

e-ISSN 2822-2873

ISSN 1303-3107

GIDA VE YEM BİLİMİ - TEKNOLOJİSİ

JOURNAL OF FOOD AND FEED SCIENCE - TECHNOLOGY

Yıl/Year: 20

Sayı/Number: 29

2023/1

GIDA VE YEM BİLİMİ - TEKNOLOJİSİ DERGİSİ

Journal of Food and Feed Science - Technology

ISSN 1303-3107

e-ISSN 2822-2873

Yayın Bilgileri (Editorial Information)

Gıda ve Yem Kontrol Merkez
Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü adına sahibi
Owner on behalf of Central Research
Institute of Food and Feed Control

Dr. Yıldray İSTANBULLU*

Dergi Sahibi-Journal Owner
(Enstitü Müdürü-Institute Manager)

Dr. Nazan ÇÖPLÜ*

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü (Editor in Chief)

Dr. Vesile ÇETİN*

Yardımcı Yazı İşleri Müdürü (Assistant Editor)
ve İstatistik Editörü (Statistical Editor)

Dr. Hakan TOSUNOĞLU*

Yardımcı Yazı İşleri Müdürü (Assistant Editor)

Ekrem KATMER*

Yardımcı Yazı İşleri Müdürü (Assistant Editor)

Reklam ve Abone İşleri (Advertisement and Subscription)

Grafik Tasarım (Graphics Design)

Dr. Arzu YAVUZ*

Alan Editörü (Technical Editor) ve Dil Editörü (Language Editor)

Dr. Banu AKGÜN*

Alan Editörü (Technical Editor) ve Dil Editörü (Language Editor)

Filiz ÇAVUŞ*

Alan Editörü (Technical Editor) ve İstatistik Editörü (Statistical Editor)

Dr. Erdinç ALTINÇEKİÇ*

Alan Editörü (Technical Editor), İstatistik Editörü (Statistical Editor)

ve Mizanpaj Editörü (Layout Editor)

Nagihan UĞUR*

Alan Editörü (Technical Editor) ve İstatistik Editörü (Statistical Editor)

Şifa ÇALIŞKAN*

Alan Editörü (Technical Editor), Dil Editörü (Language Editor)

ve İstatistik Editörü (Statistical Editor)

* Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

Basım (Printing)

SANAT MATBAASI

Selamet Mah. Dr. Sadık Ahmet Cad.

Sütçüoğlu Sitesi A Blok 27/A Osmangazi/BURSA

sanatmat@hotmail.com

Telefon (Telephone) : +90 224 224 2829

Belgegeçer (Fax) : +90 224 222 0054

Yönetim ve Yayın Adresi (Administration and Publishing Address)

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Adalet Mah. 1. Hürriyet Cad., No: 128-2

Hürriyet - 16160 Osmangazi / BURSA

Telefon (Telephone) : + 90 224 246 4720 (Pbx)

Belgegeçer (Fax) : + 90 224 246 1941

E-posta (e-mail): bursagida@tarimorman.gov.tr

Web adresleri (Web sites):

dergipark.org.tr/tr/pub/bursagida/

dergipark.org.tr/en/pub/bursagida/

arastirma.tarimorman.gov.tr/bursagida

foodandfeed.org

Bu Sayının Bilimsel Yayın Danışmanları* (Advisory Board)

Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Fahrettin GÖÇÜŞ

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Hasan VURAL

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Tarım Ekonomisi Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Semih ÖTLEŞ

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Şefik KURULTAY

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

Doç. Dr. Hasan CANKURT

Kayseri Üniversitesi, Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu
Gıda İşleme Gıda Teknolojisi Programı, Türkiye

Doç. Dr. Perihan YOLCI ÖMEROĞLU

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Seda GENÇ

Yaşar Üniversitesi, Meslek Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu
Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Şebnem BUDAK

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Süt Teknolojisi Bölümü, Türkiye

Associate Professor, Gabriela IODACHESCU, PhD.

Dunărea de Jos University, Faculty of Food Science and Engineering,
Department of Food Science, Food Engineering, Biotechnology and Fisheries, Romania

Dr. Öğr. Üyesi Sevgi DIBLAN

Tarsus Üniversitesi, Mersin Tarsus Organize Sanayi Bölgesi
Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Sibel BÖLEK

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Türkiye

Dr. Ali TEKİN

Tarım ve Orman Bakanlığı
Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

Dr. Buket ÇETİNER

Tarım ve Orman Bakanlığı
Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

Dr. Huriye Özgül UÇURUM

Tarım ve Orman Bakanlığı
Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

Dr. Elif SAVAŞ

Balıkesir Üniversitesi
Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Dr. Mehmet Cengiz ARSLANOĞLU

Tarım ve Orman Bakanlığı
Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

Dr. Pınar UZUN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Gelendost Meslek Yüksekokulu
Gıda İşleme Bölümü, Türkiye

Dr. Ramazan KONAK

Tarım ve Orman Bakanlığı
İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

*İsimler unvanlarına göre alfabetik sıra ile yazılmıştır.
Names are written in alphabetical order according to titles.



arastirma.tarimorman.gov.tr/bursagida
foodandfeed.org

ISSN 1303-3107
e-ISSN 2822-2873

GIDA VE YEM BİLİMİ - TEKNOLOJİSİ DERGİSİ

*Journal of
Food and Feed
Science - Technology*

Yıl/Year: 20

Sayı/Number: 29

2023/1

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Central Research Institute of Food and Feed Control

YAYIN KURULU*
(*Editorial Board*)

Dr.Nazan ÇÖPLÜ, Sorumlu Yazı İşleri Müdürü (Editor) (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.Vesile ÇETİN, Yardımcı Yazı İşleri Müdürü (Assistant Editor) ve İstatistik Editörü (Statistical Editor) (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.Hakan TOSUNOĞLU, Yardımcı Yazı İşleri Müdürü (Assistant Editor) (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Ekrem KATMER, Yardımcı Yazı İşleri Müdürü (Assistant Editor) (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.Arzu YAVUZ, Alan Editörü (Technical Editor) ve Dil Editörü (Language Editor) (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.Banu AKGÜN, Alan Editörü (Technical Editor) ve Dil Editörü (Language Editor) (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Filiz ÇAVUŞ, Alan Editörü (Technical Editor) ve İstatistik Editörü (Statistical Editor) (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.Erdinç ALTINÇEKİÇ, Alan Editörü (Technical Editor), İstatistik Editörü (Statistical Editor) ve Mizanpaj Editörü (Layout Editor) (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Nagihan UĞUR, Alan Editörü (Technical Editor) ve İstatistik Editörü (Statistical Editor) (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Şifa ÇALIŞKAN, Alan Editörü (Technical Editor), Dil Editörü (Language Editor) ve İstatistik Editörü (Statistical Editor) (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Prof.Dr.Abdulkadir ÇILTAŞ (Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Abdullah ÖKSÜZ (Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Ahmet İNCE (Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye)

Prof.Dr.Ali GÜNDOĞDU (Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Aycan TOSUNOĞLU (Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Bahattin AKDEMİR (Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Behiç COŞKUN (Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Tarım ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Türkiye)

Prof.Dr.Belgin İZGİ (Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Belgin SIRIKEN (Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye)

Prof.Dr.Betül GÜROY (Yalova Üniversitesi, Merkez Araştırma Laboratuvarı, Türkiye)

Prof.Dr.Bilgen OSMAN (Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Canan Ece TAMER (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Cem KARAGÖZLÜ (Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Cemalettin SARIÇOBAN (Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Derya YEŞİLBAĞ (Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye)

Prof.Dr.Elif TÜMAY ÖZER (Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen -Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye)

*İsimler, unvanlara göre alfabetik sırada yazılmıştır.
Names are written in alphabetical order according to titles.

YAYIN KURULU*
(*Editorial Board*)

Prof.Dr.Esra ÇAPANOĞLU (İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Emrah TORLAK (Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji Ve Genetik Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Fahrettin GÖĞÜŞ (Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Faruk BALCI (Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye)

Prof.Dr. Fatih ŞEN (Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe bitkileri bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Filiz ÖZÇELİK (Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Gülden BAŞYİĞİT KILIÇ (Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Gürbüz GÜNEŞ (İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Güzin KABAN (Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Hale ŞAMLI (Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye)

Prof.Dr.Harun DIRAMAN (Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Hasan VURAL (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Hasan YALÇIN (Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Hasan YETİM (İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Mühendislik Ve doğa

Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Hülya GÜL (Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Hüseyin ESECELİ (Bandırma On yedi Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.İbrahim AK (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Kağan KÖKTEN (Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Lütfiye YILMAZ ERSAN (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.M. Haluk TÜRKDEMİR (Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Mehmet YÜCEER (İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Mete YILMAZ (Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Mihriban KORUKLUOĞLU (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Muhammet ARICI (Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Murat TAŞAN (Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Nurgül ÖZBAY (Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya ve Süreç Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Osman KOLA (Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Osman TİRYAKİ (Çanakkale Onsekiz Mart, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Türkiye)

*İsimler, unvanlara göre alfabetik sırada yazılmıştır.
Names are written in alphabetical order according to titles.

YAYIN KURULU*
(*Editorial Board*)

Prof.Dr.Oya IŞIK (Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Ozan GÜRBÜZ (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Ömer Utku ÇOPUR (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Özkan ÖZDEN (İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Özlem TURGAY (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Ramazan GÖKÇE (Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Remziye YILMAZ (Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Saliha ŞAHİN (Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Semih ÖTLEŞ (Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Seran TEMELLİ (Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye)

Prof.Dr.Serkan SELLİ (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Şefik KURULTAY (Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Şerife Şule CENGİZ (Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye)

Prof.Dr.Şule TURHAN (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Tanay BİLAL (İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye)

Prof.Dr.Tuba YILDIRIM (Amasya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Tülay ÖZCAN (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Ufuk KARADAVUT (Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Ufuk Tansel ŞİRELİ (Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Uğur GÜNŞEN (Bandırma Onyedil Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Uğur TAMER (Gazi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Temel Eczacılık Bilimleri Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Şerife TÜTÜNCÜ (Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Yasemin ŞAHAN (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr.Zeki GÜRLER (Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye)

Prof.Dr.Zerrin ERGİNKAYA (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Prof.Dr. Zeynel DALKILIÇ (Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Ali İhsan ATALAY (Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Alya ASLANER (Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Ahmet Levent İNANÇ (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Arzu AKPINAR BAYİZİT (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Ayşegül KUMRAL (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

*İsimler, unvanlara göre alfabetik sırada yazılmıştır.
Names are written in alphabetical order according to titles.

YAYIN KURULU*
(*Editorial Board*)

Doç.Dr.Bayram ÇETİN (Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Cemalettin BALTACI (Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Çağrı Özgür ÖZKAN (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Göksun Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Derya KOÇAK YANIK (Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Dilek DEMİRBÜKER KAVAK (Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Emine BUDAKLI ÇARPICI (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Esmeray KÜLEY BOĞA (Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Fatih TÖRNÜK (Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalürji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Assoc.Professor Gabriela IORDACHESCU (Dunarea de Jos University, Faculty of Food Science and Engineering, Food Science, Food Engineering Biotechnologies and Aquaculture Department, Romania)

Doç.Dr.Hasan CANKURT (Kayseri Üniversitesi, Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Gıda Teknolojisi Programı, Türkiye)

Doç.Dr.Hasan Hüseyin KARA (Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Köksal KARADAŞ (Iğdır Üniversitesi, Iğdır Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Türkiye)

Assoc.Professor Liliana MIHALCEA (Universitatea Dunarea de Jos Galati, Department of Food Science, Food Engineering and Applied Biotechnology, Romania)

Assoc.Lecturer.Dr.Mustafa Zafer ÖZEL (Green Chemistry, Department of Chemistry, University of York, UK)

Doç.Dr.Mustafa Kürşat DEMİR (Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Mustafa YAMAN (İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Oktay YERLİKAYA (Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Osman ÜÇÜNCÜ (Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Özlem ESMER (Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Perihan YOLCI ÖMEROĞLU (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Rasim Alper ORAL (Bursa Teknik Üniversitesi; Doğa Bilimleri, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi; Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Seda GENÇ (Yaşar Üniversitesi, Meslek Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Salih KARASU (Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalürji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Senem KAMILOĞLU BEŞTEPE (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Sine ÖZMEN TOĞAY (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Şebnem BUDAK (Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Şebnem PAMUK (Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye)

*İsimler, unvanlara göre alfabetik sırada yazılmıştır.
Names are written in alphabetical order according to titles.

YAYIN KURULU*
(*Editorial Board*)

Doç.Dr.Tuba ŞANLI (Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Türkiye)

Doç.Dr.Yekta GEZGİNÇ (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Adnan Fatih DAĞDELEN (Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Aşkın BİRGÜL (Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Ayşe Neslihan DÜNDAR (Bursa Teknik Üniversitesi, Doğa Bilimleri, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Çağla ÖZBEK (Toros Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım Ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Çisem BULUT ALBAYRAK (Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Dilek Dülger ALTINER (Kocaeli Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Ertan ERMİŞ (İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Fatma CEBECİ (Bayburt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Fatma Kübra SAYIN (Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Gamze TOYDEMİR ŞEN (Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Gökhan İNAT (Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Halime UĞUR (Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Harun HURMA (Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ekonomi Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Hatice Ahu ERDEM KAHRAMAN (Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi İnci ÇINAR (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi İncilay GÖKBULUT (İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi İlkay YILMAZ (Başkent Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Programı, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Mahmut GENÇ (Beykoz Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Mevhibe TERKURAN (Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadiri Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Mukaddes KILIÇ BAYRAKTAR (Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Oya SİPAHİOĞLU (Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Pınar UZUN (Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Gelendost Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Rahmi UYAR (Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Sema KONYALI (Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Sevgi DIBLAN (Tarsus Üniversitesi, Mersin Tarsus Organize Sanayi

*İsimler, unvanlara göre alfabetik sırada yazılmıştır.
Names are written in alphabetical order according to titles.

YAYIN KURULU*
(*Editorial Board*)

Bölgesi Teknik Bilimler Meslek
Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Sibel BÖLEK (Sağlık
Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık
Bilimleri Enstitüsü, Türkiye)

**Dr.Öğr.Üyesi Sümeyra Sultan TİSKE
İNAN** (Karamanoğlu Mehmetbey
Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Tuğba ÖZDAL (İstanbul
Okan Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa
Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü, Türkiye)

Dr.Öğr.Üyesi Oya Irmak CEBECİ (Yalova
Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya
Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Öğr.Gör.Dr.Berrak DELİKANLI KIYAK
(Bursa Uludağ Üniversitesi, İznik Meslek
Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Türkiye)

Öğr.Gör.Dr.Cumhur BERBEROĞLU
Bursa Uludağ Üniversitesi, Karacabey Meslek
Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Türkiye)

Öğr.Gör.Dr.Engin YILMAZ (Bursa Uludağ
Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek
Okulu, Türkiye)

Öğr.Gör.Dr.Hacer AKPOLAT (Bayburt
Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye)

Öğr.Gör.Dr.Hüseyin Can ALPSOY (Bursa
Uludağ Üniversitesi, Yenişehir İbrahim Orhan
Meslek Yüksek Okulu, Türkiye)

Öğr.Gör.Dr.Kader ÇETİN (Bursa Uludağ
Üniversitesi, Karacabey Meslek Yüksek
Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Türkiye)

Öğr.Gör.Dr. Mesut Ertan GÜNEŞ (Bursa
Uludağ Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek
Yüksek Okulu, Türkiye)

Öğr.Gör.Dr. Yalçın GÜÇER (Ankara
Üniversitesi, Kalecik Meslek Yüksek Okulu,
Gıda İşleme Bölümü, Türkiye)

Dr.Ali TEKİN (Tarım ve Orman Bakanlığı,
Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.Angel Martinez SANMARTIN (Food
and Canning Industry, National Technological
Centre, CTC, Spain)

Dr.Buket ÇETİNER (Tarım ve Orman
Bakanlığı, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.Burcu KADIOĞLU (Tarım ve Orman
Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez
Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.Çiğdem MECİTOĞLU GÜÇBİLMEZ
(Tarım ve Orman Bakanlığı, Bahri Dağdaş
Uluslararası Tarımsal Araştırma Müdürlüğü,
Türkiye)

Dr.Elif SAVAŞ (Balıkesir Üniversitesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

Dr.Gülnur F. BİRİCİK ŞAHİN (Tarım ve
Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol
Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,
Türkiye)

Dr.Huriye Özgül UÇURUM (Tarım ve
Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol
Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,
Türkiye)

Dr.İlkem DEMİRKESEN MERT (Tarım ve
Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve
Politikalar Genel Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.İsmail AZAR (Tarım ve Orman
Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez
Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.Mehmet Cengiz ARSLANOĞLU (Tarım
ve Orman Bakanlığı, Yalova Atatürk Bahçe
Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.Mustafa Zafer ÖZEL (Analytical
Chemistry Lecturer, University of
Hertfordshire, School of Life and Medical
Sciences, Department of Clinical
Pharmaceutical and Biological Sciences
Division of Pharmaceutical Chemistry, UK)

Dr.Neslihan TURAN (Tarım ve Orman
Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez
Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.Nurşen ÇİL (Tarım ve Orman Bakanlığı,
Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.Pervin UZUN (Tarım ve Orman
Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez
Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Dr.Ramazan KONAK (Tarım ve Orman
Bakanlığı, İncir Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü, Türkiye)

*İsimler, unvanlara göre alfabetik sırada yazılmıştır.
Names are written in alphabetical order according to titles.

YAYIN KURULU*
(Editorial Board)

Dr.Sema DEMİR (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Nurdan AKBAŞ (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Orhan EREN (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**İsimler, unvanlara göre alfabetik sırada yazılmıştır.
Names are written in alphabetical order according to titles.*

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Derleme Makaleler / *Review Papers*

- Effects of washing treatments on pesticide residues in agricultural products** 1
Tarımsal ürünlerde yıkama işlemlerinin pestisit kalıntıları üzerine etkileri
Osman Tiryaki, Burak Polat

Özgün Araştırmalar / *Original Articles*

- Siyah havuç posasının radyo frekans kurutma sistemiyle kurutulması ve kalite özellikleri üzerine etkisi** 12
Drying of black carrot pomace by radio frequency drying system and its effect on quality properties
Aysel Elik
- Bursa ili kentsel ve kırsal alanında yaşayan tüketicilerin gıda satın alma ve tüketme davranışlarına Covid-19 pandemisinin etkileri** 21
Effect of Covid-19 pandemic on food purchasing and consumption behaviours of consumers living in urban and rural areas of Bursa province
Buse Artık, Ayşegül Yıldırım Kumral
- Peynirde ve kaymakta nisin miktarının LC-MS/MS ile belirlenmesi** 31
Determining the amount of nisin in cheese and cream with LC-MS/MS
Ömer Şerif Aydın, Ayşe Binnur Karataş, Pınar Manarga Birlik
- Fıstık sert kabuğunun mikrodalga-CO₂ destekli hidroliz sistemi ile ksiloza hidrolizi** 38
Hydrolysis of pistachio shell into xylose using microwave-CO₂ assisted extraction system
Filiz Hazal, Hatice Neval Özbek, Fahrettin Göğüş, Derya Koçak Yanık
- Determination of microbiological, aromatic and sensory properties in different ripening period of Bayramiç cheese produced with and without bifidobacteria inoculation and comparison with similar industrial cheeses** 46
Bifidobakteri inokule edilerek ve edilmeden üretilen Bayramiç peynirinin farklı olgunlaşma dönemlerindeki mikrobiyolojik, aromatik ve duyuşsal özelliklerinin belirlenmesi ve benzer endüstriyel peynirlerle karşılaştırılması
Yasin Özdemir, Mehmet Özkan, Seda Kayahan, Ali İhsan Damlapınar

Review Paper/Derleme Makale

Effects of washing treatments on pesticide residues in agricultural products

Tarımsal ürünlerde yıkama işlemlerinin pestisit kalıntıları üzerine etkileri

Osman Tiryaki^{1*}, Burak Polat¹

¹Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University, ÇANAKKALE, TURKEY
(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID: 0000-0002-7509-8423, Prof. Dr.

ORCID ID: 0000-0001-9171-1024, Doç. Dr.

*Corresponding author/Sorumlu yazar: osmantiryaki@yahoo.com

Geliş Tarihi : 17.03.2022

Kabul Tarihi : 20.06.2022

Abstract

Objective: In recent years, besides the analysis of pesticide residues in fresh fruit and vegetables, researches have also been carried out on residue removal or reduction rates on different agricultural commodities. Farmers prefer various food-processing methods when they experience problems in marketing or when they wish to have value-added. In this sense, it is important to know the fate of pesticides after processing. Washing, peeling, drying and processing into fruit juice are the most common processing methods applied to fruits. In this study, it is aimed to compile information about the effects of various washing methods on pesticide residue removal or reduction rates and the factors (pesticide water solubility and mode of action, preharvest intervals, type, and duration of washing) affecting such removal or reduction rates.

Conclusion: There are various washing processes for the removal of pesticides from agricultural commodities. Washing usually reduces pesticide residues. Washing with non-toxic acidic solutions, ozonated water, and ultrasonic cleaning have been found to be more effective than washing with tap water. The most important factors affecting washing processes were identified as pesticide water solubility and mode of action. Since field-spraying allows the pesticides to penetrate into biologically active plant parts, field-sprayed samples should be used in washing processes. In this review study, the necessity of washing fruits and vegetables before consumption was pointed out once again.

Keywords: residue; washing process; processing factor (PF); pesticide mode of action

Öz

Amaç: Son yıllarda yaş meyve sebzelerde pestisit kalıntılarının analizine ilave olarak işlenmiş tarımsal ürünlerde de kalıntıların belirlenmesi üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Üreticiler, ürünü pazarlamada problem olduğunda veya ürününe katma değer kazandırmak istediğinde, ürününü çeşitli şekillerde işlemeyi tercih etmektedir. Bu anlamda da işlemeyen sonra ürünlerde pestisitlerin akıbetinin bilinmesi önemlidir. Bu ürün işlemlerinin en fazla kullanılanları, yıkama, kabuk soyma, kurutma ve meyve suyu işlemdir. Bu çalışmada, çeşitli yıkama tekniklerinin pestisit kalıntılarının giderilmesi üzerine etkisi ve buna etkili olan çeşitli faktörlerin (pestisit suda çözünürlüğü, etki mekanizması, hasat ile son ilaçlama arasında geçen süre ve yıkamanın süresi) derlenmesi amaçlanmıştır.

Sonuç: Pestisitlerin ürünlerden uzaklaştırılması için çeşitli yıkama işlemleri vardır. Yıkama genellikle pestisit kalıntılarını azaltır. Toksik olmayan asidik çözeltiler, ozonlu su, ultrasonik temizleme ile yıkamanın çoğu çalışmada musluk suyu ile yıkamaya göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Yıkama işlemini etkileyen en önemli faktörler pestisit suda çözünürlüğü ve etki şeklidir. Tarlada ilaçlama, pestisitlerin biyolojik olarak aktif bitki kısımlarına nüfuz etmesine izin verdiği için, yıkama işleminde tarlada ilaçlanmış numuneler kullanılmalıdır. Bu derleme çalışmasında meyve ve sebzelerin tüketilmeden önce yıkanması gerekliliği bir kez daha vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: kalıntı; yıkama işlemi; işleme faktörü (PF); pestisit etki mekanizması

1. Introduction

Pesticides are essential components of agronomic practices in some cases to minimize pests and disease-induced yield and quality losses (Tiryaki & Temur, 2010). Despite several advantages of pesticide in the agricultural fields, limit-exceeding residues pose a serious risk to human health (Randhawa et al., 2014a). Pesticide residues are a major concern for consumers and create important problems also in international trade. Therefore, there is a great interest in the reduction of residues on agricultural products and decreasing human exposure to these chemicals (Ghani et al., 2010; Gonzalez-Rodriguez et al., 2011). Residues exceeding MRL (maximum residue levels) specified for each pesticide on raw or processed commodities can be an important source of exposure (Acoğlu et al., 2018; Lozowicka et al., 2011; Lozowicka et al., 2013).

There is a limited number of food processing methods to reduce pesticide residues in fruits and vegetables. Effective methods include washing, cooking, ozone treatment, refrigeration, and ultrasonic cleaning (Lozowicka et al., 2016). Method efficiencies are largely dependent on physicochemical characteristics of the pesticide, type of processing, process duration, climate parameters throughout the growing season, and agricultural commodity produced (Holland et al., 1994; Kong et al., 2012; Polat & Tiryaki, 2020; Zhao et al., 2020).

Washing is the first process used to reduce pesticide residues over the surface of commodity (Hassan et al., 2019). Effectiveness of washing process depends on chemical characteristics, mode of action, pesticide water solubility, and harvest times. Contact pesticides do not penetrate into the commodities (Heshmati et al., 2020; Gonzalez-

Rodriguez et al., 2011; Lozowicka et al., 2016; Polat, 2021). Therefore, these residues could easily be reduced through washing process. On the other hand, systemic pesticides may penetrate into the other sections of the plant, thus it is highly difficult to remove systemic pesticides from different sections of the plants (Acoğlu et al., 2018; Lozowicka et al., 2013). Water solubility plays an important role in reducing pesticide residues on fruits and vegetables. With the exceptions of some pesticides, removal of higher soluble pesticides is readily possible (Krol et al., 2000; Lozowicka et al., 2016; Randhawa et al., 2014b).

Field-sprayed samples should be used in washing processes. The "field-sprayed" method differs from laboratory fortification. In field-spraying pesticides may penetrate into different sections of the plants. Absorption and translocation of the pesticide and weathering may affect the washing process. Spraying pesticides on any fruits and vegetables in laboratory and then processing them does not reflect real processing effects (Krol et al., 2000; Polat & Tiryaki, 2018).

In this review article, the effects of washing process on pesticide residue levels were reviewed. Factors affecting washing treatments, such as action mode of pesticide, residue age, types of washing and solubility in water were assessed one by one.

2. Reduction rate of pesticides and processing factor

Reduction rate (Eq. 1) and processing factors (Eq. 2) are calculated to assess the effects of washing process on pesticide residue concentrations (Bian et al., 2020; González-Rodríguez et al., 2011; Kong et al., 2012; OECD, 2008).

$$\text{Reduction rate, \%} = \frac{\text{Residue in the raw product} - \text{Residue in the processed product}}{\text{Residue in the raw product}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Processing factor, PF} = \frac{\text{Residue level in the processed product, mg/kg}}{\text{Residue level in the raw product, mg/kg}} \quad (2)$$

A PF of less than 1 represents a decrease in pesticide residues on the processed product; a PF of bigger than 1 represents an increase in pesticide residues on the processed product. If PF equal to 1, there was no change in pesticide residues on the processed product.

3. Factors affecting washing treatments

Washing treatments usually reduce pesticide residue levels on commodity. Pesticide residue

levels may be reduced by 9-99% through washing treatments. However, reduction levels achieved by washing treatments differs depending on residue location, mode of action, residue age, water solubility of pesticide, washing type (method and solutions), PHI (preharvest interval, the time between the harvest and pesticide application), temperature and duration of washing. Removal of pesticide on commodity by washing is also influenced by food type, physicochemical

characteristics of pesticide, vapour pressure and octanol/water partition coefficient ($K_{ow}/\log K_{ow}$). In previous studies, pesticide residue reductions of between 22-60% were reported with various washing processes (Acoglu & Yolci Omeroğlu,

2021; Chen et al., 2020; Dong, 2012; Gonzalez-Rodriguez et al., 2011; Rodrigues et al., 2017;). Pesticide residue reduction rates achieved through different washing process are provided in Table 1 for several pesticides and various commodities.

Table 1. Effects of different washing treatments on pesticide residues.

Commodity	Washing treatments	Pesticides	Range of reduction rate, %	Reference
Apple	Water, sodium hypochlorite, peroxyacetic acid, tween 20	Thiabendazole	50.97	Al-Taher et al. 2013
		Diphenylamine	88.8	
		Pyrimethanil	40.36	
		Thiabendazole	49.04	
		Diphenylamine	46.9	
Beans	Tap water, acetic acid, sodium bicarbonate, potassium permanganate, malic acid, oxalic acid, aqueous solution	Fenitrothion	39-63	Satpathy et al. 2012
		Formothion	27-90.7	
		Chlorpyrifos	31-87.6	
		Malathion	43-88.9	
		Methyl parathion	35-92.6	
Brinjal		Parathion	33-88.1	Randhawa et al. 2014b
		Endosulfan	15.42	
Capsicum	Tap water, acetic acid, sodium bicarbonate, potassium permanganate, malic acid, oxalic acid, aqueous solution	Fenitrothion	34-65	Satpathy et al. 2012
		Formothion	27-97.6	
		Chlorpyrifos	31-87.7	
		Malathion	40-95.3	
		Methyl parathion	36-92.6	
Cabbage	Tap water, detergent solution, sodium hypochlorite	Parathion	37-88.1	Ling et al. 2011
		Chlorpyrifos	0.23-56.6	
		Endosulfan	27.27	
		Fenitrothion	36-86.8	
		Formothion	29-90.7	
Cauliflower	Tap water, acetic acid, sodium bicarbonate, potassium permanganate, malic acid, oxalic acid, aqueous solution	Chlorpyrifos	35-87.7	Satpathy et al. 2012
		Malathion	39-95.3	
		Methyl parathion	34-92.6	
		Parathion	32-88.1	
		Chlorpyrifos	49-60	
Carrots	Tap water	Difenoconazole	86-89	Bonnechère et al. 2012b
		Dimethoate	27-33	
		Tebuconazole	58-68	
		Chlorpyrifos	2.04-11	
Cucumber	Tap water, detergent solution, sodium hypochlorite	Imidacloprid	48.43-93.75	Ling et al. 2011
		Imidacloprid	48.43-93.75	
Garlic	Tap water, acetic acid, citric acid			Randhawa et al. 2014a
Garlic	Tap water, acidic solution, alkaline solution	Iprodione	4-90	Bian et al. 2020
Garlic sprouts	Tap water, detergent solution, sodium hypochlorite	Chlorpyrifos	3.65-25.6	Ling et al. 2011
Grape	Tap water, acetic acid, citric acid, ultrasonic cleaning	Chlorpyrifos-methyl	13.9-71.1	Polat, 2021
		Lambda-cyhalothrin	15.3-68	
		Tebuconazole	22.11-74.45	
		Chlorpyrifos	36.2-50.7	
Eggplant	Tap water, detergent solution, sodium hypochlorite	Fenitrothion	37-89	Ling et al. 2011
		Formothion	34-90.3	
		Chlorpyrifos	42-84.8	
		Malathion	38-95.3	
		Methyl parathion	22-83.8	
Kumquat	Tap water, electrolysed water	Parathion	23-88.1	Satpathy et al. 2012
		Chlorpyrifos,		
		Bifenthrin,		
		Tebuconazole,		
		Pyridaben,		
Lemon	Tap water, sodium hypochlorite, peroxyacetic acid, tween 20	Buprofezin,	16.1-91.7	Yang et al. 2020
		Spirotetramat,		
		Azoxystrobin,		
		Imidacloprid,		
		Difenoconazole,		
Mushroom	Tap water, sodium hypochlorite, peroxyacetic acid, tween 20	Nitenpyram		Al-Taher et al. 2013
		Imazalil	41.68	
		Diazinon	65.90-77.32	
		Fenprothrin	17.11-36.03	
		Malathion	72.77-72.77	
Okra	Glacial acetic acid, tap water, sodium bicarbonate	Permethrin	38.76-66.46	Heshmati et al. 2019
		Propargite	27.56-68.27	
		Endosulfan	22.27	
		Fenitrothion	35-66	
		Formothion	20-90.7	
Okra	Tap water, acetic acid, sodium bicarbonate, potassium permanganate, malic acid, oxalic acid, aqueous solution	Chlorpyrifos	31-87.7	Satpathy et al. 2012
		Malathion	36-42	
		Methyl parathion	29-92.6	
		Parathion	29-78.7	
		Endosulfan	22.27	

Table 1. Effects of different washing treatments on pesticide residues (continued).

