya biber, çeri domates ve ananas için sırasıyla 5,00 ± 0,00, 4,33 ± 0,52 ve 4,33 ± 1,21 olarak bulunmuştur. Bulgular, HAD-MWVD hibrit kurutma sisteminin düşük nem ve su aktivitesine sahip, çıtır ve duyusal açıdan kabul edilebilir meyve-sebze cipslerinin üretiminde uygulanabilirliğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Duyusal kalite; hibrit kurutma; meyve-sebze cipsi; mikrodalga vakum kurutma; sıcak hava kurutma; su aktivitesi.

*Sorumlu yazar: ozgun.koprualan@afibee.com

Farklı Karıştırma Hızlarının Fermente Süt Ürününün Viskozitesi ve Su Salması Üzerine Etkisi

Öznur KIYMA*, Büşra SOYDAN TEKİN, Görkem ONGAN BAHAR

Eker Süt Ürünleri Gıda Sanayi A.Ş., Bursa

ÖZET

Bu çalışmada, farklı karıştırma hızlarının fermente süt ürününün viskozitesi ve raf ömrü boyunca su salması üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Aynı üretim koşullarında hazırlanan ürün, inkübasyon ve pıhtı kırımı işlemlerinin ardından dört gruba ayrılmıştır. Karıştırıcının çalıştırılmadığı uygulama kontrol grubu olarak belirlenmiş; diğer gruplara 586, 1172 ve 1758 rpm karıştırma hızları uygulanmıştır. Numunelerin viskozite ve su salma değerleri raf ömrünün 1., 7., 14., 21., 28. ve 32. günlerinde değerlendirilmiştir. Raf ömrü sonunda en yüksek viskozite 118,97 cP ile 586 rpm uygulamasında belirlenmiş; bunu kontrol, 1758 rpm ve 1172 rpm uygulamaları izlemiştir. En düşük su salma oranı %16,67 ile 1172 rpm uygulamasında kaydedilmiş; bu oran 1758 rpm uygulamasında %18,33, kontrol ve 586 rpm uygulamalarında ise %19,00 olarak belirlenmiştir. Viskozite, 586 rpm uygulamasında 14. günden itibaren düzenli olarak artarken, 1172 ve 1758 rpm uygulamalarında 7. günden sonra genel olarak azalmıştır. Sonuçlar, 586 rpm karıştırma hızının viskoziteyi belirgin biçimde artırdığını, 1172 rpm karıştırma hızının ise serum tutma bakımından daha etkili olduğunu göstermiştir. Buna göre yüksek viskozitenin öncelikli olduğu ürünler için 586 rpm'nin, düşük su salmasının öncelikli olduğu ürünler için ise 1172 rpm'nin daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fermente süt ürünü; karıştırma hızı; su salma; viskozite.

1. GİRİŞ

Süt ürünleri, yüksek protein, yağ, laktoz, vitamin ve mineral içerikleri sayesinde hem temel beslenme hem de fonksiyonel gıda kategorisinde önemli bir yere sahiptir (Fox vd., 2015). Hayvansal Gıdalar için Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği'nde 'Süt ürünleri: Çiğ sütün işlenmesinden elde edilen ürünler ile bu ürünlerin daha ileri düzeyde işlenmesi ile elde edilen işlenmiş ürünleri' olarak tanımlanmaktadır (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2011). İçme sütleri, süt bazlı içecekler, fermente süt ürünleri, kaymak, tereyağı, süt tozu, dondurma, krema gibi ürünler süt ürünleri içerisinde bulunmaktadırlar. Bu ürünlerin özel bir grubunu oluşturan fermente süt ürünleri, 'Sütün uygun mikroorganizmalar tarafından fermentasyonu ile pH değerinin koagülasyona yol açacak veya açmayacak şekilde düşürülmesi sonucu oluşan ve içermesi gereken mikroorganizmaları yeterli sayıda canlı ve aktif olarak raf ömrü sonuna kadar bulunduran süt ürününü' tanımı ile Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde yer almaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). Fermente süt ürünlerinin yoğurt, kefir, ayran, kımız, süzme yoğurt gibi örneklerle gıda endüstrisinde yaygın tüketimi bulur.

Süt proteini, süt yağı, titrasyon asitliği, toplam spesifik mikroorganizma, maya analizleri ürün çeşidine göre değişken olmak ile birlikte analizler yapılarak ürün kontrolleri sağlanır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). Fermente süt ürünlerinin kalitesi; mikrobiyal yapı, kimyasal kompozisyon, tekstürel özellikler ve duyusal niteliklerle belirlenir (Bintsis ve Papademas,

*Sorumlu yazar: oznurkiyma@eker.com

2022). Günümüzde bu kalite kriterleri yalnızca panelist değerlendirmeleriyle değil, renk ölçer, tekstür analiz cihazı ve elektronik burun gibi objektif ölçüm teknikleriyle de izlenmektedir (Bintsis, 2023).

Yoğurt özelinde, ürünün viskozitesi (kıvamı) ve su salma eğilimi (sinerezis), tüketici kabulünde en kritik parametrelerdir (Arab vd., 2023). Yüksek viskozite ürünün dolgun kıvamlı olmasını sağlarken, sinerezis jel yapının zayıflamasına bağlı olarak yüzeyde serum birikimine yol açar ve kalite kusuru olarak değerlendirilir (El Bouchikhi vd., 2019). Bu nedenle sanayide Brookfield viskozimetresi ve santrifüjleme yöntemiyle yapılan testler, ürünün raf ömrü stabilitesini ve tüketici beklentilerini karşılayıp karşılamadığını ortaya koyar. Ancak numune homojenliği, sıcaklık duyarlılığı ve tekrarlanabilirlik sorunları, bu ölçümlerde sık karşılaşılan problemlerdir (Yoon ve McCarthy, 2002). Sektörün beklentisi ise kıvamı tutarlı, serum ayrılması minimum, raf ömrü boyunca stabil ürünler üretmektir. Bu nedenle viskozite ve su salma testleri yalnızca yoğurtta değil, ayran, kefir gibi diğer fermente süt ürünlerinde de kalite kontrolün vazgeçilmez bir parçasıdır (Żbikowska vd., 2020). Bu çalışmada ise farklı karıştırma hızlarının fermente süt ürününün viskozitesi ve raf ömrü boyunca su salması üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda aktif mekanik karıştırma uygulanmayan kontrol grubu ile 586, 1172 ve 1758 rpm karıştırma hızlarında işlenen fermente süt ürünlerinin viskozite ve raf ömrü boyunca su salma davranışlarının incelenerek karşılaştırılmasını kapsamaktadır. Çalışma ile müşteri beklentilerine uygun, raf ömrü boyunca kıvam ve serum stabilitesini koruyan standart bir ürün için uygun karıştırma koşulunun belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. YÖNTEM

İnkübasyonu tamamlanan ve dolum sıcaklığına kadar soğutulan fermente süt ürünü dört gruba ayrılmıştır. Karıştırıcının çalıştırılmadığı ve ürünün yalnızca sistem basıncıyla ekipmandan geçirildiği uygulama kontrol grubu olarak belirlenirken, diğer gruplar hat içi karıştırıcı kullanılarak 586, 1172 ve 1758 rpm karıştırma hızlarında işlenmiştir. Karıştırma işleminin ardından ürünlerin dolumu gerçekleştirilmiş ve son üründen alınan numuneler raf ömrü takibine alınmıştır. Viskozite ölçümleri Brookfield marka viskozimetre kullanılarak T-D spindle ve 7 rpm ölçüm koşullarında gerçekleştirilmiş, sonuçlar cP olarak ifade edilmiştir. Su salma analizinde belirlenen hacimdeki numuneden süzülen serum hacmi mL olarak ölçülmüştür. Su salma oranı, süzülen serum hacminin başlangıç numunesi miktarına oranlanması ve elde edilen değerin 100 ile çarpılmasıyla yüzde olarak hesaplanmıştır. Numuneler raf ömrünün 1., 7., 14., 21., 28. ve 32. günlerinde viskozite, su salma ve görsel özellikler bakımından değerlendirilmiş; raf ömrü sonunda kontrol grubu ile farklı karıştırma hızlarından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma kapsamında fermente süt ürünü reçetesi ve yoğurt miksi hazırlanmış, ardından homojenizasyon ve pastörizasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Pastörizasyon sonrasında inokülasyon sıcaklığına soğutulan ürün, starter kültür ilavesinin ardından hedef pH değerine ulaşıncaya kadar inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında pıhtı kırılmış ve ürün, karıştırma işleminin fiziksel özellikler üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla farklı karıştırma hızlarına tabi tutulmuştur. Bu kapsamda ürün dört farklı gruba ayrılmıştır. Rotorun aktif olmadığı ve ürünün yalnızca sistem basıncına bağlı olarak ekipmandan geçirildiği uygulama kontrol grubu olarak belirlenirken, diğer gruplara sırasıyla 586, 1172 ve 1758 rpm karıştırma hızları uygulanmıştır. Karıştırma işleminin ardından dolumu ve soğutulması

gerçekleştirilen numuneler raf ömrü takibine alınmıştır. Raf ömrü boyunca farklı karıştırma hızlarının ürün yapısı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla viskozite ve su salma analizleri yapılmıştır. Kontrol grubu ile farklı karıştırma hızlarında elde edilen viskozite ve su salma sonuçları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Rpm hızına ve raf ömrüne göre su salma ve viskoziteye etkisi.

Raf ömrü günü	Karıştırma hızı Kontrol		Karıştırma hızı 586 rpm		Karıştırma hızı 1172 rpm		Karıştırma hızı 1758 rpm	
	Viskozite (cP)	Su salma (%)	Viskozite (cP)	Su salma (%)	Viskozite (cP)	Su salma (%)	Viskozite (cP)	Su salma (%)
1. gün	79,38	16,00	82,40	15,33	73,42	16,00	58,33	16,00
7. gün	73,31	25,00	82,59	24,00	81,11	25,00	86,61	26,00
14. gün	73,08	17,33	102,56	17,33	76,27	15,00	81,34	16,67
21. gün	82,97	18,00	112,55	18,00	73,85	15,67	78,71	17,33
28. gün	87,91	18,67	117,54	18,67	72,64	16,33	77,40	18,00
32. gün	89,32	19,00	118,97	19,00	72,30	16,67	77,02	18,33

Kontrol grubu ile farklı karıştırma hızlarına ait viskozite ve su salma oranları raf ömrünün 1., 7., 14., 21., 28. ve 32. günlerinde karşılaştırılmıştır.

Kontrol grubunda viskozite değerleri sırasıyla 79,38; 73,31; 73,08; 82,97; 87,91 ve 89,32 cP, su salma oranları ise sırasıyla %16,00; %25,00; %17,33; %18,00; %18,67 ve %19,00 olarak belirlenmiştir.

586 rpm karıştırma hızında viskozite değerleri sırasıyla 82,40; 82,59; 102,56; 112,55; 117,54 ve 118,97 cP, su salma oranları ise sırasıyla %15,33; %24,00; %17,33; %18,00; %18,67 ve %19,00 olarak kaydedilmiştir.

1172 rpm karıştırma hızında viskozite değerleri sırasıyla 73,42; 81,11; 76,27; 73,85; 72,64 ve 72,30 cP, su salma oranları ise sırasıyla %16,00; %25,00; %15,00; %15,67; %16,33 ve %16,67 olarak tespit edilmiştir.

1758 rpm karıştırma hızında ise viskozite değerleri sırasıyla 58,33; 86,61; 81,34; 78,71; 77,40 ve 77,02 cP, su salma oranları ise sırasıyla %16,00; %26,00; %16,67; %17,33; %18,00 ve %18,33 olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.1 incelendiğinde, viskozite değerlerinin karıştırma hızı ve raf ömrü süresine bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Kontrol grubunda viskozite 14. güne kadar azalmış, sonraki günlerde ise artmıştır. 586 rpm karıştırma hızında 1. ve 7. gün viskozite değerleri birbirine yakın gerçekleşmiş, 14. günden itibaren belirgin bir artış görülmüştür. 1172 rpm karıştırma hızında viskozite 7. güne kadar yükselmiş, sonraki günlerde azalmıştır. 1758 rpm karıştırma hızında ise 1. günden 7. güne belirgin bir artış meydana gelmiş, 7. günden sonra viskozite kademeli olarak düşmüştür. Gruplar karşılaştırıldığında en yüksek viskozite 1. günde 586 rpm, 7. günde 1758 rpm, 14. günden raf ömrü sonuna kadar ise 586 rpm karıştırma hızında belirlenmiştir.

Su salma oranları tüm gruplarda 1. günden 7. güne yükselmiş, 14. günde azalmış ve sonraki günlerde sınırlı bir artış göstermiştir. Birinci ve 7. günlerde en düşük su salma oranları sırasıyla %15,33 ve %24,00 ile 586 rpm karıştırma hızında belirlenmiştir. 14. günde en düşük su salma oranı %15,00 ile 1172 rpm uygulamasında görülmüş ve bu gruptaki oran raf ömrü sonunda %16,67 olarak belirlenmiştir. Raf ömrünün 32. gününde kontrol ve 586 rpm uygulamalarında su salma oranı %19,00, 1758 rpm uygulamasında ise %18,33 olarak kaydedilmiştir. Buna göre

raf ömrü sonunda en yüksek viskozite 586 rpm, en düşük su salma oranı ise 1172 rpm karıştırma hızında belirlenmiştir.

4. SONUÇ

Kontrol grubunda viskozite 1. gündeki 79,38 cP değerinden 7. günde 73,31 cP'ye ve 14. günde 73,08 cP'ye düşmüş, sonraki günlerde artarak raf ömrü sonunda 89,32 cP'ye ulaşmıştır. 586 rpm karıştırma hızında 1. ve 7. gün viskozite değerleri birbirine yakın gerçekleşmiş, 14. günden itibaren belirgin bir artış görülmüş ve 32. günde 118,97 cP ile en yüksek değere ulaşılmıştır. 1172 rpm karıştırma hızında viskozite 7. güne kadar artmış, sonraki günlerde azalarak raf ömrü sonunda 72,30 cP'ye gerilemiştir. 1758 rpm karıştırma hızında ise 1. günde 58,33 cP olan viskozite 7. günde 86,61 cP'ye yükselmiş, daha sonra kademeli olarak azalarak 32. günde 77,02 cP olarak belirlenmiştir.

Su salma oranları bütün gruplarda 1. günden 7. güne yükselmiş, 14. günde ise azalmıştır. On dördüncü günden sonra tüm gruplarda sınırlı ve kademeli bir artış görülmüştür. Raf ömrü sonunda su salma oranı kontrol grubu ile 586 rpm karıştırma hızında %19,00, 1172 rpm karıştırma hızında %16,67 ve 1758 rpm karıştırma hızında %18,33 olarak belirlenmiştir. Buna göre raf ömrü sonunda en düşük su salma oranı 1172 rpm karıştırma hızında, en yüksek su salma oranı ise kontrol grubu ile 586 rpm karıştırma hızında görülmüştür.

Gruplar karşılaştırıldığında, 1. günde en yüksek viskozite 586 rpm, en düşük viskozite ise 1758 rpm karıştırma hızında ölçülmüştür. Yedinci günde en yüksek viskozite 1758 rpm karıştırma hızında belirlenirken, 14. günden raf ömrü sonuna kadar en yüksek değerler 586 rpm karıştırma hızında görülmüştür. Raf ömrü sonunda en düşük viskozite 1172 rpm karıştırma hızında belirlenmiştir.

Elde edilen bulgular, farklı karıştırma hızlarının fermente süt ürününün viskozite ve su salma davranışında farklılıklar oluşturduğunu ve bu farklılıkların depolama süresince değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. 586 rpm karıştırma hızı yüksek viskozite değerleriyle öne çıkarken, 1172 rpm karıştırma hızında daha düşük su salma oranları elde edilmiştir. Bu doğrultuda, hedeflenen ürün yapısının sağlanmasında karıştırma hızının önemli bir proses parametresi olarak değerlendirilmesi ve viskozite ile su salma özelliklerinin birlikte ele alınması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Arab, M., Yousefi, M., Khanniri, E., Azari, M., Ghasemzadeh-Mohammadi, V., & Mollakhalili-Meybodi, N. (2023). A comprehensive review on yogurt syneresis: Effect of processing conditions and added additives. Journal of Food Science and Technology, 60(6), 1656–1665. https://doi.org/10.1007/s13197-022-05403-6

Bintsis, T. (2023). Dairy fermentation. Fermentation, 9(3), 252. https://doi.org/10.3390/fermentation9030252

Bintsis, T., & Papademas, P. (2022). The evolution of fermented milks, from artisanal to industrial products: A critical review. Fermentation, 8(12), 679. https://doi.org/10.3390/fermentation8120679

El Bouchikhi, S., Pagès, P., El Alaoui, Y., Ibrahimi, A., & Bensouda, Y. (2019). Syneresis investigations of lacto-fermented sodium caseinate in a mixed model system. BMC Biotechnology, 19, 57. https://doi.org/10.1186/s12896-019-0539-1

Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H., & O'Mahony, J. A. (2015). Dairy chemistry and biochemistry (2nd ed.). Springer.

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. (2011). Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği. Resmî Gazete (Sayı: 28155), 27 Aralık 2011.

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2022). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2022/44). Resmî Gazete (Sayı: 32029), 30 Kasım 2022.

Yoon, W. B., & McCarthy, K. L. (2002). Rheology of yogurt during pipe flow as characterized by magnetic resonance imaging. Journal of Texture Studies, 33(5), 431–444. https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2002.tb01358.x

Żbikowska, A., Szymańska, I., & Kowalska, M. (2020). Impact of inulin addition on properties of natural yogurt. Applied Sciences, 10(12), 4317. https://doi.org/10.3390/app10124317

Çiğ Sütün Doğal Antimikrobiyal Savunmasında Laktoferrinin Rolü ve Gıda Güvenliği Açısından Önemi

Melike ALACA[1,2,*], Mustafa AY[1]

[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi, Çanakkale
[2]Uluova Süt Ticaret A.Ş., Çanakkale

Laktoferrin, başta süt olmak üzere çeşitli biyolojik sıvılarda bulunan, yüksek demir bağlama kapasitesine ve antimikrobiyal özelliklere sahip önemli bir biyoaktif proteindir. İnek sütünde doğal olarak bulunan laktoferrin; serbest demiri bağlayarak mikroorganizmaların demir kullanımını sınırlandırması ve mikrobiyal hücre yapılarıyla doğrudan etkileşime girmesi yoluyla sütün doğal savunma mekanizmalarına katkı sağlamaktadır.

Bu derlemede, laktoferrinin biyolojik özellikleri ve antimikrobiyal etki mekanizmaları ile çiğ sütün mikrobiyolojik kalitesi ve gıda güvenliği açısından önemi güncel literatür doğrultusunda değerlendirilmiştir. Çalışmalar, laktoferrinin özellikle demir bağımlı mikroorganizmaların gelişimini sınırlandırabildiğini ve bazı bakterilerin hücre zarlarıyla etkileşerek hücresel bütünlüğün bozulmasına katkıda bulunabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte laktoferrinin antimikrobiyal etkinliği; konsantrasyon, mikroorganizma türü, pH, sıcaklık ve gıda matriksi gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Bu özellikleri nedeniyle laktoferrin, süt ve süt ürünlerinde doğal antimikrobiyal bileşen olarak potansiyel taşımaktadır. Sonuç olarak laktoferrinin, tek başına bir gıda güvenliği önlemi olarak değil, iyi hijyen uygulamaları, uygun muhafaza koşulları ve soğuk zinciri destekleyen doğal bir bileşen olarak değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal aktivite; çiğ süt; gıda güvenliği; laktoferrin; mikrobiyolojik kalite.

*Sorumlu yazar: melike.alaca@uluova.net

Bambu Yaprağı Özütü ile Priming Uygulamasının Beyaz Haşhaş Tohumlarının Çimlenmesi ve Toplam Fenolik Madde İçeriği Üzerine Etkisi**

Eda İLHAN BAŞOĞLU[1,*], Ömer Utku ÇOPUR[2], Azime ÖZKAN KARABACAK[3], Özge SÜFER[4]

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa
[2]Mudanya Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Bursa
[3]Bursa Uludağ Üniversitesi, Gemlik Asım Kocabıyık Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Bursa
[4]Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Osmaniye

Beyaz haşhaş (*Papaver somniferum L.*) tohumlarının çimlendirilmesi, fonksiyonel bileşenlerin geliştirilmesi açısından önemli bir uygulamadır. Bu çalışmada, bambu yaprağı özütü ile gerçekleştirilen priming uygulamasının ve çimlenme süresinin beyaz haşhaş tohumlarının toplam fenolik madde içeriği üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma, farklı priming süresi (4, 8 ve 12 saat), sıcaklık (15, 20 ve 25 °C) ve bambu yaprağı özütü (%0,5, %1,25 ve %2) düzeylerini içeren Yanıt Yüzey Metodolojisi kapsamında yürütülmektedir. Ön çalışmalar kapsamında, 8 saat ve 25 °C koşullarında gerçekleştirilen Deney 11'de %0,5, Deney 12'de ise %2 bambu yaprağı özütü kullanılmıştır. Çimlendirme sürecinde tohumların yaklaşık %90 oranında çimlendiği ve 4. ve 5. günlerde hedeflenen çimlenme düzeyine ulaşıldığı belirlenmiştir. Deney 11 ve 12'nin farklı çimlenme günlerinde alınan toplam 10 örnekte toplam fenolik madde içeriği Folin–Ciocalteu yöntemiyle belirlenmiş ve değerlerin 39,11–103,40 mg GAE/100 g arasında değiştiği saptanmıştır. Elde edilen ön bulgular, bambu yaprağı özütü ile gerçekleştirilen priming uygulaması ve çimlenme süresinin beyaz haşhaş tohumlarının toplam fenolik madde içeriğinde değişime neden olabileceğini göstermektedir. Çalışmanın devamında farklı priming koşullarına ait örneklerin analizlerinin tamamlanması ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Beyaz haşhaş tohumu; çimlenme; priming.

*Sorumlu yazar: 512408001@ogr.uludag.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 3501-Kariyer Geliştirme Programı kapsamında 125O893 proje numarası ile desteklenmiştir.

Tüketici Perspektifinden Et Analoglarının Kabulü Motivasyonel Faktörler ve Engeller

Selin ÖZÜESEN[1], Gülen YILDIZ TURP[2,*]

[1]Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, İzmir
[2]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, İzmir

İklim değişikliği, sürdürülebilirlik ve hayvan refahına yönelik farkındalığın artmasıyla et analogları gıda pazarında giderek daha görünür hale gelmiştir. Et analoğu, ana bileşeni et dışı kaynaklardan elde edilen; etin tat, doku ve görünümünü taklit etmek üzere tasarlanmış ürünleri ifade eder. Bu ürünlerin benimsenme hızı, güçlü gerekçelere rağmen beklenenin altındadır. Bu çalışmada, et analoglarının tüketici kabulünü şekillendiren motivasyon ve engeller ile demografik ve sosyokültürel belirleyiciler literatür temelinde değerlendirilmiştir. Sosyokültürel düzeyde mutfak kültürü, sosyal çevre onayı, gelenekler ve dini inançlar belirleyici bariyerler konumundadır. Sürdürülebilirlik ve etik kaygılar temel motivasyonlar iken; işlenmiş ürün algısı, sağlık endişeleri, duyusal yetersizlik ve gıda neofobisi başlıca engelleri oluşturmaktadır. Kadınlar et analoglarına daha yüksek kabul eğilimi gösterirken, erkekler daha mesafeli kalmaktadır. Genç tüketiciler bu ürünlere daha açık olmakla birlikte, her yaş grubunda çevre bilinci yüksek bireylerin desteği daha güçlüdür. Satın alma kararlarında sağlık (%82) ilk sırada yer almakta, bunu sürdürülebilirlik (%58,4), hayvan refahı (%54,3) ve çevresel etki (%54,1) yakın oranlarla izlemektedir. Tüketicilerin %34'ünün yeni ürünleri ancak yakın çevresinin denemesinden sonra tercih etmesi, sosyal çevre etkisinin belirleyiciliğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, et analoğu geliştirme ve iletişim stratejilerinin demografik ve kültürel bağlama göre farklılaştırılması, tüketicilere ürün güvenliği ve besin değerine ilişkin şeffaf bilgi sunulması ve bu alandaki bilimsel çalışmaların artırılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Et analoğu; gıda neofobisi; sürdürülebilir beslenme; tüketici algısı.

*Sorumlu yazar: gulen.yildiz.turp@ege.edu.tr

Lacticaseibacillus rhamnosus GG Suşundan Elde Edilen Farklı Postbiyotik Formlarının Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi**

Nada ROQDI, Sümeyye ÇALIŞKAN, Şeyma Betül ENCU, Hamza GÖKTAŞ, İbrahim ÇAKIR*

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu

Postbiyotikler, canlı mikroorganizma içermeyen, biyolojik olarak aktif bileşenler açısından zengin potansiyelleri nedeniyle doğal gıda koruma ajanları olarak giderek artan bir ilginin odağı konumuna gelmiştir. Bu çalışma, *Lacticaseibacillus rhamnosus GG* suşundan elde edilen postbiyotik fraksiyonların seçilmiş gıda kaynaklı bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitesini değerlendirmiştir. *L. rhamnosus GG* kültürlerinden hücre içermeyen süpernatant (CFS) ve ısıl işlem görmüş (HT) fraksiyonlar elde edilmiş; bunlar liyofilize edilip 100 ve 200 mg/mL konsantrasyonlarında hazırlanmıştır. Antimikrobiyal aktivite; *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Klebsiella* spp., *Micrococcus luteus*, *Cronobacter sakazakii* ve *Pseudomonas* spp.'ye karşı agar difüzyon yöntemiyle değerlendirilmiştir. Hem CFS hem de HT fraksiyonları, test edilen tüm bakterilere karşı inhibe edici aktivite göstermiş; inhibisyon zonları 100 mg/mL konsantrasyonda 10,50–14,50 mm, 200 mg/mL konsantrasyonda ise 11,50–17,50 mm aralığında değişmiştir. En yüksek inhibisyon zonu *M. luteus* için 200 mg/mL HT fraksiyonunda (17,50 ± 0,71 mm), CFS fraksiyonunda ise *Pseudomonas* spp. için 200 mg/mL'de (16,50 ± 0,71 mm) belirlenmiştir. MIC değerleri 3,125–12,5 mg/mL arasında değişmiş; *Pseudomonas* spp. için 3,125 mg/mL, *B. cereus* ve *M. luteus* için 6,25 mg/mL, diğer bakteriler için 12,5 mg/mL olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, CFS ve HT fraksiyonlarının gıda formülasyonlarında veya yenilebilir kaplama materyallerinde doğal biyokoruyucu antimikrobiyal ajan olarak kullanılabilme potansiyeline sahip oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal; biyokoruyucu; postbiyotik.

*Sorumlu yazar: ibrahimcakir@ibu.edu.tr

**Bu çalışma BAİBÜ BAP Koordinasyon Birimi tarafından 2026-ÖNAP-03 nolu proje ile desteklenmiştir.

Karnabahar Yapraklarından Derin Ötektik Çözücüler Kullanılarak Toplam Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu

Merve BOZTEPE[1,*], Arzu AKPINAR BAYİZİT[2], Adnan Fatih DAĞDELEN[3], Fatma Tuba KIRAÇ DEMİREL[3]

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa
[2]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa
[3]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Karnabahar (*Brassica oleracea var. botrytis*), yaygın olarak tüketilen önemli sebzelerden biri olmakla birlikte, üretim ve işleme aşamalarında önemli miktarda yaprak atığı ortaya çıkmaktadır. Bu yan ürünlerin içerdiği biyoaktif bileşenlerin geri kazanılması, gıda atıklarının değerlendirilmesi ve sürdürülebilir üretim yaklaşımları açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, karnabahar yapraklarından toplam fenolik bileşiklerin doğal derin ötektik çözücüler (NADES) kullanılarak ekstrakte edilmesi amaçlanmıştır. Ekstraksiyon işlemlerinde kolin klorür-üre, kolin klorür-sitrik asit, kolin klorür-glikoz, kolin klorür-gliserol ve kolin klorür-laktik asit olmak üzere beş farklı NADES sistemi kullanılmıştır. Ekstraksiyonlar çalkalamalı su banyosunda 40, 50 ve 60 °C sıcaklıklarda gerçekleştirilmiş ve sıcaklık ile çözücü bileşiminin toplam fenolik madde miktarı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, ekstraksiyon sıcaklığının ve kullanılan NADES bileşiminin fenolik madde eldesi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. İncelenen çözücü sistemleri arasında en yüksek toplam fenolik madde eldesinin 60 °C sıcaklık ve kolin klorür-gliserol sistemi kullanılarak gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Çalışma sonuçları, karnabahar yapraklarının doğal biyoaktif bileşikler açısından değerlendirilebilecek potansiyel bir kaynak olduğunu ve NADES sistemlerinin bu bileşiklerin ekstraksiyonunda alternatif, sürdürülebilir çözücüler olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşikler; doğal derin ötektik çözücüler; fenolik bileşikler; gıda atıkları; karnabahar.

*Sorumlu yazar: merve.boztepe98@gmail.com

Endüstriyel Tavuk Döner Üretiminde Farklı Kesim Sürelerinin Bazı Ürün Özellikleri Üzerine Etkileri ile Sistemin Enerji ve Ekserji Verimliliğinin İncelenmesi

Gülen YILDIZ TURP[1,*], Gökhan GÜRLEK[2], Yağmur GÜL[3], Bahar KAYA[4], Aleyna TANIK[1], Ercan ŞÜĞÜN[2], Almila ÇAVUŞOĞLU[1]

[1]Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir
[2]Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, İzmir
[3]Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir
[4]Keskinoğlu Tavukçuluk A.Ş., Manisa

Bu çalışmada, endüstriyel boyutta tavuk döner pişirme işleminde döner makinasında uygulanan işlem parametrelerinin ve farklı sürelerde uygulanan kesim işleminin ürünün bazı kalite özellikleri ile sistemin enerji ve ekserji verimliliği üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Keskinoğlu Tavukçuluk ve Damızlık İşletmeleri Sanayi Ticaret A.Ş.'de tavuk döner üretim hattında gaz sistemli döner makinasında gerçekleşen üretimlerde 600 kg'lık silindir döner bloğundan 90 dakika aralıklarla 3 farklı aşamada yapılan otomatik kesim işlemi ile örnekler alınmıştır. Doğalgazlı aynı yüzey alanlarına sahip yirmi bir adet radyant, döner bloğu, kesici robot kol ve kontrol ünitesinden oluşan pişirme sisteminde yapılan üretimlerde elde edilen veriler ile gaz debisi, ortam sıcaklığı ve dış hava sıcaklığı sistem parametreleri dikkate alınarak sistemin enerji ve ekserji analizi yapılmıştır. Tavuk döner bloğundan ilk alınan örnek grubunun L^* renk değerinin 90 ve 180 dakika sonra alınan örnek gruplarına kıyasla önemli düzeyde yüksek olduğu gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Döner kesim süresi artışı, örneklerin tekstür değerlerinden esneklik, yapışkanlık, elastikiyet değerlerinde artışa neden olmuştur ($p < 0,05$). Örnek gruplarının tuz değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$). Duyusal değerlendirme sonucunda örneklerin görünüş, renk, doku, lezzet ve genel kabul puanları arasında önemli farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$). Sistemin enerji verimliliği %17,5-%22,3, ekserji verimliliğinin ise %98 olduğu belirlenmiştir. Sistemin en yüksek iyileştirme potansiyeli ise 25,5 kJ/dk olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Döner; enerji verimliliği; kalite; kesim süresi; pişirme.

[*]Sorumlu yazar: gulen.yildiz.turp@ege.edu.tr

Alternatif Protein Kaynaklarının İçecek Sektöründeki Kullanım Alanları

Yaren BEKİROĞLU[1,3,*], Heval ÇEVİK[2,3]

[1]Trakya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Edirne
[2]Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği, İstanbul
[3]Döhler Gıda San. A.Ş., İstanbul

Sağlıklı ve bitki temelli beslenmeye yönelik tüketici talebindeki artış alternatif protein kaynaklarının fonksiyonel ve besleyici içeceklerin geliştirilmesinde kullanımını hızla arttırmaktadır.

Bu çalışmada, farklı bitkisel protein kaynaklarının fonksiyonel içeceklerde uygulanabilirliği ve formülasyon sürecindeki kritik proses koşulları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda bezelye, nohut, pirinç gibi alternatif protein kaynaklarının kullanıldığı, içecek sektöründeki güncel çalışmalar incelenmiş; söz konusu proteinlerin besinsel özellikleri, çözünürlük davranışları, ısıl işlem stabiliteleri ve duyusal etkileri karşılaştırılmıştır.

Yapılan literatür incelemeleri sonucunda protein içeren içeceklerin geliştirilmesinde protein kaynağı ve kullanım düzeyinin yanı sıra pH, toplam katı madde miktarı ve kullanılan stabilizör sisteminin ürünün fiziksel stabilitesi üzerinde belirleyici olduğu ortaya konulmuştur. Özellikle çözünürlük problemleri, sedimentasyon, faz ayrılması, viskozite değişimi, protein agregasyonu ve istenmeyen tat oluşumu formülasyon süresince karşılaşılan başlıca uygulama zorlukları olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma, alternatif protein kaynağı seçimi ile proses koşullarının birlikte değerlendirilmesinin, fiziksel ve duyusal açıdan stabil yeni nesil proteinli içeceklerin geliştirilmesine katkı sağlayacağını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel protein; içecek uygulamaları; proses teknolojileri; protein stabilitesi.

*Sorumlu yazar: yaren.bekiroglu@doehler.com

Biyobozunur Köpükler ile Gıda Ambalajlamanın Geleceği

Adnan Fatih DAĞDELEN[1,*], Sibel TUNA[2]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvar Müdürlüğü, Bursa

Bu derleme çalışmasının amacı, aktif gıda ambalaj malzemesi olarak geliştirilen, aktif bileşen takviyeli biyobozunur köpük sistemlerinin güncel gelişim durumunu, üretim teknolojilerini, fizikomekanik özelliklerini ve gıda muhafazasındaki işlevsel performansını kapsamlı bir şekilde sunmaktır. Derleme kapsamında; polilaktik asit (PLA), nişasta, selüloz, kitozan ve sodyum aljinat gibi doğal biyopolimer matrislerine ekstrüzyon, dondurarak kurutma ve süperkritik karbondioksit köpükleştirme prosesleriyle dahil edilen esansiyel yağlar, fenolik bileşikler ile doğal antimikrobiyal ajanların literatürdeki güncel uygulamaları ve etki mekanizmaları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Elde edilen temel bulgular, köpük morfolojisi (hücre boyutu, hücre duvar kalınlığı ve gözeneklilik derecesi) ile nanodolgu katkılarının, hapsedilen aktif maddelerin salım kinetiğini, bozunma kararlılığını, gaz bariyer niteliklerini ve kütle transfer mekanizmalarını doğrudan etkilediğini göstermektedir. Köpük matrise kazandırılan yenilikçi antimikrobiyal ve antioksidan özellikler; et, su ürünleri, süt ürünleri ile taze meyve ve sebzelerin raf ömrünü belirgin şekilde uzatmakta, mikrobiyal patojen gelişimini, nem kaybını ve lipid oksidasyonunu önemli ölçüde sınırlamaktadır. Sonuç olarak, aktif bileşen ve nano-takviye içeren biyobozunur köpük sistemleri, gıda kalitesini, tazeliğini ve güvenliğini optimize ederek koruyan, sentetik plastik atık yükünü hafifleten sürdürülebilir, ekolojik ve yüksek katma değerli ambalaj çözümleri sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aktif ambalajlama; biyobozunur köpük; kontrollü salım.

*Sorumlu yazar: adnan.dagdelen@btu.edu.tr

Farklı Peynir Mayalarının Süt Pıhtılaşma Kinetiği ve Jel Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Melek GÜNAY*, Hasan ORAL

Sütaş Süt Ürünleri A.Ş., Uluabat Köyü Karacabey, Bursa

Peynir üretiminde kullanılan pıhtılaştırıcı enzimlerin türü ve enzimatik özellikleri, süt pıhtılaşmasının başlangıç ve gelişim aşamalarını etkileyerek elde edilen pıhtının özelliklerini belirlemektedir. Bu çalışmada, farklı ticari peynir mayalarının süt pıhtılaşma kinetiği ve oluşan jel özellikleri açısından karşılaştırılması ve pıhtılaşma sıcaklığının bu özellikler üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada, farklı enzim kompozisyonlarına sahip dört ticari peynir mayası kullanılmıştır. Pastörize ve standardize edilmiş süt örnekleri, laboratuvar koşullarında 32 °C ve 37 °C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta mayalanmış ve pıhtılaşma süreci zamana bağlı olarak takip edilmiştir. Her bir uygulamada ilk pıhtılaşma zamanı, pıhtılaşma hızı ve jel gelişim profili belirlenmiştir. Oluşan jellerin belirli bir pıhtılaşma süresindeki sertlik değerleri tekstür analizörü kullanılarak ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar mayalar ve sıcaklık grupları arasında karşılaştırılmıştır.

Farklı peynir mayalarının pıhtılaşma başlangıç zamanı, jel gelişim hızı ve jel sertliği açısından farklı performans gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, sıcaklık değişiminin farklı peynir mayalarının pıhtılaşma kinetiği üzerindeki etkisinin farklı düzeylerde olduğu görülmüştür. Sıcaklık artışının, kullanılan peynir mayasına bağlı olarak pıhtılaşma başlangıç zamanını uzattığı ve jel sertliğini azalttığı belirlenmiştir. Pıhtılaşma kinetiği ve jel sertliği verilerinin birlikte değerlendirilmesiyle, pıhtılaşma-jel oluşumu arasındaki ilişki ortaya konulmuştur.

Elde edilen sonuçlar, peynir üretiminde kullanılacak pıhtılaştırıcıların seçimi ve proses koşullarının optimizasyonunda farklı peynir mayalarının performanslarının dikkate alınmasının önemini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Jel sertliği; peynir mayası; pıhtılaşma kinetiği; süt pıhtılaşması.

*Sorumlu yazar: mgunay@sutas.com.tr

Eşme Çeşidi Ayvadan (*Cydonia oblonga Miller*) Elde Edilen Ayva Barı Örneklerinin Fizikokimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması**

Nur DEDE[1,*], Nadide SEYHUN[2], Zeynep SALMAN[1], Şevval İlayda GANİOĞLU[1], Elif Ayça MERT[1], Zehra Nur YILDIRAN[1]

[1]Kocaeli Üniversitesi, İzmit Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Kocaeli
[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Günümüzde sağlık bilincinin artması ve pratik tüketim ihtiyacı, lif, vitamin ve mineral bakımından zengin fonksiyonel atıştırmalıklara olan ilgiyi artırmıştır. Ayva, içerdiği fenolik bileşikler, antioksidan kapasite ve diyet lifi nedeniyle fonksiyonel gıda üretiminde değerlendirilebilecek bir meyvedir. Bununla birlikte, sert ve buruk yapısı nedeniyle ayvanın taze olarak doğrudan tüketimi sınırlı olabilmektedir.

Bu çalışmada; Eşme ayvasından kakao, vanilya, çiya, haşhaş, tarçın, Hindistan cevizi, mahlep ve keten tohumu gibi fonksiyonel bileşenlerle zenginleştirilmiş dört farklı formülasyonda katma değerli ayva barı geliştirilmesi ve fizikokimyasal ve duyusal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayvalar haşlandıktan sonra püre yapılmış, şekerle 45 °Brix'e kadar pişirilmiş, 55 °C'de kurutulup dilimlenerek paketlenmiştir.