Commodity	Washing treatments	Pesticides	Range of reduction rate, %	Reference
Orange	Tap water, sodium hypochlorite, peroxyacetic acid, tween 20	Imazalil	64.71	Al-TaHER et al. 2013
		Thiabendazole	78.05	
		Abamectin	2.-38	Acoglu & Yolci Omeroglu, 2021
	Potato	Tap water, sodium carbonate, sodium chloride, acetic acid, apple vinegar-water, grape vinegar-water	Buprofezin	24-59
Etoxazole			5-46	
Imazalil			5-61	
Thiophanate-methyl			39-82	
Peach	Water, sodium hypochlorite, peroxyacetic acid, tween 20	Endosulfan	22.22	Randhawa et al. 2014b
		Hexachlorobenzene	23.7-59.7	
		Lindane	18.8-65.3	
		p,p'-DDT	18.1-63.4	
		Dimethoate	12.4-95.6	
Pepper	Tap water, acetic acid, sodium chloride	Primiphos-methyl	18.1-96.5	Soliman, 2001
		Malathion	11.2-97.8	
	Tap water, acetic acid, citric acid, ultrasonic cleaning	Fludioxonil	71.63	Al-TaHER et al. 2013
		Acetamiprid	3.21-77.16	
		Chlorpyrifos	8.43-82.30	
		Formetanate hydrochloride	30.44-88.50	
		Pirimiphos-methyl	4.57-87.16	
		Boscalid	45.44-65.47	
		Fenhexamid	19.87-53.76	
		Myclobutanil	17.30-35.75	
Water, sodium hypochlorite, peroxyacetic acid, tween 20	Imidacloprid	48.43-93.75	Randhawa et al. 2014a	
	Imidacloprid	71.2		
	Chlorpyrifos	43.14		
Rape	Tap water, ozonated water	Diazinon	10.9-53.4	Wu et al. 2007
		Cypermethrin	25.5-61.1	
		Methyl parathion	16.4-47.9	
		Parathion	19.2-55.3	
Spinach	Tap water, acetic acid, citric acid, sodium chloride, sodium carbonate, ginger extract, garlic extract, radish extract, lemon extract	Chlorpyrifos	22.95-94.21	Amir et al. 2019
		Cypermethrin	22.60-89.99	
		Deltamethrin	10.21-79.68	
		Endosulfan	11.24-70.32	
		Iprodione	43-48	
	Tap water	Mancozeb	43-48	Bonnechère et al. 2012a
		Boscalid	29-57	
		Propamocarb	11.0-13	
		Endosulfan	27.1	
		Boscalid	33-68	
Strawberries	Tap water, ozone eater, ultrasonic cleaning	Bupirimate	6-57	Lozowicka et al. 2016
		Cyprodinil	15-54	
		Fenhexamid	16-57	
		Fludioxonil	12-60	
		Folpet	10-66	
		Iprodione	19-65	
		Pyraclostrobin	20-89	
		Tetraconazole	2-85	
		Trifloxystrobin	11-52	
		Acetamiprid	24-63	
		Alpha-cypermethrin	35-81	
		Chlorpyrifos	42-79	
		Deltamethrin	14-72	
		Lambda-cyhalothrin	6-58	
Pirimicarb	14-65			
Soybeans	Tap water	Clomazone	18-95	Zhang et al. 2020
		Fomesafen	16-90	
		Quizalofop-p-ethyl	38-87	
Soybeans	Tap water, sodium carbonate, sodium hypochlorite, glycerol, acetic acid	Boscalid	41.25-52.43	Ghani et al. 2010
		Tomato	Tap water, sodium carbonate, sodium hypochlorite, glycerol, acetic acid, detergent solution	Fenhexamid
Myclobutanil	13.33-30.04			
Chlorpyrifos	37.2-51.0			
Endosulfan	26.92			
Fenitrothion	34-81			
Tomato	Tap water, detergent solution, sodium hypochlorite	Formothion	27-90.7	Randhawa et al. 2014b
		Chlorpyrifos	39-89.7	
		Malathion	41-88.9	
		Methyl parathion	32-92.6	
		Parathion	37-88.1	
Tomato	Tap water, acetic acid, sodium bicarbonate, potassium permanganate, malic acid, oxalic acid, aqueous solution	Formothion	27-90.7	Satpathy et al. 2012
		Chlorpyrifos	39-89.7	
		Malathion	41-88.9	
		Methyl parathion	32-92.6	
		Parathion	37-88.1	

3.1. Location of the residue

With washing treatments, it is too easy to remove surface residues, but it is not for systemic residues.

Washing was reported to reduce pesticide residues loosely attached to commodity surfaces (Bonnechère et al., 2012a). Location of pesticide residues on product surfaces depends on pesticide

molecules, environmental parameters, type, and sections of the commodities (Bajwa & Sandhu, 2014).

3.2. Pesticide mode of action

Mode of action describes how a pesticide kills the pests. It plays an important role in residue removal from the products through washing processes. Pesticides are classified into two categories based on mode of action: contact and systemic. Contact pesticides are usually applied to commodity surfaces, and they usually do not penetrate into the product, thus easily be removed through washing processes. On the other hand, systemic pesticides penetrate into the commodity. Pesticide sprays are absorbed by leaves and stems, then translocated into different sections of the plant through vascular system. Therefore, it is highly difficult, even impossible to remove systemic pesticides through washing processes (Acoğlu et al., 2018; Çatak et al., 2020; Lozowicka et al., 2013; Polat & Tiryaki, 2020; Polat, 2021). It was reported that reduction rate of contact pesticides like diazinon was greater than that of systemic ones (Heshmati et al., 2020).

In a previous study, Polat & Tiryaki (2020) indicated that contact pesticides were more efficiently removed or reduced through washing processes. Researchers reported almost twice as much reduction for contact insecticides (chlorpyrifos, formetanate hydrochloride) as compared to systemic insecticides (acetamiprid). Rather than washing, ultrasonic cleaning treatments were found to be more effective in removal or reduction of systemic pesticides. Pesticide residue removals or reductions are thus largely designated by mode of actions (contact or systemic) of pesticides (Acoglu & Yolci Omeroğlu, 2021; Bonnechère et al., 2012c; Çatak et al., 2020).

3.3. Residue age

Residue age is defined as duration of stay of pesticide on commodity. It is an important factor affecting residue removals through washing processes. In washing treatments, pesticide residue removal or reduction rates generally decrease with the increasing age of residues (Dong, 2012; Holland et al., 1994; Levya et al., 1998)

3.4. Water solubility of pesticides and Kow (octanol–water partition coefficient)

Water solubility and Kow values significantly affects residue removal rates through washing processes. It was indicated in previous washing studies that higher pesticide removal efficiencies were achieved with higher water solubility and

lower partition coefficients. It was also indicated that highly polar water-soluble pesticides were better removed than low-polarity materials (Holland, 1994; Lozowicka et al., 2016; Randhawa et al., 2014a; Saranjampour et al., 2017). However, several studies concluded that water solubility did not play a significant role in reduction of pesticide residues from agricultural commodities. Majority of pesticide residues appeared to reside on product surfaces and could be reduced by mechanical rinsing (Cabras et al., 1997 & 1998; Krol et al., 2000). Water solubility was reported as 3.4 mg/L for vinclozolin and as 3.3 mg/L for captan. Although vinclozolin was not removed with rinsing, captan was readily removed with rinsing.

Water solubility of methoxychlor and bifenthrin was reported as 0.1 mg/L, yet bifenthrin was not removed through rinsing and methoxychlor was removed easily with rinsing. Although chlorpyrifos had greater water solubility than endosulfan and permethrin, it was not easily removed through rinsing (Krol et al., 2000).

A larger removal is expected with highly water-soluble pesticides. Since deltamethrin has low water solubility (0.0002 mg/L at 20°C) and log-Kow (4.6), the reduction of residues was very low in washing trials of spinach. Whereas iprodione has an average 56% reduction with a high-water solubility (12.2 mg/L) and low log-Kow (3.1) (Bonnechère et al., 2012a).

3.5. Temperature and duration of washing

Hot washing is usually more effective than cold one. Pesticide cleaning efficiency of ultrasonic cleaning treatments depends on temperature of water (Saeedi Saravi & Shokrzadeh, 2016). Ultrasonic cleaning at 25°C and 10 min washing duration was the most effective treatment for removal of pesticides (Buakham et al., 2012)

Duration of washing treatments (the contact time with the washing solution) is also important. Longer washing durations generally yield greater pesticide removal efficiencies or reduction rates. It was reported in previous studies that increased washing durations increased efficiency of washing treatments (Acoglu & Yolci Omeroğlu, 2021; Buakham et al., 2012; Çatak et al., 2020; Lozowicka et al., 2016; Polat & Tiryaki, 2020; Polat, 2021). Similarly, 30 min washing duration was found to be more effective than 10 and 5 min for removal of both acephate and methamidophos residues in rice (Kong et al., 2012). Performance of washing process increased with prolonged washing durations. Washing duration of 5 min was the most effective one to reduce acetamiprid, chlorpyrifos-

ethyl and formetanate hydrochloride residues on capia pepper (Polat & Tiryaki, 2020) and chlorpyrifos-ethyl, lambda cyhalothrin residues on Sultana grape (Polat, 2021). Similarly, pirimiphos-methyl and tebuconazole residue levels decreased with increasing washing durations in grapes and peppers, respectively (Çatak et al., 2020; Duman et al., 2021).

3.6. PHI (Preharvest interval)

The time between the harvest and last pesticide application (PHI-Preharvest Interval) plays also an important role in pesticide residue removal from commodity surfaces (Hassanzadeh et al., 2010; Polat & Tiryaki, 2020). The rate of reductions decreased with prolonged PHI values (Duman et al., 2021). Since the pesticides penetrate into the commodity, the more the PHI, the less the removal of pesticide (Polat, 2021). Özel and Tiryaki (2019) reported increasing reduction rates with decreasing PHI values. PHI significantly influenced efficiency of washing processes in removal of pesticide residues (Hassanzadeh et al., 2010; Özel & Tiryaki, 2019). Similarly, a gradual reduction of chlorpyrifos-ethyl, pirimiphos-methyl, acetamiprid and formetanate hydrochloride in pepper and tebuconazole, chlorpyrifos, lambda cyhalothrin in grape were determined with the increasing PHIs (Çatak et al., 2020; Duman et al., 2021; Polat & Tiryaki, 2020; Polat, 2021).

Romeh et al. (2009) applied tap-water washing treatments to tomato samples harvested 1, 3, 7 and 14 days after spraying and reported reduction rates of penconazole as 15.00, 11.76, 7.69 and 6.25%, respectively. Harvests should be practiced in accordance with the recommended PHI ranges (Çatak et al., 2020; Polat & Tiryaki, 2020; Duman et al., 2021).

4. Washing type (method and agents)

Washing type and washing agents also affect performance of processes in pesticide removal from agricultural commodities. Tap-water washing process was experimented in previous studies to reduce residue levels on commodity surfaces (Duman et al., 2021; Lozowicka et al., 2016). In some other studies, acid-washing and ultrasonic cleaning treatments were experimented (Kentish, 2014; Khadre et al., 2001; Polat & Tiryaki, 2020). Various chemical agents such as acetic acid, sodium carbonate and sodium chloride could be used in washing treatments. Performance of these washing solutions in removal of pesticide residues

on different agricultural commodities were investigated in several works (Acoğlu & Yolci Omeroğlu, 2021; Kim et al., 2000; Randhawa et al., 2014b; Polat & Tiryaki, 2020; Ruengprapavut et al., 2020).

Concentration of non-toxic chemical solutions are also another factor affecting pesticide residue removal. Randhawa et al. (2014a) used tap-water, different concentrations (1.5%, 3%, 6% and 9%) of acetic and citric acid solutions and their combinations in washing processes of pepper and cucumber samples. The greatest reduction rates were obtained with 9% of acetic acid and citric acid treatments for both cucumber (82.29% and 93.75%) and pepper (68.48% and 72.48%). Similarly, washing with 0.1% Na₂CO₃ was more effective than 0.9% NaCl and tap-water washing for removal of both acephate and methamidophos residues on rice (Kong et al., 2012).

Washing type also affects reduction rate of residues (Lozowicka et al., 2016). Ozonated water washing treatments and ultrasonic cleaning treatments were reported as the most efficient processes to reduce pesticide residues on strawberries (Lozowicka et al., 2016).

Ultrasonic cleaning is a new process applied to wash agricultural commodity. Ultrasonic waves cause cavitation reaction which can reduce the pesticide residue more than the other processes. Cavitation reactions result in formation and collapse of micron-sized bubbles in a liquid medium, then in tiny implosions that provide cleaning power. The cavitation bubbles produce several air bubbles, these bubbles then grow, expand and break out simultaneously and produce shockwaves and mechanical energy. These shockwaves and resultant mechanical energy improve heat and mass transfer within quite small pores of the solid surface and ultimately reduce pesticide residues on agricultural commodities (Buakham et al., 2012; Lozowicka et al., 2016; Polat & Tiryaki, 2020).

In a few works, efficiency of different washing solutions on pesticide residue removal was compared and citric acid (9%) washing and ultrasonic cleaning were reported to be more efficient than the tap-water and acetic acid treatments (Polat & Tiryaki, 2020; Polat, 2021). Findings of these two studies were illustrated for sultana grapes and capia peppers in Figure 1 and Figure 2, respectively.

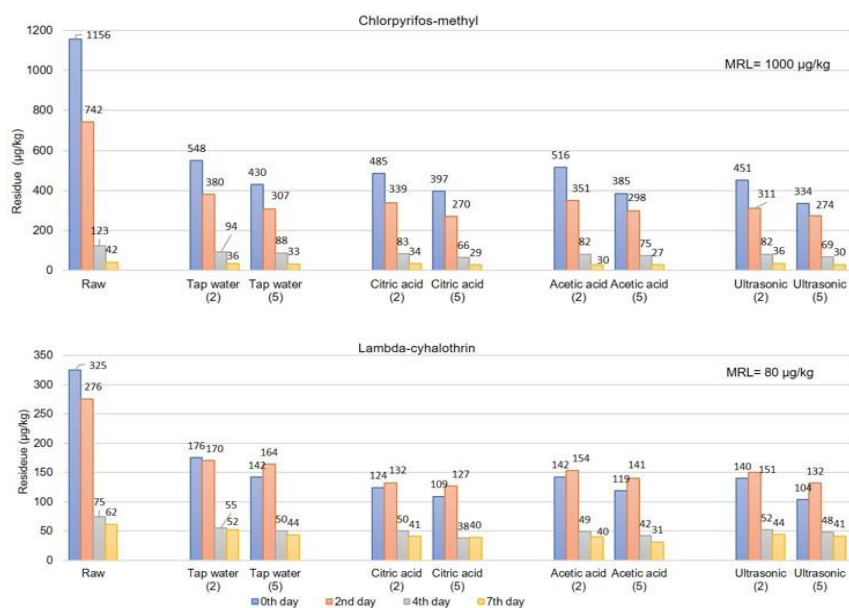


Figure 1. Pesticide residues in washed sultana grapes (Polat, 2021)

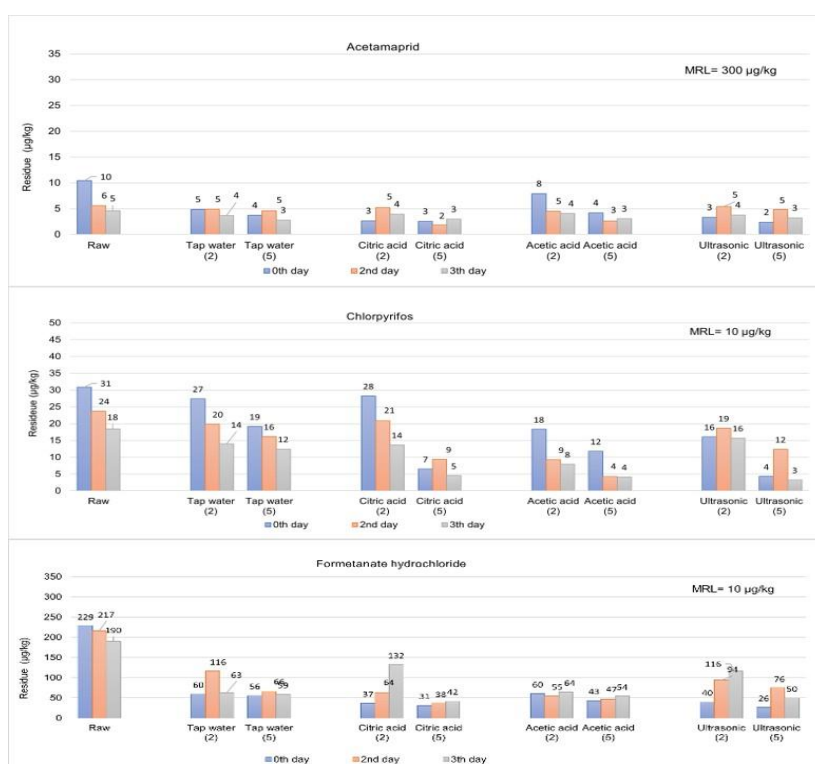


Figure 2. Pesticide residues in washed capia peppers (Polat & Tiryaki, 2020)

One of the other washing processes is ozonated washing. Ozone (O_3) is a natural component of atmospheric air (Lozowicka et al., 2016). O_3 is considered to be the most suitable process to remove pesticide residues from fruits and vegetables (Wu et al., 2007). With a 5-min ozonated washing, residues on strawberry were removed by between 75.1% (PF=0.25) for

chlorpyrifos and 36.1% (PF=0.64) for tetraconazole (Lozowicka et al., 2016).

Aslansoy (2012) investigated the effects of ozone treatments on pesticide residues of lemons. Ozonated water (with 2, 4, 8 mg/l concentrations and 3, 6 and 9 min washing durations) reduced chlorothalonil residues at the range of 28-92% and 70-89% in peeled and unpeeled lemons,

respectively. These reduction ranges were 15-82% and 7-89% for chlorpyrifos ethyl and 16-95% and 14-100% for tetradifon.

Baltacı (2015) sprayed imidacloprid, phenazaquin and lambda cyhalothrin pesticides to tomatoes grown under field conditions and investigated the effects of ozone treatments on pesticide removal of harvested tomatoes. Washing with ozonated water yielded 57.8% reduction in phenazaquin, 40.9% in imidacloprid and 20.4% in lambda cyhalothrin.

5. Conclusion

Effects of various washing treatments on pesticide residue removal or reduction rates vary based on several factors, such as pesticide physicochemical characteristics, type of washing, pesticide water solubility and mode of action and preharvest intervals. Tap-water washing is the easiest way to reduce pesticide residues on agricultural commodities. Pesticide residues can be reduced by 22-60% with various washing processes. With washing processes, it is easier to reduce the residues of contact highly water-soluble pesticides below the MRL. However, systemic ones are difficult to remove because they penetrate into plant tissues. Field-sprayed samples should be used in washing processes. The "field-sprayed" method differs from laboratory fortification. Field-spraying allows the pesticides to penetrate into different sections of the plant. The longer the time after spraying (PHI), the more difficult to remove the residue. In addition, prolonged washing durations increase the efficiency of washing processes. Processing factor (PF) is another important criterion for food-processing. PF is expressed as the ratio of the residue on the processed product to the residue on the original product. A PF of less than 1 indicates a decrease in pesticide residues and a PF of more than 1 indicates an increase in pesticide residues on processed product. In this review article, the necessity of washing fruits and vegetables before consumption was pointed out once again.

6. References

- Acoglu, B., Yolcu Ömeroğlu, P. & Utku Çopur, Ö. (2018). Gıda işleme süreçlerinin pestisit kalıntıları üzerine etkisi ve işleme faktörleri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (19),42-54. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursagida/issue/40169/477821>.
- Acoglu, B. & Omeroglu, P. Y. (2021). Effectiveness of different type of washing agents on reduction of pesticide residues in orange (*Citrus sinensis*). *LWT*, 147. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111690>.
- Al-Taher, F., Chen, Y., Wylie, P. & Cappozzo, J. (2013). Reduction of pesticide residues in tomatoes and other produce. *Journal of food protection*, 76(3), 510–515. Retrieved from <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-240>.
- Amir, R. M., Randhawa, M. A., Nadeem, M., Ahmed, A., Ahmad, A., Khan, M. R., ... & Kausar, R. (2019). Assessing and reporting household chemicals as a novel tool to mitigate pesticide residues in spinach (*Spinacia oleracea*). *Scientific reports*, 9(1), 1-6.
- Aslansoy, Z. (2012). Ozonlama işleminin limondaki pestisit kalıntıları üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Bajwa, U., & Sandhu, K. S. (2014). Effect of handling and processing on pesticide residues in food- a review. *Journal of food science and technology*, 51(2), 201-220. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0499-5>
- Baltacı, M.H. (2015). Ozonla pestisit giderimi uygulamasının domateste renk ve C vitaminine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi.
- Bian, Y., Wang, J., Liu, F., Mao, B., Huang, H., Xu, J., Li, X., & Guo, Y. (2020). Residue behavior and removal of iprodione in garlic, green garlic, and garlic shoot. *Journal of the science of food and agriculture*, 100(13), 4705–4713. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/jsfa.10527>.
- Bonnechère, A., Hanot, V., Jolie, R., Hendrickx, M., Bragard, C., Bedoret, T., & Van Loco, J. (2012a). Effect of household and industrial processing on levels of five pesticide residues and two degradation products in spinach. *Food Control*, 25(1), 397-406. doi:10.1016/j.foodcont.2011.11.010.
- Bonnechère, A., Hanot, V., Jolie, R., Hendrickx, M., Bragard, C., Bedoret, T., & Loco, J. van. (2012b). Processing factors of several pesticides and degradation products in carrots by household and industrial processing. *Journal of Food Research*, 1(3), 68–83. Retrieved from <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/jfr/article/view/17637/11831>.
- Bonnechère, A., Hanot, V., Bragard, C., Bedoret, T., & Van Loco, J. (2012c). Effect of household and industrial processing on the levels of pesticide residues and degradation products in melons. *Food additives & contaminants*. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment,

- 29(7), 1058–1066. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/19440049.2012.672339>.
- Buakham, R., Songsermpong, S., & Eamchotchawalit, C. (2012). Kinetics of the reduction of pesticide residues in vegetables by ultrasonic cleaning. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 5(5), 364-373.
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V. L., Melis, M., Pirisi, F. M., Karim, M., & Minelli, E. V. (1997). Persistence of insecticide residues in olives and olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(6), 2244-2247.
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V. L., Pirisi, F. M., Brandolini, V., Cabitza, F., & Cubeddu, M. (1998). Pesticide residues in prune processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(9), 3772-3774.
- Chen, C., Liu, C., Jiang, A., Zhao, Q., Liu, S., & Hu, W. (2020). Effects of ozonated water on microbial growth, quality retention and pesticide residue removal of fresh-cut onions. *Ozone: Science & Engineering*, 42(5), 399-407.
- Çatak, H., Polat, B. & Tiryaki, O. (2020). Farklı yıkama uygulamaları ile kapyra biberlerde pirimiphos-methyl kalıntısının giderilmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35 (1), 97-105. DOI: 10.7161/omuanajas.646733.
- Dong, F. (2012). The pesticide residue changes during food processing and storage. *Institute of Plant Protection-Chinese Academy of Agricultural Sciences*. 20 February 2012. Retrieved from https://www.safefoods.nl/upload_mm/9/0/9/f1f3d226-b38f-49fb-9d1e-f7eccfe34797_ma6.pdf.
- Duman, A., Çiftçi, U. & Tiryaki, O. (2021). Farklı yıkama işlemlerinin üzümde tebuconazole kalıntısına etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 259-269. DOI: 10.33202/comuagri.878597.
- Ghani, S. A., Hanafi, A., & Nasr, I. N. (2010). Non-toxic washing solutions for decreasing myclobutanil, fenhexamid and boscalid residues in sweet pepper and cherry tomatoes. *Australian Journal of basic and applied sciences*, 4(8), 3360-3365.
- González-Rodríguez, R. M., Rial-Otero, R., Cancho-Grande, B., Gonzalez-Barreiro, C., & Simal-Gándara, J. (2011). A review on the fate of pesticides during the processes within the food-production chain. *Critical reviews in food science and nutrition*, 51(2), 99–114. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/10408390903432625>.
- Hassan, H., Elsayed, E., El-Raouf, A. E. R. A., & Salman, S. N. (2019). Method validation and evaluation of household processing on reduction of pesticide residues in tomato. *Journal of consumer protection and food safety*, 14(1), 31-39.
- Hassanzadeh, N., Bahramifar, N., & Esmaili-Sari, A. (2010). Residue content of carbaryl applied on greenhouse cucumbers and its reduction by duration of a pre-harvest interval and post-harvest household processing. *Journal of the science of food and agriculture*, 90(13), 2249–2253. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/jsfa.4078>
- Heshmati, A., Nili-Ahmadabadi, A., Rahimi, A., Vahidinia, A., & Taheri, M. (2020). Dissipation behavior and risk assessment of fungicide and insecticide residues in grape under open-field, storage and washing conditions. *Journal of cleaner production*, 270, 122287.
- Holland, P. T., Hamilton, D., Ohlin, B., & Skidmore, M. W. (1994). Effects of storage and processing on pesticide residues in plant products. *Pure and applied chemistry*, 66(2), 335-356.
- Khadre, M. A., Yousef, A. E., & Kim, J. G. (2001). Microbiological aspects of ozone applications in food: a review. *Journal of food science*, 66(9), 1242-1252.
- Kentish, S., & Feng, H. (2014). Applications of power ultrasound in food processing. *Annual review of food science and technology*, 5, 263-284.
- Kim, S.D., Kim, I.D., Park, M.Z., & Lee, Y.G. (2000). Effect of ozone water on pesticide-residual contents of soybean sprouts during cultivation. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 32, 277-283.
- Kong, Z., Dong, F., Xu, J., Liu, X., Li, J., Li, Y., ... & Zheng, Y. (2012). Degradation of acephate and its metabolite methamidophos in rice during processing and storage. *Food Control*, 23(1), 149-153.
- Krol, W. J., Arsenault, T. L., Pylypiw, H. M., Jr, & Incorvia Mattina, M. J. (2000). Reduction of pesticide residues on produce by rinsing. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(10), 4666–4670. <https://doi.org/10.1021/jf0002894>.
- Leyva, J., Lee, P., & Goh, K. S. (1998). Removal of malathion residues on lettuce by washing. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 60(4), 592–595. <https://doi.org/10.1007/s001289900666>.
- Ling, Y., Wang, H., Yong, W., Zhang, F., Sun, L., Yang, M. L., Wu, Y.N. & Chu, X. G. (2011). The effects of washing and cooking on chlorpyrifos and its toxic metabolites in vegetables. *Food Control*, 22(1), 54-58.