Araştırma sonuçları, ayva barlarının kuru madde, pH, titre edilebilir asitlik ve su aktivitesi değerlerinin formülasyonda kullanılan şeker miktarı ile tohum ve lif kaynaklarının su tutma ve tamponlama özelliklerinden etkilendiğini göstermiştir. Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitedeki farklılıkların ise ayva oranının yanı sıra kakao, çiya, tarçın, mahlep ve keten tohumu gibi bileşenlerin katkısı ve bileşenler arasındaki etkileşimlerle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Kakao ve çiya koyulaşmayı, Hindistan cevizi parlaklığı, çiya yumuşaklığı, lifli bileşenler ise sertlik ve çiğnenebilirliği artırmıştır. Duyusal değerlendirmede koku, lezzet, genel beğeni ve satın alma isteğinde anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Sonuç olarak, Eşme ayvası ile alternatif bir atıştırmalık ürün olan ayva barlarının üretilebileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ayva barı; Eşme ayvası; fenolik bileşikler; fonksiyonel atıştırmalık.

*Sorumlu yazar: nuradede@kocaeli.edu.tr
**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı (2024/1) kapsamında 1919B012417447 proje numarası ile desteklenmiştir.

Bakteriyofajlar ile *Alicyclobacillus acidoterrestris* Suşlarının İnhibisyonu

Ceyda DÖRTKÖŞE*, Şeyma Betül ENCU, Esra ACAR SOYKUT

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu

Meyve suyu endüstrisinde önemli kalite kayıplarına neden olan *Alicyclobacillus acidoterrestris,* asidik ortamlarda gelişebilmesi ve ısıl işlemlere dirençli sporlar oluşturabilmesi nedeniyle pastörizasyon sonrasında canlılığını sürdürebilen önemli bir bozulma etmenidir. Özellikle depolama sırasında gelişerek başta guaiakol olmak üzere istenmeyen aroma bileşiklerinin oluşumuna neden olması, bu bakterinin kontrolünü önemli hâle getirmektedir. Sporlarının yüksek ısıl direnci, mevcut kontrol yöntemlerinin etkinliğini sınırlandırırken alternatif biyolojik kontrol yaklaşımlarına olan ilgiyi artırmaktadır. Bu kapsamda bakteriyofajlar, konakçı özgüllükleri ve litik yaşam döngüsüne sahip fajların enfekte ettikleri hücreleri parçalayarak bakteriyel popülasyonu azaltabilmeleri nedeniyle potansiyel biyokontrol ajanları olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, fajların etkinliği konakçı özgüllüğü, gıda matriksi, pH ve sıcaklık gibi faktörlerden etkilenebilmektedir. Ayrıca *A. acidoterrestris'e* özgü bakteriyofajlara ilişkin çalışmaların sınırlı olması önemli bir araştırma boşluğu oluşturmaktadır. Literatürde fajların genomik incelemeleri lizojenik özelliklere işaret etmiş bu da biyokontrol açısından sınırlılık oluşturmuştur. Bu nedenle, litik yaşam döngüsüne sahip, uygun konakçı aralığı ve çevresel stabilite gösteren yeni fajların belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu derlemede, *A. acidoterrestris'in* meyve suyu endüstrisindeki önemi, bakteriyofajların biyokontrol potansiyeli ve bildirilen faj çalışmalarının mevcut durumu değerlendirilerek, litik bakteriyofajların bu bakterinin inhibisyonunda kullanım olanakları ele alınacaktır. Çalışmanın, gelecekte geliştirilebilecek sürdürülebilir biyokontrol yaklaşımlarına bilimsel temel oluşturması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Alicyclobacillus acidoterrestris*; bakteriyofaj; biyokontrol; litik faj; meyve suyu.

*Sorumlu yazar: ceydadrtkse@gmail.com

Yayıkaltı Suyunun Katma Değerli Ürünlere Dönüştürülmesinde Membran Filtrasyon ve Süperkritik Karbondioksit Ekstraksiyon Yaklaşımı**

Onur KARAALİOĞLU[1,*], Didem TAŞKIN[1], Burak ARDA[1], Hande EREL[1], Ali TOPCU[2], Hamdi Barbaros ÖZER[3]

[1]Maysa Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. AR-GE Merkezi, İstanbul
[2]Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara
[3]Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara

Bu çalışmada, yayıkaltı suyunun katma değerli bir hammadde olarak değerlendirilmesi amacıyla, protein ve fosfolipid bileşenlerinin zenginleştirilmesi ve fraksiyonlanmasına yönelik membran filtrasyon ve süperkritik CO_2 ekstraksiyon süreçleri araştırılmıştır. Membran filtrasyon ve diafiltrasyon işlemleri ile elde edilen konsantre sprey kurutma ile toz forma dönüştürülmüş ve bileşimi ile protein profili karakterize edilmiştir. SDS-PAGE analizleri, diafiltrasyon ile düşük molekül ağırlıklı proteinlerin uzaklaştırıldığını ve protein profilinin MFGM proteinleri açısından zenginleştiğini göstermiştir. Fosfolipid ve trigliseritlerin fraksiyonlanma davranışının incelendiği süperkritik CO_2 ekstraksiyonlarında, solventsiz koşullarda CO_2'nin özellikle trigliseritlerin uzaklaştırılmasında etkili olduğu ve ekstraksiyon sonrası ürünün fosfolipid açısından göreceli olarak zenginleştiği belirlenmiştir. Etanolün yardımcı solvent olarak kullanılmasıyla ise fosfolipidlerin ekstrakte edilerek fosfolipid açısından zengin bir fraksiyon oluşturabildiği görülmüştür. Bulgular, yayıkaltı suyunun protein ve fosfolipid açısından zengin katma değerli ürünlerin elde edilmesinde değerlendirilebileceğini ve süperkritik CO_2 ekstraksiyonunun bileşenlerin fraksiyonlanmasında kullanılabileceğini göstermiştir. Elde edilen bulgular, yayıkaltı suyu gibi süt endüstrisi yan ürünlerinin daha etkin değerlendirilmesi ve katma değerli bileşenlerin üretimine yönelik sürdürülebilir bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fosfolipit; membran teknolojiler; MFGM proteinleri; süperkritik ekstraksiyon.

*Sorumlu yazar: onurk@maysagida.com.tr
**Poster bildirisine yönelik hazırlanan bu özet metin Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 3231546 proje no ile desteklenen 1501 projesinin çıktılarının bir kısmını içermektedir. Desteklerinden ötürü TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

UHT Kakaolu Süt İçeceklerinde Kakao Sedimentasyonunun Önlenmesine Yönelik Hidrokolloid Stabilizatör Kompleksi Geliştirilmesi

Burak ARDA*, Hande EREL, Onur KARAALİOĞLU

Maysa Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. AR-GE Merkezi, İstanbul

Bu çalışmada, UHT kakaolu süt içeceklerinde depolama süresince meydana gelen kakao partiküllerinin sedimentasyonunu ve faz ayrışmasını önlemeye yönelik hidrokolloid stabilizatör sistemleri araştırılmıştır. Bu amaçla, mikrokristalin selüloz (MCC) ve karboksimetilselüloz (CMC) kompleksi ile birlikte farklı karragenan sistemleri kullanılmış; kappa ve iota karragenan içeren hibrit sistemin fiziksel stabilite üzerindeki etkisi yalnızca kappa karragenan içeren sistemlerle karşılaştırılmıştır. Kakaolu süt numuneleri, kakao ön hidrasyonu ve iki aşamalı homojenizasyonun ardından 141 °C'de 4 saniye UHT işlemine tabi tutulmuş ve aseptik olarak dolum yapılmıştır. Numuneler 20–25 °C ve 35 °C koşullarında 70 gün boyunca fiziksel stabilite açısından takip edilmiştir. Sonuçlar, kappa ve iota karragenanın birlikte kullanıldığı MCC/CMC destekli D-1 formülasyonunun her iki depolama koşulunda da yüksek süspansiyon stabilitesi sağladığını ve kakao sedimentasyonu ile faz ayrışmasını etkin şekilde önlediğini göstermiştir. Buna karşılık, yalnızca kappa karragenan içeren D-2 ve D-3 formülasyonlarında özellikle 35 °C'de belirgin sinerez, sedimentasyon ve sert kakao tortusu oluşmuştur. D-1 formülasyonu ayrıca 90 saniyelik akış süresi ile uygun reolojik denge sağlamıştır. Elde edilen bulgular, MCC/CMC ile desteklenen kappa/iota karragenan kompleksinin UHT kakaolu süt içeceklerinde fiziksel stabilitenin geliştirilmesi açısından etkili bir alternatif olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Hidrokolloid sistemler; kakaolu süt; sedimentasyon.

*Sorumlu yazar: burak.arda@maysagida.com.tr

Ekmek Pişirmede Yenilikçi Isıtma Teknolojileri: Enerji Verimliliği ve Ürün Kalitesi

Esra Gül YURTTAŞ*, Gökçen YILDIZ

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Bursa

Ekmek pişirme, yüksek enerji gereksinimi ve ürün kalitesinin ısı ve kütle transfer koşullarına duyarlılığı nedeniyle yenilikçi ısıtma teknolojilerinin önemli uygulama alanlarından biridir. Bu derlemede, güncel literatür temel alınarak mikrodalga, infrared ve ohmik ısıtma ile bu teknolojilerin konvansiyonel sistemlerle kombinasyonları; pişirme süresi, enerji performansı ve ekmek kalite özellikleri açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Literatür bulguları, ürün içinde doğrudan ve hızlı ısı oluşumuna olanak veren mikrodalga ve ohmik uygulamaların pişirme süresini belirgin biçimde kısaltabildiğini ve uygun proses koşullarında enerji tüketimini azaltma potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Bununla birlikte, özellikle mikrodalga ile pişirmede yetersiz yüzey kızarması, heterojen nem dağılımı, düşük hacim ve artan kırıntı sertliği gibi kalite sorunları ortaya çıkabilmektedir. Ohmik ısıtmada güç, hamurun elektriksel iletkenliği, formülasyon ve sistem geometrisi, sıcaklık dağılımı ve ürün yapısının oluşumunda kritik rol oynamaktadır. Infrared ısıtma, enerjinin doğrudan ürün yüzeyine aktarılması sayesinde pişirme süresi ve enerji performansı açısından avantaj sağlayabilmekte; ancak uygulanan güç düzeyi ürün hacmi, kabuk gelişimi ve tekstürü etkileyebilmektedir. Farklı ısı transfer mekanizmalarını birleştiren hibrit sistemler, hızlı iç ısıtma ile yüzey gelişiminin dengelenmesi açısından umut vericidir. Sonuç olarak, yenilikçi ekmek pişirme sistemlerinin başarısı, enerji ve zaman tasarrufunun istenen ürün kalite özellikleri korunarak sağlanmasına bağlıdır.

Anahtar Kelimeler: Ekmek pişirme; enerji verimliliği; infrared ısıtma; mikrodalga ısıtma; ohmik ısıtma.

*Sorumlu yazar: yurttasesragul1@gmail.com

Gıda Yan Ürünlerinden Fonksiyonel Toz Üretiminde Kurutma Teknolojilerinin Rolü: Yapı ve Tekno-Fonksiyonel Özellikler

Ahmed Mahmoud Abdelrahman ABDELKADER*, Gökçen YILDIZ

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Bursa

ÖZET

Meyve ve sebze işleme yan ürünlerinin toz formuna dönüştürülerek gıda bileşeni olarak değerlendirilmesi, gıda kayıplarının azaltılması ve katma değerli ürün geliştirilmesi açısından önemli bir sürdürülebilirlik yaklaşımıdır. Ancak bu materyallerin gıda formülasyonlarındaki kullanım potansiyeli yalnızca kimyasal bileşimleriyle değil, işleme sonucunda kazandıkları yapısal ve tekno-fonksiyonel özelliklerle de belirlenmektedir. Bu çalışmada, güncel literatür temel alınarak sıcak hava, mikrodalga, vakum, kızılötesi ve hibrit kurutma yaklaşımlarının bitkisel gıda yan ürünlerinden elde edilen tozların özellikleri üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bulgular, kurutma yöntem ve koşullarının hücresel yapı, gözeneklilik, büzülme ve morfolojide farklılıklar oluşturabildiğini; bu değişimlerin su ve yağ tutma kapasitesi, şişme, çözünürlük, yığın özellikleri ve emülsifikasyon gibi tekno-fonksiyonel özelliklere yansıyabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, elde edilen yapısal ve tekno-fonksiyonel özellikler yalnızca kullanılan kurutma teknolojisine bağlı olmayıp, hammadde bileşimi, sıcaklık ve enerji girdisi, işlem süresi, son nem düzeyi ile kurutma sonrası öğütme ve partikül özelliklerinden de etkilenmektedir. Bu nedenle farklı kurutma teknolojilerinin yalnızca kurutma süresi, enerji gereksinimi veya biyoaktif bileşenlerin korunumu üzerinden karşılaştırılması, fonksiyonel toz geliştirme açısından yeterli değildir. Mevcut bulgular, hedeflenen gıda uygulamasına uygun özelliklerin elde edilmesi için kurutma koşulları, yapısal değişimler, partikül özellikleri ve tekno-fonksiyonel davranış arasındaki ilişkinin bütüncül olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel toz; gıda yan ürünleri; kurutma teknolojileri; partikül özellikleri; tekno-fonksiyonel özellikler.

1. GİRİŞ

Meyve ve sebze işleme süreçleri; posa, kabuk, çekirdek ve benzeri, lif ve biyoaktif bileşenlerce zengin yan ürünler oluşturabilmektedir. Bu materyallerin stabil toz bileşenlere dönüştürülmesi, bozulabilirliğin azaltılması, depolama ve taşımanın kolaylaştırılması ve gıda formülasyonlarında yeniden kullanım açısından önemli bir değerlendirme yaklaşımıdır. Bununla birlikte yüksek başlangıç nemi, düşük hacimsel yoğunluk, proses maliyeti ve standartlaştırılmış endüstriyel protokollerin sınırlı olması, büyük ölçekli uygulamaların önündeki başlıca güçlükler arasında yer almaktadır (Santos vd., 2022; Carlini vd., 2023).

Toz üretimi; ön işlemler, kurutma ve öğütme gibi birbirini izleyen aşamalardan oluşmakta ve bu aşamalar elde edilen ürünün fizikokimyasal, yapısal ve tekno-fonksiyonel özelliklerini belirleyebilmektedir (Calabuig-Jiménez vd., 2022). Tekno-fonksiyonel özellikler; su ve yağ tutma, şişme, çözünürlük, emülsifikasyon ve reolojik davranış gibi, bir bileşenin gıda matriksindeki kullanım performansını belirleyen özellikleri kapsamaktadır. Bu özellikler

*Sorumlu yazar: ahmedabdelkaderkto@gmail.com

kimyasal bileşimin yanı sıra mikroyapı ve partikül özellikleriyle de ilişkilidir (Martínez-Martí vd., 2023).

Kurutma, eş zamanlı ısı ve kütle transferini içeren temel bir gıda işleme basamağıdır ve yan ürünlerin nem içeriğini azaltarak mikrobiyal ve kimyasal stabilitenin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte kurutma yalnızca suyun uzaklaştırılmasıyla sınırlı değildir; uygulanan yöntem ve koşullar hücresel bütünlük, gözeneklilik, büzülme, morfoloji ve bileşenlerin fiziksel durumunda değişimlere yol açabilmektedir. Kurutma sonrasında uygulanan öğütme ise partikül boyutu ve yüzey özelliklerini değiştirerek tozun hidrasyon ve kullanım davranışını ayrıca etkileyebilmektedir (Afrin vd., 2022; Bhat vd., 2023; Calabuig-Jiménez vd., 2022).

Bu çalışmanın amacı, meyve ve sebze işleme yan ürünlerinden fonksiyonel toz üretiminde kurutma teknolojilerinin rolünü, yapı ve tekno-fonksiyonel özellikler arasındaki ilişki açısından değerlendirmektir. Bu kapsamda, farklı kurutma uygulamalarının yan ürün tozlarında oluşturduğu yapısal değişimlerin kullanım performansına nasıl yansıdığı ve kurutma sonrası öğütme ile partikül özelliklerinin bu ilişkiye nasıl katkıda bulunduğu literatür bulguları doğrultusunda karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

2. YÖNTEM

Bu derlemede, meyve ve sebze işleme yan ürünlerinden fonksiyonel toz üretiminde kullanılan farklı kurutma teknolojilerine ilişkin güncel çalışmalar değerlendirilmiştir. Sıcak hava, mikrodalga, vakum, kızılötesi ve hibrit kurutma yöntemlerinin yan ürün tozlarının yapısal ve tekno-fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkileri karşılaştırılmış; ayrıca kurutma sonrası öğütme ve partikül boyutunun toz özelliklerine katkısı ayrı olarak ele alınmıştır. Çalışmalardan elde edilen bulgular, kullanılan yan ürün, uygulanan proses koşulları, yapısal değişimler ve tekno-fonksiyonel özellikler bakımından birlikte değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma kapsamında incelenen deneysel çalışmaların temel özellikleri, kullanılan yan ürünler, uygulanan kurutma veya işleme sistemleri, değerlendirilen özellikler ve başlıca bulgular Tablo 3.1'de özetlenmiştir.

Tablo 3.1. İncelenen deneysel çalışmaların hammadde, uygulanan işlem, değerlendirilen özellikler ve temel bulgular açısından karşılaştırılması.

Hammadde / yan ürün	Uygulanan işlem / kurutma sistemi	Ölçülen veya değerlendirilen özellikler	Temel bulgu	Kaynak
Elma posası	Mikrodalga destekli vakum kurutma ve fırında sıcak hava ile kurutma	Morfoloji, yığın yoğunluğu, hidrasyon kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, şişme kapasitesi, çözünürlük ve emülsifikasyon özellikleri	Mikrodalga destekli vakum kurutma daha gözenekli bir yapı oluşturmuş; hidrasyon kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, şişme kapasitesi ve emülsiyon kapasitesi fırında kurutulan örneklere göre daha yüksek bulunmuştur.	Bhat vd., 2023

Tablo 3.1. (devam) İncelenen deneysel çalışmaların hammadde, uygulanan işlem, değerlendirilen özellikler ve temel bulgular açısından karşılaştırılması.

Hammadde / yan ürün	Uygulanan işlem / kurutma sistemi	Ölçülen veya değerlendirilen özellikler	Temel bulgu	Kaynak
Portakal posası	Farklı sıcaklıklarda sıcak hava kurutma	Su tutma kapasitesi, yağ tutma kapasitesi, şişme kapasitesi, emülsifiye edici aktivite, kristallik, antioksidan aktivite ve C vitamini	Sıcaklık artışı su ve yağ tutma kapasitesinde anlamlı değişim oluşturmazken, şişme kapasitesi ve emülsifiye edici aktivite belirli sıcaklık aralığında artmış; antioksidan aktivite ve C vitamini içeriği azalmıştır.	Afrin vd., 2022
Yaban mersini posası	Sıcak hava ile kurutma + farklı öğütme yoğunlukları / partikül boyutları	Partikül boyutu ve dağılımı, şişme kapasitesi, hidrasyon özellikleri, higroskopiklik, çözünürlük ve diğer fiziksel özellikler	Öğütme sonrası partikül boyutu azaldıkça partikül boyutu dağılımı genişlemiş; daha küçük partiküllü tozlarda şişme ve hidrasyon özellikleri artarken, higroskopiklik ve çözünürlükte anlamlı değişim görülmemiştir.	Calabuig-Jiménez vd., 2022
Klementin (mandalinaya benzer bir turunçgil) işleme yan ürünü	Sıcak hava ile kurutma, dondurarak kurutma, homojenizasyon ve ekstrüzyon	Mikroyapı, partikül özellikleri, özgül yüzey alanı, su ve yağ tutma, şişme, çözünürlük ve emülsifikasyon	Farklı fiziksel işlemler partikül yapısı ve özgül yüzey alanında değişiklik oluşturmuş; homojenizasyon ve ekstrüzyonla elde edilen daha gözenekli ve tabakalı yapıların su tutma ve şişme özellikleriyle ilişkili olduğu bildirilmiştir.	Martínez-Martí vd., 2023
Kivi posası	Mikrodalga kurutma, vakum-mikrodalga kurutma, vakum kurutma, sıcak hava ile kurutma ve vakumlu dondurarak kurutma	Fiziksel özellikler, mikroyapı, lif fraksiyonları, biyoaktif bileşenler, enerji tüketimi ve kurutma süresi	Mikrodalga ve vakum-mikrodalga kurutma işlem süresini belirgin biçimde azaltırken, mikrodalga kurutma düşük enerji tüketimi ve yüksek çözünür diyet lifi içeriğiyle; vakumlu dondurarak kurutma ise mikroyapı, renk ve bazı besinsel özelliklerin korunmasıyla öne çıkmıştır.	Zhang vd., 2024
Probiyotik kırmızı üzüm posası	Konvektif sıcak hava ve kızılötesi kurutma	Su tutma kapasitesi, yağ tutma kapasitesi, şişme kapasitesi, gözeneklilik ve diğer fiziksel özellikler	Kızılötesi kurutulan örneklerde su ve yağ tutma kapasitesi sayısal olarak daha yüksek olsa da farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış; şişme kapasitesinde de yöntemler arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Konvektif kurutulan örnekler ise daha yüksek gözeneklilik göstermiştir.	Anghel vd., 2026

Tablo 3.1. (devam) İncelenen deneysel çalışmaların hammadde, uygulanan işlem, değerlendirilen özellikler ve temel bulgular açısından karşılaştırılması.

Hammadde / yan ürün	Uygulanan işlem / kurutma sistemi	Ölçülen veya değerlendirilen özellikler	Temel bulgu	Kaynak
Havuç posası tozu	Farklı partikül boyutlarının karşılaştırılması	Su tutma kapasitesi, yağ tutma kapasitesi, yığın yoğunluğu ve uygulama özellikleri	Partikül boyutunun küçülmesiyle su tutma ve yağ tutma kapasitesinde azalma görülmüş; partikül boyutunun yığın yoğunluğu ve diğer fiziksel özellikleri de etkileyebildiği gösterilmiştir.	Goli vd., 2025

3.1. Kurutma Yöntemlerinin Yapısal Özellikler Üzerindeki Etkileri

Farklı gıda yan ürünleri üzerinde yapılan çalışmalar, kurutma yönteminin elde edilen tozların mikroyapısı ve fiziksel yapısı üzerinde farklı etkiler oluşturabildiğini göstermektedir. Bu etkiler özellikle gözeneklilik, hücresel yapının korunması, partikül morfolojisi ve kristallik gibi özelliklerde görülmektedir.

Elma posasında mikrodalga-vakum kurutma (MWVD) ile elde edilen tozun, sıcak hava ile kurutulan (OD) örneğe kıyasla farklı partikül hacmine sahip olduğu bildirilmiştir. MWVD uygulamasının daha gözenekli bir yapı oluşturduğu ve bu yapısal farklılığın tozun hidrasyon ve bağlama özellikleriyle ilişkili olduğu belirtilmiştir. Çalışmada MWVD ile elde edilen örneklerin yüksek yığın yoğunluğu, hidrasyon kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi ve şişme kapasitesi göstermesi, kurutma yöntemiyle oluşan yapısal farklılıkların fonksiyonel özelliklere yansıdığını göstermektedir (Bhat vd., 2023).

Kivi posasında farklı kurutma teknolojilerinin mikroyapı üzerindeki etkileri daha belirgin şekilde ortaya çıkmıştır. Dondurarak-vakumlu kurutma (VFD) ve vakum-mikrodalga kurutma (VMD) uygulamalarında hücresel yapının daha iyi korunduğu; buna karşılık sıcak hava ve mikrodalga uygulamalarında hücre çökmesi, parçalanması ve yüzey deformasyonlarının meydana gelebildiği bildirilmiştir. Bu sonuçlar, farklı kurutma teknolojilerinin aynı yan üründe farklı yapısal değişikliklere neden olabileceğini göstermektedir (Zhang vd., 2024).

Portakal posasında ise kurutma sıcaklığının kristalin yapı üzerindeki etkisi incelenmiş ve 50 ile 60 °C arasında anlamlı bir fark bulunmazken, 70 °C'de kristalliğin anlamlı şekilde arttığı bildirilmiştir. Çalışmada bu durum, yüksek sıcaklıkta suyun daha hızlı uzaklaştırılması ve kristalin yapının daha fazla korunması ile ilişkilendirilmiştir (Afrin vd., 2022).

Klementin posasında farklı işleme uygulamalarının partikül yapısı üzerinde farklı sonuçlar oluşturduğu görülmüştür. Sıcak hava ile kurutma daha büyük, kompakt ve düzensiz partiküller oluştururken; homojenizasyon, dondurarak kurutma ve ekstrüzyon uygulamalarında daha küçük ve yüksek özgül yüzey alanına sahip partiküller elde edilmiştir. Homojenizasyon ve ekstrüzyon uygulamalarında oluşan gözenekli ve tabakalı yapıların su tutma ve şişme gibi özelliklerle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Martínez-Martí vd., 2023).

Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, kurutma yöntem ve koşullarının yan ürün tozlarında hücresel yapı, gözeneklilik, partikül morfolojisi ve kristallik gibi yapısal özellikleri değiştirebildiği görülmektedir. Ancak gözlenen değişimlerin ürün matrisi ve uygulanan proses koşullarına bağlı olduğu dikkate alınmalıdır. Örneğin VFD ve VMD ile hücresel yapının daha iyi korunmasına ilişkin bulgu kivi posası için raporlanmış olup, sıcak hava ve mikrodalga uygulamalarında gözlenen deformasyonlar da aynı çalışmanın koşullarıyla sınırlıdır (Zhang

vd., 2024). Bu nedenle belirli bir yönteme ait yapısal etkinin farklı yan ürünlere doğrudan genellenmesi uygun değildir.

3.2. Kurutma Yöntemlerinin Tekno-Fonksiyonel Özellikler Üzerindeki Etkileri

Kurutma yöntemleri arasındaki farklılıklar yalnızca yapısal özelliklerle sınırlı kalmamakta, elde edilen tozların su tutma, yağ tutma, şişme, çözünürlük ve emülsifikasyon gibi tekno-fonksiyonel özelliklerine de yansımaktadır. Bununla birlikte farklı çalışmalar, kurutma koşullarının bütün fonksiyonel özellikleri aynı yönde etkilemediğini göstermektedir.

Elma posasında MWVD ile kurutulan örneklerde hidrasyon kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, şişme kapasitesi, çözünürlük indeksi ve emülsiyon kapasitesinin fırında kurutulan örneklere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Yüksek hidrasyon kapasitesi, çözünür bileşenler ile lif ve polisakkarit yapısının korunmasıyla ilişkilendirilmiş; MWVD örneklerinde daha gözenekli bir mikroyapı da gözlenmiştir. Emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi MWVD örneklerinde daha yüksek bulunurken, köpük oluşturma özelliklerinin her iki örnekte de sınırlı kaldığı belirtilmiştir. Bu bulgular, kurutma yönteminin tekno-fonksiyonel özellikleri farklı düzeylerde etkileyebildiğini göstermektedir (Bhat vd., 2023).

Portakal posasında 50, 60 ve 70 °C'de uygulanan konvektif kurutmanın toz özellikleri üzerindeki etkileri incelendiğinde, su tutma kapasitesi ve yağ tutma kapasitesinin sıcaklık artışıyla sayısal olarak yükseldiği, ancak bu değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bildirilmiştir. Buna karşılık şişme kapasitesi ve emülsifiye edici aktivite 50 °C'den 60 °C'ye çıkıldığında anlamlı olarak artmış, 60 ve 70 °C arasında ise anlamlı fark gözlenmemiştir. Antioksidan aktivite ve C vitamini içeriği sıcaklığın artmasıyla azalmıştır. Bu sonuçlar, kurutma sıcaklığındaki artışın tüm kalite ve tekno-fonksiyonel özellikler üzerinde aynı yönde etkili olmadığını; incelenen koşullarda 60 °C'nin bazı fonksiyonel özellikler ile besinsel kayıplar arasında daha dengeli bir sonuç verdiğini göstermektedir (Afrin vd., 2022).

Kivi posasında farklı kurutma teknolojilerinin ürün kalitesi üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. VFD, mikroyapı, renk, besin bileşenleri ve antioksidan kapasitenin korunması açısından en başarılı yöntemlerden biri olurken, uzun işlem süresi ve yüksek enerji tüketimi önemli bir sınırlılık oluşturmuştur. Mikrodalga kurutma en yüksek çözünür diyet lifi içeriğini ve en düşük enerji tüketimini sağlarken, VMD kısa işlem süresiyle birlikte yüksek C vitamini içeriği ve güçlü antioksidan kapasite göstermiştir. Toplam diyet lifi içeriği yöntemler arasında büyük ölçüde korunurken, çözünür diyet lifi özellikle mikrodalga uygulamalarında daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, kurutma teknolojisi seçiminde ürün kalitesi, işlem süresi ve enerji gereksiniminin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Zhang vd., 2024).

Probiyotik mikroorganizma ile inoküle edilmiş kırmızı üzüm posasında konvektif sıcak hava ve kızılötesi kurutmanın toz özellikleri üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Kızılötesi kurutulan örneklerde su tutma kapasitesi sayısal olarak daha yüksek olmakla birlikte, iki kurutma yöntemi arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Benzer şekilde yağ tutma kapasitesi kızılötesi örneklerde daha yüksek değer göstermiş, ancak yöntemler arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Şişme kapasitesi açısından da iki kurutma yöntemi arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Kızılötesi kurutulan örneklerdeki daha yüksek su tutma kapasitesi, daha ince partikül yapısı ve buna bağlı olarak artan yüzey alanıyla ilişkilendirilmiştir. Buna karşılık konvektif kurutulan tozların daha yüksek gözenekliliğe sahip olduğu bildirilmiştir. Bu bulgular, incelenen koşullarda iki kurutma yönteminin bazı fiziksel ve tekno-fonksiyonel özelliklerde farklı eğilimler oluşturduğunu, ancak su ve yağ tutma ile şişme

kapasitesi açısından belirgin bir yöntem üstünlüğü ortaya koymadığını göstermektedir (Anghel vd., 2026).

Bu bulgular, kurutma yöntem ve koşullarının tekno-fonksiyonel özellikleri etkileyebildiğini, ancak bu etkinin incelenen özelliğe ve ürün matrisine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Örneğin elma posasında mikrodalga-vakum kurutma ile hidrasyon kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, şişme kapasitesi ve emülsifikasyon özelliklerinde daha yüksek değerler elde edilirken, portakal posasında kurutma sıcaklığının su ve yağ tutma kapasitesi üzerindeki etkisi anlamlı bulunmamış; buna karşılık şişme kapasitesi ve emülsifiye edici aktivite belirli sıcaklık aralıklarında artış göstermiştir. Bu sonuçlar, kurutma koşullarının değerlendirilmesinde tek bir tekno-fonksiyonel özelliğe dayalı yorumların yeterli olmadığını ve farklı özelliklerin birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

3.3. Öğütme ve Partikül Boyutunun Tekno-Fonksiyonel Özellikler Üzerindeki Rolü

Kurutma yönteminin etkisinden ayrı olarak, kurutma sonrasında elde edilen materyalin öğütülmesi ve partikül boyutunun değiştirilmesi de tozların tekno-fonksiyonel özelliklerini etkileyebilmektedir. Bu nedenle partikül boyutuna ilişkin bulguların kurutma teknolojilerinin etkileriyle birlikte değerlendirilmesi yerine ayrı olarak ele alınması gerekmektedir.

Yaban mersini posasında sıcak hava ile kurutma sonrasında farklı öğütme yoğunluklarıyla elde edilen iri ve ince tozlar karşılaştırılmıştır. Öğütme sonrası partikül boyutu azalırken partikül boyutu dağılımının genişlediği belirlenmiştir. İnce tozlarda şişme kapasitesi ve suyla etkileşimi ifade eden hidrasyon özelliklerinin arttığı ve bu durumun daha yüksek özgül yüzey alanıyla ilişkili olabileceği bildirilmiştir. Buna karşılık higroskopiklik ve çözünürlük açısından iri ve ince tozlar arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Bu bulgular, öğütme yoğunluğunun bazı hidrasyon özelliklerini değiştirebildiğini, ancak tüm toz özelliklerinin partikül boyutundaki değişime aynı şekilde yanıt vermediğini göstermektedir (Calabuig-Jiménez vd., 2022).

Havuç posası tozunda farklı partikül boyutlarının karşılaştırıldığı çalışmada, partikül boyutunun küçülmesiyle su tutma kapasitesinin azaldığı bildirilmiştir. Yağ tutma kapasitesi de daha küçük partiküllerde azalma göstermiştir. Çalışma bu değişimleri, öğütme sırasında partikül yapısında meydana gelen değişikliklerle ilişkilendirmiştir. Partikül boyutunun yığın yoğunluğu gibi fiziksel özellikleri de etkilediği belirlenmiştir (Goli vd., 2025).

Meyve ve sebze yan ürünlerinden elde edilen unların üretim ve teknolojik özelliklerini değerlendiren Santos vd. (2022), öğütme ve partikül boyutunun hidrasyon özellikleri üzerindeki etkisinin doğrusal olmadığını bildirmiştir. Derlemede aktarılan deneysel bulgulara göre partikül boyutunun 1127 µm'den 550 µm'ye düşürülmesi su tutma ve diğer hidrasyon özellikleri ile şişme kapasitesini artırırken, daha ileri düzeyde küçültülmesi bu özelliklerin azalmasına neden olabilmektedir. Bu durum, öğütmenin belirli bir düzeye kadar yüzey alanı ve su ile etkileşimi artırabildiğini, ancak aşırı öğütmenin lif yapısı ve gözeneklilikteki değişiklikler nedeniyle hidrasyon özelliklerini olumsuz etkileyebildiğini göstermektedir (Santos vd., 2022).

İncelenen çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, partikül boyutunun tekno-fonksiyonel özellikler üzerindeki etkisinin doğrusal olmadığı ve ürünün bileşimi ile başlangıç yapısına bağlı olarak değişebildiği görülmektedir. Öğütme sonucunda yüzey alanının artması bazı materyallerde suyla etkileşimi ve hidrasyon özelliklerini geliştirebilirken, daha ileri düzeyde partikül küçültme yapısal değişikliklere bağlı olarak bu özelliklerin azalmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle yan ürün tozlarında mümkün olan en küçük partikül boyutunun hedeflenmesi yerine, amaçlanan gıda uygulamasına ve istenen tekno-fonksiyonel özelliklere uygun partikül boyutunun belirlenmesi daha uygun bir yaklaşım olacaktır.

3.4. Kurutma Teknolojilerinin Karşılaştırılması

Kurutma teknolojilerinin karşılaştırılması, sadece kurutma süresi açısından değil; yapısal özelliklerin korunması, enerji gereksinimi, biyoaktif bileşenlerin stabilitesi ve tekno-fonksiyonel özellikler açısından da farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Kivi posasında mikrodalga kurutma ve vakum-mikrodalga kurutma, diğer yöntemlere kıyasla işlem süresini belirgin biçimde azaltırken, mikrodalga kurutma düşük enerji tüketimi ve yüksek çözünür diyet lifi içeriğiyle; vakum-mikrodalga kurutma ise antioksidan kapasitenin korunmasıyla öne çıkmıştır. Vakumlu dondurarak kurutma ise daha uzun işlem süresine rağmen mikroyapı, renk ve bazı besinsel özelliklerin korunmasında avantaj sağlamıştır. Bu sonuçlar, hızlı kurutma ile ürün kalitesinin korunması arasında yönteme bağlı bir denge bulunduğunu göstermektedir (Zhang vd., 2024).

Elma posasında vakum destekli mikrodalga kurutma ile fırında kurutma karşılaştırıldığında, vakum destekli mikrodalga kurutmanın kurutma süresini azalttığı ve elde edilen tozlarda hidrasyon kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, çözünürlük indeksi ve emülsiyon kapasitesinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Aynı örneklerde daha gözenekli bir mikroyapı da gözlenmiştir. Bu bulgular, kurutma yönteminin yalnızca işlem süresini değil, tozun fiziksel ve tekno-fonksiyonel özelliklerini de değiştirebildiğini göstermektedir (Bhat vd., 2023).

Portakal posasında ise farklı bir kurutma teknolojisinin karşılaştırılmasından ziyade aynı konvektif kurutma yöntemi içinde sıcaklığın etkisi (50, 60 ve 70 °C) değerlendirilmiştir. Sıcaklık artışıyla şişme kapasitesi, emülsifiye edici aktivite ve kristallikte artış görülürken, antioksidan kapasite ve C vitamini içeriği azalmıştır. Bu bulgular, kurutma sıcaklığının artırılmasının tüm kalite ve tekno-fonksiyonel özelliklerde aynı yönde değişim oluşturmadığını ve proses koşullarının hedeflenen özelliklere göre belirlenmesi gerektiğini göstermektedir (Afrin vd., 2022).

Probiyotik mikroorganizma ile inoküle edilmiş kırmızı üzüm posasında konvektif sıcak hava ve kızılötesi kurutma karşılaştırıldığında, kızılötesi kurutulan örneklerde su tutma kapasitesi sayısal olarak daha yüksek olmakla birlikte, yöntemler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış; yağ tutma ve şişme kapasitesi bakımından da anlamlı fark saptanmamıştır. Konvektif kurutulan tozların gözenekliliği daha yüksek olmasına rağmen, kızılötesi kurutulan örneklerde daha yüksek su tutma kapasitesi elde edilmiştir. Her iki toz da iyi akış özellikleri göstermiş, ancak depolama sırasında nem artışına bağlı değişimler gözlemlenmiştir (Anghel vd., 2026).

Güncel derlemeler de kurutma teknolojilerinin yalnızca nem uzaklaştırma hızı üzerinden değerlendirilmemesi gerektiğini vurgulamaktadır. Hammadde özellikleri, kurutma ve öğütme geçmişi, partikül özellikleri, hedeflenen tekno-fonksiyonel davranış ve kullanım matrisi birlikte ele alınmalıdır. Bu nedenle herhangi bir kurutma yönteminin tüm yan ürünler ve kullanım amaçları açısından genel olarak üstün kabul edilmesi uygun değildir (Won ve Choi, 2026).

Endüstriyel uygulanabilirlik açısından değerlendirildiğinde, meyve ve sebze yan ürünlerinin büyük ölçekli toz üretimine aktarılmasında yüksek başlangıç nemi, düşük hacimsel yoğunluk, bozulabilirlik, proses maliyetleri ve standartlaştırılmış endüstriyel protokollerin sınırlı olması önemli güçlükler arasında gösterilmektedir. Bu nedenle kurutma teknolojisinin seçiminde ürün kalitesinin yanı sıra proses maliyeti, depolama ve taşıma gereksinimleri ile endüstriyel uygulanabilirliğin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (Carlini vd., 2023).

3.5. Genel Değerlendirme ve Literatürün Sınırlılıkları

İncelenen çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, yan ürün tozlarının yapısal ve tekno-fonksiyonel özelliklerinin tek bir proses değişkeniyle açıklanamayacağı görülmektedir. Kurutma yöntemi ve koşulları hücresel bütünlük, gözeneklilik, morfoloji ve bileşenlerin fiziksel durumunu etkileyebilirken, kurutma sonrasında uygulanan öğütme ve oluşan partikül boyutu hidrasyon, yığın ve diğer kullanım özelliklerini ayrıca değiştirebilmektedir. Bu nedenle kurutma ve öğütme aşamalarının etkilerinin birbirinden ayrılması, yapı ile fonksiyon arasındaki ilişkinin doğru yorumlanması açısından önem taşımaktadır. Bhat vd. (2023) elma posasında kurutma yöntemine bağlı yapısal ve fonksiyonel farklılıklar gösterirken, Calabuig-Jiménez vd. (2022) ve Goli vd. (2025) gibi çalışmalar partikül boyutunun tek başına da fonksiyonel davranışı değiştirebildiğini ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, mevcut çalışmaların farklı yan ürünler, kurutma koşulları, partikül boyutları ve analiz yöntemleri kullanması, sonuçların doğrudan karşılaştırılmasını güçleştirmektedir. Aynı özelliğin farklı yöntemlerle ölçülmesi ve farklı biçimlerde raporlanması da çalışmalar arası karşılaştırılabilirliği sınırlayabilmektedir. Bu nedenle belirli bir kurutma yöntemine veya partikül boyutuna ilişkin bulguların farklı yan ürünlere doğrudan genellenmesi uygun değildir.

Literatürde bir diğer önemli sınırlılık, çalışmaların önemli bölümünün tozun fizikokimyasal veya tekno-fonksiyonel özelliklerini laboratuvar düzeyinde değerlendirmesi, ancak bu özelliklerin gerçek gıda matrikslerindeki performansını, depolama stabilitesini ve ölçek büyütme koşullarını aynı çalışmada birlikte incelememesidir. Güncel derlemeler, fonksiyonel özelliklerin yalnızca toz materyal düzeyinde değil, hedef gıda uygulaması içinde doğrulanması gerektiğini vurgulamaktadır (Won ve Choi, 2026). Ayrıca yüksek başlangıç nemi, bozulabilirlik, düşük hacimsel yoğunluk, proses maliyeti ve standardize edilmiş endüstriyel protokollerin sınırlı olması, yan ürünlerin büyük ölçekli toz üretimine aktarılmasında önemli engellerdir (Carlini vd., 2023).

Bu bulgular, fonksiyonel yan ürün tozu geliştirilmesinde amaçlanan yaklaşımın yalnızca en hızlı kurutma veya en küçük partikül boyutunun seçilmesi olmadığını; kurutma koşulları, oluşan yapı, öğütme sonrası partikül özellikleri ve hedef kullanım performansının birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Gelecekte aynı yan ürün üzerinde standartlaştırılmış analiz yöntemleri kullanılarak farklı kurutma ve öğütme koşullarının doğrudan karşılaştırılması ve elde edilen tozların gerçek gıda sistemlerindeki performansının doğrulanması, çalışmalar arası karşılaştırılabilirliği ve endüstriyel aktarılabilirliği güçlendirecektir (Won ve Choi, 2026; Santos vd., 2022).

4. SONUÇ

Bu derleme, meyve ve sebze işleme yan ürünlerinden elde edilen fonksiyonel tozların özelliklerinin yalnızca kullanılan kurutma teknolojisine bağlı olmadığını; kurutma koşulları, oluşan mikroyapı ve kurutma sonrası partikül özelliklerinin birlikte belirleyici olduğunu göstermektedir. İncelenen çalışmalar, farklı kurutma yöntemlerinin işlem süresi, enerji gereksinimi, yapısal korunma, biyoaktif bileşenlerin stabilitesi ve tekno-fonksiyonel özellikler açısından farklı avantaj ve sınırlılıklar oluşturabildiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle kurutma yöntemlerinin üstünlüğü, yan ürünün özellikleri ve hedeflenen kullanım amacından bağımsız olarak genellenmemelidir.

Öğütme ve partikül boyutu da kurutma etkisinden ayrı bir proses değişkeni olarak değerlendirilmelidir. Partikül boyutunun küçültülmesi bazı materyallerde hidrasyon ve yığın

özelliklerinde artışla ilişkili bulunurken, daha ileri düzeyde partikül küçültmenin su tutma ve şişme gibi hidrasyon özelliklerinde azalmaya yol açabildiği bildirilmiştir. Dolayısıyla amaç, mümkün olan en küçük partikül boyutunu elde etmek değil, hedeflenen gıda uygulaması için uygun yapısal ve tekno-fonksiyonel özellikleri sağlayacak proses koşullarını belirlemektir.

Sonuç olarak, gıda yan ürünlerinden fonksiyonel toz geliştirilmesinde kurutma, yapı, öğütme ve kullanım performansı birbiriyle ilişkili proses aşamaları olarak ele alınmalıdır. Gelecekte aynı hammadde üzerinde standardize edilmiş koşullarda gerçekleştirilen karşılaştırmalı çalışmaların, gerçek gıda matrikslerinde doğrulama ve pilot ölçekli uygulamalarla desteklenmesi, bu bileşenlerin endüstriyel kullanım potansiyelinin daha güvenilir biçimde ortaya konulmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Afrin, S. M., Acharjee, A., & Sit, N. (2022). Convective drying of orange pomace at different temperatures and characterization of the obtained powders. *Journal of Food Science and Technology,* 59(3), 1040–1052.

Anghel, L., Mocanu, G. D., Burada, B. P., Râpeanu, G., & Stănciuc, N. (2026). Hot air convective and infrared dried probiotic red grape pomace: Phytochemical and physico-chemical properties, cell viability and the in vitro digestion of anthocyanins. *Applied Food Research,* 6(1), 101866.

Bhat, I. M., Wani, S. M., Mir, S. A., & Naseem, Z. (2023). Effect of microwave-assisted vacuum and hot air oven drying methods on quality characteristics of apple pomace powder. *Food Production, Processing and Nutrition,* 5, 26.

Calabuig-Jiménez, L., Hinestroza-Córdoba, L. I., Barrera, C., Seguí, L., & Betoret, N. (2022). Effects of processing and storage conditions on functional properties of powdered blueberry pomace. *Sustainability,* 14(3), 1839.

Carlini, N. R. B. S., Kreutz, D. H., Bulhões, F. M., Fortunel, F., & Sant'Anna, V. (2023). Fruit and vegetable by-products as functional ingredients: What are the limitations for large-scale industrial processing as powder? *Cadernos de Ciência & Tecnologia,* 40, e27272.

Goli, S. A. H., Rezvani, Z., & Chatraei, E. (2025). Characterization and storage stability of carrot pomace-fortified milk drink: Effect of carrot pomace particle size, milk-fat content, and stabilizer levels. *Applied Food Research,* 5(2), 101316.

Martínez-Martí, J., Panušková, K., Larrea, V., Bleha, R., Quiles, A., & Hernando, I. (2023). Using different physical treatments to modify the structure and improve the technofunctional properties of clementine by-products. *Food Structure,* 38, 100346.

Santos, D., da Silva, J. A. L., & Pintado, M. (2022). Fruit and vegetable by-products' flours as ingredients: A review on production process, health benefits and technological functionalities. *LWT,* 154, 112707.

Won, H. J., & Choi, A.-J. (2026). Agri-food byproducts as food-tech material resources: A critical review of processing, functionality, matrix validation, and readiness. *Agriculture,* 16(15), 1588.

Zhang, M., Wu, C., Zhang, H., Yang, N., Wang, C., Jike, X., Zhang, T., & Lei, H. (2024). Comparison of different drying technologies for kiwifruit pomace: Changes in physical characteristics, nutritional properties and antioxidant capacities. *Food Chemistry,* 451, 139497.

Deiyonize Elma Suyu Konsantresi ve Tapyoka Dekstrin Kullanılarak Şeker İkamesine Yönelik Toz Üretiminin Optimizasyonu

Emine Şeyma ŞİMŞEK, Kerem ÖZSOY*, Mehmet İNAN

Döhler Gıda San. A.Ş. Karaman

Şeker tüketiminin azaltılması için olan talep artmaktadır, meyvelerden elde edilen ve de şeker yerine kullanılabilecek ürünlerin geliştirilmesi gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Yapılan bu çalışmada, deiyonize elma suyu konsantresi ve tapyoka nişastası kökenli dekstrin kullanılarak püskürtmeli kurutucu yöntemi ile şeker ikamesi olabilecek toz üretimi, verim ve de toz özellikleri açısından optimize edilmesi amaçlanmıştır. Kuru madde bazında elma suyu konsantresi oranları 30:70, 40:60 ve 50:50 olacak şekilde hazırlanan besleme çözeltileri, 160/90, 160/80, 150/80, 150/70 ve 140/70 °C giriş/çıkış havası sıcaklıklarında püskürtmeli kurutucu ile kurutularak toplam 15 deney gerçekleştirilmiştir. Besleme çözeltilerinin °Brix, kuru madde, pH ve titre edilebilir asitlik değerleri analiz edilmiş, elde edilen tozların kuru madde, yığın yoğunluğu ve partikül boyutu ile proses verimleri değerlendirilmiştir. Reçete oranlarının ve kurutma sıcaklığının ürün verimi ve toz özellikleri üzerinde belirgin etkiler oluşturduğu gözlemlenmiştir. 30-70 ve 150/80 koşullarında %38 ürün verimine ulaşılmış ve hedeflenen toz özelliklerine ulaşılmıştır (partikül boyutu, morfoloji). Elde edilen sonuçlar, deiyonize elma suyu konsantresinin tapyoka dekstrini ile şeker ikamesi elde edilmesi hedefi ile değerlendirilebileceğini ve formülasyon ile üretim koşullarının birlikte optimize edilmesinin ürün elde edilecek veriminin iyileştirilmesi açısından önemli olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Deiyonize elma suyu konsantresi; formülasyon optimizasyonu; proses verimi; püskürtmeli kurutma; şeker ikamesi; tapyoka dekstrin; toz karakterizasyonu.

*Sorumlu yazar: kerem.ozsoy@doehler.com

GC/MS-SPME ile Alphonso ve Totapuri Mango Çeşitlerinin Uçucu Aroma Profillerinin Karakterizasyonu

Merve SUBAŞI*

Döhler Gıda San. A.Ş. İstanbul

Mango (*Mangifera indica* L.), karakteristik aroma profili nedeniyle gıda ve aroma endüstrisinde yaygın olarak kullanılan tropikal meyvelerden biridir. Bu çalışmada olgun Alphonso mango ile ham ve olgun Totapuri mango örneklerinin uçucu aroma profillerinin GC/MS-SPME yöntemi ile karakterize edilmesi amaçlanmıştır. Uçucu bileşiklerin ekstraksiyonu DVB/PDMS kaplı fiber kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Numuneler 40 °C'de 20 dakika 250 rpm karıştırma hızında işleme tabi tutulmuştur. Analizler Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) sisteminde gerçekleştirilmiş ve kromatografik ayırmada DB-5MS kolon kullanılmıştır. Uçucu bileşiklerin tanımlanmasında kütüphane eşleştirmelerinden yararlanılmıştır. Analizler sonucunda örneklerde terpenler, alkoller, esterler, laktonlar ve diğer aroma aktif uçucu bileşikler belirlenmiştir. Totapuri mango örneklerinde myrcene, α-pinene, limonene ve ocimene türevleri baskın bileşikler olarak tespit edilirken, Alphonso mango örneğinde laktonlar, β-ionone ve seskiterpen türevleri daha belirgin bulunmuştur. Ayrıca Totapuri çeşidinde olgunlaşma ile birlikte uçucu bileşik kompozisyonunda önemli değişimler gözlenmiştir. Sonuçlar, mango çeşidi ve olgunlaşma düzeyinin aroma profilini etkileyen temel faktörler olduğunu ve GC/MS-SPME yönteminin mango çeşitlerinin aroma karakterizasyonunda etkin bir yaklaşım sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Aroma profili; GC/MS-SPME; mango; uçucu bileşikler.

*Sorumlu yazar: merve.duran@doehler.com

Pektin Ekstraksiyonunda Yenilikçi Yöntemler

Tuğçe ATBAKAN KALKAN*

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

Pektin, bitkilerin hücre duvarında ve özellikle orta lamelde bulunan, temel yapısını galakturonik asit birimlerinin oluşturduğu kompleks bir polisakkarittir. Doğal olarak başta turunçgil kabukları, elma posası ve çeşitli meyve-sebze işleme yan ürünlerinde bulunmaktadır. Pektin, jelleştirici, kıvam artırıcı, stabilize edici ve emülsifiye edici özellikleri sayesinde gıda endüstrisinde reçel, marmelat, jöle, meyve preparatları, süt ürünleri ve içeceklerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra farmasötik, kozmetik ve biyobozunur ambalaj uygulamalarında da değerlendirilmektedir.

Pektinin doğal kaynaklardan elde edilmesinde farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemde genellikle asit hidrolizi ve yüksek sıcaklık uygulanmakta, ancak bu yöntem yüksek enerji ve su tüketimi ile uzun işlem süresi gibi dezavantajlar taşıyabilmektedir. Bu nedenle son yıllarda daha sürdürülebilir ekstraksiyon teknolojileri üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Ultrason destekli ekstraksiyon, mikrodalga destekli ekstraksiyon, enzim destekli ekstraksiyon, darbeli elektrik alan, subkritik su ekstraksiyon, yüksek basınç ve derin ötektik çözücü destekli yöntemler geleneksel ekstraksiyona alternatif olarak araştırılmaktadır. Bu yenilikçi yöntemler; ekstraksiyon süresinin ve enerji tüketiminin azaltılması, çözücü kullanımının sınırlandırılması ve yüksek kaliteli pektin elde edilmesi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ekstraksiyon; pektin; yenilikçi yöntemler.

*Sorumlu yazar: tugceatbakan@gmail.com

Farklı Bitkisel Demlemelerle Zenginleştirilmiş Peynir Altı Suyu Bazlı Fonksiyonel İçeceklerin Geliştirilmesi ve Duyusal Değerlendirilmesi

Büşra AYDIN[1,*], Nurullah ŞANLI[2]

[1]Muratbey Gıda A.Ş. Ar-Ge Birimi, Uşak
[2]Uşak Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Kimya Müh. Bölümü, Uşak

Peynir altı suyunun katma değerli ürünlere dönüştürülmesi, sürdürülebilirlik ve fonksiyonel gıda geliştirme açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, farklı bitkisel demlemeler ve D vitamini kullanılarak peynir altı suyu bazlı fonksiyonel içeceklerin geliştirilmesi ve karakterizasyonu amaçlanmıştır. Siyah çay, rezene, tarçın, kuşburnu ve adaçayı farklı sürelerde demlenerek soğutulmuş ve peynir altı suyu ile sırasıyla %15:85, %10:90, %5:95, %15:85 ve %10:90 (demleme:peynir altı suyu) oranlarında karıştırılmıştır. İçeceklere 100 mL'de 5 µg D vitamini ilave edilmiştir. Hazırlanan içeceklerde kuru madde, yağ, titrasyon asitliği, pH, laktoz ve kül tayinleri ile duyusal değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Örneklerin pH değerleri 6,6–6,7, kuru madde değerleri %5,5–6,5, asitlik değerleri %0,3–0,4 ve laktoz içerikleri %3,4–4,6 aralığında belirlenmiştir. Seyreltilmemiş kontrol örneğinin yağ içeriği bitkisel demleme içeren örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Duyusal değerlendirmede %5 tarçın demlemesi içeren formülasyon tat-aroma ve genel kabul açısından en yüksek puanları almış, bunu adaçayı ve kuşburnu içeren örnekler izlemiştir. Sonuçlar, D vitamini ve bitkisel demlemelerle zenginleştirilmiş peynir altı suyu bazlı içeceklerin katma değerli fonksiyonel ürün geliştirilmesinde değerlendirilebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel demleme; D vitamini; fonksiyonel içecek; peynir altı suyu.

*Sorumlu yazar: arge@muratbey.com.tr

Tahıllarda ve Baklagillerde Çimlendirme Proseslerinin Geliştirilmesi ve Ürün Eldesi

İlayda TEKELİ*, Bihter AYDIN, Mustafa KARADUMAN

Döhler Gıda San. A.Ş. Karaman

Tüketicilerin fonksiyonel ve besin değeri yüksek gıdalara artan talebi doğrultusunda, tahılların ve baklagillerin çimlendirilmesi besinsel ve fonksiyonel özelliklerin geliştirilmesi açısından önemli bir proses olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada buğday, arpa, mercimek ve nohut için uygun çimlendirme koşullarının belirlenmesi ve çimlendirme prosesinin protein, toplam polifenol ve toplam diyet lifi değişimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Farklı sıcaklık ve ürün nem seviyelerinde gerçekleştirilen çimlendirme proseslerinde çimlenme süresi, gelişim durumu ve besin değerlerindeki değişimler değerlendirilmiştir. Farklı hammaddelerde kontrollü çimlenme prosesinin gerçekleştirilmesi ve besin değerlerinin geliştirilmesi için optimum sıcaklık 25 °C olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda uygun koşullar arpa için 25 °C, %45 nem ve 3 gün; buğday için 25 °C, %45 nem ve 2 gün; mercimek için 25 °C, %55 nem ve 1 gün; nohut için 25 °C, %55 nem ve 2 gün olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre protein, toplam polifenol ve toplam diyet lifi içeriklerinde sırasıyla yaklaşık %8–10, %20–25 ve %10–12 oranlarında artışlar gözlenmiştir. Çalışma sonucunda, farklı hammadde özelliklerine uygun, kontrollü ve tekrarlanabilir çimlendirme prosesleri oluşturulmuştur. Elde edilen veriler, çimlendirilmiş ürünlerin fonksiyonel gıda uygulamalarında değerlendirilebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Baklagiller; çimlendirme; polifenol; protein; tahıllar.

*Sorumlu yazar: ilayda.tekeli@doehler.com

Ekstraksiyon Teknolojilerinde Yenilikçi ve Yeşil Yaklaşımlar

Serenay AŞIK AYGÜN*

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

Ekstraksiyon, bir hammaddenin yapısında bulunan hedef bileşenlerin, uygun çözücü ve işlem koşulları kullanılarak hammaddeden ayrılması ve çözücü fazına geçirilmesi işlemidir. Geleneksel ekstraksiyon yöntemleri arasında maserasyon, perkolasyon, Soxhlet ekstraksiyonu ve kaynatma gibi yöntemler yer almakta olup, bu yöntemlerde genellikle uzun işlem süreleri, yüksek enerji ve çözücü tüketimi gibi dezavantajlar görülebilmektedir. Bu sınırlamaların azaltılması amacıyla ultrason destekli ekstraksiyon, mikrodalga destekli ekstraksiyon, basınçlı sıvı ekstraksiyonu, süperkritik akışkan ekstraksiyonu ve enzim destekli ekstraksiyon gibi yenilikçi yöntemler geliştirilmiştir. Son yıllarda ise ekstraksiyon proseslerinde çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması, enerji ve çözücü kullanımının azaltılması ve daha güvenli çözücülerin tercih edilmesi amacıyla yeşil ekstraksiyon yaklaşımları önem kazanmıştır. Yeşil ekstraksiyon; doğal kaynaklardan hedef bileşenlerin çevresel etkileri azaltılarak, daha düşük enerji ve çözücü tüketimiyle elde edilmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda su, etanol-su sistemleri, doğal derin ötektik çözücüler ve süperkritik CO_2 gibi alternatif çözücülerin yanı sıra ultrason ve mikrodalga gibi yardımcı teknolojiler kullanılabilmektedir. Özellikle gıda endüstrisi yan ürünlerinin değerlendirilmesinde yeşil ekstraksiyon teknikleri, biyolojik olarak değerli bileşenlerin sürdürülebilir şekilde geri kazanılması açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ekstraksiyon; yenilikçi yöntemler; yeşil ekstraksiyon.

*Sorumlu yazar: saygun@akdeniz.edu.tr

Şeftali Püre Üretiminde Farklı Kabuk Soyma Oranlarının Pürenin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi

Batuhan BEKTAŞ*, Ebru BOZKURT ABDİK, Mustafa KARADUMAN

Döhler Gıda San. A.Ş. Karaman

Bu çalışmada, şeftali püresinde farklı kabuk soyma oranlarının son üründe fiziksel ve kimyasal özelliklere ve pestisit yükü üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Şeftali hammaddesi farklı oranlarda kabuk uzaklaştırma işlemlerine tabi tutulmuş ve elde edilen pürenin özellikleri fiziksel ve kimyasal açıdan değerlendirilmiştir. Örneklerde asitlik (ac), pH ve renk özellikleri (L^*,a^*,b^*) analiz edilmiş; ayrıca kabukta bulunma eğilimi gösterebilen pestisitlerin püreye geçiş düzeylerinin belirlenmesi amacıyla pestisit yükü incelenmiştir. Renk analizlerinde L^*, a^* ve b^* değerleri kullanılarak kabuk soyma oranının ürünün parlaklık, kırmızılık / yeşillik ve sarılık / mavilik özellikleri üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Kabuk soyma oranının %50 olduğu ürünlerde L değerinin %25 arttığı tespit edilmiştir. Bunun yanında, farklı kabuk soyma oranlarının pürenin asitlik ve pH değerlerinde meydana getirdiği değişimler belirlenmiştir. %50 kabuğu soyulan hammaddeler kullanıldığında asitliğin %15 arttığı belirlenmiştir. Pestisit analizleri ile kabuk uzaklaştırma düzeyinin pestisit kalıntılarının üründeki miktarı üzerindeki etkisinin ortaya konulması hedeflenmiştir. %50 kabuğu uzaklaştırılmış hammaddelerden üretilen üründe %50'lik pestisit yükü düştüğü tespit edilmiştir. Elde edilen bulguların, şeftali püresi üretiminde optimum kabuk soyma oranının belirlenmesine ve ürün kalitesi ile gıda güvenliğinin birlikte değerlendirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışma, kabuk uzaklaştırma işleminin yalnızca fiziksel ve kimyasal kalite parametreleri açısından değil, aynı zamanda pestisit maruziyetinin azaltılması açısından da önem taşıdığını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kabuk soyma; pestisit; püre; şeftali.

*Sorumlu yazar: batuhan.bektas@doehler.com

Aronya Meyvesinin Bütüncül İşlenmesi ve Proses Çıktılarından Katma Değeri Yüksek Ticari Ürün Eldesi

Gülsen BAĞCI*, Ebru BOZKURT ABDİK, Mustafa KARADUMAN

Döhler Gıda San. A.Ş. Karaman

Aronya meyvesi, yüksek antosiyanin ve fenolik bileşik içeriği sayesinde fonksiyonel gıda olarak da değerlendirilen önemli bir hammadde kaynağı olarak bilinmektedir. Bu çalışmada, aronya meyvesinin farklı prosesler kullanılarak bütüncül biçimde işlenmesi ve proses çıktılarından katma değerli ürünler elde edilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, taze aronya meyveleri işlenerek öncelikle aronya suyu elde edilmiştir. Elde edilen aronya suyunun bir kısmı işlenmiş ve antosiyanince zengin renk ekstraktı elde edilmiştir. Meyve suyu üretimi sonucunda elde edilen aronya posası da değerlendirilmek üzere kurutulduktan sonra öğütülerek toz forma dönüştürülmüştür. Analizler sonucunda aronya suyunun çözünür kuru madde içeriği 26,08 °Bx, kuru maddesi %26,75, antosiyanin değeri 0,12 mg/100 g ve renk yoğunluğu 0,53 cu olarak belirlenmiştir. Elde edilen renk ekstraktında ise 24,95 °Bx, %26,85 kuru madde, 2,76 mg/100 g antosiyanin ve 9,32 cu renk yoğunluğu tespit edilmiştir. Kurutularak öğütülen aronya posasının kuru madde oranı %94,05 olarak belirlenirken, antosiyanin ve renk yoğunluğu değerleri sırasıyla 0,30 mg/100 g ve 0,553 cu olarak ölçülmüştür. Elde edilen bulgulara göre, aronya suyu, renk konsantresi ve kurutularak öğütülmüş posa doğal renk bileşenleri içeren değerli proses çıktısı olarak kabul edilebileceği görülmüştür. Sonuç olarak bu çalışma, aronya meyvesinin işlenerek katma değerli ürünler elde edilmesini temel alarak, gıda endüstrisinde kaynak verimliliğini artıracak sürdürülebilir ve bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antosiyanin; aronya; posa değerlendirmesi.

*Sorumlu yazar: gulsen.donmus@doehler.com

Döngüsel Ekonomi Perspektifinden Kuru Meyve İşleme Yan Ürünlerinin Katma Değerli Kullanım Potansiyeli

Gamze ÇAKITLI*, Sinem ÜNEY ÇAM

K.F.C. Gıda Tekstil Sanayi İthalat İhracat Yatırım Anonim Şirketi, İzmir

Dünya genelinde artan gıda kayıp ve atıkları, doğal kaynakların verimli kullanımı ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu doğrultuda, SKA 12: Sorumlu Üretim ve Tüketim kapsamında üretim süreçlerinde oluşan yan ürünlerin döngüsel ekonomi yaklaşımıyla yeniden değerlendirilmesi önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, kuru meyve işleme proseslerinde ortaya çıkan incir sapı, incir çekirdeği ve üzüm sapının katma değerli kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Yan ürünlerin geri kazanılması ve kullanılabilir ham maddeye dönüştürülmesine yönelik ayırma, kurutma ve öğütme prosesleri ile öğütmeye uygun nem koşulları belirlenmiş; ardından protein, su tutma, yağ tutma kapasitesi, antioksidan ve diyet lifi analizleri gerçekleştirilmiştir.

Analizler, incelenen yan ürünlerin fonksiyonel özellikler açısından farklılık gösterdiğini ve uygun proses koşulları altında alternatif ham madde olarak değerlendirilme potansiyeli taşıdığını ortaya koymuştur. Ayrıca turşuluk biber, elma ve farklı meyve-sebze işleme proseslerinde oluşan bitkisel yan ürünlerin katma değerli kullanım olanakları literatür verileri üzerinden incelenerek, gıda endüstrisinde yan ürünlerin ekonomik değere dönüştürülmesine yönelik yaklaşımlar döngüsel ekonomi perspektifinde değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel ekonomi; fonksiyonel gıda; kuru meyve yan ürünleri.

*Sorumlu yazar: gamze.c@kfc.com.tr

Serbest ve Enkapsüle Glukono Delta Laktonun Toz Kek Karışımlarının Kabarması ve Yapısal Özellikleri Üzerine Etkisi

Büşra BARMAN*

Polen Un ve Gıda Katkı Maddeleri San. ve Tic. A.Ş., R&D Center, İstanbul

Toz kek karışımlarında kullanılan kabartıcı sistemin reaksiyon davranışı, ürünün kabarma performansı, hacmi ve tekstürel özellikleri üzerinde önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmanın amacı; serbest ve enkapsüle glukono delta laktonun (GDL) toz kek karışımlarında kabarma performansı ve kalite özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi ve fosfat bazlı kabartıcı asit olarak kullanılan SAPP 28 ile karşılaştırılmasıdır. Çalışmada SAPP 28, GDL ve enkapsüle GDL, sodyum bikarbonat ile birlikte kabartıcı asit sistemleri olarak değerlendirilmiştir. Toz kek karışımlarına yağ, yumurta ve su ilave edilerek hamur hazırlanmış ve 0, 15 ve 30 dakika bekleme sürelerinin ardından pişirilmiştir. Hamurlarda pH ve spesifik hacim; pişmiş ürünlerde ise hacim, nem, tekstür ve duyusal özellikler incelenmiştir. Analizler sonucunda, ürün hacimlerinin 377,95–572,39 cm^3, firmness değerlerinin 410,61–659,08 g, springiness değerlerinin %55,29–56,28 ve nem değerlerinin %26,17–26,64 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek hacim enkapsüle GDL, en düşük hacim SAPP 28 örneğinde belirlenmiştir. En yüksek firmness değeri SAPP 28, en düşük değer GDL örneğinde tespit edilmiştir. GDL içeren sistemlerde bekleme süresiyle birlikte hamur pH değerlerinin azaldığı görülmüştür. Duyusal değerlendirmede GDL içeren örnekler daha yüksek genel beğeni puanları almıştır. Sonuç olarak, GDL bazlı sistemlerin hamur bekleme süresine bağlı kalite değişimlerinin sınırlandırılmasında potansiyel taşıdığı değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enkapsülasyon; GDL; kabartıcı sistem; toz kek miksi.

*Sorumlu yazar: busra.barman@polengida.com

A1 ve A2 Sütlerin Bileşimsel, Teknolojik ve Sağlık Açısından Karşılaştırılması

Faden İrem TORUZ[1,2,*], Neşe YILMAZ TUNCEL[1]

[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi, Çanakkale
[2]Uluova Süt Ticaret A.Ş.

Süt, memelilerin immünolojik ve beslenme gereksinimlerini karşılayan kompleks bir salgıdır. Bu çalışmanın amacı, A1 ve A2 genotiplerine sahip sütlerin bileşimsel ve teknolojik özellikleri ile sağlık üzerindeki olası etkilerini karşılaştırmaktır. Süt proteinlerinin önemli bir bölümünü oluşturan beta-kazeinin inek sütündeki en yaygın varyantları A1 ve A2'dir. Bu varyantlar arasındaki tek yapısal fark, 67. kodonda meydana gelen nokta mutasyonu neticesinde A2 genotipinde prolin, A1 genotipinde ise histidin aminoasidinin yer almasıdır. Her iki sütün temel bileşenleri genel olarak aynı olsa da, aralarındaki genetik farklılık sindirim sürecini doğrudan etkilemektedir. A1 sütün sindirimi sırasında açığa çıkan BCM-7 peptidi, bağırsaklardaki μ-opioid reseptörlerine bağlanarak sindirimi yavaşlatmakta; şişkinlik ve gaz gibi sıkça karşılaşılan semptomlara yol açmaktadır. Ayrıca araştırmalar, BCM-7'nin Tip-1 diyabet, kalp hastalıklarıyla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Anne sütü profiline benzeyen ve toksik BCM-7 oluşumunu engelleyen A2 süt ise oldukça kolay sindirilmektedir. Sağlık avantajları A2 süte talebi artırsa da özel sürü seçimi, ayrı sağım hatları ve depolama altyapısı zorunluluğu maliyetleri yükseltmektedir. Sonuç olarak, endüstriyel zorluklara ve artan maliyetlere rağmen A2 sütün toplum sağlığı açısından sunduğu potansiyel, süt endüstrisinde yenilikçi altyapı ve üretim stratejilerinin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: A1A1 süt; A1A2 süt; A2A2 süt; BCM-7; beta-kazein.

*Sorumlu yazar: ftoruz@uluova.net

Eker Süt Ürünleri'nde Dijital Dönüşüm ve Yapay Zekâ Uygulamaları

Merve GÜVEN[1,2,*], Sena OKUR ÖZAKÇAYLI[1]

[1]Eker Süt Ürünleri Gıda Sanayi A.Ş., Bursa
[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyoteknoloji, Bursa

Dijital dönüşüm, işletmelerde süreçlerin elektronik ortama aktarılmasının ötesinde, kurumsal verilerin bütünleştirilmesi ve yeni teknolojiler aracılığıyla iş süreçlerinin geliştirilmesini kapsamaktadır. Bu çalışmada, Eker Süt Ürünleri bünyesinde yürütülen dijital dönüşüm ve yapay zekâ çalışmalarının farklı kullanım yaklaşımları üzerinden incelenmesi amaçlanmıştır. Kurum içi uygulamalar; kurumsal yapay zekâ ekosistemi, yapay zekâ destekli iş uygulamaları ve yapay zekâ araçları kullanılarak geliştirilen kurum içi dijital çözümler olmak üzere üç başlık altında değerlendirilmiştir. Eker AI; üretim, kalite, bakım, otomasyon, satın alma, finans, hukuk ve personel gibi farklı kurumsal veri alanlarına doğal dil ile ve kullanıcı yetkileri doğrultusunda erişimi destekleyen bütünleşik bir kurumsal yapay zekâ platformu olarak kullanılmaktadır. İnsan kaynakları ve yetenek yönetimi alanında kullanılan MyHirer ve Kariyer Plus gibi uygulamalar ise dijital teknolojilerin çalışan ve yetenek yönetimi süreçlerine entegrasyonuna örnek oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra yapay zekâ araçlarından, kurumun kendi ihtiyaçlarına yönelik lojistik, süt saha satın alım ve üretim çizelgeleme gibi süreçlerde kullanılmak üzere dijital çözümlerin geliştirilmesinde de yararlanılmaktadır. İncelenen uygulamalar, Eker'de dijital dönüşümün süreçlerin dijitalleştirilmesinden bütünleşik bilgi yönetimi, kurumsal hafıza ve yapay zekâ destekli çalışma modellerine doğru geliştiğini göstermektedir. Bu yaklaşım, yapay zekânın yalnızca son kullanıcıya sunulan bir araç olarak değil, aynı zamanda kuruma özgü dijital çözümlerin geliştirilmesini destekleyen bir teknoloji olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital dönüşüm; gıda endüstrisi; kurumsal bilgi yönetimi; yapay zekâ.

*Sorumlu yazar: merveguven@eker.com

C Vitaminli Limon Aromalı Doğal Zengin Mineralli Gazlı İçecekte Askorbik Asit Stabilitesinin Değerlendirilmesi

Bahar AHMETOĞLU*

Uludağ İçecek Türk A.Ş. İnegöl, Bursa

Bu çalışmada, C vitamini (askorbik asit) ile zenginleştirilmiş limon aromalı doğal zengin mineralli gazlı içecek ürününde askorbik asidin stabilitesinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Askorbik asit, oksidasyona duyarlı yapısı nedeniyle gıda ve içecek sistemlerinde depolama koşullarından etkilenebilen önemli bir biyoaktif bileşendir. Bu kapsamda, askorbik asit içeren limon aromalı maden suyu numuneleri hazırlanarak raf ömrüne denk gelecek şekilde iklimlendirme kabininde bekletilmiştir. Bu süre boyunca vitamin C düzeylerindeki değişimler HPLC sistemi ile askorbik asit analizleri yapılarak incelenmiştir. Stabilite değerlendirmesinde askorbik asit miktarının zamana bağlı değişimi temel alınmıştır. Analizler sonucunda elde edilen veriler kullanılarak askorbik asidin raf ömrü boyunca gösterdiği değişim ve kayıp oranları değerlendirilmiş, ürünün vitamin C açısından stabilitesi ortaya konulmuştur. Çalışma sonucunda raf ömrü boyunca vitamin C oranında %23 oranında kayıp olduğu tespit edilmiştir. Referans makaleler ile karşılaştırma yapıldığında sonuç beklendiği gibi gelmiştir. Çalışma ile limon aromalı maden suyu gibi gazlı içecek sistemlerinde askorbik asidin korunmasına yönelik uygun formülasyon ve depolama koşullarının belirlenmesine katkı sağlanması hedeflenmiştir. Elde edilen bulguların, C vitamini ile zenginleştirilmiş fonksiyonel içeceklerin kalite kontrolü ve raf ömrü çalışmalarına bilimsel bir temel oluşturması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Askorbik asit; C vitamini; stabilite.

*Sorumlu yazar: ilkbaharsimsekk@hotmail.com

Matcha ve Ubenin Fonksiyonel Gıda Uygulamalarındaki Potansiyeli

Eda NURKO*, Duygu BENZER GÜREL, Rıdvan BOZER

Fersan Fermantasyon Ar-Ge Merkezi, İzmir

Bitkisel kaynaklı biyoaktif bileşenler, fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Matcha (*Camellia sinensis*) ve ube (*Dioscorea alata*), karakteristik renkleri ve zengin fitokimyasal içerikleri nedeniyle dikkat çeken bitkisel hammaddelerdir. Matcha, yeşil çayın genç yapraklarının toz hâline getirilmesiyle elde edilmektedir. Kendine özgü umami tat profiline ve canlı yeşil renge sahiptir. Matcha çayının besin içeriği yaklaşık %60–70'i çözünmeyen diyet liflerinden, yağda çözünen vitaminlerden, proteinlerden ve klorofillerden oluşmaktadır. %30–40'ı ise suda çözünen diyet lifleri, vitaminler, polifenoller, amino asitler, mineraller, kafein ve saponinden oluşmaktadır. Polifenollerin yaklaşık %90'ını kateşinler oluşturmaktadır. Antiviral, antiinflamatuvar, kardiyoprotektif özellikler gibi birçok sağlık etkisine sahip olan matcha içecek, fırıncılık ürünleri, süt ürünleri ve dondurma gibi birçok gıda uygulamasında kullanılmaktadır. Ube, özellikle Filipinler'de yaygın olarak tüketilen mor renkli bir yam türüdür. Ube tozu yaklaşık %6–8 nem, %0,4 yağ, %1,5–1,6 ham lif, %6 protein ve %82–86 karbonhidrat içermektedir. Toplam nişasta içeriği 82,60–87,02 g/100 g olup, nişastanın önemli bir kısmını amilopektin oluşturmaktadır. Ube tozu, ekmek, muffin, bisküvi, yoğurt ve atıştırmalıkların üretiminde değerlendirilmektedir. Bu derleme çalışması ile matcha ve ubenin besinsel ve biyoaktif özelliklerinin, antioksidan potansiyellerinin ve gıda uygulamalarındaki kullanım olanaklarının incelenmesi ve gelecekte yürütülecek Ar-Ge çalışmalarına literatür temelli bir çerçeve oluşturulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel gıdalar; matcha; ube.

*Sorumlu yazar: eda.nurko@fersan.com.tr

Antik Tahıldan Fonksiyonel Gıdaya: Amarant (*Amaranthus* spp.) Tohumunun Besinsel ve Biyoaktif Özellikleri ile Gastronomik Kullanım Potansiyeli

Deniz ERGÜN, Zehra KAYA*

Alanya Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Antalya

Amarant (*Amaranthus* spp.), binlerce yıllık geçmişiyle kadim tahıllar arasında yer alan, glütensiz yapısıyla dikkat çeken bir psödotahıldır. Yüksek kaliteli protein içeriği, dengeli amino asit profili ve diyet lifi, kalsiyum, demir, magnezyum gibi mineralleri barındırması nedeniyle fonksiyonel gıda geliştirme çalışmalarında giderek daha fazla ilgi görmektedir. Ayrıca içerdiği fenolik bileşikler, skualen ve biyoaktif peptitler sayesinde antioksidan, antihipertansif ve antiinflamatuar etkiler gösterdiği bilimsel çalışmalarla desteklenmektedir. Yapılan araştırmalar, amarantın hem besinsel değeri hem de teknolojik ve duyusal uygunluğu açısından modern gastronomi uygulamalarına entegre edilebilecek güçlü bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Bu derlemede amarantın besinsel bileşimi ve biyoaktif özellikleri güncel literatür ışığında değerlendirilerek; ekmek, bisküvi, atıştırmalık, içecek gibi çeşitli gıda formülasyonlarında kullanım potansiyeli gastronomik açıdan ele alınacaktır. Özellikle glütensiz ürün geliştirme, fonksiyonel gıda formülasyonu ve duyusal kabul edilebilirlik açısından amarant tohumu ve ununun elde edilen bilimsel bulgular incelenecektir. Bu çalışma ile, amarant temelli fonksiyonel ürün geliştirme çalışmalarında gıda ve gastronomi sektörüne yön verecek bir literatür zemini oluşturması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Amarant (*Amaranthus* spp.); antik tahıl; biyoaktif bileşen; fonksiyonel gıda; psödotahıl.

*Sorumlu yazar: zehra.kaya@alanyauniversity.edu.tr

Lacticaseibacillus casei Kaynaklı Postbiyotiklerin Gıda Kökenli Bakteriler Üzerindeki İnhibitör Etkilerinin İncelenmesi**

Sümeyye ÇALIŞKAN*, Nada ROQDI, Şeyma Betül ENCU, Hamza GÖKTAŞ, İbrahim ÇAKIR

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu

Gıdalarda mikrobiyal gelişmenin kontrol altına alınmasına yönelik doğal koruma yöntemlerine duyulan ihtiyaç, laktik asit bakterilerinden elde edilen postbiyotiklere ilgiyi artırmaktadır. Bu araştırmanın amacı, *Lacticaseibacillus casei* kaynaklı postbiyotik preparatların çeşitli gıda kökenli bakteriler üzerindeki inhibitör etkisini ortaya koymaktır. Bu amaçla kültürden hücre içermeyen süpernatant (CFS) ve ısıl işlem uygulanmış (HT) preparatlar üretilmiş, liyofilizasyonun ardından 100 ve 200 mg/mL olacak şekilde hazırlanmıştır. Preparatların Salmonella spp., *Escherichia coli*, *Bacillus cereus, Klebsiella spp., Micrococcus luteus, Cronobacter sakazakii ve Pseudomonas spp.* üzerindeki etkisi agar difüzyon yöntemiyle incelenmiştir. Tüm test bakterilerinde inhibisyon zonu oluşmuş ve konsantrasyon artışıyla birlikte antimikrobiyal etkinliğin genel olarak yükseldiği görülmüştür. Zon çapları 100 mg/mL uygulamalarında 10–17 mm, 200 mg/mL uygulamalarında 12–20 mm aralığında ölçülmüştür. En yüksek değer, 200 mg/mL CFS uygulanan *Pseudomonas spp.*'de 20 mm olarak kaydedilmiştir. HT preparatında ise en geniş zon 19 mm ile *M. luteus* üzerinde elde edilmiştir. Belirlenebilen minimum inhibitör konsantrasyonlar 6,25–12,5 mg/mL arasında bulunmuştur. MIC değeri *E. coli, B. cereus ve C. sakazakii* için 6,25 mg/mL; *Klebsiella spp. ve M. luteus* için 12,5 mg/mL olarak tespit edilmiştir. *Salmonella spp.* ve *Pseudomonas spp.*'de denenen konsantrasyonların tamamında bakteriyel gelişim baskılanmıştır. Elde edilen bulgular, *L. casei* kaynaklı postbiyotik preparatların gıdaların korunmasında ve antimikrobiyal özellik taşıyan yenilebilir kaplamaların geliştirilmesinde değerlendirilebilecek doğal bileşenler olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal aktivite; *Lacticaseibacillus casei*; postbiyotikler.