- Lozowicka, B., Jankowska, M. & Kaczyński, P. (2011) Pesticide residues in Brassica vegetables and exposure assessment of consumers. *Food control*, 25, 561-575.
- Lozowicka, B., Kaczyński, P., Rutkowska, E., Jankowska, M. & Hrynko, I. (2013) Evaluation of pesticide residues in fruit from Poland and health risk assessment. *Agricultural Sciences*, 4, 106-111. doi: 10.4236/as.2013.45B020.
- Lozowicka, B., Jankowska, M., Hrynko, I., & Kaczyński, P. (2016). Removal of 16 pesticide residues from strawberries by washing with tap and ozone water, ultrasonic cleaning and boiling. *Environmental monitoring and assessment*, 188(1), 51. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4850-6>.
- OECD. (2008). OECD guidance document on the magnitude of pesticide residues in processed commodities ENV/JMMONO (2008) 23. Retrieved from [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2008\)23&doClanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2008)23&doClanguage=en).
- Özel, E., & Tiryaki, O. (2019). Determination of imidacloprid and indoxacarb residues in apple and its processed products. *Bitki Koruma Bülteni*, 59(2), 23–32. Retrieved from <https://doi.org/https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/744594>.
- Polat B., & Tiryaki O., (2018). Removal of some pesticide residues from capia peppers by using different washing treatments. 10th MGPR International Symposium of Pesticides in Food and the Environment in Mediterranean Countries, Bologna, Italy, 12 - 14 September 2018, ss.13-14.
- Polat, B., & Tiryaki, O. (2020). Assessing washing methods for reduction of pesticide residues in capia pepper with LC-MS/MS. *Journal of environmental science and health. Part. B, Pesticides, food contaminants, and agricultural wastes*, 55(1), 1–10. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/03601234.2019.1660563>.
- Polat, B. (2021). Reduction of some insecticide residues from grapes with washing treatments. *Turkish journal of entomology*, 45(1), 125–137. Retrieved from <https://doi.org/10.16970/entoted.843754>.
- Randhawa, M. A., Anjum, M. N., Butt, M. S., Yasin, M., & Imran, M. (2014a). Minimization of imidacloprid residues in cucumber and bell pepper through washing with citric acid and acetic acid solutions and their dietary intake assessment. *International Journal of Food Properties*, 17(5), 978-986.
- Randhawa, M. A., Anjum, F. M., Asi, M. R., Ahmed, A., & Nawaz, H. (2014b). Field incurred endosulfan residues in fresh and processed vegetables and dietary intake assessment. *International Journal of Food Properties*, 17(5), 1109-1115.
- Rodrigues, A., De Queiroz, M., De Oliveira, A. F., Neves, A. A., Heleno, F. F., Zambolim, L., ... & Morais, E. (2017). Pesticide residue removal in classic domestic processing of tomato and its effects on product quality. *Journal of environmental science and health. Part. B, Pesticides, food contaminants, and agricultural wastes*, 52(12), 850–857. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/03601234.2017.1359049>
- Romeh, A. A., Mekky, T. M., Ramadan, R. A., & Hendawi, M. Y. (2009). Dissipation of profenofos, imidacloprid and penconazole in tomato fruits and products. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 83(6), 812–817. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00128-009-9852-z>.
- Saeedi Saravi, S. S., & Shokrzadeh, M. (2016). Effects of washing, peeling, storage, and fermentation on residue contents of carbaryl and mancozeb in cucumbers grown in greenhouses. *Toxicology and industrial health*, 32(6), 1135–1142. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/0748233714552295>.
- Saranjampour, P., Vebrosky, E. N., & Armbrust, K. L. (2017). Salinity impacts on water solubility and n-octanol/water partition coefficients of selected pesticides and oil constituents. *Environmental toxicology and chemistry*, 36(9), 2274-2280.
- Ruengprapavut, S., Sophonnithiprasert, T., & Pongpoungphet, N. (2020). The effectiveness of chemical solutions on the removal of carbaryl residues from cucumber and chili presoaked in carbaryl using the HPLC technique. *Food Chemistry*, 309, 125659. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125659>.
- Satpathy, G., Tyagi, Y. K., & Gupta, R. K. (2012). Removal of organophosphorus (OP) pesticide residues from vegetables using washing solutions and boiling. *Journal of Agricultural Science*, 4(2), 69-78.
- Soliman K. M. (2001). Changes in concentration of pesticide residues in potatoes during washing and home preparation. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British industrial biological research association*, 39(8), 887–891. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/s0278-6915\(00\)00177-0](https://doi.org/10.1016/s0278-6915(00)00177-0).

Tiryaki, O., & Temur, C. (2010). The fate of pesticide in the environment. *Journal of biological and environmental sciences*, 4(10), 29-38.

Yang, J., Song, L., Pan, C., Han, Y., & Kang, L. (2020). Removal of ten pesticide residues on/in kumquat by washing with alkaline electrolysed water. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1-14.

Wu, J., Luan, T., Lan, C., Lo, T. W. H., & Chan, G. Y. S. (2007). Removal of residual pesticides on vegetables using ozonated water. *Food Control*, 18(5), 466-472.

Zhang, J., Li, M. M., Zhang, R., Jin, N., Quan, R., Chen, D. Y., ... & Fan, B. (2020). Effect of processing on herbicide residues and metabolite formation during traditional Chinese tofu production. *LWT*, 131, 109707.

Zhao, L., Ge, J., Liu, F., & Jiang, N. (2014). Effects of storage and processing on residue levels of chlorpyrifos in soybeans. *Food Chemistry*, 150, 182-186.

Özgün Araştırma/Original Article

Siyah havuç posasının radyo frekans kurutma sistemiyle kurutulması ve kalite özellikleri üzerine etkisi

Drying of black carrot pomace by radio frequency drying system and its effect on quality properties

Aysel Elik^{1*} 

¹Tarsus Üniversitesi, Mersin Tarsus Organize Sanayi Bölgesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi, MERSİN, TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0003-4949-9108, Dr. Öğr. Üyesi

*Sorumlu yazar/Corresponding author: ayselik@tarsus.edu.tr

Geliş Tarihi : 12.04.2022

Kabul Tarihi : 24.06.2022

Öz

Amaç: Bu çalışmada, radyo frekans kurutma teknolojisi kullanılarak siyah havuç posası kurutulmuştur ve radyo frekans kurutma sisteminin etkinliği ve kurutulmuş siyah havuç posasının kalite özellikleri incelenmiştir.

Materyal ve yöntem: Siyah havuç posasının radyo frekans kurutma sisteminde kurutulması için 80 mm elektrot yüksekliği, 20 mm ürün kalınlığı ve 500 g ürün ağırlığı koşulları kullanılmıştır. Siyah havuç posasını kurutmak için kullanılan radyo frekans kurutma tekniğinin kuruma özelliklerini tanımlamak için altı farklı matematiksel model uygulanmıştır. Ayrıca, kurumanın etkin nem difüzyon katsayı değerini tahmin edebilmek için difüzyon denklemi (Fick'in ikinci yasası) ve eğim yöntemi (the slope method) kullanılmıştır. Son olarak, radyo frekans kurutma sistemiyle kurutulan siyah havuç posasının ürün kalitesi; renk, toplam fenolik içerik, toplam antosiyanin içerik ve antioksidan kapasite açısından değerlendirilmiştir.

Bulgular ve sonuç: Hedef nem içeriğine (0,04 g su/g kuru madde) ulaşmak için gereken toplam kuruma süresi 210 dk olarak tespit edilmiştir. Radyo frekans kurutmanın kuruma özelliğini tanımlayan en iyi model Midilli modeli olarak belirlenmiştir. Difüzyon denklemi yöntemiyle $0,42 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dk}$ ve $1,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dk}$ olmak üzere iki etkin nem difüzyon katsayısı ($D_{\text{eff-fick}}$) elde edilirken, eğim yöntemiyle elde edilen etkin nem difüzyon katsayısı ($D_{\text{eff-sm}}$) değerlerinin $0,41-1,59 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dk}$ aralığında değiştiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: siyah havuç posası; radyo frekans kurutma; ürün kalitesi; kurutma kinetiği

Abstract

Objective: In this study, black carrot pomace was dried by using the radio frequency drying technology and the drying efficiency of radio frequency drying and the quality of black carrot pomace were investigated.

Materials and methods: Electrode gap of 80 mm, sample thickness of 20 mm and sample weight of 500 g were conditions used for drying of black carrot pomace. Six different mathematical models were applied to define the drying characteristics of black carrot pomace. Moreover, the slope and the diffusion equation (Fick's second law) methods were used for estimating the effective moisture diffusivity of radio frequency. Finally, the product quality of black carrot pomace dried by radio frequency drying were evaluated in terms of color, total phenolic content, anthocyanin content and antioxidant capacity.

Results and conclusion: The total drying time required to achieve target moisture content (0.04 g water/g dry solid) were determined to be 210 min. Midilli model was found to be the best model to describe the drying characteristic of radio frequency drying. Two effective moisture diffusion coefficients ($D_{\text{eff-fick}}$) of 0.42 and $1.31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{min}$ were obtained by the diffusion equation method while the $D_{\text{eff-sm}}$ values obtained by the slope method varied in range of $0.41-1.59 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{min}$.

Keywords: black carrot pomace; radio frequency drying; product quality; drying kinetics

1. Giriş

Türkiye ile Orta ve Uzak Doğu'da yoğun bir şekilde yetiştirilen siyah havuç önemli bir endüstriyel bitkidir (Ağcam vd., 2017). Antosiyaninler, siyah havuca kırmızı-mor rengi veren pigmentlerdir (Türkyılmaz vd., 2012). Siyah havuç antosiyanin açısından oldukça zengindir ve ayrıca gıda ve kozmetik sanayinde doğal renklendirici olarak kullanılmaktadır (Kumar vd., 2019). Doğal gıda renklendiricilerine artan talep nedeniyle antosiyanin açısından zengin siyah havuç konsantresi üretimi gün geçtikçe artmaktadır (Ağcam vd., 2017; Kumar vd., 2019). Üretimdeki bu artışla beraber proses sonrası oluşan atık miktarı da dolaylı olarak artmaktadır. Atık olarak oluşan siyah havuç posası yüksek oranda antosiyanin ve lif içermektedir (Ağcam vd., 2017; Sucheta vd., 2020). Bu sebeple, bu kıymetli atıkların hem çevreye zarar vermemesi hem de biyoaktif bileşiklerinin tekrar kullanılabilmesi için geri dönüştürülmesi önem arz etmektedir. Ancak yüksek oranda su içeren siyah havuç posası hızlı bir şekilde kurutulmadığı takdirde kolaylıkla bozulmakta ve tekrar kullanımı oldukça güçleşmektedir (Kumar vd., 2019). Hızlı kurutma yöntemlerinin araştırılması siyah havuç posasının endüstride kullanımını mümkün kılmak adına oldukça önem arz etmektedir.

Son yıllarda özellikle sebze ve meyvelerin kurutulmasında çeşitli yeni teknikler araştırılmaktadır. Bu yeni tekniklerden biri de radyo frekans enerjisi kullanarak ürünün kurutulmasıdır. Radyo frekans enerjisinin kullanıldığı bu ısınma işlemi dielektrik ısıtma olarak bilinmektedir (Yazar ve İçier, 2013). Gıda ürünlerinin hızlı ve homojen ısınmasını sağlayan radyo frekans sistemleri, gıda endüstrisinde oldukça popüler olmaya başlayan yeni bir teknoloji olarak bilinmektedir (Roknul vd., 2014; Hou vd., 2020).

Literatür incelendiğinde, radyo frekans kurutma başlığı altında raporlanan çalışmaların çoğunun tek başına radyo frekans enerjisini kullanmadıkları görülmüştür. Bunun yerine, sıcak hava veya vakum sistemleriyle birleştirilmiş radyo frekans kurutma sistemleri kullanılmaktadır (Wang vd., 2014a; Wang vd., 2014b; Zhang vd., 2016; Zhou vd., 2018; Ran vd., 2019; Zhou vd., 2019; Gong vd., 2020; Wang vd., 2020a; Wang vd., 2020b; Özbek, 2021; Wang vd., 2021; Mahmood vd., 2022). Siyah havuç posasının kurutulması ile ilgili yapılmış olan bir çalışmada da sıcak hava destekli radyo frekans kurutma sistemi kullanılmıştır (Elik, 2021). Dolayısıyla, literatürde tek başına radyo frekans sisteminin kuruma karakteristiği ve ürün kalitesi üzerine etkisini inceleyen yeterli sayıda çalışma

bulunmamaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmanın temel amaçları, siyah havuç posasının tek başına radyo frekans sistemi kullanılarak kurutulması, sistemin kuruma karakteristiğinin incelenmesi ve matematiksel olarak modellenmesi ve son olarak elde edilen kuru siyah havuç posasının renk, toplam fenolik içerik, toplam antosiyanin içerik ve antioksidan kapasite açısından incelenmesidir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Siyah havuç posası endüstriyel atık olarak Konya'daki bir siyah havuç konsantresi üreticisinden (Erkon Konsantre Co.) temin edilmiştir. Kurutma işlemine kadar -20°C 'de polietilen torbalarda saklanmıştır. Kurutma işleminin öncesinde, siyah havuç posası gece boyunca oda sıcaklığında dengeye gelmesi için bekletilmiştir.

Siyah havuç posasının kurutma öncesi özellikleri Elik (2021) tarafından yapılan çalışmada açıklanmıştır. Buna göre havuç posasının başlangıç nem içeriği, L^* , a^* ve b^* renk değerleri sırasıyla $84,30 \pm 0,30$, $26,29 \pm 0,26$, $22,61 \pm 0,09$ ve $4,04 \pm 0,09$ olarak belirlenmiştir. Ayrıca siyah havuç posasının başlangıç toplam fenolik, antosiyanin ve plazmanın ferrik indirgeme yeteneği (FRAP) değerleri sırasıyla $21,39 \pm 0,21$ mg GAE/g kuru madde, $11,26 \pm 0,15$ mg CGE/g kuru madde ve $179,17 \pm 11,50$ $\mu\text{mol/g}$ kuru madde olarak belirlenmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Radyo frekans kurutma

Radyo frekansla kurutma işlemi, 10 kW güçte çalışan, 27,12 MHz serbest salınımlı ve çapraz elektrotlu bir sistemin içerisinde gerçekleştirilmiştir (09010RF27/190521, Sonar Radyo Frekans Ekipmanı, İzmir, Türkiye). Radyo frekans kurutucu içerisinde ayarlanabilir elektrotlar (50 ila 200 mm) mevcuttur.

Siyah havuç posası, polipropilenden (U: 285 mm, G: 200 mm ve Y: 50 mm) yapılmış delikli dikdörtgen plastik bir kap içine 500 g ürün ve 20 mm ürün kalınlığı olacak şekilde homojen olarak yayılmıştır. Ardından plastik kap radyo frekans kurutma sistemine yerleştirilmiştir. Elektrot yüksekliği 80 mm'ye ayarlandıktan sonra kurutma işlemi başlatılmıştır. Uzaklaşan suyun tespit edilebilmesi için her 10 dakikada bir plastik kap radyo frekans kurutma sisteminden çıkartılmış, elektronik bir terazi (Cas Corporation, SW-1S/1C model, Çin) kullanılarak tartılmış ve plastik kap kurutma sistemine hemen geri yerleştirilmiştir.

Kurutma işlemi, siyah havuç posasının nem içeriğinin $5,37 \pm 0,11$ g su/g kuru madde değerinden

$0,04 \pm 0,01$ g su/g kuru madde değerine düşene kadar gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Radyo frekans kurutma için altı farklı ince tabaka kurutma modelinin istatistiksel değerleri

Model	Parametreler	
Newton $MR = \exp(-kt)$	R^2	0,9512
	RMSE	0,0743
	k	0,0159
Page $MR = \exp(-kt^n)$	R^2	0,9938
	RMSE	0,0272
	k	0,0012
	n	16,031
Hend, &Pab. $MR = a \cdot \exp(-kt)$	R^2	0,9620
	RMSE	0,0671
	a	11,101
	k	0,0174
Wang and Singh $MR = 1 + at + bt^2$	R^2	0,9886
	RMSE	0,0368
	a	-0,0112
	b	$3,108 \times 10^{-5}$
Logarithmic $MR = a \cdot \exp(-kt) + c$	R^2	0,9774
	RMSE	0,0531
	a	11,872
	c	-0,1140
	k	0,0133
Midilli $MR = a \cdot \exp(-kt^n) + bt$	R^2	0,9950
	RMSE	0,0243
	a	0,9488
	b	$-1,5096 \times 10^{-7}$
	k	0,0006
	n	17,728

2.2.2. İnce tabaka kurutma modeli

Radyo frekans kurutmanın modellenmesi için Newton, Page, Hend, &Pab., Wang and Singh, Logarithmic ve Midilli olmak üzere altı farklı ince tabaka kurutma modeli kullanılmıştır (Çizelge 1). Boyutsuz nem oranı (MR) ve kuruma hızı (DR, g su/gkuru madde*dk) sırasıyla denklem 1 ve 2 kullanılarak belirlenmiştir:

$$MR = \frac{M - M_e}{M_o - M_e} \quad (1)$$

M: kurutma sırasında herhangi bir zamandaki nem içeriği (g su /g kuru madde)

M_o : başlangıç nem içeriği (g su /g kuru madde)

M_e : son nem içeriği (g su /g kuru madde)

$$DR = \frac{M_{t+\Delta t} - M_t}{\Delta t} \quad (2)$$

$M_{t+\Delta t}$: “t+Δt” zamanındaki nem içeriği (g su /g kuru madde)

M_t : “t” zamanındaki nem içeriği (g su /g kuru madde)

t: kuruma süresi (dk)

Deneysel veriler, SigmaPlot yazılımı (Sürüm 12, Systat Software, Inc.) kullanılarak altı farklı kurutma modeli için uygulanmıştır. Her bir model için, korelasyon katsayısı (R^2) ve denklem (3)’te tanımlanan kök ortalama kare hatası (RMSE) değerleri belirlenmiştir. Siyah havuç posasının radyo frekans kurutulmasını en iyi açıklayan model, en yüksek R^2 ve en düşük RMSE değerlerine sahip model olarak kabul edilmiştir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (MR_{deneysel,i} - MR_{teorik,i})^2}{N}} \quad (3)$$

$MR_{deneysel,i}$: deneme sonuçlarından elde edilen nem oranı değeri

$MR_{teorik,i}$: model ile hesaplanan nem oranı değeri,

N : deneysel veri sayısı

n : kullanılan modeldeki katsayı

2.2.3. Etkin nem difüzyonu

Çalışmada elde edilen verilere göre etkin nem difüzyon katsayısı; difüzyon denklemi (Fick'in ikinci yasası) ve eğim yöntemi (the slope method) kullanılarak iki farklı şekilde hesaplanmıştır.

İlk olarak, Fick'in ikinci yasası kullanılarak deneysel kurutma verilerinden etkin nem difüzyon katsayısı ($D_{eff-fick}$) hesaplanmıştır. Bu metodun kullanılabilirliği için şu varsayımlar yapılmıştır (Crank, 1979): (i) başlangıç nem içeriği numunenin kütlesi boyunca eşit olarak dağılmıştır; (ii) siyah havuç posası homojen bir dikdörtgen plakadır; (iii) difüzyon katsayısı sabittir ve büzülme ihmal edilebilir düzeydedir; (iv) nem hareketi tek boyutludur; (v) dış direnç ihmal edilebilir.

Dikdörtgen plaka için $D_{eff-fick}$ değeri aşağıdaki şekilde (denklem 4) hesaplanmıştır (Crank, 1979):

$$MR = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left(- (2n+1)^2 \pi^2 \frac{D_{eff-fick} t}{4L^2}\right) \quad (4)$$

MR: nem oranı (boyutsuz)

n: Fourier serisinin terimlerinin sayısı

t: kuruma süresi (dk)

$D_{eff-fick}$: Etkin nem difüzyon katsayısı (m^2/dk)

L: Kurutulan dilimin yarı kalınlığı (m)

Uzun kuruma süreleri için $n = 1$ olur ve bu eşitlik sadeleştirilerek denklem (5) elde edilir.

$$\ln(MR) = \ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right) - \left(\frac{\pi^2}{4L^2} D_{eff-fick} t\right) \quad (5)$$

$\ln(MR)$ karşı kuruma süresi (t) eğrisi çizilir ve eğrinin eğiminden (denklem 6) $D_{eff-fick}$ değeri hesaplanır.

$$Eğim = \frac{\pi^2}{4L^2} D_{eff-fick} \quad (6)$$

Etkin nem difüzyon katsayısı (D_{eff-sm}) eğim yöntemi (the slope method) kullanılarak da hesaplanmıştır. Deneysel kurutma eğrisi (kurutma süresine karşı $\log MR$), teorik difüzyon eğrisi ($\log MR$ 'ye karşı F_0) ile karşılaştırılmıştır. Deneysel kurutma eğrisinin (dMR/dt)_{deneysel} ve teorik eğrinin (dMR/dF_0)_{teorik} eğimi, differentiation metodu kullanılarak belirlenmiştir (Goula vd., 2016). D_{eff-sm} değeri denklem (7) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$D_{eff-sm} = \frac{\left(\frac{dMR}{dt}\right)_{deneysel}}{\left(\frac{dMR}{dF_0}\right)_{teorik}} \times L^2 \quad (7)$$

MR: nem oranı (boyutsuz)

F_0 : Fourier sayısı (Dt/L^2)

t: kuruma süresi (dk)

D_{eff-sm} : Etkin nem difüzyon katsayısı (m^2/dk)

L: Kurutulan dilimin yarı kalınlığı (m)

2.2.4. Renk parametreleri

Kuru siyah havuç posasının aydınlık değeri (L^*), kırmızılık indeksi (a^*) ve sarılık indeksi (b^*) değerleri CIE Lab sisteminde HunterLab ColorFlex (A60-1010-615 Model Colorimeter, Hunter Lab, Reston, VA) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Toplam renk değişimi (ΔE) denklem (8) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 - (a_0^* - a^*)^2 - (b_0^* - b^*)^2} \quad (8)$$

L_0^* , a_0^* ve b_0^* başlangıç renk değerlerini, L^* , a^* ve b^* ise radyo frekans kurutma sistemiyle kurutulmuş ürünün renk değerlerini ifade eder.

2.2.5. Toplam fenolik içerik, toplam antosiyanin içerik ve antioksidan kapasite

Toplam fenolik içerik, Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Singleton vd., 1999). Kısaca, 450 μ l örnek ekstrakta 2,25 ml seyreltilmiş Folin-Ciocalteu reaktifi (9:1 h,h) eklenmiştir. 3 dk oda sıcaklığında karıştırıldıktan sonra 1,8 ml sodyum karbonat çözeltisi (75 g/L) eklenmiş ve 2 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. 760 nm'de spektrofotometre (Beckman Coulter, Brea, CA) kullanılarak absorbans değeri okunmuştur. Toplam fenolik içerik değeri, mg gallik asit eşdeğerleri (GAE)/g kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir. Tüm ölçümler üç kez yapılmıştır.

Toplam antosiyanin içeriğini belirlemek için pH diferansiyel yöntemi kullanılmıştır (Lee vd., 2005). Bu metotta potasyum klorat (pH=1) ve sodyum asetat (pH=4,5) olmak üzere iki farklı tampon çözeltisi kullanılmıştır. 0,5 mL örnek ekstrakt iki ayrı kapa aktarılmış ve her iki tampon çözeltisinden 7,5 ml eklenmiştir. Hazırlanan karışımların absorbansı 515 ve 700 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Örneğin absorbansı (A), aşağıdaki denklem kullanılarak bulunmuştur:

$$A = (A_{515} - A_{700})_{pH 1,0} - (A_{515} - A_{700})_{pH 4,5}$$

Örneklerdeki antosiyanin konsantrasyonu ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Toplam antosiyanin içerik (mg/L)} = A \times MW \times DF \times 1000 / (\epsilon \times 1)$$

Burada siyanidin-3-glukozit'in moleküler ağırlığı (MW = 449,2) ve molar soğurma ($\epsilon = 26,900$) sabitleri kullanılmıştır. Toplam antosiyanin içerik değeri, mg siyanidin-3-glukozit eşdeğerleri (CGE)/g kuru ağırlık olarak sunulmuştur. Tüm ölçümler üç kez yapılmıştır.

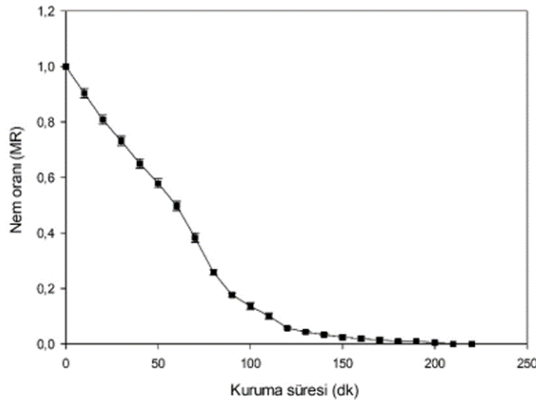
Antioksidan kapasite, Benzie ve Strain (1996) tarafından önerilen FRAP yönteminde hafif

modifikasyonlar uygulanarak belirlenmiştir. FRAP çözeltisi, sodyum asetat tamponu (300 mM, pH 3,6), 1,3,5-tri (2-piridil)-2,4,6-triazin (TPTZ) solüsyonu (40 mM HCl içinde 10 mM TPTZ) ve 20 mM demir (III) klorür çözeltisi sırasıyla 10:1:1 (h/h/h) oranlarında 37°C'de karıştırılarak hazırlanmıştır. 100 µL örnek ekstraktı alınmış ve 3 ml FRAP solüsyonu eklenmiş ardından hazırlanan karışım 8 dk karanlıkta bekletilmiştir. Örneklerin absorbansları 593 nm'de ölçülmüştür. Çeşitli konsantrasyonlarda trolox çözeltisi (0-500 µmol/L) kalibrasyon eğrisini çizmek için kullanılmıştır. Sonuçlar µmol/g kuru ağırlık olarak verilmiştir. Tüm ölçümler üç kez yapılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Radyo frekans kuruma karakteristiği

Şekil 1, ürünün nem oranının radyo frekans kuruma süresiyle değişimini göstermektedir. Hedef nem içeriğine (0,04 ± 0,01 g su/ g kuru madde) ulaşmak için gerekli süre 210 dk olarak belirlenmiştir.

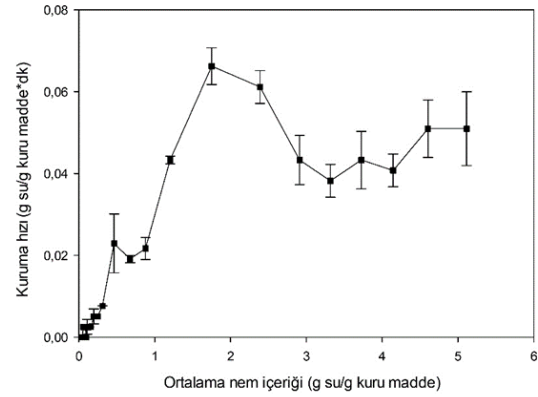


Şekil 1. Ürünün nem oranının radyo frekans kuruma süresiyle değişimi

Elik (2021) tarafından yapılan benzer çalışmamızda, sıcak hava destekli radyo frekans kurutma sisteminde siyah havuç posası aynı koşullar altında 110 dk içerisinde aynı nem içeriğine (0,04±0,01 g su/g kuru madde) düşürülmüştür. Sonuçlar, sıcak hava kullanılmadığında kurutma süresinin yaklaşık olarak %90 oranında arttığını göstermiştir. Radyo frekans ısıtma, materyalin iç ısısının artmasını ve suyun yüzeye doğru hareket etmesini sağlar. Sıcak hava ise yüzeyde biriken nemin uzaklaştırılmasına imkân tanır ve daha verimli bir kuruma sağlar (Awuah vd., 2014). Shinde vd. (2013) tarafından yapılan benzer bir

çalışmada tek başına radyo frekans sisteminin kuruma süresini artırdığı rapor edilmiştir.

Şekil 2, radyo frekans kuruma hızının ürünün ortalama nem içeriği ile değişimini göstermektedir. Radyo frekans kurutmanın kuruma hızının, kurutmanın başlangıcında yavaş bir şekilde artmaya başladığı ve kuruma sonuna doğru azaldığı bulunmuştur. Bu durum, nem içeriğinin yüksek olduğu başlangıç kuruma bölgesinde kuruma hızı yüksek iken zamanla nem içeriğinin azalmasına bağlı olarak kuruma hızının da düşmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, Şekil 2'de kurutmanın sadece düşen hız periyodunda gerçekleştiği ve sabit hız periyodu olmadığı görülmektedir.



Şekil 2. Radyo frekans kuruma hızının ürünün ortalama nem içeriği ile değişimi

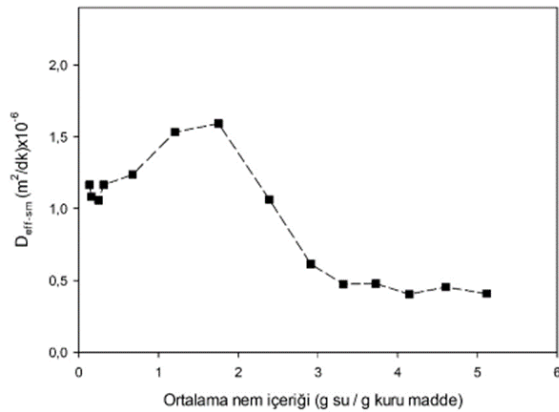
Çizelge 1, siyah havuç posasının kurutulmasında radyo frekans kurutma sistemi için modellenmiş altı farklı matematiksel model sonuçlarını göstermektedir. Kurutmanın modellenmesinde en uygun model en yüksek R² ve en düşük RMSE değerlerine sahip olanıdır (Wang vd., 2020a). Bu nedenle, siyah havuç posasının radyo frekans kuruma karakteristiğini tanımlayan en iyi model, en düşük RMSE değeri (0,0243) ve en yüksek R² değerine (0,9950) sahip Midilli modeli olarak belirlenmiştir.

Etkin nem difüzyon katsayısı, difüzyon denklemi (Fick'in ikinci yasası) yöntemi ve eğim yöntemi (the slope method) kullanılarak tahmin edilmiştir. Difüzyon denklemi ile elde edilen etkin nem difüzyon katsayısı değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2. Difüzyon denklemi ile elde edilen etkin nem difüzyon katsayı değerleri

Kurutma metot	$D_{\text{eff1-fick}} \times 10^6$ (m ² /dk)	$D_{\text{eff2-fick}} \times 10^6$ (m ² /dk)
Radyo frekans kurutma	0,42	1,31

Difüzyon denklemi kullanıldığında iki tane etkin nem difüzyon katsayısı değeri olduğu tespit edilmiştir ($0,42 \times 10^{-6}$ m²/dk ve $1,31 \times 10^{-6}$ m²/dk). Sadece radyo frekans kullanılarak yapılan kurutmanın etkin nem difüzyon katsayısı değeri ($0,42 \times 10^{-6}$ m²/dk ve $1,31 \times 10^{-6}$ m²/dk), siyah havuç posasının kurutulduğu diğer bir çalışmamızda kullanılan sıcak hava destekli radyo frekans kurutma tekniğinin etkin nem difüzyon katsayısı değerine ($1,92 \times 10^{-6}$ m²/dk) kıyasla daha düşük bulunmuştur (Elik, 2021). Bu durum, radyo frekans ısınma ile yüzeye taşınan ürünün içerisindeki nemin, sıcak hava tarafından süpürülmesi ve dolayısıyla kuruma hızı ve etkinliğini arttırmasıyla açıklanabilir (Awuah vd., 2014). Bununla beraber, Wang vd. (2020b) tarafından yapılan kabuklu fındığın kurutulduğu başka bir hava destekli radyo frekans kurutma sisteminde etkin nem difüzyon katsayısı ($5,33 \times 10^{-7}$ m²/dk) mevcut çalışmada belirlenene kıyasla oldukça düşük bulunmuştur. Bu durum, örneğin yapısı, konfigürasyonu ve/veya radyo frekans kurutucuya eklenen farklı sistemlerden (örn; sıcak hava, vakum) kaynaklı olabilir.



Şekil 3. Etkin nem difüzyon katsayı değerlerinin ortalama nem içeriği ile değişimi

Radyo frekans kurutma için eğim yöntemi (the slope method) ile elde edilen etkin nem difüzyon katsayı değerleri Şekil 3'te gösterilmektedir. $D_{\text{eff-sm}}$ değerleri, $0,41-1,59 \times 10^{-6}$ m²/dk aralığında bulunmuştur. $D_{\text{eff-}}$

$_{\text{sm}}$ değerlerinin ortalama nem içeriğinin azalmasıyla arttığı görülmüştür. Eğim yöntemi (the slope method) ile elde edilen sonuçlar ile difüzyon denklemi (Fick'in ikinci yasası) kullanılarak elde edilen etkin nem difüzyon katsayı değerlerinin birbiriyle uyumlu olduğu bulunmuştur.

3.2. Kurutulmuş siyah havuç posasının kalite özellikleri

Kurutulmuş siyah havuç posasının bazı kalite özellikleri Çizelge 3'te verilmiştir. Kuru siyah havuç posasının L^* , a^* ve b^* renk değerleri sırasıyla $22,75 \pm 0,04$, $16,78 \pm 0,23$ ve $1,53 \pm 0,05$ olarak belirlenmiştir. Başlangıç ürün ile kıyaslandığında (Materyal ve yöntem bölümünde) tüm renk değerlerinin radyo frekans kurutma sonrası azaldığı görülmüştür. L^* değerindeki azalma kurutma sırasında enzimatik ve/veya enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklıdır (Elik, 2021). Pozitif a^* ve b^* değerleri sırasıyla ürünün kırmızılığı ve sarılığının bir ölçüsüdür ve bu renk değerlerinin azalması kurutma sırasında siyah havuç posasının kırmızılığının ve sarılığının azaldığını gösterir. Bu renk parametrelerindeki azalma siyah havuç posasının antosiyanin ve karotenoid içeriğinin azaldığına işaret ediyor olabilir. ΔE değeri ürünün uygulanan işlem sonrası toplam renk değişimini gösterir. Kurutulmuş siyah havuç posasının ΔE değeri $7,30 \pm 0,34$ olarak hesaplanmıştır. Renk değerlerinin, önceki çalışmamızda sıcak hava destekli radyo frekans kurutma sistemi kullanılarak kurutulan siyah havuç posasının renk değerlerine (L^* : $25,82 \pm 0,03$, a^* : $19,76 \pm 0,07$ ve b^* : $1,69 \pm 0,05$) kıyasla azaldığı görülmüştür (Elik, 2021). Bu çalışmada kullanılan radyo frekans kurutma sisteminde sıcak hava desteğinin olmaması, kurutma süresini arttırmıştır (110 dk'dan 210 dk'a) ve dolayısıyla bu durum daha uzun işlem süresine tabi olan ürünün renk kalitesini olumsuz yönde etkilemiş olabilir. GABA pirincin kurutulduğu bir çalışmada radyo frekans sisteminin tek başına kullanılmasının, hava destekli radyo frekans sistemine kıyasla

ürünün renk kalitesini olumsuz yönde etkilediği bulunmuştur (Akaranuchat vd., 2012).

Çizelge 3. Radyo frekans sistemiyle kurutulmuş siyah havuç posasının kalite özellikleri

Özellik	Kurutulmuş siyah havuç posası
L*	22,75 ±0,04
a*	16,78 ±0,23
b*	1,53 ±0,05
ΔE	7,30 ±0,34
Toplam fenolik içerik (mg GAE/g kuru madde)	12,65 ±0,51
Toplam antosiyanin içerik (mg CGE/g kuru madde)	2,27 ±0,18
FRAP (μmol/g kuru madde)	108,78 ±5,32

Kurutma sonrası siyah havuç posasının toplam fenolik içeriği 12,65±0,51 mg GAE/g kuru madde olarak belirlenmiştir. Kurutma öncesi posanın toplam fenolik içeriği göz önüne alındığında (21,39±0,21 mg GAE/g kuru madde) yaklaşık %48 oranında azaldığı görülmüştür. Ayrıca, toplam antosiyanin içeriğinin %80 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Kurutulmuş ürünün antioksidan kapasitesi FRAP metoduyla ölçülmüş ve kurutma sonrasında FRAP değerinin 179,17±11,50 μmol/g kuru madde değerinden 108,78±5,32 μmol/g kuru madde değerine düştüğü görülmüştür. Hava destekli radyo frekans ısıtma sisteminin pirinç kepeğinin kalite özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada, radyo frekans uygulaması sonrasında ürünün toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivitesinin önemli bir şekilde değişmediği raporlanmıştır (Chen vd., 2021). Havuç sebzesinin hava destekli radyo frekans kurutma sistemiyle kurutulduğu başka bir çalışmada ise kurutma sonrası ürünün toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivitesinde önemli bir azalma meydana geldiği gözlemlenmiştir (Özbek, 2021). Radyo frekans sistemiyle çileğin kurutulduğu diğer bir çalışmada ise toplam antosiyanin ve fenolik içeriğin sırasıyla %32 ve %26 oranında azaldığı bildirilmiştir (Jiang vd., 2019). Literatürde bildirilen farklı sonuçlar, kullanılan radyo frekans sisteminin farklılığı (sıcak hava destekli olması gibi), kurutma sıcaklığı ve/veya gıdanın farklı fiziksel yapısından kaynaklı olabilir.

4. Sonuçlar

Çalışmada siyah havuç posası radyo frekans sistemi kullanılarak kurutulmuştur. Kurutma sisteminin kinetiği incelenmiş ve kurutulmuş ürünün kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Literatür ile karşılaştırıldığında, sonuçlar sıcak hava desteği olmadan kullanılan radyo frekans sisteminin kuruma süresini uzattığını göstermiştir. Test edilen altı farklı matematiksel model arasında, radyo frekans kurutmanın kurutma özelliğini Midilli model en iyi şekilde tanımlamıştır. Siyah havuç posasının renk kalitesi, fenolik içeriği, antosiyanin içeriği ve antioksidan kapasitesinin kurutma sonrasında azaldığı görülmüştür. Sonuç olarak, sıcak hava desteğinin kullanılmadığı radyo frekans kurutma sistemlerinde kurutma etkinliğinin azaldığı ve ürün kalitesinin olumsuz açıdan daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Bu nedenle, sıcak hava ile desteklenmiş radyo frekans kurutma sistemlerinin tercih edilmesi kurutma etkinliği ve ürün kalitesi açısından önem taşımaktadır.

5. Kaynaklar

- Agcam, E., Akyıldız, A., Balasubramaniam, V. (2017). Optimization of anthocyanins extraction from black carrot pomace with thermosonication. *Food chemistry*, 237, 461-470.
- Akaranuchat, P., Vearasilp, S., Thanapornpoonpong, S., Krittigamas, N., Suriyong, S., Pawelzik, E., & Horsten, D. V. (2012). Combining radio frequency drying

with hot air oven for energy reduction in GABA rice. In Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development.

Awuah, G.B., Ramaswamy, H.S., Tang, J. (2014). Radio-Frequency heating in food processing: Principles and applications. CRC Press.

Benzie, I.F., Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239, 70-76.

Chen, Y. H., Yen, Y. F., & Chen, S. D. (2021). Effects of Radio Frequency Heating on the Stability and Antioxidant Properties of Rice Bran. *Foods*, 10(4), 810.

Crank, J. (1979). The mathematics of diffusion. Oxford university press.

Elik, A. (2021). Hot air-assisted radio frequency drying of black carrot pomace: Kinetics and product quality. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 73, 102800.

Gong, C., Liao, M., Zhang, H., Xu, Y., Miao, Y., & Jiao, S. (2020). Investigation of hot air-assisted radio frequency as a final-stage drying of pre-dried carrot cubes. *Food and Bioprocess Technology*, 13(3), 419-429.

Goula, A.M., Thymiatas, K., Kaderides, K. (2016). Valorization of grape pomace: drying behavior and ultrasound extraction of phenolics. *Food and Bioprocess Technology*, 100, 132-144.

Hou, L., Zhou, X., Wang, S. (2020). Numerical analysis of heat and mass transfer in kiwifruit slices during combined radio frequency and vacuum drying. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 63(12), 119704.

Kumar, M., Dahuja, A., Sachdev, A., Kaur, C., Varghese, E., Saha, S., Sairam, K. (2019). Valorisation of black carrot pomace: Microwave assisted extraction of bioactive phytochemicals and antioxidant activity using

Box-Behnken design. *Journal of food science and technology*, 56, 995-1007.

Lee, J., Durst, R. W., 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.

Mahmood, N., Liu, Y., Munir, Z., Zhang, Y., & Niazi, B. M. K. (2022). Effects of hot air assisted radio frequency drying on heating uniformity, drying characteristics and quality of paddy. *LWT*, 113131.

Özbek, H. N. (2021). Radio frequency-assisted hot air drying of carrots for the production of carrot powder: Kinetics and product quality. *LWT*, 152, 112332.

Ran, X. L., Zhang, M., Wang, Y., & Liu, Y. (2019). Vacuum radio frequency drying: a novel method to improve the main qualities of chicken powders. *Journal of Food Science and Technology*, 56(10), 4482-4491.

Roknul, A.S., Zhang, M., Mujumdar, A.S., Wang, Y. (2014). A comparative study of four drying methods on drying time and quality characteristics of stem lettuce slices (*Lactuca sativa* L.). *Drying Technology*, 32, 657-666.

Shinde, A., Das, S., & Datta, A. K. (2013). Quality improvement of orthodox and CTC tea and performance enhancement by hybrid hot air-radio frequency (RF) dryer. *Journal of Food Engineering*, 116(2), 444-449.

Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 299, 152-178.

Sucheta, Misra, N. N., & Yadav, S. K. (2020). Extraction of pectin from black carrot pomace using intermittent microwave, ultrasound and conventional heating: Kinetics, characterization and process economics. *Food Hydrocolloids*, 102, 105592.

Türkyılmaz, M., Yemiş, O., Özkan, M. (2012). Clarification and pasteurisation effects on monomeric anthocyanins and percent

polymeric colour of black carrot (*Daucus carota* L.) juice. *Food chemistry*, 134, 1052-1058.

Wang, W., Wang, W., Jung, J., Yang, R., Tang, J., Zhao, Y. (2020a). Investigation of hot-air assisted radio frequency (HARF) dielectric heating for improving drying efficiency and ensuring quality of dried hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *Food and Bioproducts Processing*, 120, 179-190.

Wang, W., Wang, W., Wang, Y., Yang, R., Tang, J., Zhao, Y. (2020b). Hot-air assisted continuous radio frequency heating for improving drying efficiency and retaining quality of inshell hazelnuts (*Corylus avellana* L. cv. Barcelona). *Journal of Food Engineering*, 279, 109956.

Wang, Y., Zhang, L., Johnson, J., Gao, M., Tang, J., Powers, J. R., & Wang, S. (2014a). Developing hot air-assisted radio frequency drying for in-shell macadamia nuts. *Food and Bioprocess Technology*, 7(1), 278-288.

Wang, Y., Zhang, L., Gao, M., Tang, J., & Wang, S. (2014b). Pilot-scale radio frequency drying of macadamia nuts: heating and drying uniformity. *Drying Technology*, 32(9), 1052-1059.

Wang, W., Tang, J., & Zhao, Y. (2021). Investigation of hot-air assisted continuous radio frequency drying for improving drying efficiency and reducing shell cracks of inshell hazelnuts: The relationship between cracking level and nut quality. *Food and Bioproducts Processing*, 125, 46-56.

Yazar, G., İçier, F. (2013). Radyo Frekans Isıtma Yöntemi ve Gıda İşlemede Kullanımı. *Akademik Gıda*, 11, 80-93.

Zhang, B., Zheng, A., Zhou, L., Huang, Z., & Wang, S. (2016). Developing hot air-assisted radio frequency drying for in-shell walnuts. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 459-467.

Zhou, X., Xu, R., Zhang, B., Pei, S., Liu, Q., Ramaswamy, H. S., & Wang, S. (2018). Radio frequency-vacuum drying of kiwifruits: Kinetics, uniformity, and product quality. *Food and Bioprocess Technology*, 11(11), 2094-2109.

Zhou, X., Ramaswamy, H., Qu, Y., Xu, R., & Wang, S. (2019). Combined radio frequency-vacuum and hot air drying of kiwifruits: Effect on drying uniformity, energy efficiency and product quality. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 56, 102182.

Özgün Araştırma/Original Article

Bursa ili kentsel ve kırsal alanında yaşayan tüketicilerin gıda satın alma ve tüketme davranışlarına Covid-19 pandemisinin etkileri

Effect of Covid-19 pandemic on food purchasing and consumption behaviours of consumers living in urban and rural areas of Bursa province

Buse Artık¹, Ayşegül Yıldırım Kumral^{1*}

¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, BURSA, TÜRKİYE

(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID: 0000-0001-7481-7660, Yüksek Lisans Öğrencisi

ORCID ID: 0000-0002-3550-7181, Doç. Dr.

*Sorumlu yazar/Corresponding author: ayseguly@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi : 01.05.2022

Kabul Tarihi : 08.07.2022

Öz

Amaç: Bu çalışma ile Covid-19 pandemisi sırasında Bursa ili kentsel ve kırsal alanında yaşayan tüketicilerin gıda satın alma ve tüketme davranışlarındaki değişiklikleri ve farklılıkları ortaya koymak amaçlanmıştır.

Materyal ve yöntem: Araştırma kapsamında 12 Ekim 2021 – 08 Kasım 2021 tarihleri arasında Bursa ilinin kentsel ve kırsal alanında ikamet eden 18 yaş üstü 416 kişi ile anket çalışması yapılmıştır. Anket görüşmeleri yüz yüze görüşme tekniği ve Google Form aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Verilerin istatistiksel analizinde frekans, Ki-Kare, G-Test of Goodness of Fit, Bağımsız Örneklem T-Testi kullanılmıştır.

Tartışma ve sonuç: Sonuçlara göre tüketicilerin pandemi döneminde market ve gıda harcamalarının arttığı, dışarıdan sipariş vermek yerine evde kendilerinin yapmayı tercih ettikleri, kafe ve restoranlardaki personelin maske-eldiven takması ve Covid-19 aşısı olması gerektiğini düşündükleri belirlenmiştir. Kentsel alanda yaşayan tüketicilerin kırsala göre daha fazla gıda stokladığı, daha fazla vücut artışı yaşadığı ve daha fazla vitamin mineral takviyesi almaya başladıkları, açıkta satılan gıda ürünleri yerine ambalajlı ürünleri daha fazla tercih ettikleri tespit edilmiştir. Kentte yaşayanlar çoğunlukla meyve sebze yi süper marketlerden almayı, kırsal alanda yaşayanlar ise bu ürünleri kendileri yetiştirmeyi tercih etmişlerdir.

Anahtar kelimeler: Covid-19, gıda, tüketici, davranışlar, kentsel, kırsal

Abstract

Objective: The aim of this study is to reveal the changes and differences in the food purchasing and consuming behaviors of consumers living in the urban and rural areas of Bursa during the Covid-19 pandemic.

Materials and method: Within the scope of the research, a survey was conducted with 416 people over the age of 18 residing in the urban and rural areas of Bursa between 12 October 2021 – 08 November 2021. Questionnaire interviews were conducted through face-to-face interview technique and Google Form. Frequency, Chi-Square, G-test of Goodness of Fit, Independent Sample T-Test were used in the statistical analysis of the data.

Results and conclusion: Results of the present study showed that, during the pandemic period, the supermarket and food expenditures of the consumers increased, home-cooking was preferred rather than ordering from outside, and the majority of the consumers thought that the staff in cafes and restaurants should wear masks, gloves and be vaccinated. It is also determined that the consumers living in urban areas stocked more food, gained more weight, took more vitamin and mineral supplements compared to rural areas, and they preferred packaged food products rather than foods sold in bulk. Additionally, while consumers living in the urban areas mostly preferred to buy fruits and vegetables from supermarkets, consumers living in the rural areas mostly preferred to grow them themselves.

Keywords: Covid-19, food, consumer, behaviours, urban, rural

1. Giriş

2019 yılının Aralık ayında Çin'in Hubei eyaletinin Wuhan şehrinde yeni bir koronavirüs tespit edilmiştir. Virüsle temaslı olduğu düşünülen kişilerde tedaviye cevap vermeyen zatürre benzeri belirtiler görülmüştür. Virüs çıktığı ilk günden itibaren hızlı bir şekilde yayılmaya başlamış ve hastalık kısa sürede salgın haline dönüşmüştür. 11 Mart 2020 tarihinde Türkiye'de ilk Covid-19 vakası görülmüş ve aynı tarihte Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) SARS-CoV-2 virüsünün neden olduğu Covid-19 salgınına pandemi ilan etmiştir (Budak ve Korkmaz, 2020).

Covid-19 hastalığı bulaşmış olan kişilerin semptomları, hafif semptomlardan şiddetli semptomlara kadar değişkenlik gösterebilmektedir. Covid-19'un farklı insanları farklı yollarla etkileyebileceği, enfekte kişilerin çoğunun hafif ile orta şiddette hastalığı geçirebileceği ve hastaneye yatmadan iyileşebileceği DSÖ tarafından bildirilmiştir. Yaygın belirtiler arasında ateş, öksürük, yorgunluk tat ve koku kaybı; daha az yaygın semptomlar arasında boğaz ağrısı, baş ağrısı, ağrı ve sızılar, ishal, ciltte kızarıklık veya ayak parmaklarında renk değişikliği, kırmızı veya tahriş olmuş gözler belirtilmiştir. Ciddi semptomlar arasında nefes almada zorluk veya nefes darlığı, konuşmada veya harekette kayıp, bilinç bulanıklığı, göğüs ağrısı olduğu, ileri yaştaki yetişkinler ile kalp, akciğer, diyabet hastalığı gibi ciddi tıbbi durumu olan kişilerin Covid-19 hastalığında ciddi komplikasyonlar geliştirebileceği ifade edilmiştir (WHO, 2022; CDC, 2021).

Pandemiyle birlikte ülkeler hastalığın yayılım hızını düşürmek ve sağlık sisteminin sorunsuz işlemeye devam edebilmesi için birtakım önlemler almaya başlamışlardır. Bu önlemlerin başında sosyal izolasyon, hijyen, mesafe, maske, temizlik, sokağa çıkma kısıtlamaları, karantina uygulamaları gelmektedir. Türkiye'de de 10 Ocak 2020 tarihinde Sağlık Bakanlığı tarafından Koronavirüs Bilim Kurulu oluşturulmuş ve kararlar hızlı bir şekilde alınmaya başlanmıştır. Bu süreçte uzaktan eğitime geçilmiş, eğlence mekanlarının faaliyetlerine ara verilmiş, dış hat uçuşları durdurulmuş, esnek çalışma saatlerine geçilmiş, yeme içme yerleri sadece paket servis veya gel-al şeklinde hizmet vermeye başlamış, sokağa çıkma sınırlandırmaları getirilmiştir (Budak ve Korkmaz, 2020).

Pandemi, dünyada ve Türkiye'de ekonomiyi, eğitimi, siyaseti, sağlığı ve tüketimi değişim sürecine girmeye zorlanmıştır. Zaman zaman insanlar sokağa sadece temel ihtiyaçlarını karşılamak için çıkmışlar acil ihtiyaçlar dışında

evde kalmaya mecbur bırakılmışlardır. Bu değişim insanların yaşam şeklini ve özellikle tüketim alışkanlıklarını hızlı ve büyük ölçüde etkilemiştir. Yeme içme yerlerinin ve eğlence mekanlarının kapatılması, insanları sosyal ortamlardan uzaklaştırmış ve evlere kapanarak temel ihtiyaç tüketimlerine odaklanmaya itmiştir (Gülçiçek Tolun ve Bulut, 2021). Lokantaların, yerinde hizmete ara vermesiyle olası bulaşmalardan kaçınmak için evde yemek yapma ve gıda alışveriş sıklığı artmış her zamanki tüketim kalıpları terk edilmeye başlanmıştır.

Koronavirüsler RNA virüsü ailesinden olup, solunum yolu hastalıklarının ana kaynağını oluşturmaktadırlar (Baltacı ve Akaydın, 2020). Solunum yolu enfeksiyonlarda bağışıklık sisteminin güçlü olması oldukça önemlidir. Bağışıklık sistemini güçlü tutmanın önem kazanmasıyla birlikte yeterli ve dengeli beslenmenin de önemi artmıştır. Bu dönemde yeterli ve dengeli beslenme, bağışıklığı güçlü tutarak enfeksiyonlardan daha az hasarla çıkılmasına yardımcı olacaktır. Bu nedenle DSÖ pandemi sürecinde beslenme ile ilgili bilgilendirici yazılar paylaşmakta ve tüketicileri sağlıklı beslenme konusunda bilinçlendirmeye çalışmaktadır. Yağ ve tuz oranının azaltılması, evde izolasyon süreçlerinde ev yemeklerinin tercih edilmesi gerektiği gibi konuların üzerinde durulmaktadır. Gıda Tarım Örgütü (FAO), Türkiye Diyetisyenler Derneği (TDD) gibi kurumlar da pandemi döneminde yeterli ve dengeli beslenmenin önemi üzerinde durmuş ve tavsiyelerde bulunmuştur (Budak ve Korkmaz, 2020; Macit, 2020; Uzdil vd., 2021).

Covid-19 pandemisiyle birlikte dünyada ve Türkiye'de tüketicilerin gıda satın alma ve beslenme alışkanlıklarıyla ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmış ve devam etmektedir. Gülçiçek Tolun ve Bulut (2021) Türkiye genelinde yapmış oldukları çalışmaları ile pandemi döneminde tüketicilerin gıda ürünleri satın alma davranışlarını incelemişlerdir. Sonuçlar katılımcıların bu dönemde vitamin takviyesini sağlayacak sebze ve meyveler, yüksek lif içeren ürünler, süt ürünleri ve vitaminlerle zenginleştirilmiş meyve suları gibi daha sağlıklı beslenmeyi tercih ettiklerini göstermiştir.

Bu çalışma ile, Bursa ili ölçeğinde pandemi sürecinde tüketici beslenme davranışları ve gıda ürünlerini satın alma eğilimleri ile, özellikle kentsel ve kırsal alanda yaşayan tüketiciler arasında bu süreçte ortaya çıkan anlamlı değişim ve farklılıkların tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Araştırma bölgesinin seçimi

Araştırma bölgesini Bursa ili kentsel alanı Osmangazi, Yıldırım ve Nilüfer merkez ilçeleri oluştururken, kırsal bölgelerini ise merkez ilçelerin nüfusu 20 binden az olan ve şehir merkezinden uzak kırsal mahalleleri oluşturmuştur. Nilüfer

ilçesinin Fadıllı, Gölyazı, Karacaoba, Gökçeköy, Büyükbalıklı ve Konaklı mahalleleri, Osmangazi ilçesinin İnkaya, Doğancı, Çeltikköy ve Armutköy mahalleleri ve Yıldırım ilçesinin Hamamlıkızık, Fidyekızık, Zeyniler ve Balaban mahallelerinde anket görüşmeleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Buna ek olarak Keles, Karacabey ve İnegöl ilçelerinin kırsal kesiminden de ankete katılım olmuştur.



Şekil 1. Bursa ili araştırma bölgesi pembe ile işaretli yerler kırsal, yeşil ile işaretli bölgeler kentsel alanlar

2.2. Anketin uygulanması

Anket görüşmeleri 18 yaş üstü tüketicilerle 12 Ekim 2021 – 08 Kasım 2021 tarihleri arasında yüz yüze görüşme tekniği ve Google Form aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada tesadüfi olmayan örnekleme yönteminden kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Örnekleme büyüklüğü %95 güven düzeyi ile Türkiye İstatistik Kurumu son güncel verileri kullanılarak 400 kişi olarak belirlenmiş, ankete toplamda 416 kişi katılım sağlamıştır.