*Sorumlu yazar: sumeyye7clskn@gmail.com

**Bu çalışma BAİBÜ BAP Koordinasyon Birimi tarafından 2026-ÖNAP-03 nolu proje ile desteklenmiştir.

Geleneksel Türk Fermente Gıdalarında Çoklu-Omik Yaklaşımlar

Melda DUSAK*

Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

Fermente gıdalar, mikroorganizmaların faaliyetleriyle gıda bileşenlerinde gerçekleşen biyokimyasal dönüşümler sonucu oluşur. Bu süreç, ürünlerin besinsel, duyusal özelliklerini ve raf ömrünü etkiler. Tarih boyunca bölgeye özgü doğal mikroorganizmaların gerçekleştirdiği spontan fermantasyon, gıdaların muhafazası ve lezzetinin geliştirilmesinde kullanılmıştır. Çevresel faktörler ve üretim yöntemleriyle etkileşen doğal mikroorganizmalar "mikrobiyal terroir"i oluşturmuş, özgün metabolit profilleri üzerinden geleneksel fermente gıdalara yöresel tipiklik ile duyusal ve fonksiyonel nitelik kazandırmıştır. Ticari starter kültürler bu nitelikleri tam olarak yansıtamadığından geleneksel fermente gıda üretimi için uygun starterler geliştirmek, ürün standardizasyonunu sağlayabilmek amacıyla mikrobiyal dinamikleri ve metabolitleri ürünle ilişkilendiren çoklu omik yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Bu kapsamda, Google Scholar, Science Direct/Elsevier, MDPI, Springer Nature, YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde geleneksel Türk fermente gıdalarına yönelik omik çalışmalar taranarak mevcut uygulamalar ve araştırma boşlukları derlenmiştir. Literatürde araştırmaların ağırlıklı olarak 16S rRNA amplikon dizilemesine dayandığı; mikrobiyal toplulukların kimyasal ve metabolit verileriyle entegrasyonun sınırlı kaldığı görülmüştür. Tarhana bu anlamda en fazla incelenen ürün olurken, tulum peyniri, sucuk ve ekşi maya gibi ürünlerde çoklu veri katmanları kullanılmıştır. İleri omik yaklaşımların sınırlı kullanımı mikrobiyal kompozisyon-işlev-metabolit-ürün ilişkilerinin açıklanmasını, uygun starter kültürlerin geliştirilmesini sınırlamaktadır. Bu doğrultuda, omik verilerin yerel mikroorganizmaların seçimi ve endüstriyel starter geliştirme süreçlerine aktarılması önemli bir araştırma potansiyeli sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çoklu-omik; fermente gıdalar; mikrobiyota; starter kültür.

*Sorumlu yazar: melda.dusak@tarimorman.gov.tr

Çikolata Sektöründe Kullanılan Emülgatörler

Zeki AŞİROĞLU*, Özge AKGÜL, Begüm Ceren MEMECAN, Amine Beyza ÖZATA

Tamek Sagra Grup Gıda A.Ş., Ar-Ge, Ordu

Çikolata; sürekli yağ fazı içinde dağılmış katı parçacıklardan oluşan, reolojik davranışı ileri düzeyde yönetilmesi gereken karmaşık bir süspansiyondur. Bu sistemde emülgatörler, yalnızca yüzey gerilimini düşüren bileşenler değil; akma gerilimi, Casson plastik viskozitesi, proses edilebilirlik ve yağ çiçeklenmesi gibi kritik kalite parametrelerini doğrudan yöneten fonksiyonel ajanlardır. Bu derlemede; çikolata teknolojisinde yaygın kullanılan lesitin ve poligliserol polirisinoleat başta olmak üzere amonyum fosfatid, sitrik asit esterleri, mono-digliseritler ile bamya pektini, yulaf lesitini ve oleojel temelli yeni nesil yaklaşımlar incelenmiştir. Literatür bulguları; lesitinin öncelikli olarak plastik viskoziteyi düşürürken PGPR'nin akma gerilimini güçlü biçimde azalttığını ve ikili kombinasyonların matriks özelliklerine göre optimize edilmesi gerektiğini göstermektedir. Ayrıca lesitin dozajında optimum seviyenin aşılmasının viskoziteyi ters yönde artırabildiği belirlenmiştir. 2025–2026 güncel araştırmaları; yağ azaltılmış sistemlerde amonyum fosfatid-PGPR sinerjisinin önemini, oleojellerin polimorfik Form V kristalizasyonunu destekleyerek yüzey stabilitesini artırma potansiyelini ve emülgatör tasarımının uzun dönemli raf ömrü kinetiğiyle doğrudan ilişkili olduğunu doğrulamaktadır. Sonuç olarak emülgatör seçimi; formülasyon, parçacık boyutu, proses koşulları ve duyusal hedeflerin birlikte değerlendirildiği çok değişkenli optimizasyon yaklaşımlarıyla yönetilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Çikolata reolojisi; emülgatör; lesitin.

*Sorumlu yazar: zeki.asiroglu@tameksagra.com

Lupin Ununun Teknofonksiyonel Özellikleri ve Gıda Ürünü Olarak Kullanım Potansiyeli

Sevim KELEŞ[1], Emine Sevilay POLAT[1], Seda KIRDI[1], Ömer Faruk DENİZ[1], Fuat GÖKBEL[2], Nazife Nur YAZĞAN[1,*]

[1]Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara
[2]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman

Günümüzde artan dünya nüfusu, iklim değişikliği ve tarım alanlarının azalması gibi faktörler, alternatif protein kaynaklarına olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu ihtiyacın büyük bölümü, Türkiye dâhil birçok ülkede ithal edilen soya fasulyesi ile karşılanmaktadır. Bu durum, ülkeleri dışa bağımlı hale getirmektedir.

Bu çalışma ile, soya fasulyesine alternatif olarak baklagiller arasında yüksek protein (~%40) ve diyet lif (~%40) içeriğiyle öne çıkan yerli lupinin (*Lupinus albus*) gıda endüstrisinde kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Ancak lupinin yapısında bulunan acı alkaloitler kullanımını sınırlamaktadır. Çalışmada acılık, geleneksel suda bekletme yöntemiyle giderilmiş ve tohumlar un haline getirilmiştir. İşlem görmüş tohumlardan elde edilen lupin unlarının teknofonksiyonel özellikleri; çözünürlük (farklı pH koşullarında; pH 5, pH 7 ve pH 9), emülsifiye etme kapasitesi, su ve yağ bağlama kapasitesi, köpük oluşturma özellikleri ve jelleşme kapasitesi açısından değerlendirilmiştir. Belirlenen özellikler doğrultusunda %10 ve %15 oranlarında lupin unu içeren bitkisel sütler üretilmiş ve asit koagülasyonu ile lupin bazlı peynir alternatifleri geliştirilmiştir.

Çalışma sonucunda, lupinin yüksek protein ve diyet lif içeriğinin yanı sıra uygun teknofonksiyonel özellikleri sayesinde bitkisel gıda formülasyonlarında kullanılabilecek nitelikte olduğu, katma değerli bir gıda hammaddesi olarak değerlendirilebileceği ve soya ithalatına olan bağımlılığın azaltılmasına katkı sağlayabileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Asit koagülasyon; lupin; lupin peyniri; teknofonksiyonel özellikler.

*Sorumlu yazar: nuryazgan@hacettepe.edu.tr

Tarımsal Ürünlerde NIR Spektroskopisi Kalibrasyon Modellerinin Matristen Bağımsız Geliştirilebilirliğinin Araştırılması

Ahsen Sena ÇAKIR*, İsmail Hakkı BOYACI

Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara

Yakın kızılötesi spektroskopisi (NIRS), tahıl ve yem hammaddelerinde nem ve protein kalite parametrelerinin tayininde kullanılan hızlı, tahribatsız bir yöntemdir. Ancak mevcut kalibrasyon modelleri çoğunlukla her matris için ayrı geliştirilmekte, her yeni hammaddede yeniden kalibrasyon gerekmektedir. Bu durum zaman ve maliyet kaybı oluşturmaktadır. Bu çalışmada global modelin matris bazlı modellere ne kadar yaklaşabildiği ve nedenleri araştırılmıştır. Buğday, arpa, mısır, mısır DDGS ve soya fasulyesi küspesine (SFK) ait 1500 spektrum (908–1676 nm), öğütülmeden ölçülmüş; 167 spektral ön işleme kombinasyonu ile yedi modelleme yöntemi, grup bazlı çapraz doğrulamayla karşılaştırılmıştır. Nem miktarı için matris bazlı modellerde Tahminin Hata Kareler Ortalamasının Karekökü (Root Mean Square Error of Prediction, RMSEP) değerleri buğday, arpa, mısır, mısır DDGS ve SFK'de sırasıyla 0,527, 0,335, 0,516, 0,675 ve 0,505; global modelde 0,659'dur. Protein için sırasıyla 0,409, 0,466, 0,336, 0,685 ve 0,662; global modelde 1,024 kaydedilmiştir. Global modelin matris bazında Artık Tahmin Sapması (Residual Prediction Deviation, RPD) değeri nemde 1,60–2,96 aralığındayken, proteinde 0,59–3,35, mısır ve SFK'de 1'in altında hesaplanmıştır. Bunun nedeni spektrumdaki protein varyansının %99'unun yalnızca matris kimliğiyle açıklanmasıdır. Nemde bu oran %65'tir. Sonuçlar, tek global modelin nemde matris bazlı modellere yaklaşabildiğini, proteinde ise aradaki farkın yüksek kaldığını göstermektedir. Global modelin iyileştirilmesi ve matris kaynaklı fiziksel etkilerin azaltılması üzerine çalışmalar sürdürülecektir.

Anahtar Kelimeler: Gıda kalite parametreleri; global kalibrasyon modeli; kemometri; matris etkisi; yakın kızılötesi spektroskopisi.

*Sorumlu yazar: ahsen_cakir@hacettepe.edu.tr

Arı Ürünlerinin Kozmetik Formülasyonlarda Kullanımının Ağır Metal Kontaminasyonu Açısından Değerlendirilmesi

Merve SAKA*, Hatice Kübra GÜL

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bursa

Arı poleni, bal, propolis, balmumu ve arı sütü; zengin biyoaktif bileşimleri nedeniyle gıda, takviye edici gıda ve kozmetik uygulamalarında değerlendirilen doğal ürünlerdir. Bununla birlikte arıların çevresel bileşenlerle sürekli teması, potansiyel toksik elementlerin kovan ürünlerine taşınmasına neden olabilmektedir. Bu çalışmada arı ürünlerinin element profili ve kozmetik kullanım potansiyeli, kozmetiklerde bildirilen ağır metal düzeyleri ve düzenleyici yaklaşımlarla birlikte değerlendirilmiştir. Bu amaçla, ulusal ve uluslararası araştırmalar ve resmî dokümanlar karşılaştırılmıştır. Arı poleninin protein, amino asit, karbonhidrat, lipit, fenolik bileşik, vitamin ve biyo-element içeriği; antioksidan, antiinflamatuvar, nemlendirici, ultraviyole ışınlarına karşı koruyucu ve melanogenez üzerinde etkili kozmetik uygulamalar açısından potansiyel taşımaktadır. Propolis ve arı ekmeğinin çevresel kirliliği arı sütünden daha iyi yansıttığı, balmumunda element birikiminin petek yaşıyla arttığı ve Pb'nin arı ürünleri açısından başlıca gıda güvenliği endişesi olduğu bildirilmiştir. Göz farı, kohl (sürme), dudak ürünleri ve cilt beyazlatıcı kremlerde Cr, Pb ve Hg düzeyleri yer yer rehber değerlerin çok üzerine çıkmış olup basınçlı pudra göz farında Cr 149.500 µg/g'a, sürme örneklerinde Pb ağırlıkça %53'e ve cilt beyazlatıcı kremlerde Hg 35.824 ppm'e ulaşmıştır. Bulgular, arı ürünlerinin kozmetik formülasyonlardaki işlevsel potansiyeli ile kontaminasyon olasılığının birlikte değerlendirilmesi ve arı ürünü içeren kozmetiklerde hammadde ile nihai ürün düzeyinde çok elementli kalite kontrolü uygulanması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal; arı ürünleri; kozmetik.

*Sorumlu yazar: merve.saka@btu.edu.tr

Doğal Zengin Mineralli Su Bazlı Bezelye Proteinli Aromalı Fonksiyonel İçecek Geliştirilmesi ve Raf Ömrü Stabilite Değerlendirilmesi

Ali ÖZ*

Uludağ İçecek Türk A.Ş. İnegöl, Bursa

Bu çalışmada, doğal zengin mineralli su bazlı, bezelye proteini ile zenginleştirilmiş limon aromalı fonksiyonel bir içecek geliştirilmesi ve ürünün hızlandırılmış raf ömrü koşullarındaki stabilitesinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İçecek matrisi olarak doğal zengin mineralli su, bitkisel protein kaynağı olarak ise %85 protein içeren bezelye proteini kullanılmıştır. Formülasyonlarda limon aroması, şeker ve sitrik asit bileşenleri sabit tutulurken, bezelye proteini kontrol formülasyonunda kullanılmamış; düşük ve yüksek protein içeren formülasyonlarda sırasıyla 10 ve 20 g/L düzeylerinde uygulanmıştır. Geliştirilen formülasyonların stabilitesi; protein miktarı, pH, çözünür katı madde (°Brix), bulanıklık (NTU), renk parametreleri (L^*, a^*, b^*) ve duyusal özellikler üzerinden değerlendirilmiştir. Hızlandırılmış raf ömrü çalışmaları 42 °C sıcaklık, %50 bağıl nem ve UV maruziyeti koşullarında gerçekleştirilmiş ve 24 saatlik uygulamanın 30 günlük raf ömrüne karşılık geldiği kabul edilmiştir. Çalışma kapsamında, farklı protein seviyelerinin ürünün fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerindeki etkisinin ve raf ömrü süresince meydana gelebilecek değişimlerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Elde edilen verilerin, doğal zengin mineralli su ve bitkisel protein kombinasyonunun fonksiyonel içecek geliştirme açısından değerlendirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bezelye; Kjeldahl; protein; stabilite.

*Sorumlu yazar: al1oz@outlook.com

Vitamin ve Mineral İçeriğine Sahip Meyve Suyu İlaveli Fonksiyonel İçeceğin Fizikokimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi ve Formülasyon Optimizasyonu

Neval Güler ERBAŞ[1,2,*]

[1]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara
[2]Eker Süt Ürünleri Gıda San. ve Tic. A.Ş., Bursa

İçeriği vitamin ve mineral zenginleştirilmiş fonksiyonel içeceklerde hedeflenen besin değerlerinin sağlanması önem taşımaktadır. Bu hedefler sağlanırken, fiziksel ve duyusal özelliklerin tüketici tarafından kabul görecek şekilde hazırlanması gerekmektedir. Yapılan çalışmada meyve suyu, vitamin ve mineral ilaveli bir fonksiyonel içeceğin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini optimize etmek amaçlanmıştır. Üründeki vitamin karışımından oluşabilecek renk değişimlerini gözlemlemek adına farklı içerik ve dozdaki vitamin karışımları denenmiştir; vitamin karışımı, dozu azaltılmış bir formülasyon ve Vitamin C, B2 ve B1 içerikleri yeniden düzenlenmiş şekilde denenmiştir. Bu değişikliklerin yanı sıra ürünün duyusal özelliklerini geliştirmek için meyve suyu oranı ve aroma profilinde de değişiklikler yapılmış ve formülasyon optimizasyonu bütünsel olarak ele alınmıştır. Denemelerde kuru madde, pH, viskozite ve CIELAB renk parametreleri kontrol edilmiştir. Deneme sonuçlarında pH değerleri 2,74–2,95 aralığında, CIELAB renk ölçümlerinde L^* değerleri 13,66–28,40, a^* değerleri −5,08–2,75 ve b^* değerleri 5,18–13,20 aralıklarında ölçülmüştür. Vitamin ve meyve suyu oranı optimizasyonu sonucunda ürünün başlangıç CIELAB renk değerleri değişmiş; ilk gün sonuçları L^*, a^* ve b^* değerleri sırasıyla 17,96, −3,75 ve 7,70 ölçülmüştür. Ayrıca 7 gün sonunda yapılan ölçümde toplam renk farkı $\Delta E^* = 0{,}58$ düzeyinde kalmıştır, bu sonuç kısa süreli depolama boyunca renk değişiminin sınırlı olduğunu kanıtlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: CIELAB; formülasyon geliştirme; vitamin profili.

*Sorumlu yazar: gulererbas@eker.com

Biyoaktif Bileşiklerin Eldesinde Doğal Derin Ötektik Çözücü ve Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon Uygulamaları

Adnan Fatih DAĞDELEN[1,*], Perihan YOLCI ÖMEROĞLU[2], Pınar ŞAHİN DİLMENLER[2]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

[2]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Doğal derin ötektik çözücüler (NADES), düşük uçuculukları ve biyobozunur bileşenlerden hazırlanabilmeleri nedeniyle biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonunda geleneksel organik çözücülere yeşil bir alternatif olarak araştırılmaktadır. Bu derlemede, doğal derin ötektik çözücülerin mikrodalga destekli ekstraksiyon ile birlikte kullanımında etkili olan temel fizikokimyasal mekanizmaların güncel literatür çerçevesinde bütüncül olarak değerlendirilmesi ve çözücü özellikleri, su içeriği, sıcaklık ile matris yapısı arasındaki etkileşimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Mikrodalga ısıtmasında enerji, polar moleküllerin elektrik alan altında yeniden yönlenmesi ve iyonların hareketi sonucunda oluşan dielektrik kayıplar yoluyla ısıya dönüştürülmektedir. Derin ötektik çözücüler üzerinde yapılan çalışmalar, sıcaklık ve su içeriğindeki değişimlerin viskoziteyi, dielektrik özellikleri ve mikrodalga altındaki termal davranışı etkileyebildiğini göstermektedir. Sıcaklık artışına bağlı viskozite azalması, çözücü ile matris arasındaki kütle aktarımını kolaylaştırabilmektedir. Ayrıca mikrodalga uygulamasının bitkisel dokularda yapısal değişikliklere neden olabildiği ve bu değişikliklerin hedef bileşiklerin matrise bağlı yapıdan ekstraksiyon ortamına geçişini destekleyebildiği bildirilmektedir. Mevcut çalışmalar, mikrodalga destekli ekstraksiyonda çözücü özellikleri, su içeriği, sıcaklık ve matris yapısının birlikte değerlendirilmesinin önemli olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğal derin ötektik çözücüler; mikrodalga destekli ekstraksiyon; yeşil ekstraksiyon.

[*]Sorumlu yazar: adnan.dagdelen@btu.edu.tr

Pul Biberde Farklı Tağşiş Maddelerinin Yakın Kızılötesi Hiperspektral Görüntüleme ile Değerlendirilmesi

Hayriye ÖZKAN*, İsmail Hakkı BOYACI

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Ankara

Pul biber, yüksek ekonomik değeri ve öğütülmüş yapısı nedeniyle tağşişe en açık baharatların başında gelmektedir. Bu çalışmada, pul bibere katılan kiremit tozu, çekirdek, talaş ve kepeğin yakın kızılötesi (NIR) hiperspektral görüntüleme ile ayırt edilebilirliği incelenmiştir.

Saf pul biber ve saf tağşiş maddelerinin yanı sıra %2–30 aralığında değişen oranlarda kiremit, talaş ve kepek ile %10–30 oranında çekirdek içeren karışımlar hazırlanmıştır. Örneklerin 928,99–1702,66 nm aralığında 248 dalga boyunda hiperspektral görüntüleri alınmış; ilgi alanlarından elde edilen ortalama reflektans değerleri absorbansa (log 1/R) dönüştürülerek spektral profiller karşılaştırılmıştır.

Spektrumlarda 970 ve 1450 nm'deki su bantları ile 1200 nm'deki C–H bandı ayırt edici bölgeler olarak öne çıkmıştır. Kiremit ilavesi, artan oranla birlikte 970 nm bölgesinde düzenli bir absorbans artışı ve 1450 nm su bandında belirgin bir zayıflama oluşturmuş; tağşiş oranı ile absorbans arasındaki ilişki 970 nm'de r = 0,989 olarak belirlenmiştir. Talaş ilavesinde benzer, ancak daha sınırlı bir eğilim gözlenmiştir. Kepek ve çekirdek içeren karışımların spektral profilleri ise saf pul bibere yakın seyretmiştir.

Bulgular, NIR hiperspektral görüntülemenin pul biberde tağşişin tahribatsız tespiti için umut verici olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği; hiperspektral görüntüleme; pul biber; tağşiş.

*Sorumlu yazar: hayriyeozkan9597@gmail.com

Süt Ürünlerinde Koruyucu Sistemlerin Etkinliği ve Geleceği: Antimikrobiyal Mekanizmalar, Kombinasyon Etkileri ve Yeni Koruma Yaklaşımları

Nilgün GÜNAL*

Sütaş Süt Ürünleri A.Ş., Ar-Ge ve Teknoloji Departmanı, Aksaray

Süt ve süt ürünleri, yüksek nem içeriği, zengin besin öğesi içerikleri ve bazı ürünlerde yüksek su aktivitesi nedeniyle çeşitli patojen ve bozulmaya yol açan mikroorganizmaların gelişimi açısından elverişli bir ortam sunar. Bu nedenle ürün güvenliğinin sağlanması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla fiziksel, kimyasal ve biyolojik koruma yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Geleneksel koruyucu uygulamalarında konvansiyonel kimyasal koruyucular önemli bir yere sahip olmakla birlikte, tüketicilerin daha doğal, temiz etiketli ve sürdürülebilir ürünlere yönelik artan talebi, doğal antimikrobiyal bileşikler ve biyolojik koruma yaklaşımlarına olan ilgiyi arttırmaktadır.

Bu derlemede, süt ürünlerinde kullanılan konvansiyonel kimyasal koruyucular ile doğal ve biyolojik koruyucu sistemlerin antimikrobiyal etkinlikleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilecektir. Kimyasal koruyucuların yanı sıra bakteriyosinler (nisin), koruyucu kültürler, bitkisel ekstraktlar, uçucu yağlar, antimikrobiyal peptitler, enzimler ve son yıllarda biyolojik kontrol araçları olarak çalışılan bakteriyofaj temelli yaklaşımlar ele alınacak ve temel antimikrobiyal mekanizmaları incelenecektir. Çalışmada ayrıca tek bir koruyucuya dayalı uygulamalar ile çoklu engel (hurdle) teknolojisi arasındaki farklılıklar tartışılacaktır.

Son olarak, temiz etiketli ürün eğilimi doğrultusunda doğal antimikrobiyaller, koruyucu kültürler, enkapsülasyon, aktif ambalajlama ve çoklu koruma sistemleri gibi yeni yaklaşımlar değerlendirilerek süt ürünlerinde geleceğin koruma stratejileri ortaya konulacaktır.

Derlemede tüketici beklentileri, teknolojik uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik arasındaki dengenin kurulmasına yönelik güncel bir perspektif sunulması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik koruma; koruyucu sistemler; sürdürülebilirlik.

*Sorumlu yazar: ngunal@sutas.com.tr

Afet Gıdası Olarak Süt Ürünleri: Teknolojik, Beslenme ve Sürdürülebilirlik Perspektifleri

Ceyda ERDEVİREN*, Murat Baha ÖZEL, Seda ALTUNTAŞ

Bursa Teknik Üniversitesi Doğa Bilimleri Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Bu çalışmada; süt ve süt ürünlerinin afet gıdası olarak kullanım potansiyelinin, beslenme özellikleri, ileri süt işleme teknolojileri ve sürdürülebilirlik perspektifi çerçevesinde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Afet durumlarında gıda tedarik zincirlerinin kesintiye uğraması, özellikle çocuklar, yaşlılar ve diğer hassas gruplarda yeterli ve dengeli beslenmenin sürdürülmesini güçleştirmektedir. Yüksek biyolojik değerli protein ve mikro-besin içeriğine sahip süt ürünleri, afet beslenmesinde stratejik öneme sahiptir. Çalışmada; UHT (ultra yüksek sıcaklık) işlemi uygulanmış süt ürünleri, süt tozu ve sterilize eritme peynirlerin, soğuk zincir gerektirmemeleri, mikrobiyolojik güvenlikleri ve uzun raf ömürleriyle lojistik açıdan sağladığı avantajlar incelenmiştir. Ayrıca püskürtmeli kurutma, termal sterilizasyon ve enkapsülasyon gibi ileri işleme teknolojilerinin ürün stabilitesi, besin ögelerinin korunması ve sürdürülebilir üretime katkıları ele alınmıştır. Özellikle enkapsülasyonun, hassas ve biyoaktif bileşenlerin işleme ve depolama süresince korunmasına katkı sağlayarak afet gıdalarının besinsel ve fonksiyonel niteliğinin geliştirilmesinde kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Bu kapsamda, ileri süt işleme teknolojilerinin afet beslenmesine yönelik ürün geliştirme yaklaşımlarına entegre edilmesi; süt ve süt ürünlerinin besinsel değerinin korunması, raf ömrünün uzatılması ve zorlu depolama ve dağıtım koşullarına uyumunun artırılması açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Gelecekte bu teknolojilerin afet koşullarına özgü beslenme gereksinimleri ve lojistik kısıtlar doğrultusunda geliştirilmesinin, süt ürünlerinin afet gıda sistemlerinde daha etkin ve işlevsel biçimde değerlendirilmesine önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Afet gıdası; ileri süt teknolojileri; sterilize eritme peynir; sürdürülebilirlik; süt tozu.

*Sorumlu yazar: ceyda.erdeviren49@hotmail.com

Hellim/Halloumi için Sürdürülebilir Ambalajlama: Coğrafi Köken ve Ürün Özellikleri

Sinem GÜNEŞ[1,*], Meltem GÜNEŞ[2]

[1]Harran Üniversitesi, Siverek Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Şanlıurfa
[2]KKTC Millî Eğitim Bakanlığı, Genel Orta Öğretim Dairesi, Lefkoşa

Hellim/Halloumi, coğrafi kökeni, kendine özgü üretim tekniği ve taze veya olgun olarak pazarlanabilen yapısıyla Akdeniz gıda kültürünün karakteristik peynirlerinden biridir. Bu çalışmada, Hellim/Halloumi'nin coğrafi kökeni, ürün özellikleri ve taze–olgun form farklılıklarının sürdürülebilir ambalajlama gereksinimleri üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Hellim/Halloumi'nin fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyusal ve depolama özelliklerini inceleyen çalışmalar ile peynirlerde aktif, biyobazlı, biyobozunur ve yenilebilir ambalaj uygulamalarına ilişkin bilimsel literatür karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bulgular; süt türü, geleneksel ve endüstriyel üretim yöntemi, tuzlama, salamurada olgunlaştırma ve depolama koşullarının ürün bileşimi, mikrobiyota, aroma profili ve raf ömrü üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Taze Hellim/Halloumi'nin endüstriyel üretiminde vakum ambalajlama yaygın olarak uygulanırken, olgun formda salamurada olgunlaştırma ürün özelliklerinin oluşumunda belirleyici olmakta ve ürün daha sonra vakum ambalajlanarak pazarlanabilmektedir. Peynir ambalajlama çalışmalarında biyobazlı filmler ve doğal antimikrobiyal bileşenlerin kalite kayıplarını sınırlandırma ve raf ömrünü uzatma potansiyeli dikkat çekmektedir. Ancak bu sistemlerin Hellim/Halloumi'nin taze ve olgun formlarında doğrudan değerlendirildiği çalışmalar sınırlıdır. Sonuç olarak, Hellim/Halloumi'nin coğrafi kökenle ilişkili tipik özellikleri ile üretim biçimi ve taze–olgun forma bağlı kalite ve depolama gereksinimlerinin, sürdürülebilir ambalajlama yaklaşımlarının değerlendirilmesi ve geliştirilmesinde birlikte ele alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aktif ambalaj; coğrafi köken; Hellim/Halloumi; sürdürülebilir ambalajlama.

*Sorumlu yazar: sinemgunes@harran.edu.tr

Rüşeym İçeriğinin Tam Buğday Ununun Besinsel, Reolojik ve Oksidatif Özellikleri Üzerine Etkisi**

Aslı ÖZTUĞ*, Mehmet Ergül YEŞİLYURT, Latif GÜMÜŞEL

Eksun Gıda, Konya

Tam buğday unu, buğday tanesinin kepek, endosperm ve rüşeym kısımlarını birlikte içermesi nedeniyle rafine unlara kıyasla daha yüksek besin ve diyet lifi içeriğine sahip değerli bir gıda bileşenidir. Özellikle rüşeym; protein, vitamin, mineral ve yağ bileşenleri açısından zengin olmakla birlikte, içerdiği yağların oksidasyona duyarlı olması nedeniyle tam buğday ununun depolama stabilitesi ve raf ömrü açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, besinsel bileşenlerin korunması ve uygun reolojik özelliklere sahip fonksiyonel tam buğday unu geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda farklı sert ve yumuşak buğdaylar fiziksel, kimyasal ve reolojik özellikleri bakımından incelenmiş, elde edilen tam buğday unları temel kalite özellikleri, farinograf ve ekstensograf analizleri açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca unların diyet lifi içerikleri belirlenmiş ve rüşeym kaynaklı yağların oksidatif değişimleri 180 günlük depolama süresince peroksit sayısı üzerinden takip edilmiştir. Sonuçlara göre örnekler arasında reolojik özellikler bakımından farklılıklar belirlenmiş, depolama sürecinde peroksit değerlerindeki değişimler tam buğday ununun oksidatif stabilitesi açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, rüşeymin sağladığı besinsel avantajların korunması ile oksidatif stabilitenin sağlanmasının tam buğday ununun fonksiyonel ve raf ömrü yüksek bir ürün olarak geliştirilmesinde önemli olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Acılaşma; diyet lifi; oksidatif stabilite; rüşeym; tam buğday unu.

*Sorumlu yazar: asli.oztug@eksun.com.tr

**Bu çalışma Eksim Holding tarafından ‘Öz Kaynak Projesi’ kapsamında EK.K.1225.006 proje numarası ile desteklenmektedir.

Demir Tozu Bazlı Oksijen Tutucuların Dondurarak Kurutulmuş Domateslerin Depolama Stabilitesine Etkisi

Adamou MAMOUDOU ANZA*, Nazire Dilber ÇELİK, Süleyman POLAT

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

Bu çalışmada, dondurarak kurutulmuş domates örnekleri; iki farklı demir tozu bazlı O_2 tutucu içeren ambalaj uygulaması ve O_2 tutucu içermeyen kontrol grubu olmak üzere üç farklı uygulama kapsamında cam kavanozlara ambalajlanmış ve karanlık ortamda 45 gün süreyle depolanmıştır. Depolama başlangıcında ve sonunda örneklerin nem içeriği, su aktivitesi (a_w), ambalaj içi O_2 konsantrasyonu, renk özellikleri, askorbik asit, likopen ve β-karoten içerikleri belirlenmiştir.

Sonuçlar, O_2 tutucuların ambalaj içerisindeki oksijen seviyesini azaltarak ürün kalitesinin korunmasına katkı sağladığını göstermiştir. Toplam renk farklılığı (ΔE) kontrol grubunda 14,20, O_2 tutucu kullanılan gruplarda ise 12,34 ve 12,92 olarak belirlenmiştir. Likopen içeriği kontrol grubunda 84,87 mg/kg iken, O_2 tutucu içeren ambalajlarda 111,85 ve 129,83 mg/kg olarak saptanmıştır. β-karoten içeriği kontrol grubunda 4,30 mg/100 g KM, O_2 tutucu kullanılan gruplarda sırasıyla 8,25 ve 8,43 mg/100 g KM olarak belirlenmiştir. Buna karşılık, O_2 tutucu kullanımının askorbik asit içeriği üzerinde belirgin bir etkisi gözlenmemiş ve değerler 116,47–125,16 mg/100 g KM aralığında bulunmuştur.

O_2 tutucu kullanımı nem içeriğini artırmış; kontrol grubunda %8,9 olan nem içeriği, O_2 tutucu kullanılan gruplarda sırasıyla %10,9 ve %14,6'ya yükselmiştir. Bulgular, O_2 tutucuların özellikle likopen ve β-karotenin korunması ve renk stabilitesinin iyileştirilmesi açısından etkili olabileceğini, ancak düşük nemli ürünlerde nem ve a_w kontrolünün kritik önem taşıdığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dondurarak kurutma; kurutulmuş domates; oksijen tutucu.

*Sorumlu yazar: adamou200x@gmail.com

Dondurarak Kurutulmuş Elek Altı Aronya Meyvesi Tozu Ekstraktının Mikroenkapsülasyonu ve Doğal Renk Maddesi Olarak Kullanımının Değerlendirilmesi

Beril SEVİM[1,*], Berfin PEŞMEN[1], Seda ERSUS[1,2], Amirmohammad NADERKHAMSEH[1]

[1]Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir
[2]Ege Üniversitesi, İlaç Geliştirme ve Farmakokinetik Araştırma-Uygulama Merkezi, İzmir

ÖZET

Aronya (*Aronia melanocarpa*), antosiyaninler başta olmak üzere fenolik bileşiklerce zengin içeriği nedeniyle fonksiyonel gıda üretiminde yaygın olarak kullanılan mor renkli bir meyvedir. Antosiyaninler, güçlü antioksidan, antiinflamatuar ve antimikrobiyal özelliklere sahip doğal renk maddeleridir. Ancak ısı, ışık, oksijen ve pH değeri gibi çevresel faktörlere karşı duyarlı olduklarından işleme ve depolama sırasında kolaylıkla parçalanabilmektedirler. Mikroenkapsülasyon, antosiyaninlerin stabilitesini artırmak ve fonksiyonel özelliklerini korumak için etkili bir yöntemdir.

Bu çalışmada, dondurarak kurutma sırasında yan ürün olarak ortaya çıkan düşük ekonomik değere sahip elek altı aronya meyvesi tozu ekstraktının, mikroenkapsüle edilerek katma değerli ürüne dönüştürülmesi hedeflenmiştir. Çalışmada çözücü olarak su kullanılmış ve ultrases destekli (20 dk, 63 °C, 200 W) ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen aronya ekstraktı, kaplama materyali olarak sırasıyla maltodekstrin (MD), keçiboynuzu gamı (KB), karnıyarık otu tozu (KY), ve üçünün kombinasyonu (MKK; %1 KB, %1 KY, %28 MD) ile mikroenkapsüle edilmiştir. Enkapsülasyon etkinliği sırasıyla %70,63 ± 1,91, %81,54 ± 1,75, %81,20 ± 1,18 ve %86,6 ± 1,11; yükleme etkinliği, %56,31 ± 0,40, %53,66 ± 2,81, %56,23 ± 0,84 ve %56,65 ± 1,22 olarak bulunmuştur. Toplam monomerik antosiyanin miktarı sırasıyla 498,87 ± 3,54, 487,42 ± 7,26, 496,13 ± 7,42 ve 499,79 ± 10,79 mg siyanidin-3-glukozit/kg KM olarak bulunurken, antioksidan kapasitesi %61,93 ± 4,93, %57,46 ± 3,59, %63,69 ± 5,07 ve %65,09 ± 1,98 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma, elek altı aronya yan ürünlerinin doğal renk maddesi olarak toz formda kullanılabilirliği ve sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesi potansiyelini ortaya çıkarmıştır.

Anahtar Kelimeler: Antosiyanin; aronya; karnıyarık otu tozu; keçiboynuzu gamı; mikroenkapsülasyon.

1. GİRİŞ

Aronya (*Aronia melanocarpa*), *Rosaceae* ailesine ait Kuzey Amerika kökenli bir meyvedir. Taze aronya meyvesi buruk ve acı bir tada sahip olmasına rağmen, gıda endüstrisinde meyve suları, şuruplar, reçeller ve gıda takviyelerinde kullanılmaktadır (Sidor vd., 2019). Ek olarak, aronya meyvesi gıda renklendiricisi olarak da tercih edilmektedir (Thi ve Hwang, 2016). Başta antosiyaninler olmak üzere içerdiği yüksek polifenol bileşikleri, antioksidan kapasitesi, antiinflamatuar ve antimikrobiyal özellikleri sayesinde sağlık alanında bazı hastalıkların tedavi edilmesinde de tercih edilir (Denev vd., 2019). Antosiyaninler meyve ve sebzelerde bulunan, kırmızı veya mavi renkli bileşiklerdir (Pieczykolan ve Kurek, 2019). Aronya meyvesinde en fazla bulunan polifenollerden biri antosiyaninlerdir. Siyanidin glikozitleri, aronya

*Sorumlu yazar: beril.sevim@hotmail.com

meyvesindeki toplam antosiyaninlerin %90–98,7'sini oluşturan ve en fazla bulunan antosiyanin çeşididir (Kaya, 2025).

Taze aronya meyvelerinin raf ömrü süresi sınırlı olduğundan, içerdiği bileşenleri korumak ve depolama süresini artırmak amacıyla farklı kurutma teknolojileri kullanılmaktadır (Thi ve Hwang, 2016). Literatürde aronya meyvesi güneşte kurutma, konvektif kurutma, vakumlu kurutma ve dondurarak kurutma gibi çeşitli teknolojiler ile çalışılmıştır. Çalışmaların sonucunda dondurarak kurutma teknolojisinin diğer kurutma teknolojilerine kıyasla işlem süresinin ve enerji tüketiminin daha fazla olduğu, fakat renk, toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde, antioksidan kapasitesi ve uçucu bileşiklerin daha iyi korunduğu raporlanmıştır (Metiner ve Ersus, 2023; Thi ve Hwang, 2016). Dondurarak kurutma, dondurulmuş gıdanın içindeki buzun süblimleşme yoluyla dehidrasyonuna dayanır (Yao vd., 2023). Türkiye'de endüstriyel dondurarak kurutma hatları yatırım maliyetlerine rağmen son yıllarda artışa geçmiştir (Metiner ve Ersus, 2023). Ayrıca, elek altı ürünlerin fiziksel özellikleri nedeniyle müşteriler tarafından tercih edilmesinin azalacağını ve bu nedenle ekonomik değerinin düşebileceği tahmin edilmektedir (Jia vd., 2025). Dolayısıyla dondurarak kurutma hatlarından çıkan her çeşit kalitedeki ürünlerin değerlendirilmesi önem kazanmıştır.