Araştırmada örnekleme büyüklüğü aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Salicik, 2017).

$$n = N \cdot t^2 \cdot p \cdot q / d^2 (N-1) + t^2 \cdot p \cdot q$$

n: Örnekleme alınacak birey sayısı, N: Hedef kitledeki birey sayısı, p: İncelenen olayın görülüş sıklığı, q: İncelenen olayın görülme-yiş sıklığı, t: Belirli bir anlamlılık düzeyinde t tablosunda bulunan teorik değer, d: Olayın görülüş sıklığına göre kabul edilen örnekleme hatası

2.3. İstatistiksel değerlendirme

Anket formu, uygulanacak kitlenin demografik yapısını, sosyo-ekonomik düzeyini, Covid-19 pandemisinin gıda satın alma ve tüketme davranışlarını ne yönde etkilediğini belirlemeye yönelik şekilde düzenlenmiştir. Anket soruları

literatür araştırması sonrasında edinilen bilgiler ışığında konuyla ilgili daha önce yapılmış benzer araştırmalara dayanılarak hazırlanmıştır (Fanelli, 2021; Ogundijo vd., 2021). Öncesinde bir ön anket denemesi yapılmış ve bireylerin verdiği cevaplara göre ön yargı oluşturabilecek veya yanlış anlaşılma sebebiyet verebilecek ifadeler yeniden düzenlenmiştir veya anketten çıkartılmıştır. Anket; 5 demografik soru, 18 likert ölçekli ifade ve 3 çoktan seçmeli sorudan oluşmuştur. Likert ölçeği; Kesinlikle Katılmıyorum (1), Katılmıyorum (2), Kararsızım (3), Katılıyorum (4) ve Kesinlikle Katılıyorum (5) şeklindedir. Araştırma kapsamında toplanan veriler IBM SPSS Statistic 23 programı ile analiz edilmiştir. Demografik sorular ve 3 çoktan seçmeli sorular için verilerin analizinde Ki-Kare, G-Test of Goodness of Fit testleri kullanılmıştır (McDonald, 2014). 18 Likert ölçekli ifade için ise frekans ve Bağımsız Örnekleme T-Testi kullanılmıştır. T testinin uygunluğu için 18 ifadeye Normallik Analizleri ve Levene Varyansların Homojenliği Testi uygulanmıştır. Normallik Analizi sonuçlarında her bir ifadenin Skewness ve Kurtosis (çarpıklık ve basıklık) değerleri -2 ile +2 arasında olduğundan normal dağılım gösterdiği varsayılmıştır (George ve Mallery, 2010; Gülççek Tolun ve Bulut, 2021). Yapılan Ki-Kare analizinde hücrelerin %20'sinden fazla 5'ten daha düşük beklenen değer çıktığı için

Ki-Kare yerine Fisher's Exact Test uygulanmıştır (Güngör ve Bulut, 2008). Sonuçlar %95 ve %99 güven aralığında değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Ankete katılan tüketicilerin demografik bilgileri

Sırasıyla tüketicilerin cinsiyet, yaş, öğrenim düzeyi, medeni hâl ve aylık gelir durumlarının

dağılımı analiz edilmiştir. Tüketicilerin cinsiyetinin yaşadıkları yere göre eşit dağıldığı görülmektedir (Çizelge 1). Çizelge 2 incelendiğinde tüketicilerin yaşı ve yaşadıkları yer arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ($P<0,01$). Kentsel alanda 18-30 ve 31-45 yaş arası tüketicilerin, kırsal alanda ise 46-60 ve 61-85 yaş grubu tüketicilerin daha fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Tüketicilerin cinsiyet durumlarının yaşadıkları yere göre Ki-Kare analizi

Cinsiyet	Katılımcılar	Kentsel	Kırsal	Toplam
Kadın	Kişi Sayısı	104	104	208
	Oran (%)	50,0	50,0	50,0
Erkek	Kişi Sayısı	104	104	208
	Oran (%)	50,0	50,0	50,0
Toplam	Kişi Sayısı	208	208	416
	Oran (%)	100	100	100
		$X^2=0,000; df=1; P>0,05$	$X^2=0,000; df=1; P>0,05$	$X^2=0,000; df=1; P>0,05$

X^2 : Ki kare testi değeri, df : Serbestlik derecesi

Çizelge 2. Tüketicilerin yaş durumlarının yaşadıkları yere göre Ki-Kare Analizi

Yaş	Katılımcılar	Kentsel	Kırsal	Toplam
18-30	Kişi sayısı	85	14	99
	Oran (%)	40,9	6,7	23,8
31-45	Kişi Sayısı	76	48	124
	Oran (%)	36,5	23,1	29,8
46-60	Kişi Sayısı	39	78	117
	Oran (%)	18,8	37,5	28,1
61-85	Kişi Sayısı	8	68	76
	Oran(%)	3,8	32,2	18,3
Toplam	Kişi Sayısı	208	208	416
	Oran(%)	100	100	100
		$X^2=42,86; df=3; P<0,01^{**}$	$X^2=60,69; df=3; P<0,01^{**}$	$X^2=38,28; df=3; P<0,01^{**}$

** Sonuçlar %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır, X^2 : Ki kare testi değeri, df : Serbestlik derecesi

Çizelge 3. Tüketicilerin öğrenim durumlarının yaşadıkları yere göre Ki-Kare Analizi

Öğrenim Durumu	Katılımcılar	Kentsel	Kırsal	Toplam
Eğitim Almamış	Kişi sayısı	2	15	17
	Oran (%)	1,0	7,2	4,1
İlkokul	Kişi Sayısı	24	112	136
	Oran (%)	11,5	53,8	32,7
Ortaokul	Kişi Sayısı	15	22	37
	Oran (%)	7,2	10,6	8,9
Lise	Kişi Sayısı	67	37	104
	Oran(%)	32,2	17,8	25,0
Üniversite	Kişi Sayısı	100	22	122
	Oran(%)	48,1	10,6	29,3
Toplam	Kişi Sayısı	208	208	416
	Oran(%)	100	100	100
		$X^2=81,66; df=4; P<0,01^{**}$	$X^2=60,69; df=4; P<0,01^{**}$	$X^2=38,28; df=4; P<0,01^{**}$

** Sonuçlar %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır, X^2 : Ki kare testi değeri, df : Serbestlik derecesi

Çizelge 3 incelendiğinde tüketicilerin öğrenim durumları ile yaşadıkları yer arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ($P<0,01$). Kentsel alandaki tüketicilerin çoğunlukla üniversite ve lise, kırsal alandaki tüketicilerin ise en çok ilkökul düzeyinde eğitime sahip olduğu görülmektedir. Çizelge 4 incelendiğinde kırsal alanda evli olan tüketicilerin bekarlara göre daha fazla olduğu görülmektedir ($P<0,01$). Çizelge 5

incelendiğinde tüketicilerin aylık gelir durumlarıyla yaşadıkları yer arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ($P<0,01$). Kentsel bölgedeki tüketicilerin çoğunluğu 2.001-3.500 TL ve 3.501-5.000 TL aylık gelire sahipken, kırsal alanda 2.001-3.500 TL aylık gelirin çoğunlukta olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Tüketicilerin medeni durumlarının yaşadıkları yere göre Ki-Kare analizi

Medeni Durum	Katılımcılar	Kentsel	Kırsal	Toplam
Bekar	Kişi sayısı	93	42	135
	Oran (%)	44,7	20,2	32,5
Evli	Kişi Sayısı	115	166	281
	Oran (%)	55,3	79,8	67,5
Toplam	Kişi Sayısı	208	208	416
	Oran (%)	100	100	100
$X^2=28,52; df=1; P<0,01^{**}$		$X^2=1,13; df=1; P>0,05$	$X^2=37,997; df=1; P<0,01^{**}$	$X^2=12,51; df=1; P<0,01^{**}$

**** Sonuçlar %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır, X^2 : Ki kare testi değeri, df : Serbestlik derecesi**

Çizelge 5. Tüketicilerin aylık gelir durumlarının yaşadıkları yere göre Ki-Kare analizi

Aylık Gelir	Katılımcılar	Kentsel	Kırsal	Toplam
2.000 TL ve altı	Kişi sayısı	12	25	37
	Oran (%)	5,8	12,0	8,9
2.001-3.500 TL	Kişi Sayısı	47	81	128
	Oran (%)	22,6	38,9	30,8
3.501-5.000 TL	Kişi Sayısı	61	51	112
	Oran (%)	29,3	24,5	26,9
5.001-7.500 TL	Kişi Sayısı	40	30	70
	Oran (%)	19,2	14,4	16,8
7.501-9.000 TL	Kişi Sayısı	20	9	29
	Oran (%)	9,6	4,3	7,0
9.000 TL ve üzeri	Kişi Sayısı	28	12	40
	Oran (%)	13,5	5,8	9,6
Toplam	Kişi Sayısı	208	208	416
	Oran (%)	100	100	100
$X^2=26,49; df=5; P<0,01^{**}$		$X^2=23,734; df=5; P<0,01^{**}$	$X^2=49,03; df=5; P<0,01^{**}$	$X^2=29,95; df=5; P<0,01^{**}$

**** Sonuçlar %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır, X^2 : Ki kare testi değeri, df : Serbestlik derecesi**

3.2. Ankete katılan tüketicilerin pandemi döneminde gıda satın alma ve tüketme davranışları likert ölçekli sorular

Ankete katılan tüketicilerin pandemi sürecinde gıda satın alma ve tüketme davranışlarını belirlemeye yönelik kendilerine yöneltilen 18 ifadeden 13'ünde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (Çizelge 6). Çizelge 6 incelendiğinde pandemi döneminde kentsel ve kırsal alanda yaşayan tüketicilerin genel olarak market ve gıda harcamalarının eskiye göre artmış olduğu, gıda ürünlerini evde yapmayı tercih ettikleri, kafe ve restoranlardaki personelin maske, eldiven kullanmasına ve Covid-19 aşısı olmasına önem

verdikleri görülmektedir. Ayrıca tüketicilerin genel olarak gıda stoklamayı tercih etmedikleri, pandemi sürecindeki olumsuz duyguların yeme içme alışkanlıklarını değiştirmedeği, bağışıklığı güçlendirmek için vitamin ve mineral takviyesi almaya başlamadıkları, organik gıda ürünlerine olan talepte artış olmadığı, alışveriş poşetlerini kullanmadan önce bir süre açık havada bekletmedikleri görülmektedir. Brezilya'da yapılan bir çalışmada bireylerin yarısından fazlası, pandemi döneminde tükettikleri gıda miktarında artış olduğunu bildirmiştir (Ferreira Rodrigues vd., 2021). Bolek (2021), yapmış olduğu çalışmada tüketicilerin %77'sinin pandeminin başlamasından bu yana daha fazla ev yapımı yemek tüketmeye

başladıklarını bildirmiştir. Galali (2021), Covid-19 acil durumunda gıda alımındaki değişiklikleri incelemiştir. Ev yapımı ve evde hazırlanmış yiyeceklerin arttığı tespit edilmiştir. İspanya'da yapılan bir araştırmada ise katılımcıların %64'ü daha fazla ve daha verimli yemek hazırladıklarını belirtmişlerdir (López-Moreno vd., 2020). İtalya'da yapılan bir diğer araştırmada bireylerin ev yapımı tatlı, ekme ve pizza tüketimlerinin arttığı

tespit edilmiştir (Di Renzo vd., 2020). İflazoğlu ve Aksoy (2020), tüketicilerin salgın sürecinde yiyecek ve içecek sektöründen beklentisine dair yaptıkları çalışmada tüketicilerin %98'inin personelin maske ve eldiven kullanması gerektiğini düşündükleri sonucunu bildirmiştir. Yılmaz vd. (2020), yapmış oldukları çalışmada pandemide tüketicilerin %90'ının besin takviyesi kullanmadıklarını bildirmiştir.

Çizelge 6. Pandemi sürecinde tüketicilerin gıda satın alma ve tüketme davranışlarını belirlemeye yönelik frekans ve Bağımsız Örneklem T Testi

İfadeler	Genel (n=416)		Kentsel (n=208)		Kırsal (n=208)		T testi	
	Ort.	Ss.	Ort.	Ss.	Ort.	Ss.	T	P
1) Covid-19 pandemi döneminde market ve gıda harcamalarım eskiye göre arttı	3,63	1,57	3,76	1,42	3,49	1,70	1,788	0,075
2) Covid-19 dönemi sokağa çıkma kısıtlamalarında bir seferde daha fazla yiyecek için alışveriş yaptım	2,97	1,64	3,20	1,57	2,75	1,69	2,864	0,004**
3) Covid-19 pandemisi sokağa çıkma kısıtlamalarında bir gündeki öğün sayım arttı	2,95	1,67	3,12	1,58	2,78	1,76	2,089	0,037*
4) Covid-19 pandemi süresince ekme, pizza, poğaç vb. ürünleri satın almak yerine, onların evde yapılmasını tercih ettim	3,47	1,55	3,25	1,57	3,68	1,51	-2,874	0,004**
5) Covid-19 döneminde dışarıdan yemek sipariş vermek yerine, evde yapılmasını tercih ettim	4,24	1,23	3,75	1,42	4,73	0,73	-8,886	0,000**
6) Covid-19 pandemi sürecinin ilk başlarında panik alımlarla gıda stoğu yaptım	1,92	1,46	2,14	1,46	1,70	1,43	3,121	0,002**
7) Covid-19 pandemi sürecinde yaşadığım kaygı, stres, belirsizlik gibi olumsuz duygular yeme ve içme alışkanlıklarımı değiştirdi	2,37	1,57	2,59	1,56	2,14	1,56	2,922	0,004**
8) Covid-19 salgını süresince sağlıklı atıştırmalık (kuru yemiş, kuru meyve vb.) tüketimine özen gösterdim	2,88	1,61	3,00	1,53	2,76	1,68	1,525	0,128
9) Covid-19 pandemi sürecinde bağışıklığımı güçlendirmek için vitamin ve mineral takviyesi almaya başladım	1,96	1,54	2,37	1,62	1,55	1,34	5,578	0,000**
10) Covid-19 döneminde organik sertifikalı gıda ürünlerine olan talebim arttı	1,86	1,27	2,24	1,40	1,48	0,99	6,406	0,000**
11) Fermente gıdaların (yoğurt, kefir, turşu, sirke vb.) Covid-19'u önleyebileceğini düşünüyorum	2,84	1,43	2,75	1,40	2,93	1,47	-1,334	0,183
12) Covid-19 pandemi süresince sebze ve meyveleri temizlemek için daha fazla zaman ve malzeme harcadım	2,84	1,71	2,90	1,61	2,77	1,81	0,745	0,457
13) Covid-19 virüsü bulaşma riskini en aza indirmek için açıkta satılan gıda ürünleri yerine ambalajlı ürünler tercih ettim	2,90	1,69	3,24	1,58	2,56	1,74	4,168	0,000**
14) Covid-19 pandemi sürecinde sebze ve meyve alışverişlerimde eldiven kullanmaya özen gösterdim	2,94	1,69	3,27	1,60	2,61	1,72	4,079	0,000**
15) Covid-19 pandemi süresince alışveriş poşetlerimi kullanmadan önce bir süre açık havada beklettim	2,44	1,66	2,52	1,56	2,36	1,76	1,003	0,317
16) Isıl işlem görmemiş gıdalardan veya gıda ambalajlarından Covid-19 bulaşabileceğine inanıyorum	3,11	1,49	2,95	1,44	3,27	1,53	-2,244	0,025*
17) Covid-19 pandemi sürecinde gittiğim/ gideceğim kafe ve restoranlarda personelin maske ve eldiven takması gerektiğini düşünüyorum	4,26	1,22	3,96	1,42	4,57	0,88	-5,313	0,000**
18) Gıda üretim ve satış yerlerindeki personelin Covid-19 aşısı olmasını önemsiyorum	4,15	1,36	3,67	1,58	4,63	0,87	-7,745	0,000**

*: $P < 0,05$ (Sonuçlar %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır); **: $P < 0,01$ (Sonuçlar %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır); İfade 1, 8, 11, 12 ve 15 istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır

“Covid-19 dönemi sokağa çıkma kısıtlamalarında bir seferde daha fazla yiyecek için alışveriş yaptım.”, “ Covid-19 pandemisi sokağa çıkma kısıtlamalarında bir gündeki öğün sayım arttı.”, “Covid-19 pandemi sürecinin ilk başlarında panik alımlarla gıda stoğu yaptım.”, “Covid-19 pandemi sürecinde yaşadığım kaygı, stres, belirsizlik gibi olumsuz duygular yeme ve içme alışkanlıklarımı değiştirdi.”, Covid-19 pandemi sürecinde bağışıklığımı güçlendirmek için vitamin ve mineral takviyesi almaya başladım.”, “Covid-19 döneminde organik sertifikalı gıda ürünlerine olan talebim arttı.”, “Covid-19 virüsü bulaşma riskini en aza indirmek için açıkta satılan gıda ürünleri yerine ambalajlı ürünler tercih ettim.”, “Covid-19 pandemi sürecinde sebze ve meyve alışverişlerimde eldiven kullanmaya özen gösterdim.” ifadelerine kentte yaşayan tüketiciler kırsalda yaşayan tüketicilere göre anlamlı bir şekilde daha yüksek ortalama ile katıldıklarını belirtmişlerdir.

Li vd. (2021), kentsel bölgelerde yaşayanların kırsal bölgelerde yaşayanlara göre daha fazla yiyecek tüketme olasılığının sebeplerini araştırmışlardır. Araştırmacılar bu durumu, kentsel alanlarda nüfus fazlalığından dolayı Covid-19'a yakalanma riskinin yüksekliğine bağlı olarak gelişen endişe ve kaygı gibi olumsuz duygulardan

kaçınmak için duygusal yeme davranışı sergilenmesi ve yine kentli tüketicilerin yüksek gelir düzeylerine bağlı olarak daha fazla bir satın alma ve tüketim gücüne sahip olmaları ile ilişkilendirmişlerdir.

Kentsel alandaki tüketiciler sebze, meyveyi çoğunlukla marketlerden almayı tercih ettiklerinden eldiven kullanımına daha fazla özen göstermek durumunda kalmışlardır. Sağlık Bakanlığı'nın yayınlamış olduğu Covid-19 Salgın Yönetimi ve Çalışma Rehberi'ne göre market veya süpermarketlerde müşterilerin sebze meyve gibi açıkta olan ürünleri seçerken tek kullanımlık eldiven kullanması gerekmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2021).

Kırsal alanda organik gıdaya talebin düşük çıkmasının nedeni yapılan anket görüşmeleri sonucunda burada yaşayan halkın kendi yetiştirdiği ürünü veya üreticiden doğrudan aldığı ürünleri organik olarak görmesinden kaynaklandığı söylenebilmektedir. Bahşi ve Akça (2019), tüketicilerin organik tarım ürünlerine olan bakış açısını anlamak amacıyla yapmış oldukları çalışmada tüketicilerin organik ürün kavramını tam olarak bilmediklerini ve köyde yetiştirilen ürünlerle birbirine karıştırdıklarını tespit etmişlerdir.

Çizelge 7. Pandemi süresince tüketicilerin sebze-meyve satın almak için tercih ettikleri yerlerin yaşadıkları yere göre değişimi

Pandemi süresince sebze ve meyve satın almak için en çok nereyi tercih ettiniz?	Katılımcılar	Kentsel	Kırsal	Toplam
Süper Marketler	Kişi sayısı Oran (%)	93 44,0	33 15,9	126 30,3
Semt Pazarları	Kişi Sayısı Oran (%)	70 33,7	50 24,0	120 28,8
Bakkal veya Manav	Kişi Sayısı Oran (%)	20 9,6	13 6,3	33 7,9
Online Market Hizmetleri	Kişi Sayısı Oran (%)	14 6,7	0 0,0	14 3,4
Kendim Yetiştirdim	Kişi Sayısı Oran (%)	7 3,4	90 43,3	97 23,3
Seyyar Manav	Kişi Sayısı Oran (%)	1 0,5	19 9,1	20 4,8
Diğer	Kişi Sayısı Oran (%)	3 1,4	3 1,4	6 1,4
Toplam	Kişi Sayısı Oran (%)	208 100,0	208 100,0	416 100,0
$X^2=134,6; P<0,01^{**}$		$X^2=120,839;$ $df=6; P<0,01^{**}$	$X^2=99,309;$ $df=6; P<0,01^{**}$	$X^2=158,86;$ $df=6; P<0,01^{**}$

**** Sonuçlar %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır, X^2 : Ki kare testi değeri, df : Serbestlik derecesi**

3.3. Ankete katılan tüketicilerin pandemi döneminde gıda satın alma ve tüketme davranışları çoktan seçmeli sorular

Çizelge 7 incelendiğinde kentsel alanda yaşayan tüketicilerin %44 ile en çok süper marketleri tercih ettikleri, kırsal alanda yaşayan tüketicilerin ise %43,3 ile sebze ve meyvelerini en çok kendilerinin yetiştirdikleri görülmektedir. Kentsel ve kırsal alanda yaşayan tüketicilerin ikinci olarak en çok

tercih ettikleri yer sırasıyla %33,7'lik ve %24'lük oranlarla semt pazarları olmuştur.

Bu araştırmayla uyumlu olarak Temizkan vd. (2021)'de tüketicilerin pandemi döneminde yüksek oranda (%65,6) süper marketleri tercih ettiğini, online market hizmetlerini kullananların ise oldukça düşük olduğunu ifade etmişlerdir (%5,6). Aynı zamanda katılımcıların %30,3'ü semt pazarlarını tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

Çizelge 8. Pandemi süresince tüketicilerin vücut ağırlık artışlarının yaşadıkları yere göre değişimi

Pandemi süresince vücut ağırlık artışınız nasıl değişti?	Katılımcılar	Kentsel	Kırsal	Toplam
Arttı	Kişi sayısı	98	81	179
	Oran (%)	47,1	38,9	43,0
Azaldı	Kişi Sayısı	23	17	40
	Oran (%)	11,1	8,2	9,6
Değişmedi	Kişi Sayısı	87	110	197
	Oran (%)	41,8	52,9	47,4
Toplam	Kişi Sayısı	208	208	416
	Oran (%)	100,0	100,0	100,0
$X^2 = 5,200; df=2; P>0,05$		$X^2=27,077;$ $df=2; P<0,01^{**}$	$X^2=37,88;$ $df=2; P<0,01^{**}$	$X^2= 31,38;$ $df=2; P<0,01^{**}$

** Sonuçlar %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır, X^2 : Ki kare testi değeri, df : Serbestlik derecesi

Çizelge 9. Pandemi süresince gıda stoğu yapma ihtiyacının tüketicilerin yaşadıkları yere göre değişimi

Pandemi süresince en çok hangi gıda grubunu stok yapma ihtiyacı hissettiniz?	Katılımcılar	Kentsel	Kırsal	Toplam
Un-Yağ-Şeker	Kişi sayısı	40	24	64
	Oran (%)	19,2	11,5	15,4
Pirinç-Bulgur-Makarna	Kişi Sayısı	21	8	29
	Oran (%)	10,1	3,8	7,0
Bakliyat	Kişi Sayısı	10	3	13
	Oran (%)	4,8	1,4	3,1
Çay-Kahve	Kişi Sayısı	9	0	9
	Oran (%)	4,3	0,0	2,2
Stok Yapmadım	Kişi Sayısı	123	169	292
	Oran (%)	59,1	81,3	70,2
Diğer	Kişi Sayısı	5	4	9
	Oran (%)	2,4	1,9	2,2
Toplam	Kişi Sayısı	208	208	416
	Oran (%)	100,0	100,0	100,0
$Fisher Exact Test = 30,754; df=5 P<0,01^{**}$		$X^2=112,23;$ $df=5; P<0,01^{**}$	$X^2=222,92;$ $df=5; P<0,01^{**}$	$X^2=158,859;$ $df=5; P<0,01^{**}$

** Sonuçlar %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır, X^2 : Ki kare testi değeri, df : Serbestlik derecesi

Çizelge 8 incelendiğinde tüketicilerin %47,4'ünün vücut ağırlık artışında değişim olmadığı görülmektedir. Kentte yaşayan tüketicilerin %47,1'lik oranla vücut ağırlıklarının arttığını, kırsalda yaşayan tüketicilerin %52,9'luk oranla vücut ağırlık artışlarında herhangi bir değişim olmadığı görülmektedir. Güney Afrika'da yapılan bir araştırmada bireylerin pandemi süresince kilo değişimleri araştırılmış ve tüketicilerin %45'i kilo

aldığını bildirirken, %34'ü kilolarında bir değişim olmadığını dile getirmiştir (Naicker vd., 2021). Çin'de yapılan bir diğer araştırmada katılımcıların çoğunluğu (%70) vücut ağırlığında değişim olmadığını bildirirken, %25'i artış ve %5'i azalma bildirmiştir (Yang vd., 2021). Yapılan görüşmeler sonucunda kırsalda yaşayan halkın karantina süreçlerinde kentte yaşayanlar kadar evlere kapanmadıkları, daha serbestçe dolaşabildiklerini

ifade etmiş olmaları, evlerinin genelde bahçeli olması nedeniyle hareket alanlarının çok kısıtlanmaması, ayrıca çoğunlukla çiftçilik yapan ailelerin bu süreçte çalışmaya devam etmiş olmalarının vücut ağırlıklarının korunmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 9 incelendiğinde tüketicilerin genel olarak %70.2'lik bir oranla gıda stoğu yapmadıkları, yapanların ise %15,4 oranla en çok un-yağ-şeker stokladıkları görülmektedir. Bunun nedeni olarak pandemi sürecinde bireylerin hamur işi gıdaları evde yapmayı tercih etmiş olmalarının büyük bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Danimarka'da yapılmış olan bir çalışmada 2019'un aynı dönemine kıyasla un ve maya satışlarında sırasıyla %97 ve %83'lük bir büyüme rapor edilmiştir. Perakende sektörü genelinde Mart ve Nisan 2020'de un satışlarında %63'lük bir artış bildirmişlerdir (Giacalone vd., 2020). Aynı zamanda kentte yaşayan halkın kırsala göre daha fazla gıda stokladığı görülmektedir. Kırsalda yaşayan halkın kendi ürününü kendi üretebilmesinden kaynaklı kıtlık kaygısının az olduğu söylenebilmektedir.

4. Sonuç

Bu çalışma ile Bursa ili kentsel ve kırsal alanında yaşayan tüketicilerin Covid-19 pandemi döneminde gıda satın alma ve tüketme alışkanlıklarının önemli ölçüde değiştiği, insanların alışkanlıklarında yaşadıkları yere ve diğer demografik özelliklere göre farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalar ile bu durumun Türkiye genelindeki etkilerinin belirlenmesi, ileride yaşanabilecek olası pandemilerde gıda üretim ve tedarik zincirlerinin kesintiye uğramaması ve tüketicinin güvenli gıdaya ulaşması adına oldukça önemlidir. Elde edilen bu sonuçlar ile hem üretici ve tüketicilere hem de bu alanda çalışmalar yürüten araştırmacılara katkı sağlamak ve gelecekte yaşanabilecek olası pandemi dönemleri için yol gösterici bir rehber oluşturmak amaçlanmıştır.

5. Kaynaklar

Bahşi, N. ve Akça, A. (2019). Tüketicilerin organik tarım ürünlerine bakış açılarının belirlenmesi üzerine bir araştırma: Osmaniye ve Şanlıurfa İlleri Örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1), 26-34. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.443228>

Baltacı, A. ve Akaydın, H. (2020). COVID-19 pandemi sürecinin tüketicilerin gıda ürünlerini satın alma davranışları üzerindeki etkisi: Bir literatür taraması. *Yüksek İhtisas Üniversitesi*

Sağlık Bilimleri Dergisi, 1, 57-64. https://dergi.yuksekihtisasuniversitesi.edu.tr/dosya/1/JYIU_C1S1_57-64.pdf

Bolek, S. (2021). Food purchasing, preservation, and eating behavior during COVID-19 pandemic: A consumer analysis. *Italian Journal of Food Science*, 33(3), 14–24. <https://doi.org/10.15586/ijfs.v33i3.2048>

Budak, F. ve Korkmaz, Ş. (2020). COVID-19 pandemi sürecine yönelik genel bir değerlendirme: Türkiye örneği. *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi*, (1), 62-79. <https://doi.org/10.35375/sayod.738657>

Centers for Disease Control and Prevention. (2021, 22 Şubat). *Symptoms of COVID-19*. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/symptoms.html>

Di Renzo, L., Gualtieri, P., Pivari, F., Soldati, L., Attinà, A., Cinelli, G., ...and Lorenzo, A. (2020). Eating habits and lifestyle changes during COVID-19 lockdown: An Italian survey. *Journal of Translational Medicine*, 18, Makale 229. <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02399-5>

Fanelli, R. M. (2021). Changes in the food-related behaviour of Italian consumers during the COVID-19 pandemic. *Foods*, 10(1), Makale 169. <https://doi.org/10.3390/foods10010169>

Ferreira Rodrigues, J., Cunha dos Santos Filho, M.T., Aparecida de Oliveira, L.E., Brandenburg Siman, I., Barcelos, A.F., de Paiva Anciens Ramos, G.L., ..., and Arrield, R.A (2021). Effect of the COVID-19 pandemic on food habits and perceptions: A study with Brazilians. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 992–1001. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.09.005>

Galali, Y. (2021). The impact of COVID-19 confinement on the eating habits and lifestyle changes: A cross sectional study. *Food Science Nutrition*, 9(4), 2105–2113. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2179>

George, D. ve Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*, 17.0 update (10a ed.)

Giacalone, D., Frøst, M. B. and Rodríguez-Pérez, C. (2020). Reported changes in dietary habits during the covid-19 lockdown in the Danish population: The Danish Covidiet study. *Frontiers in Nutrition*, 7, Makale 592112. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.592112>

Gülççek Tolun, B. ve Bulut, N. (2021). COVID-19 pandemi sürecinde tüketicilerin gıda ürünleri satın alma davranışları üzerine bir araştırma.

Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 45, 15-31. <https://doi.org/10.30794/pausbed.799595>

Güngör, M. ve Bulut, Y. (2008). Ki-Kare Testi Üzerine. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi* 7 (1), 84-89.

İflazoğlu, N. ve Aksoy, M. (2020). Tüketicilerin COVID-19 salgını sürecinde yiyecek-içecek işletmelerinden bekledikleri hizmetin niteliğine ilişkin bir araştırma. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 8(4), 3362-3377. <https://www.jotags.org/2020-vol-8-issue-4/>

Li, S., Kallas, Z., and Rahmani, D. (2021). Did the COVID-19 lockdown affect consumers' sustainable behaviour in food purchasing and consumption in China *Food Control*, 132, Makale 108352. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108352>

López-Moreno, M., López M.T. I., Miguel, M. and Garcés-Rimón, M. (2020). Physical and psychological effects related to food habits and lifestyle changes derived from Covid-19 home confinement in the Spanish population. *Nutrients*, 12(11), Makale 3445. <https://doi.org/10.3390/nu12113445>

Macit, M. S. (2020). Covid-19 salgını sonrası yetişkin bireylerin beslenme alışkanlıklarındaki değişikliklerin değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(3), 277-288. <https://doi.org/10.26559/mersinsbd.769698>

McDonald, J.H. 2014. Handbook of Biological Statistics (3rd ed.). Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland. <http://www.biostathandbook.com/gtestgof.html>

Naicker, A., Makanjana, O., Palmer, K. and Nzama, P. (2021). The impact of the COVID-19 Pandemic on food consumption habits, food purchasing behaviours, and food security status among South Africans, *African Journal of Inter/Multidisciplinary Studies*, 3(1), 131-143. <https://doi.org/10.51415/ajims.v3i1.915>

Ogundijo, D. A., Tas, A. A. and Onarinde, B. A. (2021). Exploring the impact of COVID-19 pandemic on eating and purchasing behaviours of people living in England. *Nutrients*, 13(5) Makale 1499. <https://doi.org/10.3390/nu13051499>

Salıcık, D. (2017). *Bursa ili kentsel alanında tüketicilerin güvenilir gıda tüketimine yönelik tutumlarının belirlenmesi* (Tez No. 496106) [Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

Temizkan, V., Güven, E.Ö., Yılmaz, A ve Andsoy, C. (2021). COVID-19 ile gerçekleşen tüketici davranışları ve eğilimlerine yönelik bir araştırma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(79), 1311-1327. <https://doi.org/10.17755/esosder.839996>

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2021). Covid-19 salgını yönetimi ve çalışma rehberi. COVID-19 Bilgilendirme Platformu. <https://covid19.saglik.gov.tr/TR-66393/covid-19-salgin-yonetimi-ve-calisma-rehberi.html>

Uzdil, Z., Kaya, S ve Çakıroğlu, F. P. (2021). Evaluation of nutritional habits of university students: A cross-sectional study during the Covid-19 pandemic. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 9(1), 10-18. <https://doi.org/10.33715/inonusaglik.835733>

World Health Organization. (2022, 21 Mart). *Coronavirus disease (COVID-19)*. https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_3

Yang, G., Lin X., Fang, A., and Zhu, H. (2021). Eating habits and lifestyles during the initial stage of the Covid-19 lockdown in China: A cross-sectional study. *Nutrients*, 13(3), Makale 970. <https://doi.org/10.3390/nu13030970>

Yılmaz, H. Ö., Aslan, R. ve Unal, C. (2020). Effect of the COVID-19 pandemic on eating habits and food purchasing behaviors of university students. *National Public Health Journal*, 15(3), 154-159. <http://dx.doi.org/10.21109/kesmas.v15i3.3897>

Özgün Araştırma/Original Article

Peynirde ve kaymakta nisin miktarının LC-MS/MS ile belirlenmesi

Determining the amount of nisin in cheese and cream with LC-MS/MS

Ömer Şerif Aydın^{1*}, Ayşe Binnur Karataş¹, Pınar Manarga Birlik¹

¹Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, BURSA, TÜRKİYE

(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID:0000-0002-9749-5972, Gıda Yük. Müh.

ORCID ID:0000-0001-7750-5427, Gıda Yük. Müh.

ORCID ID:0000-0001-8902-1796, Gıda Yük. Müh.

*Sorumlu yazar/Corresponding author: omerserif.aydin@tarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi : 26.01.2022

Kabul Tarihi : 01.07.2022

Öz

Amaç: *Lactococcus lactis subsp. lactis* suşları tarafından üretilen nisin; çoğunlukla gram pozitif bakterilere ve bakteri sporlarına karşı etkili olan bir lantibiyotiktir. Gıdalarda kullanıldığında bakterilere olan etkilerine yönelik pek çok çalışma mevcuttur ancak Türkiye’de gıda sektörü tarafından kullanılıp kullanılmadığı, kullanılması durumunda yasal düzenlemelere uyulup uyulmadığına dair veri yoktur. Yasal mevzuat ile peynir, krema, bazı tatlılar ve işlenmiş yumurta gibi çeşitli gıdalarda bulunabilecek miktarlarına sınırlandırma getirilmiştir. Çalışmada materyal olarak peynir ve kaymak kullanılmıştır. Nisin analizinin LC-MS/MS cihazında optimizasyonu ve metot validasyonu gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve yöntem: Ekstrakte edilen örnekler, LC/MS-MS cihazında analiz edilmiştir. Validasyon; doğrusallık, tespit limiti (LOD), ölçüm limiti (LOQ), tekrarlanabilirlik, tekrarüretilebilirlik ve geri kazanım parametreleri ile gerçekleştirilmiştir.

Tartışma ve sonuç: Nisin için doğrusallık $R^2 \geq 0,99$ olarak saptanmıştır. LOQ değeri peynir için $2,31 \text{ mg kg}^{-1}$, kaymak için $0,95 \text{ mg kg}^{-1}$; geri kazanım oranı peynirde %96,3 kaymakta %99 olarak belirlenmiştir. Ölçüm belirsizliği sırasıyla %19,35 ve %14,00 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: nişin; peynir; kaymak; LC-MS/MS

Abstract

Objective: Nisin is a lantibiotic produced by some *Lactococcus lactis subsp. lactis* has an antibacterial effect. It is effective against some gram positive bacteria and bacterial spores. There are many studies on the effects on bacteria when used in foods but there isn't any data about using level in Türkiye. It is limited with legal regulations that can be found in various foods such as cheese, cream, some sweets and processed eggs. Cheese and cream are used as materials in this study. Nisin analyses are optimized by the LC-MS/MS device and validated the method.

Material and method: Samples with extraction steps were analyzed in an LC-MS/MS instrument. Validation is carried out with linearity, limit of detection (LOD), limit of quantification (LOQ), repeatability, reproducibility, recovery.

Results and conclusion: Linearity for nisin is determined as $R^2 \geq 0.99$. The LOQ value is 2.31 mg kg^{-1} for cheese, 0.95 mg kg^{-1} for cream; the recovery rate was determined as %96.3 in cheese and %99 in cream. Measurement uncertainty is calculated as %19.35 and %14.00 respectively.

Keywords: nisin; cheese; cream; LC-MS/MS

1. Giriş

Bakteri ribozomları tarafından sentezlenen, protein veya peptit yapısında olabilen ve yakın ilişkide olduğu bakteri türleri üzerinde öldürücü veya gelişmesini inhibe edici etkiye sahip olan bileşiklere bakteriyosin denmektedir (Hampikyan, 2006). Bakteriyosinler 3 ana gruba ayrılırlar. I. sınıf, molekül ağırlığı 5 kDa'dan düşük olan ve β lantiyonin içeren bakteriyosinler olup nisin bu grupta yer almaktadır. II. sınıf termostabil peptitlerden oluşmaktadır. III. sınıf ise molekül ağırlığı 30 kDa'dan büyük olan termolabil peptitlerden oluşmaktadır. Nisin bilimsel olarak çok çalışılan aynı zamanda ticari olarak üretilen bir bakteriyosindir. GRAS (Generally Recognized as Safe) olarak tanımlanıp belgelendirilmiş ve gıda tüketiminde kullanımına izin verilmiştir (Katharopoulos vd., 2016; Kördikanlıoğlu, 2014).

Nisin; peynir, krema, işlenmiş yumurta, yumurta ürünleri ve irmik gibi gıdaları mikrobiyal etkilerden korumak amacıyla kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra ekmek ve alkollü içecekler gibi gıdalara yönelik de çalışmalar olduğu bildirilmiştir (Kışla ve Ünlütürk, 2003). Nisin, protein ve yağ gibi gıda bileşenleri ile etkileşimi sonucunda aktivitesini kaybedebilir. Nisin gıdanın raf ömrünün uzamasını sağlarken, aynı zamanda gıda kaynaklı patojen riskinin ve tuz, asit ya da diğer kimyasal koruyucuların daha az kullanımını da sağlamaktadır. Ayrıca vitaminler ve diğer organoleptik özelliklerin daha iyi korunmasına yardımcı olmaktadır (Gharsallaoui vd., 2016). Sindirim enzimlerince vücutta inaktif hale gelmektedir (Ceylan ve Mol, 2015).

Hücreye etkisi farklı şekillerde olabilmektedir; bakteri hücre membranında bulunan negatif yüklü fosfolipitler ile nisin molekülünde bulunan (+) yüklü N- ve C- terminal uçları reaksiyona girerek porlar oluşturur ve böylece membran fonksiyonlarını bozar. Membran fonksiyonlarının bozulması; porlardan hücredeki aminoasitler ve adozin trifosfatın dışarı çıkması ve hücre lipozomlarında pH'nın düşmesi ile gerçekleşmektedir. Diğer bir etki mekanizması da peptidoglikan zinciri ile Lipid II molekülünün birleşmesini önlemesi ve böylece hücre duvarı sentezini durdurması şeklindedir (Breukink ve De Kruijff, 1999; Hampikyan ve Çolak, 2007). Gram negatif bakteriler; şelat ajanları, ozmotik şok, subletal ısı veya dondurma gibi işlemler kullanılarak geçirgen olmayan dış membranlarının geçirgen hale getirilmesi suretiyle nisine karşı hassaslaştırılabilirler (Delves-Broughton vd., 1996). Çalışmalar, nisinin antimikrobiyal etkisinin gıda kaynaklı olmayan bakterileri de kapsadığını

ve bakteriyel enfeksiyonlar ile kanser ve oral hastalıklara karşı biyomedikal uygulamalarda da faydalı özellikleri bulunduğunu göstermektedir (Shin vd., 2015). Nisin; gram pozitif bakteriler, patojen bakteriler ve sporlarının inhibe edilmesinde etkin bir bakteriyosin olup ayrıca çeşitli şelat ajanları, EDTA ve NaCl gibi maddelerle kombine edilerek hem gram pozitif hem de gram negatif bakterilerin inhibisyonunda da kullanılabilir (Abee vd., 1994; Hampikyan ve Çolak, 2007).

Bakteriyosine duyarlı olmayan suşların ette hızlı çoğalabilmesi ve bakteriyosine antimikrobiyal özellik kazandıran proteinlerin proteazlar tarafından inaktive edilmesi gibi dezavantajlarından dolayı et sanayinde bakteriyosinlerin kullanımı pek tercih edilmemektedir (Çayır Üstündağ ve Yalçın, 2017). Nisinin ette çözünürlüğünün azalması ve stabilitesini koruyamaması et ürünleri için süt ürünlerine kıyasla kullanımını kısıtlamaktadır. Ayrıca et ve et ürünlerinde yüksek konsantrasyonlarda kullanım gerektirdiği için ekonomik değildir (Koplay, 2012).

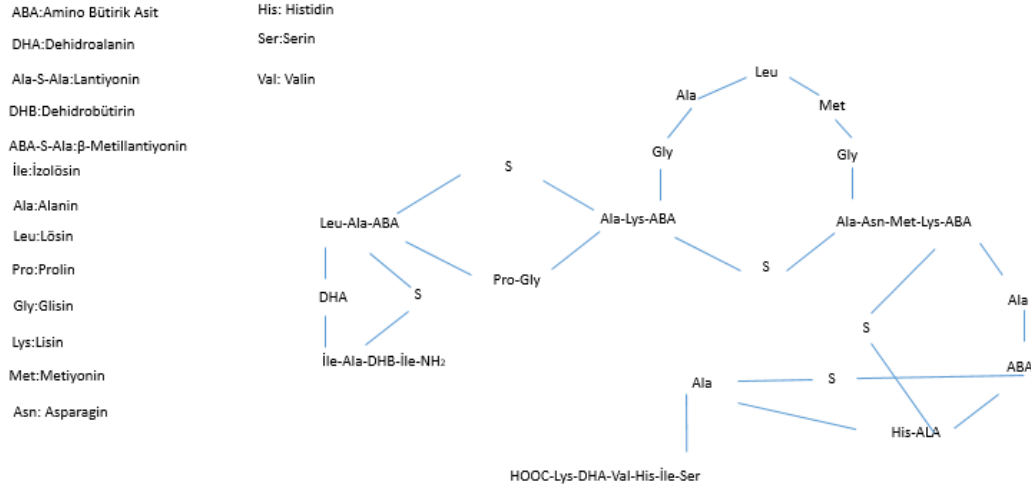
Nisin fermantasyon işlemi sonucunda peynirlerde doğal olarak da bulunabilmektedir (Güneş Altuntaş ve Ayhan, 2010). Kaymak ve peynirin mikrobiyal florası, birçok mikroorganizma için gerekli besi ortamını sağladığından çeşitlilik gösterebilmektedir. Koliform grubu, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Brucella* spp. ve *Campylobacter jejuni*, maya ve küfler peynirlerde bulunabilen mikroorganizmaların bir kısmıdır (Kaynar, 2011). Kaymakta da koliform grubu, *Staphylococcus* türleri, *Salmonella-Shigella*, maya ve küf gibi mikroorganizmalar bulunabilmektedir (Özcan Yılsay ve Bayazit, 2002).

Türk Gıda Kodeksi - Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre gıdalarda bulunabilecek maksimum nisin miktarı; olgunlaştırılmış ve işlenmiş peynirler için 12,5 mg kg⁻¹ iken olgunlaştırılmamış peynirlerde ve kremada ise bulunmaması gerekmektedir (Anonim, 2013).

Nisin 34 adet aminoasitten oluşmakta olup, molekül ağırlığı 3,5 kDa'dur. Isıya dayanıklı olmakla birlikte (Hampikyan ve Uğur, 2007; Ko vd., 2015; Kördikanlıoğlu, 2014) aktivitesinin otoklavlandıktan sonra %40 düştüğü bildirilmiştir (Çayır Üstündağ ve Yalçın, 2017). Ayrıca kuru formda özelliklerini koruduğu bildirilmektedir. Yapısında aromatik aminoasitlerin bulunmamasından dolayı 260-280 nm dalga

boyunda ışığı absorbe etmezler. Alkali ortamda çözünürlüğü düşüktür (Kördikanlıoğlu, 2014). Rennet hariç sindirim enzimlerine hassastır.

(Hampikyan ve Çolak, 2007). Nisinin yapısı Liu ve Hansen (1990) tarafından yapılan çalışmadan uyarlanarak Şekil 1.'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Nisinin yapısı (Liu ve Hansen, 1990)

Nisinin en bilinen formu nisin A olup ticari olarak nisaplin ismi ile kullanılmaktadır (Delves-Broughton, 1996). Ticari olarak kullanımı bulunan ilk ve tek lantibiyotiktir (Field vd., 2015). İlk defa *Clostridium tyrobutyricum*'un gelişimini inhibe etmek için ticari olarak kullanılmıştır (Gharsallaoui

vd., 2016). Yapısındaki 27. aminoasidin histidin yerine asparajin olması ile nisin Z formu oluşmakta olup, ayrıca nisin F, nisin Q, nisin U, nisin H ve nisin P formları mevcuttur (Shin vd., 2015). Doğal nisin formları Çizelge 1'de Shin vd. (2015)'nin tablosundan uyarlanarak gösterilmiştir.

Çizelge 1. Doğal nisin formları (Shin vd., 2015)

Doğal Varyantlar	Aminoasit dizilimi	Orijin
Nisin A	ITSISLCTPGCKTGALMGCNMKTATCHCSIHVSK	Lc. lactis (Gross ve Morell, 1971)
Nisin Z	ITSISLCTPGCKTGALMGCNMKTATCNCSTHIVSK	Lc. lactis NIZO 22186 (Mulders vd., 1991)
Nisin F	ITSISLCTPGCKTGALMGCNMKTATCNCSTVHVS	Lc. lactis subsp. lactis F10 (DE Kwaadsteniet vd. 2008)
Nisin Q	ITSISLCTPGCKTGVL MGCNLKTATCNCSTVHVS	Lc. lactis 61-14 (Zendo vd., 2003)
Nisin H	FTSISMCTPGCKTGALMTCNYKTATCHCSIKVSK	Streptococcus hyointestinalis (O'Connor vd., 2015)
Nisin U	ITSKSLCTPGCKTGILMTCPLKTATCGCHF	Streptococcus uberis (Wiravan vd., 2006)
Nisin U2	VTSKSLCTPGCKTGILMTCPLKTATCGCHF	Streptococcus uberis (Wiravan vd., 2006)
Nisin P	VTSKSLCTPGCKTGILMTCIAKTATCGCHF	Streptococcus galloyticus subsp. pasteurianus (Zhang vd., 2012)

Bu çalışmada peynir ve kaymak örnekleri kullanılarak nisin analizinin LC-MS/MS cihazında metot optimizasyonunun gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Peynir yapımında kullanılmaya potansiyeli bulunan bir bakteriyosinin tespiti amacıyla metot validasyonu gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Köy peyniri ve kaymak numuneleri ulusal marketlerden orijinal ambalajında temin edildikten

sonra validasyon çalışması için kör örnek olarak kullanılmıştır. Kör örnek çalışması 6 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon ile belirlenen pikin, kör örnekte bulunmadığı görülmüştür. Geri kazanım sonuçlarının AOAC limitlerine uygun olması da kör örneğin nisin içermediğinin ifadesi olarak kabul edilmiştir. Numuneler analize alınmaya kadar +4°C'de ambalajları ile muhafaza edilmiştir. Analizler 15 gün içinde tamamlanmıştır (Anonim, 2016). Analizde kullanılan standart ve kimyasalların özellikleri Çizelge 2'de belirtilmiştir.

Çizelge 2. Analizde kullanılan standart ve kimyasalların ve özellikleri

Kimyasal Adı	CAS No	Kimyasal Maddelerin Saflıkları (%)	Formül
Nisin standardı	1414-45-5	2,5	C ₁₄₃ H ₂₃₀ N ₄₂ O ₃₇ S ₇
Metanol	67-56-1	≥99	CH ₃ OH
Bovine Serum Albumin	9048-46-8	≥99	-
Trifloroasetik asit	76-05-1	>99	CF ₃ COOH
Asetonitril	75-05-8	≥99	CH ₃ CN
Asetik Asit	64-19-7	100	CH ₃ COOH
Formik asit	64-18-6	98-100	CH ₂ O ₂

Kullanılan tüm kimyasallar (Sigma-Aldrich) analitik safliktadır. 150 ppm'lik nisin stok çözeltisi; %2,5 (w/v) nisin standardından (sodyum klorür ve denatüre süttozu ile dengelenmiş, C₁₄₃H₂₃₀N₄₂O₃₇S₇, molekül ağırlığı 3354,07. CAS no. 1414-45-5, Sigma Aldrich) 300 mg tartılarak 50 mL'lik amber renkli balon jodede formik asit çözeltisi ile tamamlanarak elde edilip +4°C'de saklanmıştır. Formik asit çözeltisi, 0,41 mL formik asidin 100 mL'lik balon jodeye konulması ve su ile işaret çizgisine kadar tamamlanmasıyla hazırlanmıştır. Ara stok çözeltisi ise stok çözeltisinin bovine serum albümin (BSA) tampon çözeltisi kullanılarak 3 kat seyreltilmesi ile günlük olarak hazırlanmış ve her enjeksiyon öncesinde matris uyumlu kalibrasyon çizilerek sonuçlar değerlendirilmiştir. BSA stok çözeltisi 10 mg BSA'nın 10 mL suda çözülmesiyle hazırlanmıştır. Daha sonra 80 mL su, 20 mL asetonitril ile karıştırılıp üzerine 0,5 mL formik asit, 0,01 mL trifloroasetik asit ve 1 ml BSA stok çözeltisi ilave edilerek yaklaşık yüzde 0,99'lük BSA tampon çözeltisi hazırlanmıştır. Kalibrasyon grafiği, nisin bulunmayan örneklerle ara stok standart çözeltisinin farklı konsantrasyonlarının (2,5, 5, 10 ve 20 mg kg⁻¹) kullanılmasıyla hazırlanmıştır.

2.2. Yöntem

Nisin analizinde, 2±0,1g örnek polipropilen tüplere tartılmış ve üzerine 10 mL %0,1 asetik asit içeren hacimce 1-9 oranındaki su-metanol karışımı eklenmiştir. Örnek 20 dk. süre ile orbital karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra +4°C de 10 dk. süreyle 5.500 devir/dk ile santrifüj (Sigma 3K15) edilmiştir. Sıvı kısım başka bir tüpe aktarılıp -18°C'de 1 saat tutulmuştur. Aynı şartlarla santrifüj gerçekleştirilip buradan 10 µl alınıp 990 µl başlangıç mobil fazı ile başka bir tüpte karıştırılmıştır. Tekrar 10 dk. süreyle 5.500 devirde santrifüj edilmiş, 0,22 µm gözenek büyüklüğündeki PTFE filtreden süzülerek viallere alınmış ve LC-MS/MS cihazı ile kantitatif olarak tayin edilmiştir. LC-MS/MS cihazı azot jeneratörü (Peak Scientific Genius 1050, UK), ikili pompa (Shimadzu AD-30, Japonya), oto örnekleyici

(Shimadzu Nexera X2 SIL-30AC, Japonya), kolon fırını (Shimadzu CTO-20AC, Japonya), kütle dedektörü (Shimadzu 8040 MSMS triple quadrapole, Japonya) parçalarından oluşmaktadır. Kullanılan kolon ise Polimerik ters faz kolondur. (PLRP-S, 300A, 150 x 2 mm, 3µm, Agilent). Barnstead Nanopure Diamond saf su cihazından elde edilen deiyonize suyun rezistivite değeri >18 MΩcm'dur.

Belirtilen konsantrasyonlarda hazırlanan standartlar doğrusalılık çalışmasında kullanılmış ve kalibrasyon matris uyumlu olarak çizilmiştir. Çalışmalar 4 farklı konsantrasyonda 2 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2002). Ölçüm limiti çalışması için; içerisinde analit tespit edilemeyen kör örneklere 2 mg kg⁻¹ konsantrasyon düzeyinden ekleme işlemi uygulanmıştır. Peynir için 10, kaymak için 10 tane bağımsız çalışma gerçekleştirilmiştir. Tekrarlanabilirlik çalışmasında 2 analist örneklere 2 farklı düzeyde işlem uygulanmış, 6'şar adet bağımsız çalışma gerçekleştirilmiş, numune hazırlama prosedürüne göre ekstraksiyon yapıp LC/MS-MS cihazıyla analizi gerçekleştirilmiştir.

Tekrarüretilebilirlik çalışmasında 2 analist, örneklere 2 farklı düzeyden katım işlemi uygulanmış, 3 farklı gün için toplam 10'ar adet farklı çalışma ile numune hazırlama yöntemine uygun olarak ekstraksiyon işlemi gerçekleştirip LC/MS-MS cihazıyla analiz edilmiştir. Nisin eklenmiş örneklerle geri kazanım çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Geri kazanım çalışması; 2 farklı analist tarafından numune hazırlama prosedürüne uygun olarak 2 ayrı düzeyden ve her bir düzeyde toplamda 10 bağımsız çalışma olacak şekilde ve 3 farklı günde gerçekleştirilmiştir.

Sıvı Kromatografi (LC) Parametreleri: Mobil Faz A; 50 mL asetonitril, 450 mL su, 2,5 mL formik asit - Mobil Faz B; 400 mL asetonitril, 100 mL su, 2,5 mL formik asit şeklinde hazırlanmıştır. Gradient akışla, hızı 0,2 mL dk⁻¹ olacak şekilde çalışılmıştır. Çizelge 3'te gradient uygulama şartları belirtilmiştir. Kolon fırını sıcaklığı 30°C olup enjeksiyon hacmi peynir için 20 µl kaymak

için 5 µl'dir. Gradient akış şartları Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3. Nisin analizi gradient akış mobil faz şartları

Süre (dk.)	Mobil Faz A (%)	Mobil Faz B (%)
0	85	15
1	85	15
4	65	35
9	10	90
11	85	15

Kütle Spektrometresi (MS) LC-MS/MS parametreleri Çizelge 4'te verilmiştir. Nisin tespitinde elektrosprey iyonizasyon pozitif modda kullanılmıştır.

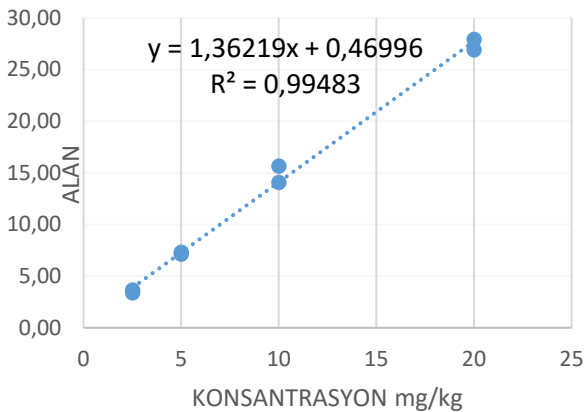
Çizelge 4. MRM moddaki LC-MS/MS değerleri

Analiz Süresi (dk.)	Ana İyon (m/z)	Ürün İyon (m/z)	Çarpışma Enerjisi	Alıkonma Süresi (dk.)	Polarite
11	671,6	86,1 ^a 110,0 ^b	-35 -43	6,5	Pozitif

^a: kantitatif ölçüm için kullanılan iyon

^b: doğrulama amaçlı kullanılan iyon

Hesaplanan standart sapmaların 3 katı LOD, 10 katı ise LOQ değeri olarak kabul edilmiştir. (Anonim, 2018a; Birlik vd., 2020). Yapılan çalışma neticesinde LOQ değeri peynir için 2,31 mg kg⁻¹ kaymak için 0,95 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Konsantrasyon seviyelerinin belirlenmesinde seyreltme faktörü göz önünde bulundurulmuştur.



Şekil 2. Peynirde nisin analizi doğrusallık çalışmasına ait kalibrasyon grafiği

Horwitz eşitliği kullanılarak tekrarlanabilirlik (%RSD_r) ve tekrarüretilebilirlik (%RSD_R) değerlerinin uygunluğu belirlenmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

Konsantrasyonlara karşılık gelen cihaz sinyal düzeyiyle doğrusallık ve korelasyon katsayısı (R²) belirlenmiştir. Analit için korelasyon katsayısı (R²>0,99) sağlanmıştır. Peynirde nisin analizi doğrusallık çalışmasına ait kalibrasyon grafiği Şekil 2'de gösterilmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen standart sapma (S) değeri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$S = \frac{\sqrt{\sum(X_i - \bar{x})^2}}{\sqrt{N-1}} \quad (1)$$

S: Standart sapma

X_i: Ölçüm sonuçları

\bar{x} : Ölçüm sonuçlarının ortalaması

N: Çalışma sayısı.

Tekrarlanabilirlik için %RSD_r 5,13, tekrarüretilebilirlik için %RSD_R 6,68 olarak bulunmuştur. %RSD değerlerinin uygunluk değerlendirmesi "Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Kimyasal ve Fiziksel Analizlerde Metot Validasyonu/Verifikasyonu Rehberi"nde bulunan kriterlere göre yapılmıştır. Bulunan tekrarlanabilirlik ve tekrarüretilebilirlik değerleri rehber kriterleri açısından uygunluk göstermektedir (Anonim, 2018a).

Geri kazanım oranı peynirde %96,3 kaymakta ise % 99,00 olarak belirlenmiştir. Şekil 3'te çalışmalar sonucunda elde edilen peynir kromatogramlarından biri örnek olarak verilmiştir. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Kimyasal ve Fiziksel Analizlerde Metot Validasyonu Verifikasyonu Rehberi'nde belirtilen kriterlere göre geri kazanımda tespit edilen oranların uygunluğu değerlendirilmiştir. Geri kazanım oranı hesabı için belirtilen formül kullanılmıştır (Anonim 2018a).

$$\%GK = \frac{X-x'}{X_{katim}} \times 100 \quad (2)$$

% GK: Yüzde geri kazanım oranı

X: Katım yapılmış örneklerle yapılan analiz sonuçları ortalaması

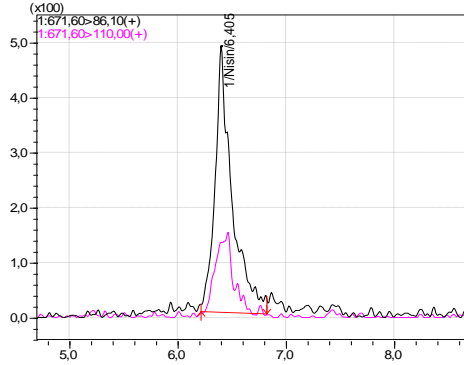
x': Katım yapılmış örneklerle yapılan analiz sonuçları ortalaması

X katım: eklenen konsantrasyon

Doğrusallık, geri kazanım, tekrarlanabilirlik, tekrarüretilebilirlik ve numune hazırlamadan gelen belirsizlikler;

$$\frac{U(X)}{X} = \sqrt{\left(\frac{U(co)}{co}\right)^2 + \left(\frac{U(RSDR)}{RSDR}\right)^2 + \left(\frac{U(RSDr)}{RSDr}\right)^2 + \left(\frac{U(gk)}{gk}\right)^2} \quad (3)$$

formülü ile birleştirilerek rölatif bileşik belirsizlik elde edilmiştir.



Şekil 3. Kör örnek içerisine 5 mg kg⁻¹ düzeyinde nisin kirletme yapılarak elde edilen LC-MS/MS kromatogramı

Genişletilmiş Ölçüm Belirsizliği = Rölatif Birleşik Belirsizlik × 2 (%95 güven aralığında, k=2) ile raporlanmıştır (Anonim, 2018b). Nisin için belirlenen genişletilmiş ölçüm belirsizliği % olarak k=2 ve %95 güven aralığında peynir için 19,35 ve kaymak için %14,00 olarak tespit edilmiştir.

DD ISO TS27106/2009 ile Molognoni vd. (2016) göre yapılan ekstraksiyon aşamaları ve buna göre oluşturulan cihaz şartları dahilinde nisin analizi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu çalışmalar sırasında nisinin ana iyon (m/z) değerinin 671,6 olduğu tespit edilmiştir ve bu sonuç DD ISO TS 27106/2009 ile Molognoni vd., (2016) sonuçları ile uyumluluk göstermektedir.

Yavru iyonlarda belirtilen çalışmalardan farklı olarak 86,1 ve 110 iyonları tespit edilmiştir. Bu duruma ekstraksiyon aşamalarının ve cihaz parametrelerinin farklı olmasının sebep olduğu düşünülmektedir. Ayrıca yavru iyonların (m/z) teyidi amacıyla piyasadan nisaplin (ticari nisin) temin edilmiş 86,1 ve 110 yavru iyonları standartta olduğu gibi nisaplinde de görülmüştür. Peynir için Molognoni vd., (2016) çalışmasında LOQ değerini 3,12 mg kg⁻¹, geri kazanım oranını %97-108, ölçüm belirsizliğini %5,24; Fuselli vd. (2012) ise çalışmasında geri kazanımı %93, metot ölçüm limitini (MQL) 0,07 olarak belirtmiştir. Çalışmamızda LOQ değeri 2,5 mg kg⁻¹, geri kazanım oranı %97,64, ölçüm belirsizliği ise %18,71 olarak tespit edilmiştir.

4. Sonuç

Verilerin uygunluk kontrolü AOAC Official Methods of Analysis Guidelines for Standard Method Performance Requirements (Appendix F)'e göre yapılmıştır ve uygun olduğu belirlenmiştir.

Nisin için doğrusallık değeri R²≥0,99 olarak tespit edilmiştir. Nisin için LOQ değeri 2,50 mg kg⁻¹ iken, LOD değeri 0,69 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Geri kazanım oranı ise nisin için %97,79 olarak hesaplanmıştır.

Diğer taraftan nisinin gıdalarda doğal olarak bulunabilmesinden dolayı, gıdalara dışarıdan katılan nisin ile doğal olarak bulunabilen nisini ayırabilecek farklı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

5. Teşekkür

Makale; TAGEM/HSGYAD/Ü/20/A3/P1/1453 projesi sonucunda yazılmıştır. Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen 'Peynirde ve Kaymakta Nisin Miktarının Belirlenmesi' isimli projenin bir parçasıdır.

6. Kaynaklar

Abee, T., Rombouts, F.M., Hugenholtz J., Guilhard, G., and Letellier, L. (1994). Mode of action of nisin Z against *L. monocytogenes* scott a grown at high and low temperatures, *Applied and Environmental Microbiology*, 60(6); 1962-1968.

Anonim, (2002). TS ISO 11095, Referans malzemeler kullanarak doğrusal kalibrasyon, Ankara.

Anonim, 2013 Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, 30.06.2013 Tarih ve 28693 Sayılı Resmi Gazete.

Anonim, (2016). AOAC Official methods of analysis, guidelines for standart method performance requirements, Appendix F, p.9.

Anonim, (2018a). Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Kimyasal ve fiziksel analizlerde metot validasyon/verifikasyon rehberi, https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Gida_Kont/Kimyasal_Fiziksel_Val_Ver_Rehberi.pdf (Erişim: 01.04.2021).