Antosiyaninlerin kullanımı yaygın olmasına rağmen depolanması sırasında içeriğindeki bileşikleri ve kalitesel özelliklerini korumak önemlidir. Çünkü ısı, ışık, pH değişimleri ve oksijene karşı son derece duyarlı bileşiklerdir. Bu nedenle mikroenkapsülasyon teknolojisi antosiyaninlerin depolanmasında ve degradasyonunun yavaşlatılmasında tercih edilir (Pieczykolan ve Kurek, 2019). Mikroenkapsülasyonda korunmak istenen bileşikler çeşitli duvar materyalleri ile kaplanır. Literatürde antosiyaninlerin maltodekstrin, Arap zamkı, guar zamkı, pektin, ve inülin başta olmak üzere çeşitli polisakkaritler ile mikroenkapsülasyonu çalışılmıştır (Jang ve Koh, 2023; Pieczykolan ve Kurek, 2019). Maltodekstrin (MD) mikroenkapsülasyonda en çok kullanılan duvar materyalidir. Düşük maliyet, yüksek çözünürlük ve yüksek mikroenkapsülasyon verimliliğine sahiptir. Maltodekstrinin duvar materyali olarak diğer polisakkaritlerle kombinasyonunun, maltodekstrinin tek başına kullanılmasına kıyasla mikroenkapsülasyon verimliliğini artırdığı gözlemlenmiştir (Pieczykolan ve Kurek, 2019). Keçiboynuzu gamı (KB) gıda endüstrisinde kıvam arttırıcı, stabilizatör ve emülgatör olarak kullanılmasının yanı sıra şekerleme alanında antosiyaninlerin renk stabilizasyonuna katkı sağladığı raporlanmıştır (Serrano vd., 2024). Karnıyarık otu tozu (KY) literatürde yüksek lif içeriğine, su tutma kapasitesine ve jel oluşturma özelliğine sahip olduğundan enkapsülasyonda duvar materyali olarak kullanılabileceği yer almaktadır (Modesto Junior vd., 2025). Aynı zamanda arabinoksilan içerdiğinden prebiyotik olarak da kullanımı yaygındır. Karnıyarık otu tozunun tek başına veya başka bir polisakkarit ile duvar materyali olarak kullanımının sınırlı bulunduğu çalışmalar bulunmaktadır. Fakat başka polisakkaritler veya biyoaktif maddelerle sinerjik etkileri araştırılmaktadır (Krystyjan vd., 2026).

Antosiyaninler polar yapıda olduğundan polar yapıdaki çözücülerdeki çözünme verimliliği daha yüksektir. Sitrik asit içeren sulu çözeltilerin aronya antosiyaninleri için etkili bir çözücü olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, antosiyanin ekstraksiyonunda ultrases uygulamasının hücre duvarını parçalayarak antosiyaninlerin açığa çıkmasını kolaylaştırdığı gözlemlenmiştir (Andrade vd., 2021). Bir çalışmada ise, kırmızı lahana antosiyaninlerinin ultrases destekli ekstraksiyonun antosiyanin verimini neredeyse iki katına çıkardığı raporlanmıştır (Ravanfar vd., 2015). Bu çalışmanın amacı, endüstriyel dondurarak kurutma hatlarından açığa çıkan elek altı aronya meyvesi ekstraktının çeşitli polisakkaritler ile mikroenkapsüle edilerek doğal renk maddesi olarak kullanımının araştırılmasıdır.

2. YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmada, Almila Gıda İth. İhr. San. ve Tic. A.Ş.'de endüstriyel dondurarak kurutma sırasında oluşan elek altı aronya (*Aronia melanocarpa*) tozu kullanılmıştır. Aronya ekstraktının mikroenkapsülasyonunda maltodekstrin (MD), keçiboynuzu gamı (KB), karnıyarık otu tozu (KY) ve %28 maltodekstrin, %1 keçiboynuzu gamı ve %1 karnıyarık otu tozundan oluşan kombinasyon (MKK) duvar materyali olarak kullanılmıştır. Su ile ultrases destekli ekstraksiyonla elde edilen ekstrakt mikroenkapsüle edilmiş; mikrokapsüllerin enkapsülasyon etkinliği, yükleme etkinliği, toplam monomerik antosiyanin miktarı ve antioksidan kapasitesi belirlenmiştir.

2.2. Enkapsülasyon

Elek altı aronya tozundan su ile ultrases destekli ekstraksiyon uygulanarak ekstrakt elde edilmiştir. Ekstraksiyon 20 dakika, 63 °C ve 200 W ultrases gücünde gerçekleştirilmiştir (Xue vd., 2026). Ekstrakt; maltodekstrin (MD), keçiboynuzu gamı (KB), karnıyarık otu tozu (KY) ve bunların kombinasyonu (MKK) kullanılarak mikroenkapsüle edilmiştir. MD, KB, KY ve MKK grupları sırasıyla %30 (w/v) maltodekstrin; %28 (w/v) maltodekstrin + %2 (w/v) keçiboynuzu gamı; %28 (w/v) maltodekstrin + %2 (w/v) karnıyarık otu tozu; %28 (w/v) maltodekstrin + %1 (w/v) keçiboynuzu gamı + %1 (w/v) karnıyarık otu tozu içerecek şekilde hazırlanmıştır. Mikroenkapsülasyon sonrası enkapsülasyon etkinliği ve yükleme etkinliği belirlenmiştir.

2.3. Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarı Tayini

Toplam monomerik antosiyanin miktarı, pH diferansiyel yöntemi (AOAC 2005.02) kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, dondurarak kurutulmuş mikroenkapsüle tozdan 0,5 g örnek alınarak 5 mL saf su içerisinde çözündürülmüş ve ultrasonik banyoda 30 dakika süreyle sonikasyona tabi tutulmuştur. Elde edilen ekstrakt, 4 °C'de 6000 rpm'de 20 dakika santrifüj edilmiş ve elde edilen süpernatant filtre kâğıdından süzülerek analize hazır hâle getirilmiştir. Elde edilen ekstrakt, 0,025 M KCl tamponu (pH 1,0) ve 0,4 M sodyum asetat tamponu (pH 4,5) ile uygun oranda seyreltilmiş ve 20 dakika bekletilmiştir. Absorbanslar 520 ve 700 nm'de ölçülmüştür. Düzeltilmiş absorbans değeri aşağıdaki denklem (1) kullanılarak hesaplanmıştır:

$$A = (A_{520} - A_{700})_{pH1,0} - (A_{520} - A_{700})_{pH4,5} \quad \text{Denklem (1)}$$

Toplam monomerik antosiyanin içeriği ise aşağıdaki denklem (2) kullanılarak hesaplanmıştır:

$$TMA\ (mg/L) = (A \times MW \times DF \times 1000) / (\varepsilon \times l) \quad \text{Denklem (2)}$$

Burada; A, düzeltilmiş absorbans değerini; MW, siyanidin-3-glukozitin molekül ağırlığını (449,2 g/mol); DF, seyreltme faktörünü; ε, molar absorptivite katsayısını (26.900 $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$) ve l, küvet optik yol uzunluğunu (1 cm) ifade etmektedir. Sonuçlar mg siyanidin-3-glukozit eşdeğeri (C3GE)/100 g kuru madde (KM) olarak ifade edilmiştir (Lee vd., 2005).

2.4. Enkapsülasyon ve Yükleme Etkinliği Tayini

Mikroenkapsülasyonun yükleme verimliliği ve enkapsülasyon verimliliği, Jang ve Koh (2025) ile Wilkowska vd. (2017) tarafından bildirilen yöntemler esas alınarak belirlenmiştir. Bu amaçla, dondurarak kurutulmuş aronya tozu ve mikroenkapsüle tozdan ayrı ayrı 0,5 g örnek

alınarak 5 mL çözücü içerisinde çözündürülmüş ve ultrasonik banyoda 30 dakika ekstrakte edilmiştir. Ekstraktlar, 4 °C'de 6000 rpm'de 20 dakika santrifüjlenmiştir. Toplam antosiyaninlerin belirlenmesi için saf su, yüzey antosiyaninlerinin belirlenmesi için ise etanol çözücü olarak kullanılmıştır. Kapsülleme verimliliği (%) denklem (3) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Kapsülleme verimliliği (\%)} = \frac{\text{Toplam antosiyanin içeriği} - \text{Yüzey antosiyaninler}}{\text{Toplam antosiyanin içeriği}} x100$$

Denklem (3)

Yükleme verimliliği (%), mikroenkapsüle tozda korunan toplam monomerik antosiyanin miktarının, 9 °Brix aronya konsantresinin başlangıç toplam monomerik antosiyanin içeriğine (882,2577 mg C3GE/100 g KM) oranlanmasıyla hesaplanmıştır. Enkapsülasyon verimliliği (%) ise mikroenkapsüle tozdaki toplam monomerik antosiyanin ve yüzey antosiyanini miktarları dikkate alınarak aşağıdaki denklem (4) kullanılarak hesaplanmıştır (Wilkowska vd., 2017).

$$\text{Yükleme verimliliği (\%)} = \frac{\text{Mikroenkapsül içerisindeki antosiyanin miktarı}}{\text{Aronya konsantresindeki antosiyanin miktarı}} x100$$

Denklem (4)

2.5. Antioksidan Kapasitesi Tayini

Antioksidan aktivite, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikali giderim yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, dondurarak kurutulmuş aronya tozu ve mikroenkapsüle tozlardan 0,5 g örnek alınarak 5 mL %80 etanol içerisinde çözündürülmüş ve ultrasonik banyoda 30 dakika ekstrakte edilmiştir. Ekstraktlar 4 °C'de 6000 rpm'de 20 dakika santrifüjlenmiş ve süpernatantlar analizde kullanılmıştır. Ekstraktlar DPPH çözeltisi ile karıştırılarak karanlıkta 30 dakika inkübe edilmiş ve absorbanslar UV-Vis spektrofotometrede 517 nm'de ölçülmüştür. Antioksidan aktivite, aşağıdaki denklem (5) kullanılarak % inhibisyon olarak hesaplanmıştır (Akyüz vd., 2022; Jamróz vd., 2019).

$$\text{\% İnhibisyon} = (1 - A_{\text{kontrol}} \left(1 - \frac{A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}}\right) \text{x } 100 \qquad \text{Denklem (5)}$$

$A_{\text{örnek}}$: 517 nm'de kaydedilen örnek absorbansı

A_{kontrol}: 517 nm'de kaydedilen kontrol (etanol) absorbansı

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Tablo 3.1. Enkapsülasyon ve yükleme etkinliği sonuçları.

	Kontrol	KB	KY	MKK
Enkapsülasyon Etkinliği (%)	70,63 ± 1,91^{c}	81,54 ± 1,75^{b}	81,20 ± 1,18^{b}	86,6 ± 1,11^{a}
Yükleme Etkinliği (%)	56,54 ± 0,40^{a}	53,66 ± 2,81^{a}	56,23 ± 0,84^{a}	56,65 ± 1,22^{a}

Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p > 0,05$); farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasında anlamlı fark vardır ($p < 0,05$).

Enkapsülasyon etkinliği, mikrokapsül içindeki antosiyaninlerin tutulma oranını göstermektedir (Jang ve Koh, 2023). Enkapsülasyon etkinliği MD, KB, KY ve MKK uygulamalarında sırasıyla %70,63 ± 1,91^{c}, %81,54 ± 1,75^{b}, %81,20 ± 1,18^{b} ve %86,6 ± 1,11^{a} olarak belirlenmiştir (Tablo 3.1). Uygulamalar arasında anlamlı farklılık bulunurken ($p < 0,05$), KB ve KY arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Bir çalışmada, aronya antosiyaninleri maltodekstrin ile

mikroenkapsüle edilmiş ve enkapsülasyon etkinliği %98,33 olarak raporlanmıştır (Jang ve Koh, 2023). Enkapsülasyon etkinliğinin duvar materyalinin kuru madde konsantrasyonuna ve çeşidine göre değişebileceği belirtilmiştir (Mohammadalinejhad ve Kurek, 2021). Castro-López vd. (2021), keçiboynuzu gamı ile mikroenkapsüle edilen *Moringa oleifera* polifenollerinde %35,74 enkapsülasyon etkinliği bildirmiştir. Modesto Junior vd. (2025) tarafından yapılan çalışmada antosiyaninlerce zengin grumixama (*Eugenia brasiliensis*) meyvesi ekstraktı Arap zamkı ve karnıyarık otu tozu kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilmiş, enkapsülasyon etkinliği %92,80 olarak bulunmuştur. Karnıyarık otu tozunun yüksek su tutma ve jel oluşturma özellikleri (El-Sakhawy ve Mohamed, 2026) ve polisakkaritler arasındaki olası sinerjik etkileşimler (Petitjean ve Isasi, 2022) dikkate alındığında, bu çalışmada MKK uygulamasında elde edilen en yüksek etkinliğin (%86,6 ± 1,11) keçiboynuzu gamı ve karnıyarık otu tozu arasındaki olası sinerjik etkileşimden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yükleme etkinliği, aronya ekstraktı içindeki antosiyaninlerin enkapsülasyondan sonra mikrokapsül içerisinde ne kadar tutulduğunu gösterir (Jang ve Koh, 2023). Yükleme etkinliği sırasıyla %56,54 ± 0,40^{a}, %53,66 ± 2,81^{a}, %56,23 ± 0,84^{a} ve %56,65 ± 1,22^{a} olarak bulunmuştur (Tablo 3.1). Yapılan ANOVA ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucunda gruplar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Aronya antosiyaninleri ile yapılan bir çalışmada maltodekstrin ile enkapsülasyon yapılmış ve yükleme etkinliği %64,62 bulunmuştur. Aynı çalışmada maltodekstrin; karboksimetil selüloz, Arap zamkı ve ksantan gam ile ayrı kombinasyonlar oluşturularak incelenmiş ve yükleme etkinliği ise sırasıyla %87,21, %84,49, ve %84,44 olarak raporlanmıştır. Antosiyaninler karıştırma, kurutma, ve öğütme gibi enkapsülasyon aşamalarında oksidasyon kaynaklı degradasyona uğrayabileceği bildirilmiştir (Jang ve Koh, 2023; Kuck ve Noreña, 2016).

Tablo 3.2. Toplam monomerik antosiyanin miktarı ve antioksidan kapasitesi sonuçları.

	Kontrol	**KB**	**KY**	**MKK**
Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarı (mg siyanidin-3-glukozit/kg KM)	498,87 ± 3,54^{a}	487,42 ± 7,26^{a}	496,13 ± 7,42^{a}	499,79 ± 10,79^{a}
Antioksidan Kapasitesi (%)	61,93 ± 4,93^{a}	57,46 ± 3,59^{a}	63,69 ± 5,07^{a}	65,09 ± 1,98^{a}

Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p > 0,05$); farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasında anlamlı fark vardır ($p < 0,05$).

Toplam monomerik antosiyanin miktarı MD, KB, KY ve MKK uygulamalarında sırasıyla 498,87 ± 3,54^{a}, 487,42 ± 7,26^{a}, 496,13 ± 7,42^{a} ve 499,79 ± 10,79^{a} mg siyanidin-3-glukozit/kg KM olarak ölçülmüştür (Tablo 3.2). ANOVA ve Duncan testi sonucunda uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Keçiboynuzu gamı nötr bir polisakkarittir (Dionísio ve Grenha, 2012). Keçiboynuzu gamının antosiyaninlerle hidrojen bağı etkileşimleri oluşturabildiği (Yong vd., 2022), karnıyarık otu tozunun ise anyonik karakter gösterebildiği ve antosiyaninlerin flavilyum katyonları ile elektrostatik etkileşimler oluşturabildiği bildirilmiştir (Zhou vd., 2020; Bhatia ve Ahuja, 2015). Bu etkileşimlerin antosiyaninlerin korunmasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir (Jang ve Koh, 2023). MKK uygulamasında en yüksek toplam monomerik antosiyanin miktarı elde edilmiş olup, bu durum keçiboynuzu gamı ve karnıyarık otu tozunun olası sinerjik etkisiyle açıklanabilir.

Antioksidan kapasitesi %61,93 ± 4,93^{a}, %57,46 ± 3,59^{a}, %63,69 ± 5,07^{a} ve %65,09 ± 1,98^{a} olarak belirlenmiştir (Tablo 3.2). Yapılan ANOVA ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucunda gruplar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Polifenolik bileşikler antioksidan kapasitesine katkıda bulunabilir. Ek olarak, bazı aronya

türlerindeki antioksidan aktivitesinin ve toplam proantosiyanidin ve antosiyanidin miktarının arasında pozitif bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Jurikova vd., 2017). Başka bir çalışmada ise aronyadan elde edilen antosiyaninler saflaştırılmış ve yapılan analizler sonucunda antosiyaninlerin antioksidan aktivitesine katkı sağladığı gözlemlenmiştir (Meng vd., 2019). En yüksek antioksidan kapasitesi MKK denemesinden elde edilmiştir. KY denemesindeki antioksidan kapasitesi, KB'den yüksek olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, toplam monomerik antosiyanin miktarı sonuçlarına ve (Jurikova vd., 2017) tarafından yapılan çalışma göz önünde bulundurularak açıklanabilir.

4. SONUÇ

Enkapsülasyon etkinliğinin, kullanılan duvar materyalinin kuru madde oranı ve çeşidine bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Maltodekstrin, keçiboynuzu gamı ve karnıyarık otu tozunun birlikte kullanıldığı MKK uygulamasının; enkapsülasyon etkinliği, toplam monomerik antosiyanin miktarı ve antioksidan kapasitesi açısından en yüksek değerleri gösterdiği belirlenmiştir. Buna karşılık, keçiboynuzu gamı (KB) uygulamasında yükleme etkinliği, toplam monomerik antosiyanin miktarı ve antioksidan kapasitesi diğer duvar materyali uygulamalarına kıyasla daha düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar, duvar materyallerinin tek başına veya kombinasyon halinde kullanılmasının aronya antosiyaninlerinin korunması ve enkapsülasyon performansı üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Özellikle maltodekstrin, keçiboynuzu gamı ve karnıyarık otu tozunun birlikte kullanımında gözlenen yüksek değerlerin, bu polisakkaritlerin oluşturduğu enkapsülasyon matriksinin antosiyaninlerin korunmasına katkı sağlamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, keçiboynuzu gamı ve karnıyarık otu tozu arasındaki olası sinerjik etkinin mekanizmasının ortaya konulabilmesi için farklı oran ve konsantrasyonlarda gerçekleştirilecek ileri çalışmaların yararlı olacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan dondurarak kurutulmuş aronya materyalinin temin edilmesine sağladıkları değerli katkılardan dolayı Almila Gıda İth. İhr. San. ve Tic. A.Ş.'ye ve Doç. Dr. Tuncay Yılmaz'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Akyüz, A., Tekin, İ., ve Ersus, S. (2022). Comparison of Different Methods in the Extraction of Phenolic Compounds from Bay Leaf (Laurus nobilis L.). *Journal of Apitherapy and Nature*, *5*(1), 27-34. https://doi.org/10.35206/jan.1109316

Andrade, T. A., Hamerski, F., López Fetzer, D. E., Roda-Serrat, M. C., Corazza, M. L., Norddahl, B., ve Errico, M. (2021). Ultrasound-assisted pressurized liquid extraction of anthocyanins from Aronia melanocarpa pomace. *Separation and Purification Technology*, *276*. https://doi.org/10.1016/j.seppur.2021.119290

Bhatia, M., ve Ahuja, M. (2015). Psyllium arabinoxylan: Carboxymethylation, characterization and evaluation for nanoparticulate drug delivery. *International Journal of Biological Macromolecules*, *72*, 495-501. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.08.051

Castro-López, C., Espinoza-González, C., Ramos-González, R., Boone-Villa, V. D., Aguilar-González, M. A., Martínez-Ávila, G. C. G., Aguilar, C. N., ve Ventura-Sobrevilla, J. M. (2021). Spray-drying encapsulation of microwave-assisted extracted polyphenols from Moringa oleifera:

Influence of tragacanth, locust bean, and carboxymethyl-cellulose formulations. *Food Research International*, *144*. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110291

Denev, P., Číž, M., Kratchanova, M., ve Blazheva, D. (2019). Black chokeberry (Aronia melanocarpa) polyphenols reveal different antioxidant, antimicrobial and neutrophil-modulating activities. *Food Chemistry*, *284*, 108-117. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.108

Dionísio, M., ve Grenha, A. (2012). Locust bean gum: Exploring its potential for biopharmaceutical applications. İçinde *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences* (C. 4, Sayı 3, ss. 175-185). https://doi.org/10.4103/0975-7406.99013

El-Sakhawy, M., ve Mohamed, S. A. A. (2026). Application of Psyllium Gum in Sustainable Packaging: A Comprehensive Review. İçinde *Sustainability (Switzerland)* (C. 18, Sayı 10). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/su18104641

Jamróz, E., Kulawik, P., Krzyściak, P., Talaga-Ćwiertnia, K., ve Juszczak, L. (2019). Intelligent and active furcellaran-gelatin films containing green or pu-erh tea extracts: Characterization, antioxidant and antimicrobial potential. *International Journal of Biological Macromolecules*, *122*, 745–757. https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2018.11.008

Jang, Y., ve Koh, E. (2023). Characterisation and storage stability of aronia anthocyanins encapsulated with combinations of maltodextrin with carboxymethyl cellulose, gum Arabic, and xanthan gum. *Food Chemistry*, *405*. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135002

Jang, Y., Koh, E. (2025). Enhanced encapsulation efficiency and stability of aronia anthocyanins by encapsulation: A focus on ionic strength of wall materials. *Food Sci Biotechnol* 34, 2197–2206. https://doi.org/10.1007/s10068-025-01875-2

Jia, X., Schneider, F., Ning, M., ve Ding, J. (2025). Aesthetic grading causes food losses without financially benefiting farmers: Micro-level evidence from China's fresh apple supply chain. *Waste Management and Research*, *43*(6), 957-968. https://doi.org/10.1177/0734242X241280097

Jurikova, T., Mlcek, J., Skrovankova, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlavacova, I., Snopek, L., ve Orsavova, J. (2017). Fruits of black chokeberry aronia melanocarpa in the prevention of chronic diseases. İçinde *Molecules* (C. 22, Sayı 6). MDPI AG. https://doi.org/10.3390/molecules22060944

Kaya, Ç. (2025). Süper Meyve Aronya (Aronia melanocarpa L.)'nın Biyokimyasal Bileşimi, Sağlık Yararları ve Gıda Sanayinde Kullanım Potansiyeli. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *14*(1), 1-15. https://doi.org/10.17100/nevbiltek.1626095

Krystyjan, M., Khachatryan, G., Khachatryan, K., Socha, R., Lenart-Boroń, A., Witczak, M., Krzan, M., Areczuk, A., ve Waśko, M. (2026). Encapsulation of Plant Extracts in a Psyllium/Starch Matrix: Synthesis and Functional Properties. *Molecules*, *31*(6). https://doi.org/10.3390/molecules31061026

Kuck, L. S., ve Noreña, C. P. Z. (2016). Microencapsulation of grape (Vitis labrusca var. Bordo) skin phenolic extract using gum Arabic, polydextrose, and partially hydrolyzed guar gum as encapsulating agents. *Food Chemistry*, *194*, 569-576. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.066

Lee, J., Durst, R. W., ve Wrolstad, R. E. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, *88*(5), 1269–1278.

Meng, L., Zhu, J., Ma, Y., Sun, X., Li, D., Li, L., Bai, H., Xin, G., ve Meng, X. (2019). Composition and antioxidant activity of anthocyanins from Aronia melanocarpa cultivated in Haicheng, Liaoning, China. *Food Bioscience*, *30*. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100413

Metiner, E. E., ve Ersus, S. (2023). The effects of different drying methods on the quality of Aronia (Aronia melanocarpa) fruit and its dried powder. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, *60*(2), 353-362. https://doi.org/10.20289/zfdergi.1287089

Modesto Junior, E. N., Chaves, R. P. F., Arruda, H. S., Borsoi, F. T., Pastore, G. M., Pereira, G. A., Chisté, R. C., ve Pena, R. da S. (2025). Microencapsulation of anthocyanin-rich extract of grumixama fruits (Eugenia brasiliensis) using non-conventional wall materials and in vitro gastrointestinal digestion. *Journal of Food Engineering*, *389*. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.112393

Mohammadalinejhad, S., ve Kurek, M. A. (2021). Microencapsulation of anthocyanins-critical review of techniques and wall materials. İçinde *Applied Sciences (Switzerland)* (C. 11, Sayı 9). MDPI AG. https://doi.org/10.3390/app11093936

Petitjean, M., ve Isasi, J. R. (2022). Locust Bean Gum, a Vegetable Hydrocolloid with Industrial and Biopharmaceutical Applications. İçinde *Molecules* (C. 27, Sayı 23). MDPI. https://doi.org/10.3390/molecules27238265

Pieczykolan, E., ve Kurek, M. A. (2019). Use of guar gum, gum arabic, pectin, beta-glucan and inulin for microencapsulation of anthocyanins from chokeberry. *International Journal of Biological Macromolecules*, *129*, 665-671. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.02.073

Ravanfar, R., Tamadon, A. M., ve Niakousari, M. (2015). Optimization of ultrasound assisted extraction of anthocyanins from red cabbage using Taguchi design method. *Journal of Food Science and Technology*, *52*(12), 8140-8147. https://doi.org/10.1007/s13197-015-1880-6

Serrano, C., Lamas, B., Oliveira, M. C., ve Duarte, M. P. (2024). Exploring the Potential of Anthocyanin-Based Edible Coatings in Confectionery—Temperature Stability, pH, and Biocapacity. *Foods*, *13*(15). https://doi.org/10.3390/foods13152450

Sidor, A., Drożdżyńska, A., ve Gramza-Michałowska, A. (2019). Black chokeberry (Aronia melanocarpa)and its products as potential health-promoting factors - An overview. İçinde *Trends in Food Science and Technology* (C. 89, ss. 45-60). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.006

Thi, N. Do, ve Hwang, E. S. (2016). Effects of drying methods on contents of bioactive compounds and antioxidant activities of black chokeberries (Aronia melanocarpa). *Food Science and Biotechnology*, *25*(1), 55-61. https://doi.org/10.1007/s10068-016-0008-8

Wilkowska, A., Ambroziak, W., Adamiec, J. and Czyżowska, A. (2017), Preservation of Antioxidant Activity and Polyphenols in Chokeberry Juice and Wine with the Use of Microencapsulation. *Journal of Food Processing and Preservation, 41*: e12924. https://doi.org/10.1111/jfpp.12924

Xue, H.-Y., Yu, X.-L., Sun, F.-L., Wang, N., Li, X.-J., Hu, B.-W., Li, S.-Y., Wang, J.-X., Shu, C., Si, X., Wang, Y.-H., Tan, H., Zhou, Y., Yang, B.-R., Makarov, S. S., Chudetsky, A. I., Quintana, R., Li, B., ve Tian, J.-L. (2026). Reutilization of berry by-products for green food additives: a comprehensive review and future perspectives. *npj Science of Food, 10*, 214. https://doi.org/10.1038/s41538-026-00859-8

Yao, J., Chen, W., ve Fan, K. (2023). Novel Efficient Physical Technologies for Enhancing Freeze Drying of Fruits and Vegetables: A Review. İçinde *Foods* (C. 12, Sayı 23). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/foods12234321

Yong, H., Liu, J., Kan, J., ve Liu, J. (2022). Active/intelligent packaging films developed by immobilizing anthocyanins from purple sweetpotato and purple cabbage in locust bean gum, chitosan and κ-carrageenan-based matrices. *International Journal of Biological Macromolecules*, *211*, 238-248. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.05.046

Zhou, P., Eid, M., Xiong, W., Ren, C., Ai, T., Deng, Z., Li, J., ve Li, B. (2020). Comparative study between cold and hot water extracted polysaccharides from Plantago ovata seed husk by using rheological methods. *Food Hydrocolloids*, *101*. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105465

Bursa Süt Helvası: Geleneksel Üretim ve Besinsel Özellikleri Üzerine Bir Derleme

Dilek YILMAZ*, Nadide SEYHUN, Aycan YİĞİT ÇINAR

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

ÖZET

Bursa süt helvası, geleneksel üretim yöntemi ve coğrafi işaret niteliğiyle Bursa yöresine özgü sütlü tatlılardan biridir. Bu çalışmada, Bursa süt helvasının geleneksel üretim yöntemi, bileşenlerinin besinsel katkıları ve üretim sürecinin ürün özellikleri üzerindeki olası etkilerinin gıda bilimi ve gıda mühendisliği açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, ürünün coğrafi işaret tescil bilgileri, geleneksel üretim özellikleri ve kullanılan temel bileşenlerin besinsel ve teknolojik işlevleri incelenmiş; süt ve diğer bileşenlere ilişkin beslenme verileri ile süt ürünlerinde ısıl işlemin kalite üzerine etkilerini ele alan bilimsel çalışmalar değerlendirilmiştir. Derleme sonucunda, süt helvasının besinsel özelliklerinin başta süt olmak üzere kullanılan hammaddelerin bileşimine ve üretim koşullarına bağlı olarak değişebileceği görülmüştür. Ayrıca, özellikle yüzeyde uygulanan yüksek sıcaklığın renk ve aroma oluşumu ile Maillard reaksiyonları gibi kalite değişimleriyle ilişkili olabileceği değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, bu etkilerin Bursa süt helvasındaki düzeylerinin doğrudan belirlenmesine yönelik çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür. Çalışma, geleneksel ürünün bilimsel açıdan tanımlanması ve gelecekte yapılacak bileşim, kalite ve proses araştırmalarına temel oluşturması açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Besinsel özellikler; Bursa süt helvası; geleneksel üretim; gıda bilimi; Maillard reaksiyonu.

1. GİRİŞ

Türk mutfak kültüründe "helva" adı tek bir üretim yöntemini değil, farklı hammadde ve tekniklerle hazırlanan çeşitli geleneksel tatlıları ifade eder. Tahin helvası, irmik helvası ve un helvasından farklı olarak süt helvasında temel sıvı bileşen süttür; ürün, pişirme sonrasında fırında yüzeyinin kızartılmasıyla karakteristik görünümünü kazanır. Bursa süt helvası, Bursa mutfak kültürünün geleneksel ürünlerinden biri olup özel günlerde ve günlük öğünlerde tüketilmektedir. Ürünün coğrafi kimliği, 4 Ekim 2021 tarihinde tescil edilen 912 numaralı mahreç işareti ile resmî olarak tanınmıştır; coğrafi sınırı Bursa ili olarak belirlenmiş ve üretim yönteminin bu sınıra özgü olduğu ifade edilmiştir (Türk Patent ve Marka Kurumu (TÜRKPATENT), 2021). Tescil şartnamesinde hammaddeler, üretim basamakları ve fırınlama koşulları tanımlanmış olmakla birlikte, ürünün nihai besin bileşimi, ısıl işlem sırasında oluşan Maillard reaksiyonu ürünleri, renk ve tekstürel özellikleri konusunda bilimsel çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu derlemenin amacı; Bursa süt helvasının tescilli üretim yöntemini açıklamak, kullanılan temel bileşenlerin besinsel katkılarını değerlendirmek ve özellikle son aşamada uygulanan yüksek sıcaklıklı fırınlama işleminin ürünün besinsel ve fiziksel özellikleri üzerindeki olası etkilerini ilgili literatür doğrultusunda tartışmaktır.

*Sorumlu yazar: dileksamet2014@gmail.com

2. YÖNTEM

Bu çalışma, Bursa süt helvasının geleneksel üretimi, besinsel özellikleri ve ısıl işlem kaynaklı kalite değişimleri üzerine hazırlanmış betimsel bir derlemedir; özgün laboratuvar analizi veya duyusal değerlendirme yapılmamıştır. Literatür taraması üç başlık altında yürütülmüştür: ürünün tanımı, coğrafi işaret statüsü, bileşenleri ve üretim yöntemi için Türk Patent ve Marka Kurumu'nun resmî tescil belgesi incelenmiş; süt, buğday unu, tereyağı ve şekerin genel besin bileşimi için Türkiye Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı (TürKomp) ile ilgili diğer bileşim veri kaynakları değerlendirilmiştir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, t.y.); süt ürünlerinde ısıl işlem sırasında gerçekleşen Maillard reaksiyonu, kullanılabilir lizin kaybı, furosin ve ileri glikasyon ürünleri konusunda ise hakemli uluslararası çalışmalar taranmıştır. Bu kapsamda özellikle Aalaei vd. (2019), Li vd. (2022) ve benzer bir süt-şeker esaslı ürün olan doce de leite üzerine Casas Mesa vd. (2025) tarafından yapılan araştırma değerlendirilmiştir. Bursa süt helvasına özgü analitik verilerin sınırlı olması nedeniyle, benzer ürünlerden elde edilen bulgular doğrudan sonuç olarak değil, olası kimyasal ve fiziksel değişimleri açıklayan karşılaştırmalı kanıt olarak kullanılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Ürünün Tanımı, Tarihsel Arka Planı ve Coğrafi İşaret Statüsü

Tescil belgesine göre Bursa süt helvası; çiğ inek sütü, tereyağı, un ve şeker kullanılarak hazırlanan karışımın yaklaşık 250 °C sıcaklıktaki fırında üst yüzeyinin kızartılmasıyla üretilir; isteğe bağlı olarak ceviz içi, fındık içi ve tarçın ile servis edilebilir. Ürünün Osmanlı saray mutfağına dayandığı ve Bursa'da doğum, evlilik, hıdrellez, mevlit, kandil ve bayram gibi özel günlerin yanı sıra günlük öğünlerde de tüketildiği belirtilmektedir (TÜRKPATENT, 2021). Mahreç işareti olarak tescil edilmesi, ürünün belirli bir üretim yöntemi ve Bursa ili ile kurduğu ün bağı nedeniyle coğrafi sınırla ilişkilendirildiğini göstermektedir; tüm üretim aşamalarının bu sınır içinde gerçekleştirilmesi zorunludur (TÜRKPATENT, 2021). Tescilin sunduğu referans reçete ve üretim süreci, ürünün bilimsel olarak incelenmesi ve farklı üreticilerden elde edilen örneklerin karşılaştırılması için de bir temel oluşturmaktadır.

3.2. Geleneksel Üretim Yöntemi ve Bileşenlerin Besinsel Katkısı

Tescil şartnamesinde üretimde 1 L günlük çiğ inek sütü, 225–280 g beyaz şeker, 80–190 g tereyağı (veya yarı yarıya ayçiçek yağı-tereyağı karışımı) ve 80–100 g buğday unu kullanılmakta, çam fıstığı ve vanilya isteğe bağlı bileşenler olarak yer almaktadır (Tablo 3.1). Üretim; yağda unun kavrulması, sıcak sütün yavaşça ve sürekli karıştırılarak eklenmesi, şekerin ilavesiyle muhallebi kıvamına ulaşılması ve tepsiye dökülen karışımın 15–20 dakika dinlendirildikten sonra yaklaşık 250 °C'deki fırında üst yüzeyi kızarıncaya kadar pişirilmesi aşamalarından oluşur (TÜRKPATENT, 2021). Fırın sıcaklığı yüksek olmakla birlikte ürünün tamamının bu sıcaklığa ulaşması beklenmez; yüksek su içeriği nedeniyle ürün iç sıcaklığı ile fırın ortam sıcaklığı farklıdır, bu nedenle ısıl reaksiyonların özellikle yüzey bölgesinde yoğunlaşması beklenir.

Süt; protein, kalsiyum, fosfor ve laktoz içeriğiyle ürünün başlıca besinsel katkı kaynağıdır (TürKomp'a göre pastörize tam yağlı sütte 100 g'da 61 kcal enerji, 3,32 g protein, 3,04 g yağ, 5,09 g karbonhidrat bulunur; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, t.y.), ancak tescilde çiğ süt kullanıldığından gerçek bileşim kullanılan sütün özelliklerine göre değişebilir. Tereyağı yağ ve enerji içeriğiyle karakteristik aroma ve ağız hissine katkı sağlar (100 g'da 753 kcal, 83,22 g yağ;

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, t.y.); buğday unu nişasta içeriğiyle kıvam oluşumunda rol oynayan temel karbonhidrat kaynağıdır (100 g'da yaklaşık 364 kcal, 10,3 g protein, 76,3 g karbonhidrat; U.S. Department of Agriculture, 2015); beyaz şeker ise tatlılık, kuru madde ve esmerleşme reaksiyonlarına substrat sağlama işlevi görür (100 g'da 400 kcal, 99,92 g karbonhidrat; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, t.y.). Bileşenlerin tek başına besin değerleri bilinse de üretim sırasındaki su kaybı ve reçete aralığının genişliği nedeniyle nihai ürünün besin değeri doğrudan hesaplanamaz; bunun için nihai ürün üzerinde nem, protein, yağ, kül ve karbonhidrat analizlerinin yapılması gerekmektedir.

3.3. Isıl İşlemin Kimyasal ve Fiziksel Özellikler Üzerine Olası Etkileri

Süt ürünlerinde ısıl işlem sırasında proteinlerin amino grupları ile indirgen şekerlerin karbonil grupları arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonunun erken aşamasında lizin kalıntılarının modifiye olması ve Amadori ürünlerinin oluşması önemli bir kimyasal değişimdir; kullanılabilir lizin kaybı ve furosin oluşumu bu erken aşamanın başlıca göstergeleridir (Aalaei vd., 2019). Benzer bir süt-şeker esaslı ürün olan doce de leite üzerine yapılan güncel bir çalışmada, 11 ticari örnekte furosin düzeyleri 860–2799 mg/100 g protein arasında bulunmuş ve bu değerler yaklaşık %10–33 oranında lizinin Amadori bileşiklerine dönüşümüyle ilişkilendirilmiştir; ayrıca tek bir belirteç yerine furosin, N-karboksimetillizin, pirralin, furfural türevleri ve lizinoalanin gibi göstergelerin birlikte değerlendirilmesi önerilmiştir (Casas Mesa vd., 2025). Süt ürünlerinde ısıl işlem sırasında furosin, furfural türevleri ve ileri glikasyon ürünlerinin oluşabileceği, oluşum düzeyinin ise ürün bileşimi, sıcaklık, süre ve su aktivitesi gibi faktörlere bağlı olduğu bildirilmektedir (Li vd., 2022). Bu bulgular doce de leite'ye özgü olup üretim koşulları farklı olan Bursa süt helvasına doğrudan uygulanamaz; yalnızca yoğun ısıl işlem gören süt-şeker esaslı ürünlerde bu mekanizmaların önemli olabileceğini göstermek amacıyla karşılaştırmalı kanıt olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 3.1. Bursa süt helvasının tescilli üretim yönteminde kullanılan bileşenler, miktarları ve başlıca işlevleri (Türk Patent ve Marka Kurumu, 2021).

Bileşen	Miktar	Başlıca İşlevi
Çiğ inek sütü	1 L	Protein, kalsiyum, laktoz; sıvı faz
Beyaz şeker	225–280 g	Tatlılık, kuru madde, esmerleşme substratı
Tereyağı (veya tereyağı-ayçiçek yağı karışımı)	80–190 g	Yağ, enerji, aroma
Buğday unu	80–100 g	Nişasta, kıvam oluşumu
Çam fıstığı (tercihen)	5–10 g	İsteğe bağlı garnitür
Vanilya (tercihen)	5 g	İsteğe bağlı aroma

Reaksiyonun ilerleyen aşamalarında oluşan melanoidinler, Bursa süt helvasının karakteristik sarı-kahverengi yüzey renginin oluşumuna katkı sağlar; bu rengin nesnel olarak değerlendirilmesinde CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemi kullanılabilir. Ürünün duyusal karakterinde iç kısmın yumuşak, muhallebi benzeri yapısı ile yüzeyin daha yoğun kızarmış dokusu birlikte önem taşır; nişasta jelatinizasyonu, protein denatürasyonu ve yüzeydeki nem kaybından etkilenen bu tekstürel özellikler Tekstür Profil Analizi (TPA) ile sertlik, yapışkanlık, kohezyon ve esneklik gibi parametreler üzerinden nesnel olarak ölçülebilir. Sonuç olarak, yüksek fırın sıcaklığı tek başına ürünün tamamında yoğun bir Maillard reaksiyonu gerçekleştiğini göstermez; reaksiyon şiddeti yüzey sıcaklığı, nem kaybı, fırınlama süresi ve ürün bileşimiyle birlikte değerlendirilmelidir.