Anonim, (2018b). Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Kimyasal ve fiziksel analizlerde ölçüm belirsizliği rehberi https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Gida_Kont/Kimyasal_Fiziksel_OB_Rehberi.pdf (Erişim: 01.04.2021).

- Birlik, P. M., Karataş, A.B., ve Tokat, İ.E. (2020). LC-MS/MS ile enerji içeceklerinde taurin, inositol ve glukoronolaktonun belirlenmesinde metot validasyon çalışmaları, *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 23: 39-48.
- Breukink, E. and De Kruijff, B. (1999). The lantibiotic nisin a special case or not?, *Biochimica et Biophysica Acta*, 1462;223-234.
- Çayır Üstündağ, H. ve Yalçın, H. (2017). Bakteriyosinler ve gıdalarda kullanımı, *MAKÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Dergisi*, 5(1);53-65.
- Ceylan, Z. ve Mol, S. (2015). Nisin ve Su Ürünleri, *Su Ürünleri Dergisi*, 32(2);115-120.
- DD ISO/TS 27106:2009, British Standarts, First Edition, 2009-12-01.
- Delves-Broughton, J., Blackburn, P., Evans, R.J., and Hugenholtz, J. (1996). Application of bacteriocin, Nisin, *Antonie van Leeuwenhoek*, 69;193-202.
- Field, Des., D Cotter, P., Ross, R.P., and Hill, C. (2015). Bioengineering of the model lantibiotic nisin, *Bioengineered*, 6:4 187-19.2.
- Fuselli, F., Guarino, C., La Mantia, A., Longo, L., Faberi, A., and Marianella, R.M. (2012). Multi-detection of preservatives in cheeses by liquid chromatography-tandem mass spectrometry, *Journal of chromatograph B*. 906;9-18.
- Gharsallaoui, A., Joly, C., Oulahal, N., and Degraeve, P. (2016). Nisin as a food preservative: Part 1: Physicochemical Properties, Antimicrobial Activity and Main Uses, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56:(8), 1262-1274.
- Güneş Altuntaş, E. ve Ayhan, K. (2010). Süt ve süt ürünlerinde bakteriyosin kullanımı, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1);113-120.
- Hampikyan, H. (2006). Fermente sucuklarda nisin kullanımının *Listeria monocytogenes* üzerine etkileri, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 76s. İstanbul.
- Hampikyan, H. ve Uğur, M. (2007). The effect of nisin on *L. monocytogenes* in Turkish Fermented Sausages (Sucuks), *Meat Science*, 76; 327-332.
- Hampikyan, H. ve Çolak, H. (2007). Nisin ve gıdalardaki antimikrobiyal etkisi, *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(2);142-147.
- Katharopoulos, E., Touloupi, K., and Touraki, M. (2016). Monitoring of multiple bacteriocins through a developed dual extraction protocol and comparison of HPLC-DAD with Turbidometry as Thier Quantification System, *Journal of Mikrobiological Methods*, 127;123-131.
- Kaynar, P. (2011). Ülkemiz peynirleri üzerine mikrobiyolojik araştırmalar, *Türk Mikrobiyol Cem Dergisi*, 41(1);1-8.
- Kışla, D. ve Ünlütürk, A. (2003). Nisinin antimikrobiyal etkisi taze ve işlenmiş balıklarda kullanımı, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 20(3-4);543-550.
- Ko, K.Y., Park, S.R., Lee, C.A., and Kim, M. (2015). Analysis method for determination of Nisin A and Nisin Z in cow milk by Using Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry, *Journal. Dairy Science.*, 98;1435-1442.
- Koplay, Z. (2012). Sığır eti raf ömrü üzerine karanfil uçucu yağı ve nisinin etkisinin araştırılması, Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi-195 s. Kars.
- Kördikanlıoğlu, B. (2014). *Lactococcus lactis*'te solunumun hemin ile teşvik edildiği yarı-kesikli fermentasyon sisteminde nisin üretiminin optimizasyonu, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 79 s. Denizli.
- Liu, W. and Hansen, J.N. (1990). Some chemical and physical properties of nisin, a smallprotein antibiotic produced by *Lactococcus lactis*. *Applied and Environmental Microbiology*. 56(8): 2551-2558.
- Molognoni, L., De Sa Ploencio, L.A., Valse, A.C., De Dea Lindner, J., and Daguier, H. (2016). A simple and fast method for the inspection of preservatives in cheese and cream by Liquid Chromatography-Electrospray Tandem Mass Spectrometry, *Talanta*, 147;370-382.
- Özcan Yılsay, T. ve Akpınar Bayizit A. (2002). Bursa ilinde tüketilen kaymakların mikrobiyolojik özellikleri ve bazı patojen bakterilerin aranması, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16:77-86.
- Shin, J.M., Gwak, J.W., Kamarajan, P., Fenno, J.C., Rickard, A.H., and Kapilla, Y.L. (2015). Biomedical applications of nisin, *Journal of Applied Microbiology*, 1364-5072

Özgün Araştırma/Original Article

Fıstık sert kabuğunun mikrodalga-CO₂ destekli hidroliz sistemi ile ksiloza hidrolizi

Hydrolysis of pistachio shell into xylose using microwave-CO₂ assisted extraction system

Filiz Hazal¹, Hatice Neval Özbek¹, Fahrettin Göğüş¹, Derya Koçak Yanık^{1*}

¹Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Gaziantep Üniversitesi, GAZİANTEP, TÜRKİYE
(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID: 0000-0003-4923-0774, Gıda Yük. Müh.

ORCID ID: 0000-0001-6543-4086, Araş. Gör. Dr.

ORCID ID: 0000-0002-8610-5297, Prof. Dr.

ORCID ID: 0000-0003-3866-899X, Doç. Dr.

* Sorumlu yazar/Corresponding author: dkocak@gantep.edu.tr

Geliş Tarihi : 07.08.2022

Kabul Tarihi : 23.09.2022

Öz

Amaç: Bu çalışmanın amacı, fıstık işleme sırasında açığa çıkan fıstık sert kabuğunu yeşil bir yaklaşım ile ksiloza hidroliz etmektir.

Materyal ve yöntem: Fıstık sert kabuğunu ksiloza hidrolize etmek için mikrodalga-karbondioksit (CO₂) destekli hidroliz yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda, hidroliz parametrelerinin etkisi sıcaklık (175-220°C), işlem süresi (15-45 dk.) ve su:fıstık kabuğu oranı (5:1-30:1) aralıklarında incelenmiştir.

Tartışma ve sonuç: En yüksek ksiloz veriminin elde edildiği parametreler sıcaklık, reaksiyon süresi ve su:fıstık kabuğu oranı için sırasıyla 200°C, 20 dk. ve 20 mL/g olarak belirlenmiştir. Çalışılan aralıklarda gerçekleştirilen hidroliz denemelerinde en yüksek ksiloz verimi %56,52, bu noktadaki yan ürünler miktarı (furfural, hidroksimetilfurfural (HMF) ve formik asit) ise %15,67 olarak bulunmuştur. Sıcaklığın 200°C'nin üstüne çıktığı durumlarda yan ürünlerde ciddi bir artış gözlenmiştir. Çalışmanın sonuçları göz önünde bulundurulduğunda lignoselülozik biyokütle hidrolizinde mikrodalga-CO₂ destekli hidroliz umut vaat eden yenilikçi bir metot olarak değerlendirilebilir.

Anahtar kelimeler: mikrodalga-CO₂ hidrolizi; ksilan; ksiloz; lignoselülozik biyokütle; Antep fıstığı kabuğu; Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.)

Abstract

Aim: The aim of this study is to hydrolyze the pistachio shell generated during the processing of pistachio into pistachio kernel to xylose using a green approach.

Material and method: Microwave-CO₂ assisted hydrolysis method was used to hydrolyze pistachio shell into xylose. In this respect, the effect of hydrolysis parameters, temperature (175-220°C), time (15-45 min) and pistachio shell:water ratio (1:5-1:30) were evaluated.

Results and discussion: The highest xylose yield was obtained at 56.52% while by-products (furfural, hydroxymethylfurfural (HMF) and formic acid) were 15.67% under the same conditions. The by-products were observed in a significant rise when increasing the temperature over 200°C. Considering the results, microwave-CO₂ assisted hydrolysis can be affiliable as a promising innovative method for hydrolysis of lignocellulosic biomass.

Keywords: microwave-CO₂ hydrolysis; xylan; xylose; lignocellulosic biomass; pistachio shell; pistachio (*Pistacia vera* L.)

1. Giriş

Lignoselülozik biyokütle, kolayca elde edilebilen, ucuz ve bol bulunan bir malzemedir (Zhu vd., 2020). Genellikle selüloz, hemiselüloz ve lignin olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır. Hemiselüloz, doğada bulunan en yaygın ikinci polisakkarit olup lignoselülozik biyokütelerde %25-35 arasında bulunmaktadır. Aynı zamanda hemiselüloz, yapısında bulunan farklı beş karbonlu şekerlerden (ksiloz, ramnoz ve arabinoz), altı karbonlu şekerlerden (glukoz, galaktoz ve mannoz) ve az miktardaki asetil gruplarından dolayı heteropolisakkarit grubundandır (Azizah, 2019; Dominguez vd., 2012; Mohamad vd., 2015). Lignoselülozik maddeler, biyoteknolojik yollarla birçok kimyasalın üretimi için kullanılan, yenilenebilir şeker kaynaklarıdır. Bu nedenle, hemiselülozik fraksiyonun kullanımı ksilooligosakkaritler, ksiloz, etanol veya ksilitol üretmek için büyük ilgi çekmektedir (Sharma vd., 2019; Tian vd., 2018).

Antep fıstığı, fıstık içini kaplayan sert kabuk ve onu çevreleyen yumuşak kabuktan oluşmaktadır (Grace vd., 2016). Türkiye’de ve dünyada yaygın olarak üretilen Antep fıstığının, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı verilerine göre dünyadaki üretimi 694.000 tondur. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre 2020 yılında Türkiye’de Antep fıstığı üretimi 296.376 ton olarak bildirilmiştir. Bu veri fıstığın %45’ini oluşturan fıstık atığı (fıstık sert kabuğu) miktarının oldukça yüksek olduğunun bir göstergesidir (Salan vd., 2014). İklim şartlarından dolayı Türkiye’de özellikle Gaziantep, Siirt ve Şanlıurfa gibi illerin bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde fıstık üreticiliği yapılmaktadır (Alsaadi vd., 2018). Üretilen fıstığın bir kısmı kabuklu atıştırmalık çerez olarak tüketilse de büyük bölümü diğer endüstri kollarına baklava, çikolata, dondurma gibi ürünler için hammadde olarak satılmak üzere kabuğu ayrıldıktan sonra iç fıstık olarak ticareti yapılmaktadır. Bu noktada, fıstık işleme tesislerinde yüksek miktarda fıstık sert kabuğu açığa çıkmaktadır. Bölge ekonomisi açısından önemli bir rolü olan ve ekonomik değeri yüksek olan bu tarımsal ürünün yan ürünleri verimli bir şekilde değerlendirilememektedir. Sert kabuk olarak adlandırılan yan ürünün sektördeki en verimli değerlendirme yolu yakmaktır. Fıstık sert kabuğunun hemiselüloz fraksiyonunun hemen hemen tamamına yakınının (%80-90) ksilan olması bu atığı ksilitol üretimi açısından oldukça değerli kılmaktadır (Özbek vd., 2020a). Ksilan; ksilitol, etanol ve diğer ürünlerin biyo-üretimi için birincil

karbon kaynağı olan ksiloza depolimerize edilebilmektedir (Vallejos vd., 2016).

Literatürde farklı tarımsal atıklardan elde edilen lignoselüloz biyokütlenin asit ya da alkali kullanılarak fermente edilebilen şekerlere kadar parçalanması üzerine birçok çalışma vardır; ancak bu uygulamalarda hedef ürün ile birlikte ileri prosesleri etkileyebilecek yüksek miktarda yan ürünler (hidroksimetilfurfural (HMF), furfural gibi) açığa çıkmaktadır (Arumugam vd., 2021; Misra vd., 2013; Nuchdang vd., 2021; Sapcı vd., 2016; Song vd., 2020). Hidroliz amacı ile kullanılan bu kimyasallar ve açığa çıkan yan ürünler bir ileri prosese geçmeden önce saflaştırma gerektirmekte olup maliyeti önemli derecede arttırmaktadır (Delfin-Ruiz vd., 2019; Felipe Hernández-Pérez vd., 2019; Xu vd., 2019). Bu nedenle maliyeti düşürüp, toksik madde oluşumunu azaltacak çevre dostu yöntemler geliştirmek önem arz etmektedir. Bu noktada yüksek basınçlı CO₂ uygulaması, mikrodalga, ultrases ve/veya bunların farklı kombinasyonları gibi çevre dostu uygulamaların denendiği çalışmalar mevcuttur (Chen vd., 2017; Hassan vd., 2018; Subhedar vd., 2018). Bu uygulamalar arasında mikrodalga uygulama ve yüksek basınçlı CO₂ uygulaması lignoselülozik malzemenin hidrolizinde ümit vaat eden işlemler olarak belirtilmiştir (Brodeur vd., 2011). Ancak bu çalışmaların hiç birisinde mikrodalga ve yüksek basınçlı CO₂ bir arada kullanılmamıştır.

Biyokütlenin hidrolizi başlıca fizikokimyasal, kimyasal veya biyolojik yöntemlerle yapılabilmektedir (Anwar vd., 2014). Mikrodalga kullanımı, reaksiyonları hızlandırmak için etkili bir metottur. Geleneksel ısıtma yöntemlerine göre dielektrik özelliği sayesinde daha kısa sürede ısınıp yüksek verim elde edilebilen ve enerji tasarrufu sağlayan bir işlemdir. Literatürde (Kuittinen vd., 2016) odunsu lignoselülozun fermente edilebilen monosakkaritlere dönüştürülmesi için mikrodalga ön işlemleri uygulanmıştır. Norveç ladini lignoselüloz biyokütleyle farklı sıcaklıklarda, yüksek basınç altında mikrodalga işlemleri ve seyreltilmiş asit uygulanarak hemiselüloz monosakkaritlere (ksiloz, mannoz ve galaktoz) parçalanmıştır ve minimum miktarda bozulan ürünler (5-hidroksimetil-2-furaldehit, levulinik asit) ortaya çıkmıştır. Başka bir çalışmada lignoselülozik biyokütle olarak buğday kepeği, arpa kabuğu, yulaf kabuğu ve çavdar kepeği kullanılmıştır. Bu tarımsal atıkların fermente edilebilen şekerlere parçalanabilmesi için mikrodalga ön işlemleri uygulanmıştır ve yüksek verimde monomer şekerler elde edilmiştir (Germeç

vd., 2017). Lignoselülozik biyokütle kimyasal kullanımı gerektiren asit ya da alkali hidrolizi yerine yüksek basınçlı CO₂ uygulanması diğer bir çevre dostu yaklaşım olarak son yıllarda karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntemde sıcak suya ilave edilen CO₂'nin asit katalisti gibi rol oynadığı ve polisakkaritlerin hidroliz olduğu belirtilmiştir (Luterbacher vd., 2010). Karbondioksit suda çözüldüğünde karbonik asit oluşur. Oluşan karbonik asit öncelikle biyokütle çözümlenmesine destek sağlar, aynı zamanda hemiselülozların monomerik şekerlerine parçalanmasına tıpkı asit hidrolizindeki gibi katkı sunar. Ayrıca bu yöntemde hidroliz ortamının asitliği işlem sonrası asidik bir solüsyon oluşturmadığı için çevresel bir sorun teşkil etmemektedir. Zira işlem ortamı üzerindeki basıncı düşürülerek atmosferik şartlara ulaşıldığında CO₂ gaz olarak ortamdan uzaklaşacak ve çözelti asidik niteliğini yitirecektir (Morais vd., 2015).

Karbondioksit uygulamasının mikrodalga ile kombine edilerek, kapalı mikrodalga sisteminde yüksek sıcaklık ve basınç altında lignoselülozik kütleden ksiloz eldesine yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile sinerjik etki yaratarak fıstık kabuğunun hem çok daha hızlı hem de kimyasal gerektirmeyen çevre dostu bir metotla ksiloza hidrolizi hedeflenmiştir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, hidroliz sıcaklığı, süresi ve su:kabuk oranının ksiloz verimi ve yan ürünler (furfural, HMF ve formik asit toplamı) miktarına olan etkisini incelemektir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) sert kabuğu, Gaziantep'te iç fıstık üretimi yapan bir işletmeden temin edilmiştir. Karbondioksit, Koçerler Sanayi ve Tıbbi Gazlar firmasından (Gaziantep) ve diğer tüm analitik standartlar ve sülfürik asit (H₂SO₄), Sigma Aldrich ve Merck'ten satın alınmıştır. Fıstık sert kabuklarının boyutu 1-2 mm aralığında olacak şekilde öğütücü (Brook Crompton Series 2000, Huddersfield, İngiltere) kullanılarak küçük parçalara öğütülmüş ve elek (Endecotts, İngiltere) kullanılarak istenilen boyuttaki (1-2 mm) fıstık sert kabukları elde edilmiştir. Deneylerde kullanılacak öğütülmüş fıstık sert kabukları nem almayacak şekilde ağız kapalı kaplarda oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

2.2. Nem, kül, protein ve ekstraktif madde tayini

Nem miktarı National Renewable Energy Laboratory NREL/TP-510-42621 standart metoduna göre 105°C'de etüvde kaybedilen nem

üzerinden belirlenmiştir (Sluiter vd., 2008a). Kül miktarı ise NREL/TP-510-42622 metoduna göre 575°C'de kül fırınında belirlenmiştir (Sluiter vd., 2008b). Fıstık sert kabuğunun protein miktarı AOAC 984.13 standart metoduna göre azot miktarı için N×6,25 dönüşüm faktörü kullanılarak Kjeldahl yöntemiyle analiz edilmiştir (AOAC, 2006). Ekstraktif madde miktarı ise NREL/TP-510-42619'a (Sluiter vd., 2008c) göre tespit edilmiştir.

2.3. Asitte çözünen ve çözünmeyen lignin tayini

Fıstık sert kabuklarının asitte çözünen ve çözünmeyen lignin miktarları NREL/TP-510-42618'e (Sluiter vd., 2008d) göre belirlenmiştir. Bu yöntemde göre fıstık sert kabuğu örneklerinden 0,3 g kadar test tüplerine tartılmış ve üzerlerine 3 mL %72'lik H₂SO₄ eklenerek 30°C'deki çalkalamalı inkübatör içinde 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra asit içeriği 84 mL deiyonize su eklenerek %4'e seyreltilmiş ve karışım 121°C'de 1 saat otoklavlanmıştır. Süre sonunda kalan karışım soğutulmuş sinter cam filtreli krozeden süzümüştür. Katı kısım sabit tartıma gelinceye kadar 105°C'de bekletilmiş ve sonra 575°C'lik fırında 4 saat yakılmıştır. Yakma işlemi sonrası ve öncesi kütlede meydana gelen değişim asitte çözünmeyen lignin miktarı olarak hesaplanmıştır.

Asitte çözünen lignin miktarının hesaplanması için ise otoklavlanıp süzülen filtrat absorbansı 0,7-1,0 aralığında olacak şekilde saf su ile seyreltilerek spektrofotometre (Perkin Elmer UV/Vis spectrometer, Lambda 25) ile saf suya karşı ölçülmüştür. Asitte çözünen lignin miktarı eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Asitte çözünen lignin (\%)} = \frac{UV_{\text{abs}} \times V_{\text{filtrat}} \times \text{Seyreltme faktörü}}{\epsilon \times \text{Örneğin ağırlığı} \times \text{Yol uzunluğu}} \times 100 \quad (1)$$

UV_{abs}: 320 nm dalga boyunda örneğin absorbansı

V_{filtrat}: Filtratın hacmi (mL)

Seyreltme faktörü: (Örneğin hacmi + Saf suyun hacmi) / Örneğin hacmi

ε: Belirli dalga boyunda biyokütle absorbtivitesi, 30 L/(g·cm) (Hyman et al., 2008).

Yol uzunluğu: UV-Vis hücrenin yol uzunluğu (cm)

2.4. Selüloz ve hemiselüloz tayini

Fıstık sert kabuğunda bulunan monomerik şekerler (glükoz, ksiloz ve arabinoz) ve asetik asit, lignin analizinde iki aşamalı hidroliz işlemi sonucu elde edilen hidrolizatta NREL Laboratuvar Prosedürü NREL/TP-510-42618'e göre Shimadzu SCL-10A HPLC sistemi kullanılarak analiz edilmiştir (Sluiter vd., 2008d). Dedektör olarak refraktif indeks dedektör (Shimadzu, RID-10A) ve kolon olarak Aminex HPX-87H (Hercules, CA, USA) kullanılmıştır. Hareketli faz olarak ise 5 mM H₂SO₄ kullanılmış ve 65°C'de ve 0,6 mL/dk akış hızı ile kolondan elüt edilmiştir. Şeker ve asetik asit

standartları kullanarak kalibrasyon grafikleri oluşturulmuş ve bu grafiklerden fıstık kabuğu hidrolizatının içerdiği monomerik şeker ve asetik asit miktarları g/L olarak hesaplanmıştır.

Fıstık kabuğunun selüloz (glukan olarak), ksilan, arabinan ve asetil gruplarının miktarı, içerdiği monomerik şekerler ve asetik asit miktarlarının bulunmasından sonra aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak belirlenmiştir (Browning, 1967). Fıstık kabuklarının hemiselüloz içeriği ise ksilan, arabinan ve asetil gruplarının toplamı olarak ifade edilmiştir.

$$Glukan (\%) = F \times \frac{100}{1005} \times \frac{162}{180} \times \frac{Glc \times W_{\text{çöz}}}{S} \quad (2)$$

$$Ksilan (\%) = F \times \frac{100}{1005} \times \frac{132}{150} \times \frac{Xyl \times W_{\text{çöz}}}{S} \quad (3)$$

$$Arabinan (\%) = F \times \frac{100}{1005} \times \frac{132}{150} \times \frac{Ara \times W_{\text{çöz}}}{S} \quad (4)$$

$$Asetil grupları (\%) = F \times \frac{100}{1005} \times \frac{60}{61} \times \frac{Ac \times W_{\text{çöz}}}{S} \quad (5)$$

F: düzeltme faktörünü,

$W_{\text{çöz}}$: çözeltilinin kütlesini

S: kuru örneğin kütlesini ve

Glc, Xyl, Ara ve Ac ise sırasıyla hidrolizatta bulunan glikoz, ksiloz, arabinan ve asetik asit derişimlerini (g/L) ifade etmektedir.

2.5. Mikrodalga-CO₂ destekli hidroliz

Mikrodalga gücü bütün deneyler için cihazın (SynthWAVE, Milestone Srl, İtalya) en yüksek güç seviyesi olan 1.500 W'a ayarlanarak sıcaklık, hidroliz süresi ve su:fıstık sert kabuğu oranının etkileri ayrı ayrı incelenmiştir. Bütün denemelerde sistem başlangıçta 55 bar CO₂ ile beslenmiştir. Hidroliz deneylerinde kullanılan saf su mikrodalga destekli hidroliz sistemi başlatılana kadar sisteme beslenen CO₂ yoğunluğunda meydana gelecek değişimleri minimumda tutmak için 5°C'de tutulmuştur. Hidroliz prosesinde hidroliz süresi (10-45 dk.), sıcaklık (175-220°C) ve su:fıstık sert kabuğu oranı (5-30 mL/g) parametreleri çalışılmıştır. Hidroliz deneyleri sonrası ksiloz, glikoz, asetik asit, HMF ve furfural konsantrasyonları (g/L) HPLC ile belirlenmiştir. Ksiloz, glikoz, asetik asit ve formik asit için RID dedektör, HMF ve furfural için ise 280 nm'de UV dedektör kullanılmıştır. Hidroliz sonrası ksiloz verimi Raj ve Krishnan (2020)'ın önerdiği gibi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Ksiloz \text{ verimi } (\%) = \frac{C_{xyl}}{1,136 \times m_{xln} \times C_{shell}} \times 100 \quad (6)$$

C_{xyl} : Hidrolizattaki ksiloz konsantrasyonu (g/L)

m_{xln} : Fıstık kabuğundaki ksilan miktarı (g/g)

C_{shell} : Hidrolizde kullanılan fıstık kabuğu miktarı (g/L)

2.6. İstatistiksel analiz

Tüm deneysel uygulamalar 3 tekrarlı yapılmıştır ve sonuçlar, ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. Tüm veri hesaplamaları Microsoft Excel 2010 kullanılarak yapılmıştır.

3. Tartışma ve sonuç

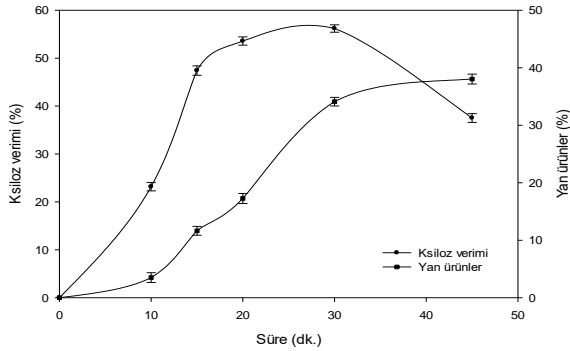
3.1. Fıstık sert kabuğunun kimyasal kompozisyonu

Fıstık sert kabuğu nem miktarı %3,04 \pm 0,04, protein %0,96 \pm 0,04, kül miktarı %0,41 \pm 0,02 ve ekstraktif maddeler %3,24 \pm 0,09 olarak bulunmuştur. Hemiselüloz, selüloz ve lignin miktarı ise sırasıyla %46,13, %24,50 ve %24,83 olarak bulunmuştur. Sonuçlar literatür ile kıyaslandığında kül ve protein oranları benzer olup nem değeri farklı çıkmıştır. Hesam vd. (2020), fıstık sert kabuğunun %0,89 \pm 0,02 kül ve %0,98 \pm 0,08 oranında protein olduğunu rapor etmiştir. Daha önce gerçekleştirilen benzer bir çalışmada ise nem, kül, protein ve ekstraktif bileşenler sırasıyla %1,90 \pm 0,08, %0,53 \pm 0,04, %0,95 \pm 0,01 ve %4,03 \pm 0,12 şeklinde bulunmuştur (Özbek vd., 2021). Hemiselüloz yapısında ise ksilan ve asetil gruplarının sırasıyla %81,5 ve %18,5 oranında mevcut olduğu tespit edilmiştir. Dominguez vd. (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada %33,1 ksilan ve %5,4 asetil grupları olmak üzere toplam %38,5 hemiselüloz bulunurken mevcut çalışmamızda olduğu gibi arabinana rastlanmamıştır. Kasiri ve Fathi (2018) tarafından yapılan çalışmada selüloz, hemiselüloz ve lignin değerleri sırasıyla %38,1, %31,4 ve %23,6 olarak bulunmuştur. Yine başka bir çalışmada fıstık sert kabuğu kimyasal kompozisyonunda %38,1 selüloz, %31,4 hemiselüloz ve %23,6 lignin tespit edilmiştir (Altun vd., 2021). Fıstık kabuğu üzerine yapılan daha önceki çalışmalarda ise kuru bazda fıstık sert kabuğu yapısında %25,15 \pm 0,88 selüloz (glukan), %35,04 \pm 1,12 ksilan, %8,24 \pm 0,72 asetil grupları, %1,84 \pm 0,12 asitte çözünen lignin ve %24,11 \pm 1,29 asitte çözünmeyen lignin bulunmuştur (Özbek vd., 2021). Hesam vd. (2020) tarafından ise fıstık sert kabuğunda selüloz %31,13 \pm 0,42, hemiselüloz %42,27 \pm 1,62 ve lignin %20,77 \pm 1,10 olarak raporlanmıştır. Fıstık sert kabuğunun kimyasal kompozisyonundaki farklılıkların Antep fıstığının yetiştiği çevre ve iklim koşulları ve fıstıkların toplandığı tarih farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.2. Mikrodalga-CO₂ destekli hidroliz parametrelerinin ksiloz verimi ve yan ürünler oluşumu üzerine etkilerinin değerlendirilmesi

3.2.1. Hidroliz süresinin ksiloz verimine etkisi

Şekil 1’de görüldüğü üzere ksiloz verimi hidroliz süresinin 10 dk.’dan 15 dk.’ya uzatılması ile hızlı bir şekilde %23,32’den %47,51’e yükselmiştir. Hidroliz süresinin 30 dk. kadar uzatılması ile yavaş bir artış göstermiş olmakla birlikte ksiloz verimi %55’in üstüne çıkmıştır. Hidroliz süresinin bozulma ürünlerinin (furfural, HMF ve formik asit toplamı) oluşumuna etkisi incelendiğinde ise işlem süresi uzadıkça hidrolizatta yan ürünlerin miktarının artarak 45. dk. sonunda %38,09’a kadar ulaştığı görülmüştür. Özellikle 30. dakikadan sonra hidroliz süresinin uzatılmasının ksiloz degradasyonunu arttırdığı kritik bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır.



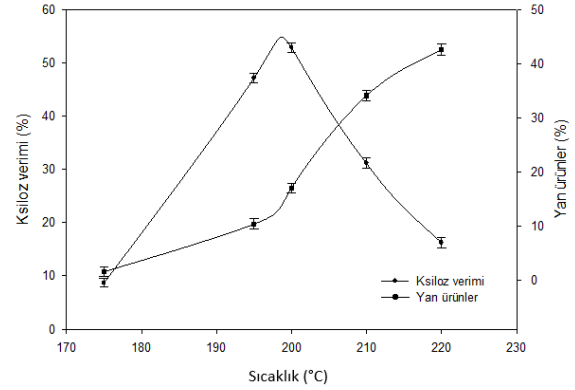
Şekil 1. Mikrodalga-CO₂ hidroliz süresinin ksiloz verimi (%) ve yan ürünler (%) üzerine etkisi (200°C ve su:fıstık kabuğu 8 mL/g)

3.2.2. Hidroliz sıcaklığının ksiloz verimine etkisi

Hidroliz sıcaklığının ksiloz verimine ve yan ürünlerin oluşumuna etkisi Şekil 2’de gösterilmiştir. Şekil 2’ye göre 175°C’den 200°C’ye kadar ksiloz verimi %8,61’den %52,62’ye artarken 200°C’den sonra hızlı bir şekilde düşmüştür.