4. SONUÇ

Bursa Süt Helvası, Bursa iliyle güçlü coğrafi ve kültürel bağı bulunan ve 4 Ekim 2021 tarihinde mahreç işareti olarak tescil edilen geleneksel bir sütlü tatlıdır. Bu derleme, ürünün geleneksel üretim yönteminin resmî tescil belgesiyle ayrıntılı biçimde tanımlanmış olmasına karşın, nihai ürünün besin bileşimi ve ısıl işlem kaynaklı kimyasal değişimleri konusunda doğrudan analitik çalışmaların sınırlı olduğunu göstermektedir. Ürünün süt içeriği nedeniyle protein ve kalsiyum açısından anlamlı bir katkı sağlaması beklenmekte, ancak reçete aralığının genişliği ve üretim sırasındaki su kaybı nedeniyle nihai bileşimin ancak doğrudan analizle ortaya konulabileceği değerlendirilmektedir. Isıl işlem açısından, yaklaşık 250 °C'deki yüzey kızartma aşaması ürünün karakteristik renk ve aroma oluşumunda kritik bir rol oynamakta; bu süreç Maillard reaksiyonu aracılığıyla kullanılabilir lizin kaybı ve furosin gibi reaksiyon ürünlerinin oluşumuyla ilişkilendirilebilmekte, ancak bu değişimlerin Bursa süt helvasındaki gerçek düzeyi henüz deneysel olarak belirlenmemiştir. Bu doğrultuda gelecekteki çalışmaların; nihai ürünün nem, kül, protein, yağ, karbonhidrat ve mineral içeriğinin 100 g ürün üzerinden analiz edilmesine, reçete standardizasyonuna, farklı fırınlama koşullarının etkisinin incelenmesine, furosin ve kullanılabilir lizin gibi Maillard reaksiyonu belirteçlerinin HPLC/LC-MS/MS ile ölçülmesine ve CIE *L*a*b** renk ile TPA doku analizleriyle duyusal özelliklerin nesnelleştirilmesine yönelmesi önerilmektedir. Bu tür çalışmalar, Bursa süt helvasının yalnızca kültürel değil, fizikokimyasal ve besinsel özellikleri tanımlanmış bir geleneksel gıda olarak bilimsel açıdan karakterize edilmesine ve coğrafi işaretli ürünün kalite standardizasyonuna katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Aalaei, K., Rayner, M., & Sjöholm, I. (2019). Chemical methods and techniques to monitor early Maillard reaction in milk products: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 59(12), 1829-1839.

Casas Mesa, N., Barroso dos Anjos Pinto, C., Schwarzenbolz, U., Förster, A., Henle, T., Wolfschoon-Pombo, A. F., de Carvalho da Costa, J., Perrone, İ. T., & Stephani, R. (2025). Quantification of Maillard reaction products in doce de leite. ACS Food Science & Technology, 5(5), 1807-1816.

Li, M., Shen, M., Lu, J., Yang, J., Huang, Y., Liu, L., Fan, H., Xie, J., & Xie, M. (2022). Maillard reaction harmful products in dairy products: Formation, occurrence, analysis, and mitigation strategies. Food Research International, 151, 110839.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (t.y.). TürKomp: Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı. Erişim tarihi: 16 Eylül 2026.

Türk Patent ve Marka Kurumu. (2021). Bursa Süt Helvası coğrafi işaret tescil belgesi (Tescil No: 912). https://ci.turkpatent.gov.tr/Files/GeographicalSigns/80b90a4c-90f6-41aa-93cc-e7caac912384.pdf

U.S. Department of Agriculture. (2015). Wheat flour, white, all-purpose, unenriched. Agricultural Research Service, National Nutrient Database for Standard Reference.

Serum Proteinlerinin Nanofibrilleşmesi ve Gıda Uygulamaları

Vasıf Kubilay AYRANCI*, Zafer ERBAY

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

Serum proteinlerinin nanofibrilleşmesi, proteinlerin kontrollü koşullarda kendiliğinden düzenlenerek yüksek en-boy oranına sahip fibriler yapılara dönüşmesine dayanmaktadır. Bu çalışmada, serum proteinlerinde nanofibril oluşumunun temel özelliklerinin, oluşumu etkileyen işlem koşullarının ve elde edilen yapıların gıda sistemlerindeki kullanım olanaklarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, başta β-laktoglobulin ve peynir altı suyu proteinleri olmak üzere serum proteinlerinin fibrilleşmesine ilişkin çalışmalar; protein kaynağı, pH, sıcaklık, işlem süresi, iyonik koşullar, fibril morfolojisi ve gıda uygulamaları temelinde incelenmiştir. Değerlendirilen bulgular, özellikle düşük pH ve ısıl işlemin nanometre çapında ve mikrometre uzunluğunda fibriler yapıların oluşumunu desteklediğini, fibril yapısı ve kararlılığının ise işlem koşullarına bağlı olarak değişebildiğini göstermektedir. Fibrillerin uzunluk, esneklik ve en-boy oranındaki değişimler fiziksel dolaşıklık ağlarının oluşumunu ve buna bağlı reolojik davranışı etkileyebilmektedir. Serum proteini nanofibrillerinin viskozite artırma, düşük protein konsantrasyonlarında jel oluşturma, köpük ve emülsiyonları stabilize etme özellikleri gıda sistemlerindeki kullanım potansiyelini artırmaktadır. Sonuç olarak, serum proteinlerinin nanofibrilleştirilmesiyle elde edilen yapıların özelliklerinin işlem koşullarıyla kontrol edilmesi, farklı gıda uygulamalarına yönelik işlevsel protein yapılarının geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gıda uygulamaları; nanofibril; peynir altı suyu proteinleri; serum proteinleri.

*Sorumlu yazar: kubilayranci@gmail.com

Düşük Mikron BOPP Film Geliştirilmesinde Formülasyon ve Proses Optimizasyonu

Gizem ŞAHİN BOL*, Gülgün KAYIN ÇETİN, Hasret KARAKURT MUMCU, Eda Nur DİNÇ

Süper Film Ambalaj Sanayi ve Ticaret A.Ş. Gaziantep

Ambalaj sektöründe hammadde maliyetlerinin artması ve plastik kullanımının azaltılması, daha ince ambalaj filmlerinin geliştirilmesini önemli hale getirmiştir. BOPP (çift eksenli yönlendirilmiş polipropilen) filmlerde kalınlığın azaltılması, film performansının korunması açısından bazı teknik sorunlara neden olabilmektedir. Bu çalışmada, daha düşük kalınlığa sahip ve yeterli mekanik dayanım ve stiffness (rijitlik) gösteren bir BOPP film yapısının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında farklı hammadde ve katkı sistemleri değerlendirilmiş ve farklı formülasyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan formülasyonlar pilot ölçekte üretilmiş ve film özellikleri incelenmiştir. Filmlerin mekanik performansı çekme dayanımı, kopma uzaması ve Young modülü değerleri üzerinden değerlendirilmiştir. Deneme sonuçlarında, formülasyon ve proses koşullarının film mekanik özellikleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Uygun formülasyonun belirlenmesiyle düşük kalınlıkta film yapısının mekanik özelliklerinin korunabildiği ve üretim sürecinde yeterli proses kararlılığının sağlanabildiği belirlenmiştir. Geliştirilen yaklaşım ile daha az hammadde kullanılması, ambalaj başına plastik tüketiminin azaltılması ve üretim maliyetlerinin düşürülmesi mümkün olabilecektir. Ayrıca daha ince film kullanımı, ambalajın çevresel etkisinin azaltılmasına katkı sağlayabilecektir. Çalışmanın, sürdürülebilir ve yüksek performanslı BOPP ambalaj filmlerinin geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: BOPP film; downgauging; mekanik dayanım; proses optimizasyonu.

*Sorumlu yazar: gizemsahin679@gmail.com

Sağlıklı Atıştırmalık Ürünlerde Kullanılan Bitkisel Yağların Kalite ve Güvenilirlik Açısından Değerlendirilmesi

Sena EROL*, Işıl ÖZARSLAN NADHIM

Züber-Alterna Gıda Sanayi Pazarlama ve Ticaret A.Ş., Ar-Ge Merkezi, İstanbul

Son yıllarda tüketicilerin sağlıklı beslenmeye yönelik artan ilgisi, ürünlerde kullanılan yağın türüne ve kalitesine olan duyarlılığı da artırmıştır. Bu çalışmada, sağlıklı atıştırmalık ürün formülasyonlarında hammadde olarak kullanılan Hindistan cevizi, fındık ve yer fıstığı yağlarının kalite ve güvenilirlik açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Üç yağ örneği GC-FID, ICP-MS ve LC-MS/MS teknikleriyle yağ asidi ve sterol kompozisyonu, peroksit ve iyot sayısı gibi fizikokimyasal parametreler ile ağır metal, pestisit kalıntısı, mikotoksin, dioksin/PCB ve GDO varlığı yönünden analiz edilmiştir. Bulgular, peroksit değerlerinin tüm örneklerde mevzuat limitinin altında kaldığını; fındık yağının %83,6 oleik asit içeriğiyle, tebliğ referans aralığının (%74,2–86,7) üst sınırına yakın ve kaliteli zeytinyağı çeşitlerinde görülen orana benzer bir monoansatüre yağ asidi profiline sahip olduğunu, %81,4 oranındaki beta-sitosterol içeriğiyle de literatürle uyumlu, fitosterolce zengin bir yapı sergilediğini; Hindistan cevizi yağının %50,1 oranındaki laurik asit ağırlıklı profiliyle atıştırmalık ürünlere kendine özgü, ağızda eriyen bir tekstür kazandırdığını; yer fıstığı yağının ise beta-sitosterol ağırlıklı sterol profilinin (%62,5) Tebliğ referans aralığıyla tam uyumlu bulunarak hammaddenin saflığını doğruladığını, ayrıca kolesterol düşürücü etkisiyle bilinen fitosterollerce zengin bir bileşime sahip olduğunu göstermiştir. Hiçbir örnekte kontaminant tespit sınırının üzerinde değere rastlanmamıştır. Sonuç olarak, incelenen üç bitkisel yağın da bilinçli tüketici beklentilerini karşılayan, kalite, güvenilirlik ve besinsel değer açısından uygun nitelikli hammaddeler olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hammadde kalitesi; sağlıklı atıştırmalık; sterol kompozisyonu; yağ asidi kompozisyonu.

*Sorumlu yazar: sena.oz@zuber.com

BOPP Filmlerde Sürtünme Katsayısının İyileştirilmesi ve Ambalaj Stabilitesinin Artırılması

Hasret KARAKURT MUMCU*, Gizem ŞAHİN BOL, Gülgün KAYIN ÇETİN, Eda Nur DİNÇ

Süper Film Ambalaj Sanayi ve Ticaret A.Ş., Gaziantep

Ambalaj filmlerinin yüzey özellikleri, paketlerin üretim, taşıma ve depolama süreçlerindeki davranışını etkileyen önemli parametrelerden biridir. Özellikle kaygan yüzeye sahip filmlerde paketlerin birbirleri üzerinde hareket etmesi, taşıma ve istifleme sırasında stabilite sorunlarına neden olabilmektedir. Bu çalışmada, mevcut SUPEX 2021 BOPP filmin yüzey sürtünme davranışının iyileştirilmesi ve ambalaj stabilitesinin artırılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında film yapısı ve yüzey özellikleri değerlendirilmiş, hedeflenen sürtünme davranışını sağlayacak yeni bir film yapısı geliştirilmiştir. Geliştirilen yapı ile elde edilen film, standart SUPEX 2021 film ile karşılaştırılmıştır. Filmlerin mekanik, optik, termal, ısıl yapışma ve sürtünme özellikleri incelenmiştir. Ayrıca sürtünme katsayısının zaman içerisindeki değişimi takip edilerek yüzey performansının sürekliliği değerlendirilmiştir. Sonuçlar, geliştirilen film yapısında sürtünme katsayısının belirgin şekilde arttığını göstermiştir. Buna karşılık çekme dayanımı, kopmada uzama, parlaklık ve ısıl çekme gibi temel özelliklerin büyük ölçüde korunduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar, film yüzey özelliklerinin kontrol edilmesiyle paketlerin kayma eğiliminin azaltılabileceğini ve istifleme stabilitesinin artırılabileceğini göstermektedir. Geliştirilen film yapısının, özellikle evcil hayvan maması ambalajları gibi taşıma ve istifleme koşullarının önemli olduğu gıda ambalajlarında kullanım potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: BOPP film; sürtünme katsayısı; yüzey özellikleri.

*Sorumlu yazar: hasret.mumcu@superfilm.com

Piyasadaki Yüksek Proteinli Ürünlerde İstenmeyen Duyusal Profillerin Belirlenmesi ve Peynir Altı Suyu ile Bezelye Proteini İçeren Süt Bazlı İçeceklerde Tat Optimizasyonu ve Duyusal Değerlendirilmesi

Sena İrem DURAN*, Hande YÜCE

Dsm-firmenich Gıda San. ve Tic. A.Ş., Uygulama Laboratuvarı, İstanbul

Yüksek proteinli ürünlere yönelik tüketici talebinin artmasıyla birlikte protein kaynaklı duyusal kusurlar ürün kabulünü etkileyen önemli faktörlerden biri haline gelmiştir. Bu çalışmada piyasada satışa sunulan farklı protein seviyelerindeki ürünler panelistler tarafından tanımlayıcı duyusal analiz ve hedonik değerlendirme yöntemleri kullanılarak incelenmiştir ve 0–10 yoğunluk skalasında değerlendirilirken; genel beğeni, tat beğenisi, ağız hissi beğenisi ve satın alma isteği 1–9 noktalı hedonik skala ile puanlanmıştır. İlk aşamada protein kaynaklı acılık, tebeşirimsi yapı, metalik tat ve kalıcı ağız hissi gibi temel kusurlar belirlenmiştir. İkinci aşamada %8, %24 ve %32 peynir altı suyu proteini (%36 proteinli konsantre) ile %3, %6 ve %8 bezelye proteini içeren süt bazlı içecekler geliştirilmiş, aroma uygulamalarıyla tat optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Numuneler uygulama öncesi ve sonrası karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Hedonik skalada genel beğeni parametreleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, tat optimizasyonunun özellikle düşük ve orta protein seviyelerinde duyusal kabulü artırdığını göstermiştir. Peynir altı suyu proteini içeren içeceklerde %8 protein seviyesinde genel beğeni skoru 3,2 ± 2,17'den 5,0 ± 2,00'a yükselirken, bezelye proteinli içeceklerde en belirgin iyileşme %6 protein seviyesinde gözlenmiş ve genel beğeni skoru 2,8 ± 1,64'ten 4,4 ± 1,52'ye yükselmiştir. Yüksek protein seviyelerinde ise duyusal kusurlar tamamen giderilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Bezelye proteini; duyusal analiz; peynir altı suyu proteini.

*Sorumlu yazar: sena.demir@dsm-firmenich.com

Peynir Altı Suyunun Turşu Üretiminde Alternatif Bir Fermentasyon Bileşeni Olarak Değerlendirilme Potansiyeli

Beyza TOK*, Hasan CANKURT

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği, İstanbul

Peynir üretiminin başlıca yan ürünü olan peynir altı suyu; yüksek miktarda açığa çıkması, laktoz, çözünür proteinler ve mineral maddeler içermesi nedeniyle önemli bir potansiyel taşımaktadır. Yüksek organik yükü nedeniyle çevresel problemlere yol açabilen peynir altı suyunun gıda sistemine kazandırılması, sürdürülebilir üretim ve döngüsel ekonomi açısından önem taşımaktadır. Bu kapsamda peynir altı suyunun fermente gıdalarda alternatif bileşen olarak kullanılması, atık yükünün azaltılmasına ve katma değerli, sağlıklı gıda üretimine katkı sağlayabilir. Turşu eski tarihlerden beri en bilinen ve tüketilen fermente yiyeceklerin başlarında gelmektedir. Ancak turşunun en büyük dezavantajı yüksek tuz içeriğidir. Bu turşuya sertlik verir ve yumuşamasını önler. Aynı etkinin peynir altı suyunda düşük tuz ile üretilen turşularda da sağlanabileceği değerlendirilmektedir. Turşu fermantasyonunda tuz konsantrasyonu, pH, organik asit oluşumu ve mikrobiyal gelişim; ürünün duyusal ve tekstürel özelliklerini etkileyen temel faktörlerdir. Peynir altı suyunun salamurada suyun bir bölümünün yerine kullanılması, içerdiği besin bileşenleri nedeniyle fermantasyon ortamının kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini değiştirebilir. Mineral içeriği sayesinde gevreklik ve sertlik gibi tekstürel özellikleri olumlu yönde etkileyebilirken, daha düşük tuz içeriğiyle sağlıklı turşu üretimine olanak sağlayabilir. Bununla birlikte kullanım düzeyinin turşu fermantasyon kinetiği, asitlik gelişimi, mikrobiyal stabilitesi, tekstürü, rengi, aroması ve duyusal kabulü üzerindeki etkilerinin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Peynir altı suyunun turşu üretiminde kullanımı yeni bir yaklaşım olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Peynir altı suyu; turşu; tuz azaltma.

*Sorumlu yazar: beyza.tok@std.yildiz.edu.tr

Gıda Patojen Tespitinde Yeni Yaklaşımlar

Mustafa EVREN[1], Mustafa APAN[2,*]

[1]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Bilimleri Bölümü, Samsun

[2]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Terme Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Terme, Samsun

Mikroorganizmalar; gözle görülemeyen, ancak mikroskopla görülebilen basit ve tek hücreli doğada yaygın olarak bulunan canlılar olarak tanımlanmaktadır. Bu canlılar; gıda endüstrisinde, sağlık, çevresel temizliğinde, tarımda, biyoteknolojide gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Mikroorganizmaların bu yararlarına karşın gıdaların ve insan sağlığını bozmaktadır. Böylelikle çeşitli ekonomik kayıplara ve gıda zehirlenmelerine neden olmaktadırlar.

İnsan sağlığını bozan, gıda kaynaklı patojen mikroorganizmalar; *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus luteus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhi*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157:H7, *Aspergillus flavus*, *A. niger, Candida albicans*, vb. bakteri, maya ve küf suşlarına ait cinsler gelmektedir. Bu nedenlerle, bu mikroorganizmaların çeşitli gıdalarda tespiti çok önemlidir.

Patojen mikroorganizmaların tespitinde kullanılan yöntemler; başta klasik (makroskobik, mikroskobik ve biyokimyasal temelli) yöntemler gelmektedir. Bu yöntemlerin, hazırlığı ve analiz sonuçlarının alınmasındaki sürenin uzunluğundan dolayı çeşitli yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Bu yöntemler arasında; biyokimyasal temelli (kromojenik-florojenik besiyerleri), immünolojik (lateks aglütinasyon, lateks migrasyon, ELISA-ELFA ve otomasyonları), moleküler biyolojik temelli (DNA hibridizasyon, PCR ve modifikasyonları), elektriksel ölçüm (biyosensör), ATP ölçümleri (ATP biyolüminesans) gibi analizler gelmektedir. Bu yöntemler sayesinde üretici ve denetleyiciler analiz sonuçlarını daha hızlı alabilmektedirler. Böylelikle çözüme daha çabuk ulaşmaktadırlar.

Bu derlemede, gıda patojen tespitinde kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Biyosensör; *Listeria monocytogenes*; PCR.

*Sorumlu yazar: m.apan@omu.edu.tr

Süperkritik CO_2 Ekstraksiyonu ile Üretilen Alternatif Bitkisel Protein Konsantrelerinin Biyokimyasal Karakterizasyonu ve Amino Asit Skoruna Dayalı Beslenme Kalitesinin Değerlendirilmesi

Işıl ÖZARSLAN NADHIM*, Sena EROL

Züber-Alterna Gıda Sanayi Pazarlama ve Ticaret A.Ş., Ar-Ge Merkezi, İstanbul

Bitkisel proteinlere yönelik talebin artmasıyla, çözücü kalıntısı bırakmayan süperkritik CO_2 ekstraksiyonuyla üretilen yağı alınmış tohum ve çekirdek kaynaklı hammaddeler, alternatif protein kaynağı olarak önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, yaklaşık 250 bar ve 40 °C koşullarında gerçekleştirilen süperkritik CO_2 ekstraksiyonuyla üretilen fındık, kayısı çekirdeği, ayçekirdeği ve kabak çekirdeği kaynaklı dört protein konsantresinin besinsel kalitesi amino asit profili temelinde değerlendirilmiştir. Protein, yağ, oksidatif kalite ve 17 amino asit (triptofan hariç) analiz edilmiş, sonuçlar FAO (2013) yetişkin referans örüntüsüne göre amino asit skoruna dönüştürülmüştür. Yağ içeriği %2,0–9,1, peroksit değerleri ise 2,2 mEqO2/kg altında kalarak düşük bulunmuştur. En yüksek protein içeriğine sahip kabak çekirdeği proteini (%66,8) protein konsantresi sınıfındadır (%60–90). Ayçekirdeği proteini en yüksek lizin (%69,0) ve kükürtlü amino asit (%156,0) skorlarına sahip olup, kükürtlü amino asitçe sınırlı bezelye proteiniyle potansiyel olarak tamamlayabilir. Fındık proteini pirinç proteinine benzer şekilde lizince sınırlı (%50,5), kükürtlü amino asitlerce zengindir (%110,9). Kayısı çekirdeği proteini en yüksek aromatik amino asit içeriğiyle (fenilalanin+tirozin, %189,7) öne çıkmaktadır. Triptofan analiz dışı tutulduğundan kesin yargıya varılamamakla birlikte, lizin dört örnekte de en düşük skorlu amino asit olarak öne çıkmaktadır; bu bulgu, protein kaynaklarının tahıl-baklagil karışımlarında olduğu gibi lizince zengin kaynaklarla tamamlanarak dengeli amino asit profiline sahip fonksiyonel gıda bileşenlerine dönüştürülme potansiyeli taşıdığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Amino asit skoru; bitkisel protein; fonksiyonel gıda; süperkritik CO_2 ekstraksiyonu; yeşil ekstraksiyon teknolojisi.

*Sorumlu yazar: isil.ozarslan@zuber.com

İklim Değişikliği ve Gıda Güvenliğinde 5996 Sayılı Kanun ve Yasal Mevzuatın Rolü

Zeynep TORUNLER*, Ayşe Neslihan DÜNDAR

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

İklim değişikliği; artan sıcaklıklar, kuraklık ve ekstrem hava olayları ile küresel gıda sistemlerini etkilemektedir. İklim değişikliği temel tarım ürünlerinde verim kayıplarına, Salmonella gibi patojenlerin yayılmasına, kanserojen aflatoksin riskine ve CO_2 artışına bağlı besin değeri düşüşlerine (gizli açlık) neden olmaktadır. Ayrıca lojistik kesintiler gıda israfını arttırmaktadır. Bu tehditler karşısında gıda güvenliğinin sağlanması, bütüncül yasal düzenlemeleri zorunlu kılmaktadır. Türkiye'de gıda güvenliğini 5996 sayılı "Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu" ile korunmaya çalışılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği, TGK Etiketleme Yönetmeliği için yönetmeliklerle 5996 sayılı Kanun detaylandırılır ve "çiftlikten çatala" gibi devlet politikalarıyla gıdanın tarladaki durumundan market rafına kadar tüm tedarik zincirini kesintisiz denetlemektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı il/ilçe kontrol görevlilerinin yürüttüğü denetim, izleme, numune alma ve analiz süreçleri, iklim krizine karşı dinamik bir koruma kalkanı işlevi görmektedir. Sonuç olarak, iklim krizinin gıda sistemleri üzerindeki olumsuz etkileriyle mücadelede, sürdürülebilir gıda üretimi, arzı ve tüketimi için etkin ve dinamik gıda mevzuatlarının uygulanması hayati bir zorunluluktur.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği; gıda mevzuatı; iklim değişikliği.

*Sorumlu yazar: 2643498300@ogr.btu.edu.tr

Gıdalarda Kullanılan Mikroenkapsülasyon ve Özellikleri

Mustafa EVREN[1], Mustafa APAN[2,*]

[1]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Bilimleri Bölümü, Samsun

[2]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Terme Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Terme, Samsun

Gıda katkı maddeleri çok uzun yıllardır, gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Bu maddeler, "tek başlarına gıda olarak tanımlanmayan, ancak bir gıdaya üretim, işleme, paketleme, depolama gibi aşamalarda katılan bileşenler" olarak tanımlanmaktadır.

Üreticilerin gıda katkı maddelerinin, bilinçsizce kullanması tüketicilerinin aldatılmasına yol açmaktadır. Ayrıca, bu durum tüketiciyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenlerle, son yıllarda doğal kaynaklı ve toksik etkisi olmayan gıda katkı maddeleri tercih edilmektedir. Doğal kaynaklı katkı maddelerini ve probiyotik mikroorganizmaların kullanımında mikroenkapsülasyon (ME) yöntemin en çok kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır.

Mikroenkapsülasyon yöntemleri; katı, sıvı veya gaz halindeki gıda bileşenlerinin, enzimlerin, hücre ve diğer maddelerin, mikroorganizmaların protein veya karbonhidrat esaslı bir kaplama materyaliyle paketlenmesiyle çeşitli gıdalarda kullanım esasında dayanmaktadır.

Mikroenkapsülasyon tekniğiyle, kapsüllenen materyallerin olumsuz çevre koşullarına (sıcaklık, pH vd.) karşı dayanıklılığını artırmak amaçlanmaktadır. Bu teknikle, kalsiyum-aljinat, jelatin, pektin, nişasta, kappa-karragenan, gellan gum, peyniraltı suyu proteinleri gibi gıdaların bileşiminde güvenle kullanılabilen maddeler kaplama materyali olarak kullanılmaktadır. Mikroenkapsülasyon işleminde kapsüllerin oluşturulmasında; kimyasal (kompleksleşme ve arayüzey polimerizasyonu yoluyla moleküler birleşmeyi içeren), fiziksel (ekstrüzyon, püskürtmeli kurutma, akışkan yataklı kaplama ve dondurarak kurutmayı kapsayan) ve fizikokimyasal (organik faz ayrımı, koaservasyon, emülsiyon sistemi ve lipozom oluşumunu içeren) yöntemler kullanılmaktadır.

Bu derlemede, mikroenkapsülasyon tekniği hakkında ve gıdalarda kullanım bilgiler verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Ekstrüzyon kaplama; gellan gum; mikroenkapsülasyon; probiyotik.

*Sorumlu yazar: m.apan@omu.edu.tr

Paraprobiyotik İlavesinin Kefirin Bazı Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Etkisi

Işıl KAAN[1,2], Firuze ERGİN ZEREN[2,*], Ahmet KÜÇÜKÇETİN[2]

[1]Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

[2]Akdeniz Üniversitesi, Mustafa Sak Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

Fonksiyonel gıdalara yönelik artan ilgiyle birlikte, paraprobiyotiklerin gıdalarda kullanımına yönelik çalışmalar da önem kazanmıştır. Bu çalışmada, 30 günlük depolama süresince kefire paraprobiyotik ilavesinin antioksidan kapasite, fenolik bileşik içeriği ve antimikrobiyal aktivite üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Paraprobiyotik içeren ve içermeyen kefir örneklerinde toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi sırasıyla Folin-Ciocalteu ve 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil kullanılarak belirlenmiştir. Kefir örneklerinin antimikrobiyal aktivitesi Gram-pozitif (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*) ve Gram-negatif (*Salmonella enterica* subsp. *enterica*, *Escherichia coli*) patojen bakterilerine karşı kuyu difüzyon yöntemiyle tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, toplam fenolik madde içeriğinin paraprobiyotik içeren kefir örneklerinde depolama süresince 12,44–13,63 mg GAE/100 g, paraprobiyotik içermeyen kefir örneklerinde ise 10,53–15,26 mg GAE/100 g aralığında değiştiği belirlenmiştir. Depolama süresince kefir örneklerinde belirlenen antioksidan aktivitenin, paraprobiyotik içeren kefir örneklerinde 74,02–96,51 mg TE/kg, paraprobiyotik içermeyen kefir örneklerinde ise 70,94–88,02 mg TE/kg arasında değiştiği saptanmıştır. Antimikrobiyal aktivitenin depolama süresince paraprobiyotik içeren kefir örneklerinde *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* ve *Escherichia coli* bakterilerine karşı sırasıyla 16,10–21,77, 17,22–22,94, 15,88–20,78, 16,21–18,68 mm aralıklarında değiştiği belirlenmiştir. Paraprobiyotik içermeyen kefir örneklerinde ise söz konusu bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite değerlerinin sırasıyla 15,15–20,65, 15,58–19,42, 14,73–17,68, 15,79–17,71 mm aralığında olduğu saptanmıştır. Elde edilen bulgular, paraprobiyotik kullanımının kefirin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan; fonksiyonel gıda; paraprobiyotik.

*Sorumlu yazar: fergin@akdeniz.edu.tr

Çörek Otu Yağının Kitosan Kaplı Aljinat-Peyniraltı Suyu Protein İzolatı ile Mikrokapsüllenmesi

Furkan HAYTAOĞLU[1], Firuze ERGİN ZEREN[1,*], Işıl KAAN[1,2]

[1]Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Antalya
[2]Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

Bu çalışmada, farklı kitosan (KİT) konsantrasyonlarının çörek otu yağının mikrokapsülasyon verimliliği ile oksidatif stabilitesi üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çörek otu yağı (ÇOY), sodyum aljinat (SA) ve peyniraltı suyu protein izolatı (PASİ) kullanılarak hazırlanan çözelti ile kapsüllenmiş ve üretilen mikrokapsüller %0,5, %1,0 ve %1,5 oranlarında kitosan (KİT) içeren çözeltiler içerisinde bekletilerek kaplanmıştır. Kitosan ile kaplamanın mikrokapsülasyon verimliliğine ve ÇOY'un oksidatif stabilitesi üzerine etkisi belirlenmiştir. ÇOY'un oksidatif stabilitesinin belirlenmesi için birincil ve/veya ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumu 65 °C'de 5 gün süresince izlenmiştir. Örneklerin mikrokapsülasyon verimliliğinin %87–94 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Mikrokapsüle ÇOY'un peroksit değeri (PD), konjuge dien (KD) ve konjuge trien (KT) değerleri kapsülasyon işleminin hemen ardından sırasıyla 2,23–2,60 meq O_2/kg yağ, 1,62–1,75 ve 0,75–0,80 aralıklarında saptanmıştır. Depolamanın 1. ve 5. gününde PD değerlerinin sırasıyla 3,35–4,05 meq O_2/kg yağ ve 6,50–8,24 meq O_2/kg yağ; KD değerlerinin sırasıyla 2,34–2,50 ve 4,25–4,46 ve KT değerlerinin 1,12–1,30 ve 2,28–2,68 aralıklarında değiştiği tespit edilmiştir. KİT konsantrasyonundaki artışın mikrokapsülasyon verimliliğini artırdığı belirlenmiştir. Çalışma ile KİT kullanılarak kaplanan mikrokapsüllerin ÇOY'un oksidatif stabilitesini korumadaki potansiyeli ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çörek otu yağı; kitosan; mikrokapsülleme.

*Sorumlu yazar: fergin@akdeniz.edu.tr

Nişasta Retrogradasyonunun Kontrolünde Polifenollerin Rolü

Elif DAĞLI*, Ayşe Neslihan DÜNDAR

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Nişasta bazlı gıdaların depolanması sırasında jelatinize nişasta zincirlerinin yeniden birleşmesi ve düzenlenmesi, kristal yapıların gelişmesine ve buna bağlı olarak sertlik artışı, sineresis ve duyusal kalite kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenle retrogradasyonun sınırlandırılmasına yönelik doğal bileşenlerin kullanımına ilişkin araştırmalar önem kazanmıştır. Mevcut çalışmalar polifenollerin retrogradasyonu baskılayabildiğini ortaya koymakla birlikte, polifenolün moleküler yapısındaki farklılıkların nişasta ile etkileşim biçimini ve bunun retrogradasyon sürecindeki yapısal sonuçlarını nasıl değiştirdiğine ilişkin bulgular farklı sistemlerde incelenmiştir. Bu bildiride, farklı polifenol sınıflarının nişasta retrogradasyonu üzerindeki etkileri; polifenol yapısı, nişastanın moleküler mimarisi ve önerilen etkileşim mekanizmaları üzerinden karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. İncelenen çalışmalar, polifenollerin hidrojen bağları, hidrofobik etkileşimler ve bazı sistemlerde kompleksleşme yoluyla nişasta zincirlerinin yeniden birleşmesini sınırlandırabildiğini; buna bağlı olarak retrogradasyon entalpisini, kristalliği ve moleküler düzenlilik göstergelerini azaltabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, polifenol yapısındaki farklılıkların etkileşim tipini ve inhibisyon düzeyini değiştirebildiği; etkinin amiloz/amilopektin dağılımı, polifenol konsantrasyonu ve nişastanın işleme sırasında geçirdiği yapısal değişimlere göre farklılaştığı görülmüştür. Bu bildiri, polifenol-nişasta etkileşimlerini yalnızca kompleks oluşumu açısından değil, bu etkileşimlerin nişasta zincirlerinin yeniden düzenlenmesi ve kristalleşmesi üzerindeki sonuçları açısından değerlendirerek, polifenol yapısı ile retrogradasyon arasındaki ilişkinin farklı nişasta-polifenol sistemlerindeki yansımalarını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nişasta-polifenol kompleksi; polifenoller; retrogradasyon.

*Sorumlu yazar: 26444041001@ogr.btu.edu.tr

Siyah İncir Kabuğu Ekstraktından Elde Edilen Fenolik Bileşiklerin Enkapsülasyonu ve Karakterizasyonu

Hilal Özge BOYRAZ*, Nadide SEYHUN

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Siyah incir kabuğu, yüksek fenolik bileşik içeriği ve antioksidan kapasitesi nedeniyle fonksiyonel bileşen kaynağı olarak değerlendirilebilecek önemli bir meyve işleme yan ürünüdür. Bu çalışmada, siyah incir kabuğundan elde edilen fenolik bileşiklerin iyonik jelasyon yöntemiyle enkapsüle edilmesi ve elde edilen kapsüllerin karakterizasyonu amaçlanmıştır. Siyah incir kabuklarından elde edilen ekstraktın toplam fenolik madde içeriği Folin–Ciocalteu yöntemiyle, antioksidan aktivitesi ise DPPH radikal giderme yöntemiyle belirlenmiştir. Enkapsülasyon için elde edilen fenolik ekstrakt, sodyum aljinat ve peynir altı suyu proteini konsantresi içeren taşıyıcı sistemle karıştırılmış ve $CaCl_2$ çözeltisine damlatılarak bileşiklerin iyonik jelasyon yöntemiyle boncuk formunda kapsüller üretilmiştir. Kapsüllerin partikül boyutu ve morfolojik özellikleri mikroskobik olarak incelenmiş, yapısal özellikleri FTIR analiziyle, renk özellikleri ise CIE $L^*a^*b^*$ sistemiyle değerlendirilmiştir. Ekstraktın toplam fenolik madde içeriği 406,92 mg GAE/100 g, DPPH antioksidan aktivitesi ise 108,95 mg TE/100 g olarak belirlenmiştir. Üretilen kapsüllerin ortalama çapı 1,60 mm, L^*, a^* ve b^* değerleri ise sırasıyla 38,79, 0,06 ve −0,74 olarak bulunmuştur. Kuru madde esasına göre enkapsül üretim verimi %66,69 olarak hesaplanmıştır. FTIR bulguları, fenolik ekstrakt ile enkapsülasyon matriksi arasındaki etkileşimleri desteklemiştir. Sonuçlar, siyah incir kabuğu fenoliklerinin iyonik jelasyonla enkapsüle edilerek fonksiyonel gıda formülasyonlarında değerlendirilebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite; enkapsülasyon; fenolik bileşikler; iyonik jelasyon; siyah incir kabuğu.

*Sorumlu yazar: ozgefiliiz@gmail.com

Ayçiçeği Küspesinin Glutensiz Keklerde Kullanım Potansiyelinin Araştırılması

Bilal TAŞTEPE[1], Ünkan URGANCI[2], Fatma IŞIK[3,*]

[1]Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu Denizli İl Koordinatörlüğü, Denizli
[2]Denizli Büyükşehir Belediyesi, Etüt ve Projeler Dairesi Başkanlığı, Denizli
[3]Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli

Glutensiz ürünlerde, glutenin sağladığı dokusal ve besinsel özellikleri ikame edebilmek amacıyla çeşitli alternatif hammaddeler kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, ayçiçeği tohumlarının presleme yöntemiyle yağının alınması sonrasında elde edilen, besinsel özellikler açısından zengin olan, ayçiçeği küspesinin un haline getirilip glutensiz kek formülasyonlarında kullanımının, keklerin besinsel, fonksiyonel ve teknolojik özellikleri üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır.

Çalışmada, pirinç unu bazlı glutensiz keklerde pirinç ununun %20, %40 ve %60'ı ayçiçeği küspesi unuyla ikame edilmiştir. Küspe unu ilavesiyle keklerin protein, kül, diyet lifi, toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerlerinde önemli artış olduğu tespit edilmiştir. %20 Ayçiçeği küspesi unu ikamesinin keklerin duyusal özelliklerini olumsuz etkilemediği ve keklerin tüm parametreler bakımından kabul edilebilir düzeyde olduğu bulunmuştur. %20 ikame düzeyinde, kontrol örneğine kıyasla keklerin kuru madde bazında protein, diyet lifi ve toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 1,60, 2,56 ve 4,98 katına çıkmıştır. Antioksidan aktivite değeri ise 36,11 kat daha yüksek bulunmuştur. Buna karşılık, ikame oranının artmasıyla keklerin spesifik hacim ve hacim indeksi değerleri azalırken tekstürel sertlik, çiğnenebilirlik ve sakızımsılık değerleri artmıştır. Renk parametrelerinde ise L^* ve b^* değerlerinde azalma, a^* değerinde artış gözlenmiştir. Bu sonuçlar, ayçiçeği yağı üretim atıklarının un esasına göre %20 oranına kadar ikamesinin glutensiz keklerin besleyici ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi açısından uygun bir alternatif olabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği küspesi; çölyak; glutensiz kek; zenginleştirme.

[*]Sorumlu yazar: fisik@pau.edu.tr

Gıda Zincirinde Mikroplastikler: Gıda Güvenliği Açısından Değerlendirmesi

Maira KAYUPOVA SABİTOVNA*, Perihan YOLCI ÖMEROĞLU

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Mikroplastikler, çevresel ortamlardaki yaygınlıkları ve gıda zinciri aracılığıyla insan maruziyetine neden olabilmeleri nedeniyle gıda güvenliği açısından giderek önem kazanan kontaminantlar arasında yer almaktadır. Bu derleme çalışmasında, güncel bilimsel literatür temel alınarak mikroplastiklerin gıda zincirine giriş kaynakları ve taşınım yolları, gıda ambalajlarından salımları, insan maruziyeti ve potansiyel sağlık etkileri ile tespit ve karakterizasyonlarında kullanılan analitik yaklaşımlar değerlendirilmiştir. Mikroplastiklerin atmosferik taşınım, tarımsal plastik kullanımı, sulama sistemleri, arıtılmış atık sular, biyokatı uygulamaları ve gıda ambalajları gibi farklı kaynaklardan gıda zincirine dahil olabildiği bildirilmektedir. Özellikle gıda ile doğrudan temas eden plastik ambalajların mikroplastik salımına katkıda bulunabildiği ve salımın polimer ile ambalaj özelliklerine bağlı olarak değişebildiği görülmektedir. İnsan maruziyetine ilişkin çalışmalar, mikroplastiklerin farklı biyolojik örneklerde tespit edilebildiğini ve olası sağlık etkilerinin daha kapsamlı araştırılması gerektiğini göstermektedir. Mikroplastiklerin belirlenmesinde mikroskobik incelemelerin yanı sıra FTIR ve Raman spektroskopisi ile kromatografik ve termal tekniklerden yararlanılmaktadır. Sonuç olarak, mikroplastik kontaminasyonunun gıda güvenliği kapsamında bütüncül olarak ele alınması, gıda matrislerine özgü standardize analitik yaklaşımların geliştirilmesi, kontaminasyon kaynaklarının kontrolü ve sürdürülebilir ambalaj alternatiflerinin yaygınlaştırılması önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gıda ambalajları; gıda güvenliği; gıda zinciri; insan maruziyeti; mikroplastikler.

*Sorumlu yazar: kayupmaira@gmail.com

Farklı Bitkisel Sütlerin Yulaf Bazlı Kefir Üretiminde Kullanım Potansiyeli

Berna Hateme KURUÇ*, Hasan CANKURT

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği, İstanbul

Dünya nüfusundaki artış, sürdürülebilir gıda üretimine yönelik gereksinimler ve tüketicilerin beslenme tercihlerindeki değişimler, bitkisel gıdalara olan ilgiyi giderek artırmaktadır. Vegan ve vejetaryen beslenmenin yaygınlaşması, hayvansal sütlere alternatif ürünlere yönelik talep, laktoz intoleransı ve süt proteinlerine karşı hassasiyet gibi faktörler, bitkisel sütlerin farklı gıda ürünlerinde değerlendirilmesine yönelik çalışmaları da hızlandırmıştır. Bu kapsamda kefir, karakteristik fermantasyon özellikleri ve tüketiciler tarafından tercih edilen bir içecek olması nedeniyle bitkisel sütlerin değerlendirilmesinde öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, bitkisel sütlerin protein, karbonhidrat, yağ ve amino asit bileşimlerinin önemli farklılıklar göstermesi, fermantasyon sürecini ve elde edilen ürünün fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özelliklerini etkilemektedir. Bu nedenle farklı bitkisel sütlerin kefir üretiminde kullanılması hayvansal sütlere alternatif ürünlerin geliştirilmesi ve farklı besinsel ve teknolojik özelliklere sahip fermente içeceklerin elde edilmesi bakımından araştırılması gereken bir konudur. Özellikle yulafın farklı bitkisel sütlerle birlikte değerlendirilmesi, ürünün besinsel bileşiminin çeşitlendirilmesi ve yeni nesil fermente içeceklerin geliştirilmesi açısından dikkat çekici bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışmada, farklı bitkisel sütlerin yulaf bazlı kefir üretiminde kullanım potansiyelinin; fermantasyon özellikleri, besinsel bileşim, fizikokimyasal ve tekstürel özellikler ile duyusal kabul açısından değerlendirilmesine yönelik mevcut bilimsel yaklaşım ortaya konulmaktadır. Farklı bitkisel kaynakların kefir üretiminde değerlendirilmesi, sürdürülebilir gıda üretimi ve değişen tüketici beklentilerine yönelik alternatif fermente ürünlerin geliştirilmesi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel süt; fermente içecek; kefir.

*Sorumlu yazar: hateme.kuruc@std.yildiz.edu.tr

Tarımsal ve Gıda Atıklarının Değerlendirilmesinde Moleküler Biyoloji, Genetik Mühendisliği ve Sentetik Biyoloji Yaklaşımları

Ekin Selin ŞAHİN, Sıla KARAGÜZEL*, Simel BAĞDER ELMACI

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Ankara

Küresel nüfus artışı ve değişen tüketim alışkanlıkları, tarımsal ve gıda atıklarının miktarını artırarak önemli çevresel sorunlara yol açmaktadır. Atıkların katma değerli ürünlere dönüştürülmesinde mikrobiyal fermantasyon çevre dostu bir alternatif sunsa da geleneksel yaklaşımlar metabolik çeşitlilik eksikliği gibi sınırlamalarla karşılaşmaktadır. Bu derleme çalışmasında, tarımsal ve gıda atığı yönetimindeki verimlilik sorunlarının aşılmasında moleküler biyoloji, genetik mühendisliği ve sentetik biyoloji yaklaşımlarının rolü incelenmiştir. Bu kapsamda CRISPR-Cas9 teknolojisi, yapay metabolik yolakların oluşturulması, rekabetçi metabolik yolakların baskılanması ve sentetik mikrobiyal konsorsiyumların kullanım potansiyeli ele alınmıştır. Süt endüstrisi yan ürünleri, atık yağlar ve lignoselülozik biyokütle gibi farklı atık kaynaklarının biyoteknolojik olarak değerlendirilmesinde *Escherichia coli*, *Bacillus* türleri, *Saccharomyces cerevisiae*, *Yarrowia lipolytica* ve *Aspergillus* türleri gibi farklı mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Genetik ve metabolik mühendislik yaklaşımlarıyla mikroorganizmaların substrat kullanım kapasitesinin genişletilmesi ve inhibitörlere karşı toleranslarının artırılması mümkün olmaktadır. Örneğin, doğal olarak ksilozu etkin şekilde kullanamayan *S. cerevisiae* suşlarına ksiloz metabolizması için gerekli yolakların kazandırılması, lignoselülozik hidrolizatlardaki glikoz ve ksilozun birlikte değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Metabolik akışın hedeflenen ürün lehine yönlendirilmesiyle atıklardan biyoetanol, biyobütanol, polihidroksialkanoatlar (PHA), süksinik asit ve biyosürfaktanlar gibi katma değerli ürünlerin üretim veriminin artırılması mümkün olmaktadır. Sonuç olarak, genetik mühendisliği, moleküler biyoloji ve sentetik biyoloji yaklaşımlarının gelecekte atık değerlendirme alanında yeni çözüm yöntemlerinin ortaya çıkmasında önemli rol oynayacağı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Genetiği değiştirilmiş mikroorganizmalar; gıda atıkları; mikrobiyal fermantasyon; moleküler biyoloji; sentetik biyoloji.

*Sorumlu yazar: silakaraguzel@gmail.com

Mikrobiyal Protein Üretimi: Fermantasyon Yöntemleri, Substratlar ve Üretici Mikroorganizmalar

Ekin Selin ŞAHİN*, Neslihan ÇELİK, Sude ŞENOCAK, Bilge SAZAK, Nehir Erva ÖZKALDI, Taylan Alp TAÇYILDIZ, Simel BAĞDER ELMACI

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Ankara

Günümüzde geleneksel hayvancılık; yüksek sera gazı salımı nedeniyle çevresel açıdan önemli bir yük oluşturmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir ve alternatif protein kaynaklarına duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu alternatiflerden biri olan mikrobiyal protein, fermantasyon yoluyla farklı atık ve yan ürünlerin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu derleme çalışmasında, mikrobiyal protein üretiminde kullanılan sıvı kültür (submerged), katı hal (solid-state) ve gaz fermantasyonu yöntemleri incelenmiştir. Üretim maliyetlerinin azaltılması amacıyla tarımsal ve gıda endüstrisi atık ve yan ürünleriyle yenilenebilir substratların mikrobiyal protein üretiminde kullanım potansiyeli ele alınmış; ayrıca ham maddeden nihai ürün eldesine kadar olan temel üretim aşamaları değerlendirilmiştir. Mikrobiyal protein üretiminde kullanılan başlıca mikroorganizmalar; bakteriler, mayalar, filamentöz funguslar ve mikroalgler açısından ele alınmış ve bu gruplarda öne çıkan mikroorganizmalarla gerçekleştirilen çalışmalar incelenmiştir. Bu kapsamda filamentöz funguslardan *Aspergillus* türleri ve *Fusarium venenatum*, mayalardan *Saccharomyces cerevisiae* ve *Candida* türleri, mikroalglerden *Chlorella* türleri, siyanobakterilerden *Spirulina* ve bakterilerden *Methylococcus capsulatus* ile *Cellulomonas* türleri değerlendirilmiştir. Ayrıca mikrobiyal proteinlerin besinsel özellikleri ile tüketici kabulünü etkileyebilecek tat, koku ve doku gibi duyusal özellikleri ele alınmıştır. Sonuç olarak, tarımsal ve gıda endüstrisi atıklarının mikrobiyal protein üretiminde değerlendirilmesi, alternatif protein üretimi ve döngüsel biyoekonomi açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Ancak uygun substrat ve mikroorganizma seçimi, ürün güvenliği ve tüketici kabulü yaygın kullanım açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fermantasyon yöntemleri; gıda atıkları; mikrobiyal protein; sürdürülebilir substratlar; tek hücre proteini.

*Sorumlu yazar: ekinselinsahin@ankara.edu.tr

Et Ürünlerinde Marinasyon Uygulamaları

Ülkü Hilal CIRIK*, İlker Turan AKOĞLU

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, Bolu

ÖZET

Et ve et ürünleri, sahip oldukları yüksek biyolojik değerli esansiyel aminoasitler, vitaminler ve mineraller ile insan beslenmesinde oldukça önemli bir konuma sahiptir. Endüstriyel et işlemede marinasyon uygulamaları, bu zengin besinsel matrisin duyusal kalitesini (lezzet, aroma, renk) artırmak, tekstürel yapısını gevrekleştirmek ve su tutma kapasitesini (WHC) artırarak ekonomik pişirme kayıplarını en aza indirmek amacıyla uygulanan önemli bir fizikokimyasal değişim prosesidir.

İşlem sırasında kullanılan sodyum klorür, fosfatlar, organik asitler ve doğal bitkisel antioksidanlar (fenolik bileşikler) gibi fonksiyonel ajanlar, miyofibriler proteinlerin net elektriksel yükünü değiştirerek ve kolajen ağını geliştirerek etin reolojik yapısını iyileştirmektedir. Endüstriyel ölçekte, geleneksel daldırma yönteminin yanı sıra, üretim hızını ve emilimi artıran çok iğneli enjeksiyon ile vakumlu tamburlama sistemleri yaygın olarak tercih edilmektedir. Son yıllarda ise kavitasyon etkisiyle kütle transferini hızlandıran ve daha az gıda katkı maddesi kullanımıyla "temiz etiket" (clean-label) konseptini destekleyen ultrasonikasyon gibi yenilikçi teknolojiler öne çıkmaktadır.

Bu derleme metninde; marinasyonun et kalitesi üzerindeki biyokimyasal mekanizmaları, teknolojik yöntemlerin karşılaştırmalı olarak avantajları, potansiyel endüstriyel riskler ve kalite optimizasyonuna yönelik kritik kontrol parametreleri literatür kapsamında incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Et teknolojisi; marinasyon; protein oksidasyonu; su tutma kapasitesi (WHC); tekstürel kalite; ultrasonikasyon.

1. GİRİŞ ve ET TÜKETİMİNİN BESİNSEL ÖNEMİ

Et ve et ürünleri, insan beslenmesinde fizyolojik fonksiyonların sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için gerekli besin ögelerini yapısında barındıran temel hayvan kaynaklı gıdalardan biridir. Et yeterli ve dengeli bir diyet modelinin oluşturulmasında önemli bir paya sahip olmaktadır. Özellikle büyüme, gelişme ve doku onarımı süreçlerinde gerekli olunan elzem aminoasit profillerinin tamamını dengeli bir biçimde sunmaktadır.

Etin besinsel matrisi daha derinlemesine incelendiğinde, miyofibriler ve proteinlerin yüksek sindirilebilirliği öne çıkmaktadır. Bunun yanı sıra mikrobesin ögeleri açısından; kan oluşumu ve sinir sistemi fonksiyonları için elzem olan B grubu vitaminleri (özellikle B12, B6, niasin, riboflavin), çinko (Zn), fosfor (P) ve potasyum (K) minerallerinin birincil kaynağıdır. Özellikle ette bulunan demir (Fe) elementinin büyük bir kısmının "hem-demir" formunda olması, bitkisel kaynaklı gıdalardaki "hem-olmayan" demire kıyasla sindirim sisteminde çok daha yüksek bir emilim ve biyoyararlanım oranına sahip olmasını sağlamaktadır. Yüksek yağ asidi içeriği ve yüksek doyuruculuğunun yarattığı reolojik ve fizyolojik etkilerinin etkilere sahip olan et ürünleri beslenmede çok önemli bir yere sahip olmaktadır.

*Sorumlu yazar: cirikhilal1999@gmail.com

2. MARİNASYON KAVRAMI, TANIMI ve TEKNOLOJİK AMAÇLARI

Marinasyon; et ürünlerinin ısıl işlem veya ileri işleme tabi tutulmasından önce, başta tekstürel sertliklerin giderilmesi (gevretme) ve su tutma kapasitesinin artırılması olmak üzere, duyusal kabul edilebilirliğin (tat, aroma, renk) ve mikrobiyolojik stabilitenin iyileştirilmesi amacıyla uygulanan bir gıda teknolojisi prosesidir. Bu işlem, etin su, sodyum klorür, fonksiyonel bileşenler (fosfatlar, organik asitler, şekerler) ve lezzet verici ajanlardan (baharat, bitki ekstraktları, esansiyel yağlar) oluşan spesifik bir sıvı çözelti (marinat) ile belirli süre ve sıcaklık koşullarında muamele edilmesi esasına dayanmaktadır.

Endüstriyel et işlemede marinasyon prosesinin temel teknolojik hedefleri şu şekilde özetlenebilir:

Etin su tutma kapasitesini (WHC) maksimize ederek pişirme kayıplarını ve üretim kaybını en aza indirmek.

Kas lifleri ve bağ doku proteinlerini modifiye ederek daha gevrek ve sulu bir ürün tekstürü elde etmek.

Katkı maddeleri ve baharatların sinerjik etkisiyle oksidatif reaksiyonları baskılamak ve raf ömrünü uzatmak.

Ürünün lezzet, aroma ve renk profilini sistemleştirerek pazar değerini ve tüketici memnuniyetini artırmak.

3. MARİNASYONUN ET YAPISINA ve KALİTESİNE BİYOKİMYASAL ETKİLERİ

Marinasyon çözeltilerinin et dokusu üzerindeki yumuşatıcı ve kaliteyi geliştirici etkisi, kas yapısını oluşturan miyofibriler proteinler (aktin, miyozin, aktomiyozin kompleksi) ve kaslar arası bağ doku (kolajen) üzerinde meydana gelen yapısal ve biyokimyasal modifikasyonlara dayanmaktadır.

Post-mortem süreçte pH seviyesinin etin izoelektrik noktasına (pI ≈ 5,0–5,4) yaklaşması, proteinlerin net elektriksel yükünün sıfıra inmesine ve liflerin birbirine maksimum düzeyde yaklaşarak su bağlama alanlarının daralmasına neden olmaktadır. Marinasyonda kullanılan asidik bileşenler (organik asitler, meyve sirkeleri vb.) etin pH değerini bu izoelektrik noktanın altına düşürürken, alkalin bileşenler (fosfatlar) ise pH'ı izoelektrik noktanın üzerine taşır. Her iki durumda da protein moleküllerinin net elektriksel yükü artar. Aynı yüke sahip olan protein lifleri elektrostatik itme kuvvetiyle birbirinden uzaklaşır, mikro yapısal esneme meydana gelir ve bu genişleyen boşluklara su molekülleri kalıcı olarak hapsedilmektedir (Burke ve Monahan, 2003; Tomaszewska-Gras ve Konieczny, 2012).

Asidik marinatların hücre içi proton dengesini bozması kolajen liflerinin şişmesini ve ısıl işlem esnasında çok daha düşük sıcaklıklarda jelatinleşmesini sağlarken, kalsiyum bazlı tuzların ilavesi endojen kalpain enzim sistemlerini aktive ederek proteolitik parçalanmayı ve gevrekleşmeyi doğal olarak teşvik etmektedir (Berge vd., 2001).

4. FONKSİYONEL MARİNASYON BİLEŞENLERİ ve ROLLERİ

Modern et endüstrisinde kullanılan marinasyon formülasyonları, sinerjik etki gösteren çeşitli kimyasal ve doğal ajanların geliştirilmiş kombinasyonlarından meydana gelmektedir:

4.1. Sodyum Klorür (Tuz – NaCl)

Tuz, iyonik gücü artırarak miyofibriler proteinlerin çözünürlüğünü teşvik eder ve etin su tutma kapasitesini yükseltmektedir. Ozmotik basınç dengesi kurarak çözeltinin iç dokulara difüzyonunu hızlandırır ve serbest su miktarını (su aktivitesi - a_w) düşürerek mikrobiyal çoğalmayı sınırlandırmaktadır.

4.2. Fosfatlar

Özellikle sodyum tripolifosfat (STPP), kas liflerinde ölüm sertliği (rigor mortis) sırasında kilitlenen aktomiyozin bağlarını çözerek yapıyı gevşetir. pH değerini yükselterek su bağlama kapasitesini artırır. Ayrıca, demir ve bakır gibi prooksidan metalleri şelatlama (bağlama) yeteneği sayesinde lipit oksidasyonunu baskılar, acılaşmayı ve renk kusurlarını önlemektedir.

4.3. Organik Asitler ve Doğal Ajanlar

Sitrik, asetik ve laktik asit gibi organik asit kaynakları (limon suyu, koruk suyu, meyve sirkeleri vb.) ortam pH'ını manipüle ederek bağ dokuyu zayıflatır. Bakterilerin hücre membran geçirgenliğini bozarak güçlü bir antimikrobiyal etki gösterirler (Alvarado ve McKee, 2007; Şengün vd., 2019).

4.4. Bitkisel Ekstraktlar ve Doğal Antioksidanlar

Biberiye, kekik, üzüm çekirdeği ve yeşil çay gibi fenolik bileşiklerce (polifenoller, flavonoidler) zengin bitkisel ekstraktlar, serbest radikalleri yakalayarak protein ve lipit oksidasyon zincirini kırarlar. Bu durum, et ürünlerinde depolama süresince meydana gelebilecek duyusal ve kimyasal bozulmaları en aza indirmektedir.

5. ENDÜSTRİYEL MARİNASYON YÖNTEMLERİ

Marinat çözeltisinin et matrisine homojen bir şekilde transfer edilmesi amacıyla endüstride mekanik ve fiziksel prensiplere dayanan farklı yöntemler tercih edilmektedir:

1. Daldırma (Immersion) Yöntemi: Etlerin çözelti tanklarında statik olarak bekletilmesi işlemidir. Sürecin yalnızca pasif difüzyon kinetiğine dayanması, marinasyon süresini 1–4 gün gibi uzun bir aralığa yaymaktadır. Bu durum, hacimli et kesimlerinin merkez dokularında yetersiz ve heterojen bir tekstür profili oluşmasıyla sonuçlanmaktadır. Yatırım maliyeti düşüktür ancak endüstriyel verimliliği zayıf olmaktadır.

2. Enjeksiyon (Injection) Yöntemi: Çok iğneli otomatik enjektör sistemleriyle marinasyon sıvısının yüksek basınç altında doğrudan kas içi dokulara verilmesi işlemidir. İşlem saniyeler içinde gerçekleştiği için seri üretime son derece uygundur. Alınan sıvı miktarı hassas şekilde kontrol edilebilmektedir. Ancak enjektör iğnelerinin yüzeydeki mikrobiyotayı etin iç kısımlarına taşıma riski bulunmaktadır.

3. Tamburlama (Tumbling /Massaging) Yöntemi: Vakumlu silindirler içerisinde etlerin mekanik olarak döndürülerek birbirine ve silindir çeperine çarpıtılması esasına dayanmaktadır. Oluşan mekanik kinetik enerji ve vakum, hücre zarlarını esneterek marinat emilimini artırır, tuzda çözünür proteinlerin yüzeye çıkmasını sağlayarak pişirme esnasında mükemmel bir bağlayıcı tabaka oluşturur (Smith ve Acton, 2001).

Aşağıda, et işleme tesislerinde kullanılan ana marinasyon tekniklerinin operasyonel performans kriterleri, kütle transfer mekanizmaları ve endüstriyel avantaj/dezavantaj dengeleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir:

Tablo 5.1. Endüstriyel marinasyon yöntemlerinin karşılaştırmalı analiz tablosu.

Yöntem	İşlem Süresi	Transfer Mekanizması	Temel Teknolojik Avantaj	Sınırlılıklar ve Riskler
Daldırma (Immersion)	Çok Yavaş (1–4 gün)	Pasif Konsantrasyon Gradyanı (Difüzyon)	Düşük ekipman maliyeti, yapısal dokunun tamamen korunması	Uzun proses süresi, geniş depolama alanı ihtiyacı, heterojen dağılım
Enjeksiyon (Injection) Tamburlama (Tumbling)	Çok Hızlı (Saniyeler) Hızlı (2–8 saat)	Hidrolik Basınç Uygulaması Vakum Altında Mekanik Kinetik Enerji	Yüksek üretim kapasitesi, homojen merkez nüfuziyeti, hassas dozaj Maksimum su bağlama, yüksek protein ekstraksiyonu ve emilim verimi	Mikrobiyal kontaminasyon riski, iğne izleri ve mikroskopik doku yırtılmaları Aşırı mekanik darbe durumunda dokusal lapa oluşumu ve deformasyon

6. YENİ NESİL MARİNASYON TEKNOLOJİSİ

Tüketicilerin daha az kimyasal katkı maddesi içeren gıdalara yönelmesi (Temiz Etiket - Clean Label akımı) ve proses sürelerinin kısaltılması ihtiyacı, et teknolojisinde yenilikçi (non-termal) fiziksel yöntemlerin marinasyona entegrasyonunu hızlandırmış bulunmaktadır. Bu teknolojilerin başında Yüksek Yoğunluklu Ultrases (Ultrasonikasyon) gelmektedir.

Ultrases dalgaları sıvı ortama uygulandığında, yüksek hidrostatik basınç değişimlerine bağlı olarak mikroskobik boyutta kavitasyon kabarcıkları üretmektedir. Bu kabarcıkların şiddetle patlaması sonucu oluşan mikro-şok dalgaları ve akustik akış mekanizmaları, et dokusunda mikro kanallar açarak marinat çözeltisinin kütle transfer hızını %30 ila %50 oranında artırır (Aydın, 2025). Bu sayede, endüstriyel işletmelerde marinasyon süreleri yarı yarıya kısalırken, daha az sodyum ve fosfat kullanımıyla istenilen tekstürel gevretme ve su tutma kapasitesi değerlerine sahip olabilmektedir.

7. MARİNASYONDA KRİTİK KONTROL PARAMETRELERİ ve RİSK YÖNETİMİ

Marinasyon prosesinin başarısı, değişkenlerin kontrol altında tutulmasına bağlı olmaktadır. Formülasyondaki organik asit konsantrasyonunun veya işlem süresinin gereğinden fazla tutulması, miyofibriler matrisin aşırı hidrolizine yol açarak ette istenmeyen yumuşama, süngerimsi yapı ve lezzet kayıplarına neden olur. Benzer şekilde, çözeltideki tuz miktarının antioksidanlarla dengelenmeden yüksek tutulması prooksidan etki yaratarak lipit ve protein oksidasyonunu tetikler; bu da depolamada renk kararmalarına ve tat-koku bozukluklarının oluşmasına sebebiyet vermektedir. Sıcaklığın proses boyunca +4 °C'nin altında tutulması mikrobiyolojik güvenlik açısından kritik kontrol noktası (CCP) olmaktadır.

8. SONUÇ

Et ürünlerinde marinasyon uygulamaları, et endüstrisinde katma değeri yüksek, duyusal kalitesi iyileştirilmiş ve pişirme kaybını azaltılmış ürünlerin eldesinde vazgeçilmez bir mühendislik basamağıdır. Geleneksel daldırma yöntemlerinden modern enjeksiyon, tamburlama ve ultrasonikasyon destekli sistemlere geçiş, hem proses verimliliğini artırmakta hem de homojen kaliteyi güvence altına almaktadır. Gelecekteki çalışmaların, sentetik katkıların yerini alacak temiz etiketli bitkisel ekstraktların ve yeni nesil teknolojilerin marinasyon hatlarına adaptasyonu üzerine yoğunlaşacağı beklenmektedir.

KAYNAKLAR

Alvarado, C., & McKee, S. (2007). Marination to improve functional properties and poultry flavor. The Journal of Applied Poultry Research, 16(1), 113-120.

Akyüz, S., Güneşer, O., & Esen, B. N. (2020). Farklı marinasyon formülasyonları ile hazırlanmış hindi göğüs etlerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences, 6*(2), 190-205.

Aydın, D. (2025). Sığır Eti Marinasyonunda Ultrases Teknolojisi ve Bitkisel Ekstrakt Kullanımının Ürünlerin Fizikokimyasal Özellikleri ve Oksidatif Stabilitesi Üzerine Etkileri (Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi).

Barbanti, D., & Pasquini, M. (2005). Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat. LWT - Food Science and Technology, 38(8), 895-801.

Berge, P., Ertbjerg, P., Larsen, L. M., Astruc, T., Vignon, X., & Moller, A. J. (2001). Tenderization of beef by lactic acid injected at different times post mortem. Meat Science, 57(4), 347-357.

Burke, R. M., & Monahan, F. J. (2003). The tenderisation of beef by marination with lactic acid or ribeye juice. Meat Science, 63(2), 151-156.

Erge, A., Cin, K. ve Şeker, E. (2018). Erik ve elma suyunun tavuk eti marinasyonunda kullanılması. Gıda, 43(6), 1040-1052.

Ergezer, H. ve Gokce, R. (2011). Comparison of marinating with two different types of marinade on some quality and sensory characteristics of Turkey breast meat. Journal of Animal and Veterinary Advances, 10(1), 60-67

Ergezer, H., & Serdaroğlu, M. (2008). Et teknolojisinde marinasyon uygulamaları. Gıda, 33(2), 85-92.

Parks, S. S., Reynolds, A. E., & Wickert, L. (2000). Aqueous apple flavoring in breast muscle has physical, chemical, and sensory properties similar to those of phosphate-marinated controls. Poultry Science, 79(8), 1183-1188.

Smith, D. P., & Acton, J. C. (2001). Marination, cooking and curing of poultry products. In: Poultry Meat Processing. Owens, M. C., Alvarado, C. Z., & Sams, A. R. (Eds), CRC Press, 257-279, Boca Raton.

Şengün, İ. Y., Göztepe, E., & Özturk, B. (2019). Efficiency of marination liquids prepared with koruk (Vitis vinifera L.) on safety and some quality attributes of poultry meat. LWT - Food Science and Technology, 113, 108317.

Şengün, İ. Y., Turp, G. Y., Cicek, Ş. N., Avci, T., Ozturk, B., & Kılıç, G. (2021). Assessment of the effect of marination with organic fruit vinegars on safety and quality of beef. International Journal of Food Microbiology, 336, 108904.

Tomaszewska-Gras, J., & Konieczny, P. (2012). Effect of marination on the thermodynamic properties of chicken muscle proteins studied by DSC. Czech Journal of Food Sciences, 30(4), 302

Olgunlaşma Sürecinde Şavak Tulum Peynirinde Ambalaj Materyaline Bağlı Bazı Değişimlerin İncelenmesi**

Abdurrahman ÇELİK[1,*], Ali TEKİN[2], Didem ŞAHİNGİL[1], Ali Adnan HAYALOĞLU[1]

[1]İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Malatya
[2]Fırat Üniversitesi, Keban Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Elazığ

Şavak Tulum peyniri, Türkiye'de ekonomik ve kültürel öneme sahip, olgunlaşma sürecinde kendine özgü kalite özellikleri gelişen bir peynirdir. Bu çalışmada, vakumlu paket (VP), plastik bidon (PB) ve sosis kılıfı (SK) kullanılarak ambalajlanan Şavak Tulum peynirlerinin 150 günlük olgunlaşma sürecindeki fizikokimyasal, proteolitik, lipolitik, mikrobiyolojik, tekstürel, duyusal ve uçucu bileşik profilindeki değişimler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ambalaj materyalinin nem dengesi, proteoliz, lipoliz, serbest amino asit oluşumu, antioksidan aktivite, mikrobiyal gelişim, uçucu bileşik profili, duyusal ve tekstürel özellikleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Toplam serbest amino asit düzeyleri 120. günden itibaren VP ve SK örneklerinde PB örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Koliform bakteriler VP ve SK gruplarında 90., PB grubunda ise 120. günden sonra tespit edilebilir düzeyin altına düşmüştür. Maya-küf sayıları genel olarak azalırken, toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarında artış gözlenmiştir. Tekstürel olarak VP örneklerinde sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri daha yüksek bulunurken, SK örnekleri yarı sert yapılarıyla öne çıkmıştır. Uçucu bileşik profilinde SK grubunda esterler, VP grubunda ise alkoller ve hidrokarbonlar belirginleşmiştir. Bu durum daha arzu edilen bir lezzet profilinin oluşmasına katkıda bulunmuştur. Sonuç olarak, ambalaj materyalinin Şavak Tulum peynirinin olgunlaşma ve kalite özelliklerini önemli ölçüde etkilediği; VP ve SK uygulamalarının geleneksel PB ambalaja alternatif olabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çiğ koyun sütü peyniri; peynir uçucu bileşenleri; peynirde proteoliz; serbest amino asitler; su buharı geçirgenliği.

*Sorumlu yazar: abdurrahmancelik23@gmail.com
**Bu çalışma BAP tarafından Yüksek Lisans kapsamında FYL-2022-3134 proje numarası ile desteklenmiştir.

Farklı Bitkisel Protein Kaynaklarında Ekstraksiyon Yöntemlerinin Protein Verimi, İkincil Yapı ve Tekno-fonksiyonel Özellikler Üzerine Etkisi

Büşra KAYA TURAN*, Melike VURMAZ, Şerife Fidan ATILMIŞ, Merve BERÇİN, Ali Adnan HAYALOĞLU

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Malatya

Bitkisel kaynaklardan elde edilen proteinlerin özellikleri yalnızca protein kaynağına değil, uygulanan ekstraksiyon ve fraksiyonlama koşullarına da bağlı olarak değişebilmektedir. Ekstraksiyon yönteminin protein verimi, çözünürlük, emülsifikasyon, köpürme, su ve yağ tutma kapasitesi gibi çeşitli özellikler üzerinde önemli etkileri olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmektedir. Özellikle alkali ekstraksiyon ve izoelektrik çöktürme aşamalarının protein yapısında agregasyona neden olabildiği ve protein çözünürlüğü, emülsifikasyon, köpürme ve jelleşme özelliklerini etkileyebildiği bilinmektedir. Aynı zamanda alkali izoelektrik çöktürme ekstraksiyonu gibi geleneksel teknikler, düşük protein verimi, yavaş ekstraksiyon hızı ve yüksek çözücü tüketimi ile sonuçlanmaktadır. Son yıllarda, bitkisel kaynaklardan protein ekstraksiyonu için çeşitli yeni yöntemler ortaya çıkmıştır. Bunlar arasında enzim destekli, mikrodalga destekli, ultrason destekli ekstraksiyon ve darbeli elektrik alan ekstraksiyonu gibi çeşitli yöntemler yer almaktadır. Bu yöntemler sadece proteinlerin geri kazanımını artırmakla kalmayarak besinsel ve tekno-fonksiyonel özelliklerini de geliştirmektedir. Bu nedenle yeni nesil ekstraksiyon yöntemlerinin temel avantajı yalnızca daha yüksek protein verimi elde etmek değil, aynı zamanda ekstraksiyon sırasında meydana gelen yapısal değişimleri kontrol edebilme potansiyeli göstermesidir. Bu çalışma ile, farklı bitkisel protein kaynaklarında kullanılan geleneksel ve yenilikçi ekstraksiyon yöntemlerinin protein verimi, ikincil yapı ve tekno-fonksiyonel özellikler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel kaynaklar; ekstraksiyon yöntemleri; protein.

*Sorumlu yazar: busra.96.kaya@gmail.com

Bitki Bazlı Protein Alternatiflerinde Protein–Polifenol Etkileşimlerinin Protein Sindirilebilirliği ve Polifenollerin Biyoerişilebilirliği Üzerindeki Rolü

Şerife Fidan ATILMIŞ*, Melike VURMAZ, Büşra KAYA TURAN, Merve BERÇİN, Ali Adnan HAYALOĞLU

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Malatya

Gıda matrislerinde yaygın olarak bulunan proteinler ve polifenoller; kovalent veya non-kovalent bağlarla kompleks yapılar oluşturarak gıdaların besinsel, teknolojik ve fonksiyonel özellikleri üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu etkileşimler; proteinlerin termal stabilitesini artırma, polifenolleri gastrointestinal sistemdeki olumsuz pH değişimleri ve enzimatik parçalanmadan koruyarak kolona kadar hedeflenmiş salınımı sağlama ve biyoerişilebilirliği optimize etme gibi avantajlar sağlamaktadır. Buna karşın; sindirim enzimleri ile substratlar arasındaki etkileşimlerin baskılanması, antioksidan aktivitenin düşmesine ve duyusal özelliklerin etkilenmesi gibi olumsuz sonuçlar da doğurabilmektedir. Bu durum, kullanılan proteinin türüne ve gıda matrisinin yapısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Son yıllarda bitkisel bazlı beslenme eğilimlerinde artış görülmesi ve bitkisel proteinlerin ise hayvansal proteinlere kıyasla daha düşük çözünürlük ve yapısal hassasiyet göstermesi bitkisel proteinlerin işlevselliğinin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu noktada protein-polifenol etkileşimleri; tahıllar, baklagiller, tohumlar ve yeşil yapraklı bitkilerin amino asit çeşitliliği ile birleştirildiğinde, fonksiyonel gıda matrislerinin tasarımı için stratejik bir yaklaşım sunmaktadır. Proteinlerin amino asit bileşimi ve konformasyonel yapısı ile polifenollerin kimyasal özelliklerinin birlikte değerlendirilmesi, hedeflenen fonksiyonel özelliklere sahip protein-polifenol komplekslerinin tasarlanmasına ve yeni nesil fonksiyonel gıda matrislerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Bu derleme; protein-polifenol etkileşimlerinin moleküler mekanizmalarını, sindirilebilirlik ve biyoerişilebilirlik üzerindeki etkilerini incelemekte ve bitkisel protein matrislerinin geliştirilmesine yönelik stratejileri değerlendirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoerişilebilirlik; polifenol; protein.

*Sorumlu yazar: serifefidan74@gmail.com

Gıda Teknolojisi ve Gıda Güvenliğinde Yapay Zeka Kullanımı

Yeşim AKTEPE*, İbrahim ÇAKIR

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu

Yapay zekâ (YZ) ve makine öğrenmesi teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, gıda üretimi, kalite kontrol ve gıda güvenliği uygulamalarında önemli dönüşümlere olanak sağlamaktadır. Geleneksel analiz yöntemlerinin zaman, maliyet ve iş gücü gereksinimleri dikkate alındığında, büyük ve karmaşık veri setlerinin hızlı ve etkin biçimde işlenmesini sağlayan YZ tabanlı yaklaşımlar dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, YZ teknolojilerinin gıda teknolojisi ve gıda güvenliği alanlarındaki güncel kullanım alanlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Literatür doğrultusunda; makine öğrenmesi, derin öğrenme ve bilgisayarlı görü uygulamalarının gıda kalite özelliklerinin değerlendirilmesi, üretim proseslerinin optimizasyonu, raf ömrü tahmini, bozulmanın belirlenmesi ve ürün sınıflandırılması gibi alanlarda etkin biçimde kullanılabildiği görülmektedir. Gıda güvenliği açısından ise mikrobiyolojik ve kimyasal tehlikelerin belirlenmesi, patojen tespiti, gıda sahteciliği ve tağşişin belirlenmesi, risk tahmini ve gerçek zamanlı güvenlik yönetimi öne çıkan uygulama alanlarıdır. Ayrıca sensörler, görüntüleme sistemleri ve diğer dijital teknolojilerle YZ'nin entegrasyonu, üretim süreçlerinin sürekli izlenmesine ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte, YZ uygulamalarının güvenilirliği; veri kalitesi ve temsil gücü, model açıklanabilirliği, standardizasyon, veri güvenliği ve insan denetimi gibi unsurlara bağlıdır. Sonuç olarak YZ, gıda sektöründe mevcut risklerin belirlenmesinin yanı sıra potansiyel tehlikelerin öngörülmesine ve daha güvenilir ve sürdürülebilir gıda sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilecek güçlü bir teknolojidir.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği; gıda kalite kontrolü; gıda teknolojisi; patojen tespiti; yapay zeka.

*Sorumlu yazar: yesimaktepe@gmail.com

Gıda Atıklarından Elektro-Fermentasyonla Hidrojen ve Değerli Kimyasalların Üretimi

Merve EZGİ[1,*], Nadide SEYHUN[2], Sait SARGIN[3]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı, Bursa
[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa
[3]Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Bursa

Gıda atıklarının enerji ve katma değerli ürünlere dönüştürülmesi, atıkların çevresel etkilerinin azaltılması ve döngüsel ekonominin desteklenmesi açısından önem taşımaktadır. Elektro-fermentasyon, mikrobiyal metabolizma ile elektrokimyasal sistemleri birleştirerek organik atıkların enerji ve katma değerli kimyasallara dönüştürülmesine olanak sağlayan yenilikçi bir biyoproses yaklaşımı olup, gıda atıklarının değerlendirilmesinde alternatif bir seçenek sunmaktadır. Bu derlemenin amacı, gıda atıklarından hidrojen ve organik asit üretiminde elektro-fermentasyonun kullanımını, temel çalışma prensiplerini ve uygulamadaki sınırlılıklarını değerlendirmektir. Bu kapsamda mikrobiyal elektroliz hücreleri, mikrobiyal elektrosentez sistemleri, elektrot-mikroorganizma etkileşimleri ve ön işlem uygulamalarının ürün oluşumuna etkisi ele alınmaktadır. Özellikle hidrojen üretimi, uçucu yağ asitlerinin geri kazanımı ve farklı mikrobiyal kültürlerin ürün seçiciliği üzerindeki etkileri incelenmektedir. Elektro-fermentasyon, gıda atıklarının yalnızca bertaraf edilmesi yerine yenilenebilir enerji ve kimyasal hammaddelere dönüştürülmesi bakımından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Bununla birlikte teknolojinin endüstriyel uygulanabilirliği, ürün verimi kadar enerji dengesi ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından da değerlendirilmelidir. Elektro-fermentasyonun sürdürülebilir bir atık değerlendirme seçeneği haline gelmesi, bu teknik ve ekonomik koşulların birlikte değerlendirilmesine bağlıdır.

Anahtar Kelimeler: Atık değerlendirme; biyoenerji; elektro-fermentasyon; gıda atıkları.

*Sorumlu yazar: calismerve@outlook.com

Asitlendirilmiş Salamurasız Kornişon Turşu Ürün Tasarımı

Ezgi DÜNDAR ÖZGİDER*, Erol MUŞMUL, Gaye KATLIOĞLU

Tat Gıda Sanayi AŞ, Ar-Ge, Bursa

Salamurasız kornişon turşu, geleneksel salamuralı turşulara alternatif olarak geliştirilen, tüketim öncesinde salamura sıvısının uzaklaştırılmasını gerektirmeyen pratik bir ürün alternatifidir. Bu çalışmada, asitlendirilmiş ve salamurasız kornişon turşu ürününün geliştirilmesi ve kalite özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada kornişon salatalıklar kullanılmış; ürün formülasyonunda asitlik düzenleyiciler ve doğal kuş üvezi ekstraktı değerlendirilmiştir. Ürünler salamurasız olarak doypack ambalajlara doldurulmuş, modifiye atmosfer ambalajlama (MAP) ve pastörizasyon işlemleri uygulanmıştır. Ürünlerin hedef denge pH değerine ulaşması sağlanmış ve kalite özellikleri; sertlik, renk, tat, sinerezis, pH ve mikrobiyolojik analizler (toplam maya-küf) üzerinden değerlendirilmiştir. Raf ömrü çalışmaları hızlandırılmış koşullarda 5 ay ve gerçek zamanlı koşullarda 18 ay olacak şekilde yürütülmüştür.

Geliştirilen ürünün fiziksel, kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik özellikleri belirli aralıklarla takip edilmiş ve sonuçlar salamuralı rakip ürünlerle karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, salamurasız kornişon turşunun uygun proses ve ambalajlama koşulları sağlandığında kalite özelliklerini koruyabildiğini göstermiştir. Çalışma sonucunda, salamura içermeyen ve tüketici kullanım kolaylığı sağlayan bu ürünün alternatif bir turşu ürünü olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Asitlendirilmiş gıdalar; MAP; salamurasız turşu.

*Sorumlu yazar: ezgi.dundar@tat.com.tr

YAZAR DİZİNİ

A

ABDELKADER, Ahmed Mahmoud Abdelrahman P158 (414)
ABİK, Fatmanur P098 (348)
ACAR, Ahmet Tunahan S143 (223)
ACAR SOYKUT, Esra S099 (153), S124 (197), P064 (311), P127 (380), P154 (410)
AÇIKEL, Selin S116 (177), S120 (187)
AFACAN, Fatma Öznur S076 (133)
AGUILO AGUAYO, Ingrid S101 (155)
AĞAN SARIÇİÇEK, Cansu S131 (211), S134 (212)
AĞCA, Mehmet Can P121 (368), P137 (390)
AHİ, Zehra Betül S057 (110)
AHMETOĞLU, Bahar P174 (435)
AK, Selin P022 (258)
AKBULUT, Muhammed Talha S032 (73)
AKDEMİR IŞIK, Çiğdem S025 (54), S029 (62)
AKGÜL, Özge P180 (440)
AKIN ADAL, Samiye S107 (160)
AKMAN, Perihan Kübra S045 (91)
AKOĞLU, İlker Turan P219 (484)
AKPINAR BAYİZİT, Arzu P136 (389), P148 (404)
AKSOY, Aslı S110 (171), S111 (172)
AKSOY CAF, Zülal P092 (335), P126 (379)
AKTAR, Tuğba S095 (151)
AKTAŞ, Kübra P027 (259)
AKTEPE, Yeşim P224 (492)
AKTOP, Simge S131 (211), S134 (212)
AKYÜZ, Fatih P105 (355)
AL, Merve S127 (200), S130 (210)
ALACA, Melike P144 (400)
ALAHMAD, Nashwa S153 (239)
ALANTOR, Buket P113 (361)
ALEMDAR, Pınar P001 (242)
ALİMOĞULLARI, Mehmet S007 (15), P003 (250), P004 (251)
ALMAHBASHI, Amtalsaboor S036 (77)
ALRADWAN, Mariam S112 (173), S113 (174)
ALTAY, Dilek P046 (295)
ALTIN, Ozan P085 (329), P086 (330), P089 (333)
ALTINCI, Osman Cem S011 (18)
ALTINOK, Dilara S125 (198)
ALTINTAŞ, Zeynep S009 (17)
ALTUNTAŞ, İrem Sude S143 (223)
ALTUNTAŞ, Seda S035 (76), S081 (137), P071 (318), P192 (449)
ANDAÇ, Ali Emre S039 (86)
APAN, Mustafa P206 (471), P209 (474)
APARI, Meryem P074 (321)
ARDA, Burak P155 (411), P156 (412)
ARDA DENİZ, Beyza S114 (175)
ARPA ZEMZEMOĞLU, Tuba Eda S085 (141)
ARSLAN, Derya P135 (388)
ARSLAN, Melisa S070 (128)
ARSLAN, Seher S077 (134)
ARSLAN SOLMAZ, Betül S147 (231)
ARSLAN TOMAS, Serap S030 (63)
ASGAROVA, Kamala P047 (296)
AŞGIN UZUN, Şükran S025 (54), S040 (87), S053 (106), S060 (111)
AŞIK, İrem P057 (305)
AŞIK AYGÜN, Serenay P167 (428)
AŞİROĞLU, Zeki P180 (440)
ATAK, Ayşegül P125 (378)
ATALAR, İlyas S053 (106), S065 (123)
ATALAY, Derya P042 (287)
ATBAKAN KALKAN, Tuğçe P162 (425)
ATILMIŞ, Şerife Fidan P222 (490), P223 (491)
ATİK, Nejdet S097 (152)
ATLAYAN, Emirhan S067 (125), S068 (126)
AVCISOY, Mustafa S130 (210)
AVŞAR, Nazlıcan P066 (313)
AY, Mustafa P144 (400)
AYBEK, Koray Salih P121 (368), P137 (390)
AYDEMİR, Levent Yurdaer S033 (74), S055 (108)
AYDIN, Bihter P165 (427)
AYDIN, Büşra P163 (426)
AYDIN, Emine P039 (278), P073 (320)
AYDIN, Furkan S054 (107), S056 (109)
AYDIN, Merve S037 (85)
AYDIN, Uğurcan P057 (305)
AYDOĞDU, Mert Kadir S052 (105)
AYDOĞDU EMİR, Ayça S109 (170)
AYMAN, Şevval Bilge S035 (76)
AYRANCI, Vasıf Kubilay P200 (465)
AYTEKİN, Şeyma P012 (254)
AZARABADİ, Negin S006 (14)

B

BAĞCI, Gülsen P169 (430)
BAĞDER ELMACI, Simel P217 (482), P218 (483)
BAHADIR, Emre S023 (45)
BAKAN, Ceren S042 (88)
BAKAR, Bahar P072 (319)
BAKIRCI, Şeyma Alime S031 (72)
BALABAN, Rümeysa P098 (348)
BARLA DEMİRKOZ, Aslı P046 (295), P088 (332)
BARMAN, Büşra P171 (432)
BARRINGER, Sheryl S087 (143)
BAŞ, Sedef Melek S013 (20)
BAŞDOĞAN, Hakan S052 (105), S110 (171), S111 (172)
BAŞMAN, Arzu P096 (346), P097 (347)
BAŞTÜRK BERK, Bilge S079 (135)
BAYRAK, Büşra P124 (377)
BAYRAK, Kübranur P127 (380)
BAYRAKTAR, Beyzanur S074 (131), S094 (150)
BAYRAM, İpek P017 (255)
BAYSAL, Ayşe Handan P101 (351)
BEKİROĞLU, Yaren P150 (406)
BEKTAŞ, Batuhan P168 (429)
BENZER GÜREL, Duygu S118 (185), P175 (436)
BERÇİN, Merve P222 (490), P223 (491)
BERK, Berkay S067 (125), S068 (126), P058 (306)
BERK, Eda S109 (170)
BEYAZKAYA, Zeynep Sena P069 (316)
BIÇAKCI, Gülsüme P033 (264)
BİBEROĞLU, Aynur Sultan P043 (288)
BİLGİN, Gülnihal P069 (316)
BİNİCİ, Halil İbrahim S105 (158)
BİRDOĞAN, Eda Nur S095 (151)
BİTİM, Ezgi S116 (177)
BODRUK, Anıl P088 (332)
BORAN YAĞMUR, Nur Simay P099 (349)
BORREGO, Rute S085 (141)
BOYACI, İsmail Hakkı D06 (7), S123 (196), S139 (220), P182 (442), P187 (447)
BOYRAZ, Hilal Özge P213 (478)
BOZDAĞ, Aybüke P002 (249)
BOZDEMİR, Melek Tijen S046 (92)
BOZER, Rıdvan P175 (436)
BOZKURT, Akif Göktuğ S084 (140)
BOZKURT, Fatih S019 (41)
BOZKURT ABDİK, Ebru P168 (429), P169 (430)
BOZTEPE, Merve P148 (404)
BÖLEK, Sibel S028 (55)
BUDAK, Bilge P094 (344)
BUGAY, Azra Ece S047 (93)
BULAT, Tuğba S116 (177)
BUYRUK, Tuba S011 (18)
BÜYÜKKİLECİ, Ali Oğuz S072 (129)
BÜYÜKTAŞ, Duygu P066 (313)

C

CAM, Burcu P110 (359)
CAN, Ahmet Tarık S020 (42), S021 (43)
CAN, Ayşen P094 (344)
CAN, Başak S145 (225)
CANKURT, Hasan P205 (470), P216 (481)
CHOBDAR RAHIM, Saeid S057 (110)
CIRIK, Ülkü Hilal P219 (484)
CİNGÖZ, Faruk P085 (329)
CİNİVİZ, Melike P078 (324), P079 (325)
COSTA, Vânia S085 (141)
COŞANSU AKDEMİR, Serap S090 (146)

Ç

ÇAĞLIYAN, Meltem P065 (312)
ÇAKICI, Sonay P076 (322)
ÇAKIR, Ahsen Sena P182 (442)
ÇAKIR, İbrahim P147 (403), P177 (438), P224 (492)
ÇAKITLI, Gamze P170 (431)
ÇAKMAK, Güldeste P042 (287)
ÇAKMAK, Hülya P084 (328)
ÇALIŞKAN, Sümeyye P147 (403), P177 (438)
ÇALIŞKAN, Şevket P046 (295)
ÇALIŞKAN KOÇ, Gülşah S011 (18)
ÇAM, Çağla S109 (170)
ÇANCI, Şeyda P101 (351)
ÇANDIR, İrem S062 (113)
ÇAPANOĞLU, Esra S150 (233)
ÇAVDAROĞLU, Çağrı S062 (113), S072 (129)
ÇAVDAROĞLU, Elif S014 (21), S067 (125), S068 (126)
ÇAVUŞOĞLU, Almila P149 (405)
ÇAVUŞOĞLU, Zeynep S081 (137)
ÇELEBİ, Cansu P116 (365)
ÇELEBİ, Elif S091 (147), S138 (219)
ÇELİK, Abdurrahman P221 (489)
ÇELİK, Begümcan P077 (323)
ÇELİK, Gizem P118 (366)
ÇELİK, Güler P112 (360)
ÇELİK, Hilal P050 (299)
ÇELİK, Nazire Dilber P196 (452)

ÇELİK, Neslihan P218 (483)
ÇELİK, Şevval P095 (345)
ÇELİK, Zeynep İrem P069 (316)
ÇELİKBAŞ, Esra P071 (318)
ÇETİN, Ramazan Ülkü P078 (324), P079 (325)
ÇEVİK, Heval P150 (406)
ÇINAR, Elif S079 (135)
ÇİFTÇİ, Harun Sami P105 (355)
ÇOBANOĞLU, Ahsen Vuslat P128 (381)
ÇOKSARI, Gülay S135 (213)
ÇOLAK, Benay S108 (169)
ÇOLAK, Neslihan S138 (219)
ÇOPOĞLU, Enise S066 (124), P062 (309)
ÇOPUR, Ömer Utku S031 (72), P145 (401)
ÇORBACIOĞLU, Zeynep P125 (378)
ÇUKADAR, Feyzi S093 (149)

D

Da COSTA, Inês M. S085 (141)
DAĞDELEN, Adnan Fatih S013 (20), S023 (45), P011 (253), P012 (254), P018 (256), P021 (257), P035 (266), P148 (404), P151 (407), P186 (446)
DAĞLI, Elif P212 (477)
DALGIÇ, İsmail P021 (257)
DALLI, Cengiz P113 (361)
DALMIZRAK, Yağmur S128 (208)
DAVRAN, Cem P094 (344)
DECKER, Eric A. P017 (255)
DEDE, Nur P153 (409)
DEĞİRMENCİOĞLU, Esra P046 (295)
DELİOĞLAN, Duygu S093 (149)
DEMİR, Mertcan P086 (330), P089 (333)
DEMİR, Mustafa Kürşat S073 (130)
DEMİR, Şeyma S081 (137)
DEMİR, Zehra P108 (357)
DEMİRCİ, Ahmet Şükrü S032 (73)
DEMİRCİ, Kardelen S074 (131), S087 (143), S094 (150)
DEMİRCİ, Leyla S084 (140)
DEMİRCİ, Murat S101 (155)
DEMİRCİ, Vural S101 (155)
DEMİRDÖVEN, Aslıhan S018 (40)
DEMİRER, Şeydanur P028 (260)
DEMİRGÜL, Furkan S022 (44)
DEMİRKOL, Omca S090 (146)
DEMİROK SONCU, Eda P069 (316)
DEMİRTAŞ, Şevval P092 (335)
DENİZ, Ömer Faruk P181 (441)
DERELİ, Ezgi P092 (335)
DERİNSU, Ziya Ozan P138 (391)
DEVECİOĞLU, Dilara P044 (294)
DEVSEREN, Esra P135 (388)
DIBLAN, Sevgin S001 (10)
DİLBİRLİĞİ, Elif Nur P097 (347)
DİNÇ, Eda Nur P201 (466), P203 (468)
DİPCİSEL, Buket P082 (327)
DİRİM, Safiye Nur P040 (279)
DOĞAN, Ceyda S072 (129)
DOĞAN, Hakan S102 (156)
DOĞAN, Muhammed Ali P057 (305)
DOĞAN, Nuray P088 (332)
DOĞAN, Yaren P141 (393)
DOĞUER, Çağlar P105 (355)
DÖNMEZ, Hakan P046 (295)
DÖRTKÖŞE, Ceyda P154 (410)
DURAKLI VELİOĞLU, Serap S032 (73)
DURAN, Ezgi P018 (256)
DURAN, Sena İrem P204 (469)
DUSAK, Melda P178 (439)
DÜLGER ALTINER, Dilek P039 (278), P073 (320)
DÜNDAR, Ayşe Neslihan S025 (54), S122 (195), P208 (473), P212 (477)
DÜNDAR ÖZGİDER, Ezgi P226 (494)
DÜVEN, Gamze S102 (156), P041 (286)
DÜZGÜN, Sıla P063 (310)

E

EFET, Zehra P064 (311)
ELÇİK, Berfin Eda P101 (351)
ELMACI, Ceren S065 (123)
ELNASANELKASIM, Muhammed Allam S019 (41)
EMİR ÇETİNKAYA, Sinem S126 (199)
ENCU, Şeyma Betül S099 (153), S124 (197), P127 (380), P147 (403), P154 (410), P177 (438)
ERBAŞ, Neval Güler P185 (445)
ERBAY, Zafer D07 (8), S001 (10), S055 (108), S085 (141), S107 (160), P200 (465)
ERDEM, Büşra S148 (232)
ERDEVİREN, Ceyda P192 (449)
EREL, Hande P155 (411), P156 (412)
EREN MEMET, Ceren P004 (251)
ERGE, Aydın P030 (262)
ERGE, Hande Selen P042 (287)
ERGELEN, Pelin P071 (318)
ERGİN, Ceren Su P012 (254)
ERGİN, Mehmet Can P018 (256)

ERGİN ZEREN, Firuze S144 (224), P210 (475), P211 (476)
ERGÜN, Deniz P176 (437)
ERİM, Burak S105 (158)
ERMİŞ, Ertan P098 (348)
EROL, Kübra Feyza S075 (132), P074 (321)
EROL, Sena P202 (467), P207 (472)
ERSAN, Su S137 (218)
ERSUS, Seda P036 (267), P092 (335), P197 (453)
ERTAŞ, Zeynep S141 (221)
ERYAŞAR ÖRER, Kübra P102 (352)
ESENDEMİR, Yaren Didem S112 (173), S113 (174)
ETCİOĞLU, Ümran P129 (382)
EVCİN, Serdar Mustafa P132 (385)
EVREN, Mustafa P206 (471), P209 (474)
EYİZ, Vildan S037 (85)
EZGİ, Merve P225 (493)

F

FADILOĞLU, Eylem Ezgi S154 (240)
FERHATOĞLU, Osman Efe P018 (256)
FIRATLIGİL, Fatma Ebru S150 (233)
FİLİZ, Özge S020 (42), S021 (43)

G

GANİOĞLU, Şevval İlayda P153 (409)
GENEL, İlsu S042 (88)
GİRAY TUFAN, Ece S129 (209)
GÖKBEL, Fuat S103 (157), S136 (217), P181 (441)
GÖKCE, Gülşah S148 (232)
GÖKÇEN, Duygu P044 (294)
GÖKMEN, Gökhan Gurur P072 (319), P104 (354)
GÖKTAŞ, Hamza P147 (403), P177 (438)
GÖNÜLLÜ, Kübra S012 (19)
GÖRGÜLÜ, Ahmet S108 (169)
GÖRGÜN, Beyza S143 (223)
GÜL, Hatice Kübra P084 (328), P183 (443)
GÜL, Latife Betül P053 (301)
GÜL, Osman P053 (301), P055 (303)
GÜL, Yağmur P149 (405)
GÜLBANDILAR, Aysel S097 (152)
GÜLDANE, Mehmet P087 (331)
GÜLDİKEN, Gamze P021 (257)
GÜLEÇ, Hacı Ali S044 (90)
GÜLEN, Ecenaz S020 (42), S021 (43)
GÜMELİ, Merve S063 (114)
GÜMÜŞEL, Latif P194 (451)
GÜN, Cemre P007 (252)
GÜNAL, Nilgün P188 (448)
GÜNAL KÖROĞLU, Deniz S016 (39), P067 (314)
GÜNAY, Melek P138 (391), P152 (408)
GÜNAYDIN DAŞAN, Beyhan S123 (196)
GÜNDOĞDU, Aykut S049 (95)
GÜNDOĞDU, Şebnem P064 (311)
GÜNDÜZ, Fettah P128 (381)
GÜNDÜZ, Hatice P128 (381), P129 (382)
GÜNER, Cihat S052 (105), S110 (171)
GÜNER, Tarık Efe P021 (257)
GÜNEŞ, Gürbüz S100 (154)
GÜNEŞ, İlayda P042 (287)
GÜNEŞ, Meltem P193 (450)
GÜNEŞ, Özge P134 (387)
GÜNEŞ, Sinem P193 (450)
GÜNEŞ ALTUNTAŞ, Evrim S024 (46), S036 (77)
GÜNEŞER, Onur S004 (12)
GÜNÜNÇ, Ece Özge P066 (313)
GÜR, Ayla S122 (195)
GÜR, Esmanur P060 (308)
GÜRBÜZ, Ozan S064 (122)
GÜRBÜZ, Tunahan S040 (87)
GÜRHAN BAYIRLI, Melisa S118 (185)
GÜRKAN, Perihan S148 (232)
GÜRLEK, Gökhan P149 (405)
GÜVEN, Alper S030 (63)
GÜVEN, Derya S080 (136)
GÜVEN, Kübra S139 (220)
GÜVEN, Merve P173 (434)
GÜZDEMİR, Özgün S051 (104)

H

HACIDOĞAN, Pınar Anıl P131 (384)
HALLAÇ, Şevval P069 (316)
HANCI, Hazal P046 (295)
HANİK, Mustafa P007 (252)
HANTAL, Büşra P046 (295)
HASKARACA, Güliz P134 (387)
HAYALOĞLU, Ali Adnan D02 (3), P221 (489), P222 (490), P223 (491)
HAYTAOĞLU, Furkan P211 (476)
HELVACI, Dilara P036 (267)
HELVACI, Serhat P119 (367)
HOROZOĞLU BAYRAM, Sezen P126 (379)

I

IŞIK, Fatma P214 (479)

İ

İLHAN BAŞOĞLU, Eda P145 (401)
İLHAN ÖZKAN, Melda S079 (135), S154 (240), P101 (351)
İNAL, Murat S148 (232)
İNAN, Mehmet P159 (423)
İNTEPE, Murat P093 (343)
İSPİRLİ, Hümeyra D04 (5)

K

KAAN, Işıl P210 (475), P211 (476)
KABAK, Bülent S076 (133), S082 (138)
KAÇAR, Zeynep P103 (353)
KAHRAMAN, Merve S106 (159)
KAHVE, Halil İbrahim S054 (107), S056 (109)
KAHVECİ, Meliha P126 (379)
KALAYCIOĞLU, Betül P095 (345)
KALKAN, Selin S089 (145)
KALKAVAN, Deryanur S020 (42), S021 (43)
KAMİLOĞLU BEŞTEPE, Senem P037 (276), P038 (277), P068 (315), P081 (326), P094 (344)
KANAT, Nihal S090 (146)
KANDİL, Merve S146 (226), S152 (235)
KAPLAN, Meliha Ayza P053 (301)
KAPLAN TÜRKÖZ, Burcu P072 (319)
KAPUCUOĞLU SEZER, Tuğba S101 (155)
KARA, Recep S111 (172)
KARA ERTEKİN, Simge P108 (357)
KARAALİOĞLU, Onur P155 (411), P156 (412)
KARABULUT, Asude P136 (389)
KARABULUT, Emine S035 (76)
KARABULUT, Esra S050 (96), S065 (123)
KARABULUT, Gülşah P028 (260)
KARAÇELİK SAĞIR, Ece Nur P136 (389)
KARADUMAN, Mustafa P165 (427), P168 (429), P169 (430)
KARADUMAN, Yaşar S050 (96), S108 (169)
KARAGÜL YÜCEER, Yonca S004 (12), P001 (242)
KARAGÜZEL, Sıla P217 (482)
KARAHALİL, Ercan S127 (200), S130 (210)
KARAKURT MUMCU, Hasret P201 (466), P203 (468)
KARAMAN, Bige S121 (188)
KARASU YALÇIN, Seda P102 (352)
KARBANCIOĞLU GÜLER, Funda D05 (6), P044 (294)
KATLIOĞLU, Gaye P226 (494)
KAYA, Bahar P149 (405)
KAYA, Burcu S004 (12), P001 (242)
KAYA, Doğan P137 (390)
KAYA, Elif Ceren P037 (276)
KAYA, Feyza P056 (304)
KAYA, Hayrunnisa P122 (369)
KAYA, İsmail Umut P134 (387)
KAYA, Mustafa P064 (311)
KAYA, Zehra P176 (437)
KAYA, Zeliha S089 (145)
KAYA BAYRAM, Sibel S079 (135), S154 (240), P101 (351)
KAYA TURAN, Büşra P222 (490), P223 (491)
KAYAHAN, Seda P054 (302)
KAYIN ÇETİN, Gülgün P201 (466), P203 (468)
KAYMAK ERTEKİN, Figen S020 (42), S021 (43)
KAYRA, Neslihan S137 (218)
KAYUPOVA SABİTOVNA, Maira P215 (480)
KELEŞ, İrem Gül S013 (20)
KELEŞ, Sevim P181 (441)
KESGİN, Şeyma S053 (106)
KESKİN, Merve S012 (19)
KESKİN, Semin Özge P109 (358)
KESKİN, Sevde Nur P011 (253), P059 (307)
KILIÇ, Gülden P106 (356)
KILIÇ, Seda S060 (111)
KILIÇ, Semanur P065 (312)
KILINÇ, Baldan S049 (95)
KILMANOĞLU, Hilal P070 (317)
KIRAÇ DEMİREL, Fatma Tuba P051 (300), P059 (307), P148 (404)
KIRDI, Kardelen Sena S150 (233)
KIRDI, Seda P181 (441)
KIRMIZIGÜL PEKER, Ayşegül S042 (88), S047 (93), S048 (94)
KIRTIL, Emrah P095 (345), P133 (386)
KIŞLA, Duygu P072 (319)
KIYMA, Öznur P143 (395)
KIZILAY KURŞUN, Hatice Kübra S144 (224)
KİLCİ, Zeynep P078 (324), P079 (325)
KOCA, Nurcan S116 (177), S120 (187), S138 (219)
KOCA YAĞMURCA, Esra S033 (74)
KOCABAŞ, İrem P136 (389)
KOCAER, Nadide P093 (343)
KOCAOĞLU, Gözde S050 (96)
KOCATÜRK, Kübra P046 (295)
KOÇAK YANIK, Derya S080 (136)
KONAR, Nevzat S065 (123)
KONURBAEVA, Aisulu S050 (96)
KOREL, Figen P066 (313)

KORUKLUOĞLU, Mihriban S061 (112)
KOŞAR, Derin S014 (21)
KOVANCILAR, Umut P113 (361)
KOYUKAN, Buket S148 (232)
KÖPRÜALAN AYDIN, Özgün P126 (379), P142 (394)
KULA, Beyza P100 (350)
KUMCUOĞLU, Seher S128 (208)
KUNT, Yasemin Mia P040 (279)
KURT, İrem S137 (218)
KURT, Ulduz Kazemzadehazad S147 (231)
KURUÇ, Berna Hateme P216 (481)
KUŞ, Fatih P116 (365)
KUTBAY, Burcu P092 (335)
KUTLU, Gözde S075 (132)
KUTLU, Yağmur P011 (253), P059 (307)
KUTLU KANTAR, Naciye P022 (258)
KÜÇÜK, Melike P110 (359)
KÜÇÜKÇETİN, Ahmet S144 (224), P210 (475)
KÜLAK, Eda S008 (16)
KÜRGEN, Ebru P070 (317)

L

LAÇİN, Meltem P096 (346), P097 (347)
LEVENT, Hacer P029 (261)
LOPEZ-MAS, Laura S101 (155)

M

MAMOUDOU ANZA, Adamou S117 (178), P196 (452)
MEMECAN, Begüm Ceren P180 (440)
MERAL, Hilal S018 (40)
MERT, Elif Ayça P153 (409)
MERTADAM, Sercan P085 (329), P086 (330)
MOHAMMAD, Raiyan P055 (303)
MUŞMUL, Erol P226 (494)
MUYANLI, Elif Bircan S086 (142)

N

NADERKHAMSEH, Amirmohammad P036 (267), P197 (453)
NAK, Ceylin P051 (300)
NALBANT, Ali P034 (265)
NALINCI, Çağla P134 (387)
NİKEREL, Emrah S137 (218)
NUCCITELLI, Anna P017 (255)
NURKO, Eda P175 (436)

O

ODABAŞ, Eylem S082 (138)
ODABAŞ, Halil İbrahim S065 (123)
ODABAŞ, İrem S128 (208)
ODABAŞI, Sibel S077 (134)
OKTA ÖZKAN, Hayriye S148 (232)
OKUMUŞ, Esma Nur S136 (217)
OKUR ÖZAKÇAYLI, Sena S035 (76), P173 (434)
OLCAY, Hatice Sena P050 (299)
OLCAY, Nezahat S073 (130)
ONGAN BAHAR, Görkem P143 (395)
ORAL, Betül S034 (75)
ORAL, Hasan P138 (391), P152 (408)
ORAL, Rasim Alper P122 (369)
ORHAN, Melissa S116 (177)
OSKAY, Mustafa S088 (144)
OSMAN, Bilgen P110 (359)

Ö

ÖMÜRLÜ, Merve P034 (265)
ÖNCÜ ÖNER, Tülay S069 (127)
ÖVENLER, Emir S005 (13)
ÖZ, Ali P184 (444)
ÖZ, Ayşe Tülin S063 (114)
ÖZ, Edanur S145 (225)
ÖZAKBAŞ, Zeynep P011 (253), P059 (307)
ÖZARSLAN NADHIM, Işıl P202 (467), P207 (472)
ÖZATA, Amine Beyza P180 (440)
ÖZBAĞIR, Esma Beril P011 (253), P059 (307)
ÖZBAŞ, Zekiye Yeşim S046 (92)
ÖZBEK, Simge P132 (385), P133 (386)
ÖZBEK, Yağmur Eda P136 (389)
ÖZBEY, Fatih S076 (133)
ÖZCAN, Fahriye Şeyma S019 (41)
ÖZCAN, Nihat S019 (41)
ÖZCAN SİNİR, Gülşah S061 (112)
ÖZÇAKMAK, Sibel S092 (148)
ÖZDEMİR, Beyza S035 (76)
ÖZDEMİR, Yasin P054 (302)
ÖZDEMİRLİ, Nurdan P068 (315), P081 (326)
ÖZDERE YILMAZ, Buse S128 (208)
ÖZDESTAN OCAK, Özgül S020 (42), S021 (43)
ÖZDİKİCİERLER, Onur P054 (302)
ÖZEL, Ekrem P064 (311)
ÖZEL, Esin S144 (224)
ÖZEL, Murat Baha P192 (449)
ÖZER, Çağla S141 (221), S142 (222)

ÖZER, Hamdi Barbaros P155 (411)
ÖZGÖREN, Ayşe Selin S061 (112)
ÖZKALDI, Nehir Erva P218 (483)
ÖZKAN, Gülay P044 (294)
ÖZKAN, Hayriye P187 (447)
ÖZKAN, Sonay P007 (252)
ÖZKAN BÖLÜKBAŞI, Şeyma P112 (360)
ÖZKAN KARABACAK, Azime S011 (18), S031 (72), P145 (401)
ÖZKÖK, Ergin S093 (149)
ÖZLER, Ayşenur S143 (223)
ÖZMEN, Duygu P091 (334)
ÖZMEN TOĞAY, Sine S101 (155), S102 (156)
ÖZOĞUL, Büşra Özge S048 (94)
ÖZSOY, Kerem S136 (217), P159 (423)
ÖZTEKİN, Sebahat S011 (18)
ÖZTOP, Halil Mecit D01 (2)
ÖZTUĞ, Aslı S037 (85), P194 (451)
ÖZTÜRK, Eymen P129 (382)
ÖZTÜRK, Fatma P128 (381)
ÖZTÜRK, Sinem S051 (104)
ÖZTÜRK KOÇAK, Meliha S045 (91)
ÖZÜESEN, Selin P146 (402)
ÖZÜLKÜ, Görkem P050 (299)
ÖZÜREKLİ, Beyzanur S035 (76)

P

PALABIYIK, İbrahim P105 (355)
PARLAK, Mahmud Ekrem S025 (54), S029 (62), S040 (87), S053 (106), S060 (111), S066 (124), S070 (128), P062 (309), P077 (323)
PEHLİVAN, Necati S053 (106)
PEHLİVAN BOZDEMİR, Aslı Deniz S046 (92)
PEKDEMİR, Gülşah S049 (95), S086 (142)
PEŞMEN, Berfin P036 (267), P197 (453)
PİLAVTEPE-ÇELİK, Mutlu P100 (350), P109 (358)
POLAT, Emine Sevilay P181 (441)
POLAT, Süleyman S117 (178), P196 (452)
POLAT KAYA, Havva S043 (89)

R

ROQDI, Nada P147 (403), P177 (438)

S

SABANCI, Kevser S072 (129)
SABUNCU, Merve S102 (156)
SAĞDIÇ, Fadime P092 (335)
SAĞDIÇ, Osman S019 (41)
SAĞLAM, Burcu P007 (252)
SAĞLAM, Gizem P100 (350)
SAKA, Merve P183 (443)
SALİH, Şeyma Nur P134 (387)
SALMAN, Zeynep P153 (409)
SALUM, Pelin S002 (11)
SARGIN, Sait P225 (493)
SARI, Fatimatüz Zehra S028 (55)
SARICAOĞLU, Beyza S150 (233)
SARICAOĞLU, Furkan Türker S025 (54), S029 (62), S040 (87), S053 (106), S060 (111), S070 (128), S122 (195), S153 (239), P062 (309), P076 (322), P077 (323)
SARIKAYA, Ebru P088 (332)
SARIOĞLU, Dilanur P123 (376)
SAVAŞ, Adem S152 (235)
SAYGILI, Rümeysa P030 (262)
SAZAK, Bilge P218 (483)
SEKBAN, Selda S083 (139)
SELEK AKSOY, İlknur P088 (332)
SERVİ, Hüseyin P108 (357)
SEVİM, Beril P197 (453)
SEVİM, Büşra S024 (46)
SEYHUN, Nadide P060 (308), P063 (310), P065 (312), P122 (369), P139 (392), P153 (409), P198 (461), P213 (478), P225 (493)
SEZER, Buse S100 (154)
SOLAK, Rukiye S016 (39), P067 (314)
SOLMAZ, Ebru P093 (343)
SOYAKİL, Ayşegül S050 (96)
SOYDAN TEKİN, Büşra P143 (395)
SOYER, Ayla S147 (231)
SOYTÜRK, Zeynep Nazlım P069 (316)
SOYUYÜCE, Manolya S097 (152)
SÖKMEN, Özen P041 (286)
SÖZBİLEN, Gözde Seval S055 (108)
SUBAŞI, Merve P161 (424)
SUBAŞI, Zeynep S060 (111)
SUNA, Senem S064 (122)
SÜFER, Özge S011 (18), P145 (401)
SÜRMELİ, Yusuf S119 (186)
SÜZEN, Emret P085 (329)

Ş

ŞAHAN, Yasemin D03 (4), S101 (155), S102 (156), P110 (359)
ŞAHİN, Ali P034 (265)
ŞAHİN, Alp Eren P093 (343)
ŞAHİN, Ekin Selin P217 (482), P218 (483)

ŞAHİN, Fatma P074 (321)
ŞAHİN, Gizem P130 (383)
ŞAHİN, Hüseyin P034 (265)
ŞAHİN, Oya Irmak S125 (198)
ŞAHİN, Zuhal P087 (331)
ŞAHİN BOL, Gizem P201 (466), P203 (468)
ŞAHİN DİLMENLER, Pınar P186 (446)
ŞAHİN SEVGİLİ, Selin P047 (296), P048 (297)
ŞAHİNGİL, Didem P221 (489)
ŞANLI, İlayda P044 (294)
ŞANLI, Nurullah P163 (426)
ŞANLIDERE ALOĞLU, Hatice S044 (90)
ŞAŞ, Adile P022 (258)
ŞEKER, Gamze P007 (252)
ŞEKERCİ, Guşef P137 (390)
ŞEKEROĞLU, Rumeysa P087 (331)
ŞEN, Meryem P122 (369)
ŞEN, Şevval P135 (388)
ŞENGÜL-BİNAT, Hafizenur S150 (233)
ŞENGÜN, İlkin S042 (88), S047 (93), S048 (94)
ŞENKAYA, Selin S121 (188)
ŞENOCAK, Sude P218 (483)
ŞİMŞEK, Emine Şeyma P159 (423)
ŞİMŞEK, Sahra Rukiye S060 (111)
ŞİMŞEK, Zehra S103 (157)
ŞİRİN, Yakup S148 (232)
ŞİRİN KAYA, Burcu S137 (218)
ŞÜĞÜN, Ercan P149 (405)

T

TAÇYILDIZ, Taylan Alp P218 (483)
TAJIBAEVA, Raykhon S064 (122)
TAMUSTA, Ecenaz P142 (394)
TANER, Gökçe P139 (392)
TANIK, Aleyna P149 (405)
TAŞKIN, Didem P155 (411)
TAŞKIN, Ferit Kaan P021 (257), P051 (300)
TAŞKIRAN, Ferhat S130 (210)
TAŞTEPE, Bilal P214 (479)
TAVMAN, Şebnem S079 (135), S128 (208)
TEKELİ, İlayda P165 (427)
TEKİN, Ali P221 (489)
TEMİZ, İnci S047 (93)
TIRPANCI SİVRİ, Göksel S032 (73)
TİFTİKÇİ, Papatya P049 (298)
TİREKİ, Suzan S034 (75), S083 (139)
TİRYAKİ GÜNDÜZ, Gülten S116 (177), S120 (187)
TOK, Beyza P205 (470)
TOKER, Ömer Said S045 (91)
TOKUOĞLU, Betül S048 (94)
TOKUR, Yasemin P048 (297)
TOMAR, Gizem Şevval P099 (349)
TOMAS, Merve P037 (276)
TONTUL, İsmail S037 (85)
TOPAK, Simay P036 (267)
TOPBAŞ, Emine Feyza P027 (259)
TOPCU, Ali S116 (177), P155 (411)
TOPRAKÇI YÜKSEL, İrem P047 (296), P048 (297)
TOPTAŞ TAĞ, Aslı S007 (15), P003 (250), P004 (251)
TORUNLER, Zeynep P208 (473)
TORUZ, Faden İrem P172 (433)
TOSUN, Çisil S049 (95)
TUNA, Sibel P151 (407)
TUNCEL, Necati Barış S039 (86), S043 (89)
TUNÇ, Merve Tuğçe S065 (123)
TURAL, Serpil S091 (147)
TURAN, Elif P139 (392)
TURAN, Emre P031 (263)
TURAN, Semra S016 (39), P067 (314)
TURGUT, Ece P100 (350)
TÜFEKÇİ, Cansu S099 (153)
TÜMAY ÖZER, Elif P110 (359)
TÜMER, Meryem S020 (42), S021 (43)
TÜRK, Asena S065 (123)
TÜRKER, Burçak S055 (108)
TÜRKUÇAR, Mihriban P062 (309)
TÜZÜN, İrem S067 (125), S068 (126)

U

UÇAR, Gülşen P051 (300)
UĞURLU, Sude Nur S042 (88)
UĞUZ, Ayşegül P029 (261)
ULUSOY, Birsen P012 (254)
URGANCI, Ünkan P214 (479)
URGU ÖZTÜRK, Müge S116 (177)
USTA, Damla S121 (188)
UYSAL PALA, Çiğdem P057 (305)
UZUN, Pınar P088 (332)
UZUNER, Sibel P066 (313)

Ü

ÜLKERYILDIZ BALÇIK, Eda S015 (22)
ÜNAL, Gülfem P082 (327)
ÜNAL TURHAN, Emel S089 (145)
ÜNEY ÇAM, Sinem P170 (431)

ÜNLÜ, Aleyna P028 (260)
ÜNLÜTÜRK, Mehmet Süleyman S067 (125), S068 (126)
ÜNLÜTÜRK, Sevcan S067 (125), S068 (126)
ÜNSAL, Ömer Faruk S060 (111)
ÜSTÜN, Selinay P063 (310)

V

VARLIK, Zeynep Sena S103 (157)
VATANSEVER, Gül S122 (195)
VELİOĞLU, Hasan Murat S119 (186), S126 (199)
VIEGAS, Cláudia S085 (141)
VURMAZ, Melike P222 (490), P223 (491)

Y

YAĞIZ, Mecid P018 (256)
YANARDAĞ KARABULUT, Şeyda S044 (90)
YANIK, Fatma S070 (128)
YAVAŞ, Rümeysa P038 (277)
YAVUZ, Günnur S102 (156)
YAVUZ, Kadir P039 (278), P073 (320)
YAZĞAN, Nazife Nur S103 (157), S136 (217), P181 (441)
YAZICIGİL, Pelin P119 (367)
YEKELER, Fatma Zehra P043 (288)
YEMİŞÇİOĞLU, Fahri P054 (302)
YENDİ, Uğur P086 (330)
YEŞİLYURT, Ebrar P036 (267)
YEŞİLYURT, Mehmet Ergül S143 (223), P194 (451)
YETAN, Ersin P136 (389)
YILDIRAN, Zehra Nur P153 (409)
YILDIRIM, Aslı S099 (153), S124 (197)
YILDIRIM, Halide S141 (221), S142 (222)
YILDIRIM, Jale S121 (188)
YILDIZ, Başak S030 (63)
YILDIZ, Eda S009 (17)
YILDIZ, Gökçen P043 (288), P157 (413), P158 (414)
YILDIZ, Hasan Mert S097 (152)
YILDIZ, Melek P004 (251)
YILDIZ, Mustafa S151 (234)
YILDIZ, Zehra İrem S066 (124), P118 (366)
YILDIZ ÖZDEMİR, Semanur S055 (108), S112 (173), S113 (174), P134 (387)
YILDIZ ÖZTÜRK, Ece S069 (127)
YILDIZ TURP, Gülen P146 (402), P149 (405)
YILMAZ, Bilge S119 (186), S126 (199)
YILMAZ, Dilek P198 (461)
YILMAZ, Doğa S014 (21)
YILMAZ, Ezgi P091 (334)
YILMAZ, Fatih Mehmet S074 (131), S087 (143), S094 (150)
YILMAZ, Gülay P060 (308)
YILMAZ, İlkay S005 (13)
YILMAZ, Melek P042 (287)
YILMAZ, Merve Sılanur S115 (176)
YILMAZ, Remziye S049 (95), S086 (142)
YILMAZ TUNCEL, Neşe P172 (433)
YİĞİT, Betül P035 (266)
YİĞİT ÇINAR, Aycan P070 (317), P124 (377), P125 (378), P198 (461)
YOLCI ÖMEROĞLU, Perihan P186 (446), P215 (480)
YURDACAN, Gizem P001 (242)
YURTTAŞ, Esra Gül P157 (413)
YÜCE, Hande P204 (469)
YÜKSEL, Kübra S142 (222)
YÜKSEL DEMİRCİ, Çiğdem S088 (144)
YÜZER, Mustafa Onur P031 (263)

Z

ZENGİN, İlayda S060 (111)
ZOR, Emine Zülal S005 (13)
ZORBA, Murat P056 (304)
ZORBA, Nükhet Nilüfer P103 (353)

SPONSORLARIMIZ

ALTIN SPONSOR

Eker

BRONZ SPONSORLAR

BESLER

Bioneks®

BioCAP™ | BioPLATE™

eriş

DESTEK SPONSORLARI

BURSA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

ÇAYKUR

ETKİN PROJE

Golf Kalitenin Tadını Çıkar!

Kayra Yemek

KESTEL Kestane Şekeri

KISMET SÜT TATLILARI

köpüklü TÜRK KAHVESİ MAKİNESİ

limon catering

MARMARABİRLİK "since 1954"

RS Analitik

TRADEMORPH GIDA VE LABORATUVAR TEKNOLOJİLERİ

unpa PASTANELERİ 1987

TÜRKİYE 16. GIDA KONGRESİ

15-17 Ekim 2026

BİLDİRİLER KİTABI

15-17 Ekim 2026 · Bursa · gidakongresi2026.org

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

Gıda Teknolojisi Derneği · GTD · The Association of Food Technology in Turkey · 1973

TÜBİTAK

ISBN 978-625-00-4887-0