Yan ürünlerde ise hidroliz sıcaklığı arttıkça bozulma da artmış özellikle 200°C’nin üstünde bozulma ürünlerinde ciddi bir artış görülmüştür. Bunun yanında 220°C’de ksiloz verimi %20’nin altına düşerek yan ürünlere dönüşmüştür. Furfural, lignoselülozik biyokütlenin hidrolizasyonu sonucu polisakkaritlerin monosakkaritlerine (ksiloz) parçalanmasından sonra ksilozun dehidrasyonu sonucu oluşmaktadır (Padilla-Rascón vd., 2020). Yoğun asit ortamlarda ve yüksek sıcaklıklarda monosakkarit molekülünün üç molekül su kaybetmesi sonucu dehidrasyon oluşur. Bunun sonucunda pentozlardan furfural, heksozlardan HMF meydana gelir (Hilpmann vd., 2016; Yemis ve Mazza, 2019). Buna dayanarak sistemimizde hidroliz aşamasında kullanılan yüksek sıcaklık

değerlerinin ciddi düzeyde yan ürünlerin oluşmasına neden olduğu söylenebilir.



Şekil 2. Mikrodalga-CO₂ hidroliz sıcaklığının ksiloz verimi (%) ve yan ürünler (%) üzerine etkisi (20 dk., 8 mL/g su:fıstık sert kabuğu oranı)

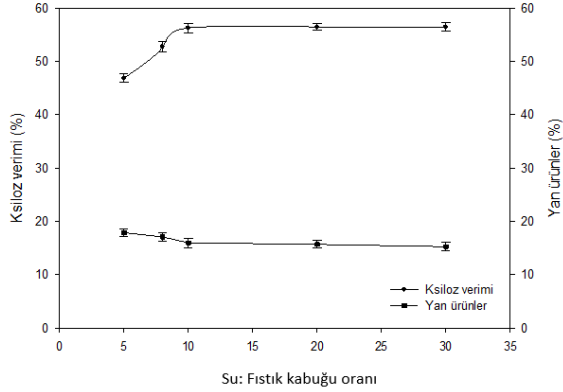
3.2.3. Su:fıstık kabuğu oranının ksiloz verimine etkisi

Su:fıstık sert kabuğu oranının ksiloz verimi ve yan ürünler üzerine etkisi Şekil 3’te gösterilmiştir.

Bu çalışmalarda hidroliz sıcaklığı ve hidroliz süresi sırasıyla 200°C ve 20 dk. olacak şekilde sabit tutulmuştur. Farklı su:fıstık kabuğu oranlarında (5, 8, 10, 20 ve 30 mL/g) hazırlanan reaksiyon ortamlarında hidroliz deneyleri gerçekleştirilmiş ve ksiloz verimi ile yan ürünler miktarı üzerine etkileri incelenmiştir. Ksiloz verimi, 5 mL/g su:fıstık kabuğu oranında %46,89 iken 10 mL/g su:fıstık kabuğu oranında %56,33 elde edilmiştir. Sıvı:kıta oranı daha fazla arttıkça, 20 ve 30 mL/g ile yapılan denemelerde, ksiloz veriminde önemsiz sayılabilecek %0,2’lik bir artış; bozulma ürünleri oluşumuna bakıldığında ise su:fıstık kabuğu oranı yükseldikçe yan ürünlere düşüş gözlenmiştir.

Antep fıstığı sert kabuklarının mikrodalga-CO₂ destekli hidrolizi ile elde edilen ksiloz verimi ve yan ürünler üzerine etkisi hidroliz sıcaklığı, işlem süresi ve su:fıstık kabuğu oranı parametreleri kullanılarak incelenmiştir. Bunun sonucunda sıcaklık ve işlem süresi arttıkça ksiloz veriminin sırasıyla 200°C ve 30 dk.’dan itibaren azalmaya başladığı, yan ürünlerin ise sürekli bir artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu durum artan sıcaklık ve hidroliz süresine bağlı olarak ksilozun yan ürünlere parçalanması ile açıklanabilir. Lu vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada hem sıcaklık ve sürenin artışı hem de su oranı ve sıcaklık artışı ile ksiloz veriminin arttığı bildirilmiştir. Bu durum mevcut çalışma ile benzerlik göstermektedir. Aynı şekilde hidroliz süresinin ve su:fıstık kabuğu oranı artışının da ksiloz oluşumuna katkı sağladığı

söylenebilir. 200°C'de 20 dk. süreyle gerçekleştirilen hidroliz deneylerine bakıldığında su:fıstık kabuğu oranının 5'ten 10 mL/g'a artırılması ksiloz veriminde önemli bir artışa sebep olmuştur. Bu durum su:fıstık kabuğu oranının ksiloz veriminde etkili olduğunu net bir şekilde göstermektedir.



Şekil 3. Reaksiyon ortamında su:fıstık kabuğu oranının ksiloz verimi (%) ve yan ürünler (%) üzerine etkisi (200°C, 20 dk.)

4. Sonuç

Bu çalışmada, lignoselülozik biyokütlenin parçalanmasında ağır kimyasalların kullanıldığı geleneksel yöntemlere alternatif olarak yenilikçi ve çevreci bir yöntem olan mikrodalga-CO₂ destekli hidrolizin kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Lignoselülozik biyokütlenin zor ayrışabilen yapısına rağmen mikrodalga-CO₂ kombinasyonu sayesinde çok daha kısa sürede hemiselülozik fraksiyonu monomerlerine indirgenmiştir. Herhangi bir kimyasal kullanılmadan yüksek verimde ksiloz ve düşük miktarda yan ürünler elde edilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde mikrodalga-CO₂ destekli hidroliz hem çevreci bir yöntem hem de yüksek ksiloz verimi ve düşük yan ürün miktarı ile ksiloz hidrolizi için umut vaat eden bir yaklaşımdır. Ayrıca bu çalışmada lignoselülozik biyokütlenin hidrolizinde kullanılan mikrodalga-CO₂ hidroliz sistemi diğer hidroliz çalışmalarının uygulanmasına öncü olacaktır.

5. Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 120O999 nolu 1001-Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir.

6. Kaynaklar

Alsaadi, M., Erkliğ, A. and Albu-khaleefah, K. (2018). Effect of pistachio shell particle content on the mechanical properties of polymer composite. *Arabian Journal for Science and Engineering*,

43(9), 4689-4696. <https://doi.org/10.1007/s13369-018-3073-x>

Altun, M., Celebi, M., ve Ovali, S. (2021). Preparation of the pistachio shell reinforced PLA biocomposites: Effect of filler treatment and PLA maleation. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*.

<https://doi.org/10.1177/08927057211010880>

Anwar, Z., Gulfraz, M., ve Irshad, M. (2014). Agro-industrial lignocellulosic biomass a key to unlock the future bio-energy: a brief review. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 7(2), 163-173. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2014.02.003>

AOAC-Official Methods of Analysis. (2006) AOAC 984.13: Total Nitrogen By Kjeldahl.

Arumugam, A., Malolan, V. V. and Ponnusami, V. (2021). Contemporary pretreatment strategies for bioethanol production from corncobs: a comprehensive review. *Waste and Biomass Valorization*, 12(2), 577-612.

Azizah, N. (2019). Biotransformation of xylitol production from xylose of lignocellulose biomass using xylose reductase enzyme. *Journal of Food and Life Sciences*, 3(2), 103-112. <https://doi.org/10.21776/ub.jfls.2019.003.02.06>

Brodeur, G., Yau, E., Badal, K., Collier, J., Ramachandran, K. B. and Ramakrishnan, S. (2011). Chemical and physicochemical pretreatment of lignocellulosic biomass: a review. *Enzyme Research*. <https://doi.org/10.4061/2011/787532>

Browning, B. L. (1967). Chemistry of wood. Methods in wood chemistry. Editörler: Sarkanen, K. V., Ludwig, C.H. New York: John, Wiley & Sons.

Chen, H., Liu, J., Chang, X., Chen, D., Xue, Y., Liu, P., Lin, H. and Han, S. (2017). A review on the pretreatment of lignocellulose for high-value chemicals. *Fuel Processing Technology*, 160, 196-206. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2016.12.007>

Delfín-Ruíz, M. E., Calderón-Santoyo, M., Ragazzo-Sánchez, J. A., Gómez-Rodríguez, J., López-Zamora, L. and Aguilar-Uscanga, M. G. (2019). Acid pretreatment optimization for xylose production from Agave tequilana Weber var. azul, Agave americana var. oaxacensis, Agave karwinskii, and Agave potatorum bagasses using a Box-Behnken design. *Biomass Conversion and Biorefinery*. 1-10. <https://doi.org/10.1007/s13399-019-00497-z>

- Domínguez, J. M., Salgado, J. M., Rodríguez, N. and Cortés, S. (2012). Biotechnological production of xylitol from agro-industrial wastes. *Food Additive*, 139-156.
- Felipe Hernández-Pérez, A., de Arruda, P. V., Sene, L., da Silva, S. S., Kumar Chandel, A. and de Almeida Felipe, M. D. G. (2019). Xylitol bioproduction: state-of-the-art, industrial paradigm shift, and opportunities for integrated biorefineries. *Critical Reviews in Biotechnology*, 39(7), 924-943. <https://doi.org/10.1080/07388551.2019.1640658>
- Germec, M., Demirel, F., Tas, N., Ozcan, A., Yilmazer, C., Onuk, Z. and Turhan, I. (2017). Microwave-assisted dilute acid pretreatment of different agricultural bioresources for fermentable sugar production. *Cellulose*, 24(10), 4337-4353. <https://doi.org/10.1007/s10570-017-1408-5>
- FAOSTAT. (2018). FAOSTAT statistical database. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>. (24.05.2022).
- Grace, M. H., Esposito, D., Timmers, M. A., Xiong, J., Yousef, G., Komarnytsky, S. and Lila, M. A. (2016). Chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory properties of pistachio hull extracts. *Food Chemistry*, 210, 85-95. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.088>
- Hassan, S. S., Williams, G. A. and Jaiswal, A. K. (2018). Emerging technologies for the pretreatment of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, 262, 310-318. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.04.099>
- Hesam, F., Tarzi, B. G., Honarvar, M. and Jahadi, M. (2021). Pistachio (*Pistacia vera*) shell as a new candidate for enzymatic production of xylooligosaccharides. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(1), 33-45. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00594-y>
- Hilpmann, G., Becher, N., Pahner, F. A., Kusema, B., Mäki-Arvela, P., Lange, R., ... and Salmi, T. (2016). Acid hydrolysis of xylan. *Catalysis Today*, 259, 376-380. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2015.04.044>
- Hyman, D., Sluiter, A., Crocker, D., Johnson, D., Sluiter, J., Black, S. and Scarlata, C. (2008). Determination of acid soluble lignin concentration curve by UV-Vis spectroscopy. National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, Tech. Rep. NREL/TP-510-42617.
- Kasiri, N. and Fathi, M. (2018). Production of cellulose nanocrystals from pistachio shells and their application for stabilizing Pickering emulsions. *International Journal of Biological Macromolecules*, 106, 1023-1031. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.08.112>
- Kuittinen, S., Rodriguez, Y. P., Yang, M., Keinänen, M., Pastinen, O., Siika-Aho, M., Turunen, O. and Pappinen, A. (2016). Effect of microwave-assisted pretreatment conditions on hemicellulose conversion and enzymatic hydrolysis of Norway spruce. *BioEnergy Research*, 9(1), 344-354. <https://doi.org/10.1007/s12155-015-9696-9>
- Luterbacher, J. S., Tester, J. W. and Walker, L. P. (2010). High-solids biphasic CO₂-H₂O pretreatment of lignocellulosic biomass. *Biotechnology and Bioengineering*, 107(3), 451-460. <https://doi.org/10.1002/bit.22823>
- Misra, S., Raghuwanshi, S. and Saxena, R. K. (2013). Evaluation of corncob hemicellulosic hydrolysate for xylitol production by adapted strain of *Candida tropicalis*. *Carbohydrate polymers*, 92(2), 1596-1601.
- Mohamad, N. L., Mustapa Kamal, S. M. and Mokhtar, M. N. (2015). Xylitol biological production: a review of recent studies. *Food reviews international*, 31(1), 74-89. <https://doi.org/10.1080/87559129.2014.961077>
- Morais, A. R., da Costa Lopes, A. M. and Bogel-Lukasik, R. (2015). Carbon dioxide in biomass processing: contributions to the green biorefinery concept. *Chemical Reviews*, 115(1), 3-27. <https://doi.org/10.1021/cr500330z>
- Nuchdang, S., Thongtus, V., Khemkhao, M., Kirdponpattara, S., Moore, E. J., Setiabudi, H. D. B. and Phalakornkule, C. (2021). Enhanced production of reducing sugars from paragrass using microwave-assisted alkaline pretreatment. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 11(6), 2471-2483.
- Özbek, H. N., Yanık, D. K., Fadiloğlu, S. and Göğüş, F. (2020). Ultrasound-assisted alkaline pretreatment and its sequential combination with microwave for fractionation of pistachio shell. *Renewable Energy*, 157, 637-646. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.05.085>
- Padilla-Rascón, C., Romero-García, J. M., Ruiz, E., Romero, I. and Castro, E. (2021). Microwave-assisted production of furfural from the hemicellulosic fraction of olive stones. *Process Safety and Environmental Protection*, 152, 630-640. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.06.035>
- Raj, K. and Krishnan, C. (2020). Improved co-production of ethanol and xylitol from low-temperature aqueous ammonia pretreated

sugarcane bagasse using two-stage high solids enzymatic hydrolysis and *Candida tropicalis*. *Renewable Energy*, 153, 392-403. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.02.042>

Salan, T. ve Almaz, M. H. (2014). Antep fıstığı atık kabuklarının enerji, kimyasal madde ve biyomalzeme üretiminde değerlendirilmesinde kullanılabilir termokimyasal yöntemlere genel bir bakış. *Yeşil Altın Antepfıstığı Zirvesi, Yeşil Altın Antepfıstığı Çalıştayı, Gaziantep, Turkey*.

Sapcı, B., Akpınar, O., Bolukbasi, U. and Yılmaz, L. (2016). Evaluation of cotton stalk hydrolysate for xylitol production. *Preparative Biochemistry and Biotechnology*, 46(5), 474-482.

Sharma, H. K., Xu, C. and Qin, W. (2019). Biological pretreatment of lignocellulosic biomass for biofuels and bioproducts: an overview. *Waste and Biomass Valorization*, 10(2), 235-251. <https://doi.org/10.1007/s12649-017-0059-y>

Sluiter, A., Hames, B., Hyman, D., Payne, C., Ruiz, R., Scarlata, C., Sluiter, J., Templeton, D. and Wolfe, J. (2008a). Determination of total solids in biomass and total dissolved solids in liquid process samples. National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, pp. 1e6. NREL Technical Report No. NREL/TP-510-42621. National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, USA.

Sluiter, A., Hames, B., Ruiz, R., Scarlata, C., Sluiter, J. and Templeton, D. (2008b). Determination of ash in biomass, Laboratory Analytical Procedure: Technical Report. National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, USA.

Sluiter, A., Ruiz, R., Scarlata, C., Sluiter, J. and Templeton, D. (2008c). Determination of extractives in biomass. National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, USA.

Sluiter, A., Hames, B., Ruiz, R., Scarlata, C., Sluiter, J. and Templeton, D. (2008d). Determination of sugars, byproducts, and degradation products in liquid fraction process samples - Laboratory Analytical Procedure (LAP), National Renewable Energy Laboratory - NREL, Colorado, USA.

Song, Y., Lee, Y. G., Cho, E. J. and Bae, H. J. (2020). Production of xylose, xylulose, xylitol, and bioethanol from waste bamboo using hydrogen peroxide-acetic acid pretreatment. *Fuel*, 278, 118247.

Subhedar, P. B., Ray, P. and Gogate, P. R. (2018). Intensification of delignification and subsequent hydrolysis for the fermentable sugar production

from lignocellulosic biomass using ultrasonic irradiation. *Ultrasonics Sonochemistry*, 40, 140-150.

<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.01.030>

Tian, S. Q., Zhao, R. Y. and Chen, Z. C. (2018). Review of the pretreatment and bioconversion of lignocellulosic biomass from wheat straw materials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 483-489. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.113>

Vallejos, M. E., Chade, M., Mereles, E. B., Bengoechea, D. I., Brizuela, J. G., Felissia, F. E. and Area, M. C. (2016). Strategies of detoxification and fermentation for biotechnological production of xylitol from sugarcane bagasse. *Industrial Crops and Products*, 91, 161-169. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.07.007>

Yemiş, O. and Mazza, G. (2019). Catalytic performances of various solid catalysts and metal halides for microwave-assisted hydrothermal conversion of xylose, xylan, and straw to furfural. *Waste and Biomass Valorization*, 10(5), 1343-1353. <https://doi.org/10.1007/s12649-017-0144-2>

Xu, L., Liu, L., Li, S., Zheng, W., Cui, Y., Liu, R. and Sun, W. (2019). Xylitol production by *Candida tropicalis* 31949 from sugarcane bagasse hydrolysate. *Sugar Tech*, 21(2), 341-347. <https://doi.org/10.1007/s12355-018-0650-y>

Zhu, Z., Liu, Y., Yang, X., McQueen-Mason, S. J., Gomez, L. D. and Macquarrie, D. J. (2021). Comparative evaluation of microwave-assisted acid, alkaline, and inorganic salt pretreatments of sugarcane bagasse for sugar recovery. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 11(6), 2681-2693.

Original Article/Özgün Araştırma

Determination of microbiological, aromatic and sensory properties in different ripening period of Bayramiç cheese produced with and without bifidobacteria inoculation and comparison with similar industrial cheeses

Bifidobakteri inokule edilerek ve edilmeden üretilen Bayramiç peynirinin farklı olgunlaşma dönemlerindeki mikrobiyolojik, aromatik ve duyuşsal özelliklerinin belirlenmesi ve benzer endüstriyel peynirlerle karşılaştırılması

Yasin Ozdemir^{1*}, Mehmet Ozkan², Seda Kayahan¹, Ali İhsan Damlapinar³

¹Ataturk Horticultural Central Research Institute, YALOVA, TÜRKİYE

²Tekirdag Food Control Laboratory, TEKIRDAG, TÜRKİYE

³Akyuz Dairy Product Company, KUTAHYA, TÜRKİYE

(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID: 0000-0002-5157-3074, Dr.

ORCID ID: 0000-0001-9459-4177, Food Engineer (MSc)

ORCID ID: 0000-0003-1300-4396, Dr.

ORCID ID: 0000-0002-2045-1832, Food Engineer

*Corresponding author/Sorumlu yazar: yasin.ozdemir@tarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi : 26.08.2022

Kabul Tarihi : 15.12.2022

Abstract

Objective: In recent years, interests in artisan cheeses have also increased with the interest in traditional foods. In this context, researchers are studying on revealing the properties of artisan cheeses, increasing their quality with new technologies and revealing their differences with other cheeses. This study aimed to determine the differences in microbial properties, major aromatic components and sensory properties of Bayramiç cheese, which are traditionally produced with and without inoculation of bifidobacteria and ripened in brine at different periods. In addition, these traditional cheeses were also compared with other industrially produced cheeses.

Materials and methods: In this study, Bayramiç cheeses were produced from cow milk by using traditional methods with and without bifidobacteria inoculation. Samples were taken at 1, 45, 90 and 135 days of ripening period for analysis. Three different ripened cheeses were used to compare. It is known that these cheeses were produced on an industrial scale from cow's milk, starter culture was not used in their production, standard production methods were used, they were ripened at 4°C for 3 months and offered for sale as full-fat ripened white cheese. Bifidobacteria, lactic acid bacteria, yeast and mold counts were determined and aromatic compounds and sensory properties were also analyzed.

Results and conclusion: Bifidobacteria inoculated samples showed more regular increase in lactic acid bacteria counts. It has been observed that Bayramiç cheeses produced with 7 log cfu/mL inoculation of bifidobacteria may also provide an advantage in the marketing of probiotics. In further studies, will be done in future with much more samples, capric acid, capronate (ethyl-) and benzene, 2,4-diisocyanato-1-methyl can be used as indicator components for Bayramiç cheeses. Interreaction of bifidobacteria inoculation and ripening days were determined important factors for product quality. It is thought that producers who want to use bifidobacteria as a starter culture should also pay attention to ripening times.

Keywords: artisan cheese, starter culture, lactic acid bacteria, capric acid

Öz

Amaç: Son yıllarda geleneksel gıdalara olan ilgiye paralel olarak artizan peynirlere olan ilgi de artmıştır. Bu bağlamda araştırmacılar artizan peynirlerin özelliklerini ortaya çıkarmak, yeni teknolojilerle peynirlerin kalitesini artırmak ve diğer peynirlerle olan farklılıklarını ortaya çıkarmak için çalışmalar yapmaktadır. Bu çalışma, geleneksel olarak bifidobakteri ilavesiyle ve ilavesiz olarak üretilen, farklı zamanlarda salamurada

olgunlaştırılan Bayramiç peynir örneklerinin mikrobiyolojik, aromatik ve duyuşal özelliklerindeki farklılıkları belirlemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca bu geleneksel peynir çeşidimizin endüstriyel olarak üretilen peynirlerle karşılaştırmaları da yapılmıştır.

Materyal ve yöntem: Bu araştırmada geleneksel yöntemlerle 2 çeşit Bayramiç peyniri, inek sütünden Bifidobakteri inokülasyonlu ve inokülasyonsuz olarak üretilmiştir. Analiz için 1, 45, 90 ve 135 günlük olgunlaşma sürelerinde örnekler alınmıştır. Karşılaştırma için üç farklı olgunlaştırılmış peynir kullanılmıştır. Bu peynirlerin inek sütünden endüstriyel ölçekte üretildiği, üretiminde starter kültür kullanılmadığı, standart üretim metotlarının kullanıldığı, 4°C'de 3 ay olgunlaştırmaya tabi tutulduğu ve tam yağlı olgunlaştırılmış beyaz peynir olarak satışa sunulduğu bilinmektedir. Bifidobakteri, laktik asit bakterileri, maya ve küf sayımının yanı sıra aromatik bileşikler ve duyuşal özelliklerin belirlenmesine yönelik analizler yapılmıştır.

Bulgular ve sonuç: Bifidobakteri ilavesiyle hazırlanan örneklerde laktik asit bakteri sayılarında daha düzenli bir artış görülmüştür. Bifidobakterilerin 7 log kob/mL inokülasyonu ile üretilen Bayramiç peynirlerinin probiyotik olarak pazarlanmasında avantaj sağlayabileceği görülmüştür. Daha fazla örnekte yapılacak çalışmalarda; kaprik asit, kapronat (Etil-) ve benzen, 2,4-diizosiyanato-1-metil'in Bayramiç peynirlerinin diğer peynirlerden farklılığını ortaya koyabilecek indikatör bileşenler olarak kullanılabilmesi değerlendirilmiştir. Bifidobakteri inokülasyonu ve olgunlaşma günlerinin interaksyonu ürün kalitesi için önemli olarak belirlenmiştir. Starter kültür olarak bifidobakteri kullanmak isteyen üreticilerin olgunlaşma sürelerine de dikkat etmeleri gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: artizan peynir, starter kültür, laktik asit bakterileri, kaprik asit

1. Introduction

Bifidobacteria and lactic acid bacteria are not only associated with health and nutritional benefits for the cheese consumer, but are also responsible for the aromatic components of cheese (ReyesGavilán et al., 2004; Homayouni et al., 2020; Coelho et al., 2022). In recent years, probiotic microorganisms have been considerable interest for functional food products. Fermented dairy products are at the forefront of functional foods containing probiotics. Especially ripened white cheese provides both time for the development of probiotic bacteria and a good growth environment for them (Hammam and Ahmed, 2019; Hamdy et al., 2021). Thanks to the maturation period of at least three months in accordance with the legal regulations, bacteria such as lactic acid bacteria develop in the environment and provide the desired physical, chemical and sensory properties for cheese (Castro et al., 2015; Hamdy et al., 2021).

Milk microbiota has a pivotal role in the cheese properties, flavor and aroma. Cheese-making technologies affect the dairy microbiota composition and activity. Ripening selects microorganisms responsible for the cheese flavor and aroma (Tilocca et al., 2020).

Understanding the dairy microbiota dynamics is of paramount importance for controlling the qualitative, sensorial of the cheeses (Montel et al., 2014; Tilocca et al., 2020). Raw milk microbiota is affected by the type of feed (grass, silage, hay etc.) fed to animals (Montel et al., 2014). Different raw milk microbial compositions have been reported in relation to different pasture characters and pasture's altitude. Results highlighted the presence of diverse microbial profiles between samples collected at the diverse altitudes and pastures altitude, pasture characters and weather conditions were effective on the raw milk microbiota composition (Bonizzi et al., 2009; Montel et al., 2014).

Different types of cheeses require different time to enrich their own sensory and organoleptic characteristics. Ripening temperature, time and brine and/or storage conditions (humidity, air motion/velocity or air microbiota etc.) are critical for final cheese quality (Ong and Shah, 2009; Cardarelli et al., 2009; Homayouni et al., 2020).

Ripening process of cheese has positive affect on its organoleptic and texture properties. Some studies reported the positive effect of probiotics some sensory characteristics of cheese during ripening. However, some of the studies indicates statistically insignificant effects of probiotics. The

added probiotics should be beneficial to the health and should not adversely affect the flavors of the cheese product to be successfully marketed (Urala and Lähteenmäki, 2004; Burns et al., 2008; Hammam and Ahmed, 2019). Cheese is reported as one of the most effective carrier food for probiotic bacteria (da Cruz et al., 2009). During digestion cheese has advantages on protecting probiotic bacteria because of its buffer capacity in the acidic conditions of the gastrointestinal tract and in stomach (Castro et al., 2015).

This study aimed to determine the differences in bifidobacteria and lactic acid bacteria counts, major aromatic components and sensory properties of Bayramiç cheese samples, which are traditionally produced with and without inoculating starter culture and ripened in brine at different periods. In addition, this traditional cheese was compared with industrially produced some cheeses.

2. Material and methods

Fresh cow milk was obtained from a local farmer in Bayramiç (Çanakkale). Traditional methods were used for Bayramiç cheese production. Raw milk was pasteurized (70 ± 1 °C for 20 min.) and cooled to 33 °C. As starter culture, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb 12 (7 log cfu/mL) (Hørsholm, Denmark) was added to milk (Ozdemir ve Erigdeci, 2022). Rennet (0.026 g/L) was added to milk for coagulation and incubated for 1.5-2 hours at 32 °C. Curd was cut and whey was drained. Cheese curd was Pressed and moulded. Cheese was portioned (~500 g) and rested in brine (contained 14 % salt) at 28 °C for 24 hours.

Cheeses were put in cube-shaped sealed plastic packs with 4% brine. Cheese:brine ratio was adjusted as 10:1. After packaging, cheeses were stored at 4 °C. Samples were taken 0, 45, 90 and 135 days of storage for analysis. Three different industrial processed cheeses were purchased by market. Information on those cheeses was obtained from the producer companies. They were produced on an industrial scale from cow's milk, no starter culture is used in their production, standard ripened white cheese production methods are used, they are aged at 4°C for 3 months and offered for sale as full-fat ripened white cheese. They were named as industrial sample A, B and C.

Bifidobacteria counts were done by using MRS (Man Rogosa Sharpe) broth, which was conventionally prepared and supplemented with NNLP. NNLP solution was prepared with lithium

chloride (3 g), nalidixic acid (15 mg), neomycin sulfate (100 mg), paromomycin sulfate (200 mg) and L-cysteine hydrochloride (0.5 g), diluted in distilled water (100 mL), filter sterilized (0.22 mm), and added to MRS broth at 10% (incubation at 37 °C for 48 hours) (Miranda et al. 2011). Lactic acid bacteria count was done with 3M Petrifilm™. Lactic Acid Bacteria Count Plate (incubation at 30 °C for 48 hours) (Nero et al., 2020).

For mold and yeast counting, samples were homogenized with Maximum Recovery Diluent in accordance with food microbiology laboratory rules. Dilutions were prepared according to the expected number in the sample, as serial dilutions of 1/10. Petri dishes containing 1 ml of DRBC (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol) agar medium were inoculated from each dilution. It was incubated at 25 °C for 5 days (FDA/BAM, 2001).

Aromatic components were extracted according to the method of Delgado et al. (2011). The external part of the cheese was removed (1.5 cm). 10 g of cheese taken as a sample and placed in a 50 mL vial and then 10 ml NaH₂PO₄ (25%, w/v) were added. The sample was stirred for 30 min at 50 °C to accelerate the equilibrium of headspace volatile compounds between the cheese matrix and the headspace. Chromatographic conditions were used same as Delgado et al. (2010).

Flavor, texture, taste, color and overall acceptance characteristics of each cheese samples were determined. Sensory panel test was done by 10 trained and experienced panelists. The panelists

had at least food or agricultural engineering degree. Panelists used a nine-point hedonic scale; the higher score means the higher quality (Afkhami et al., 2019; Zonoubi and Goli, 2021).

In this study two factorial (ripening day and inoculation status) experimental design was used for statistical analysis. Analysis of variance was applied to determine the presence of significant differences ($p < 0.05$) between the bifidobacteria inoculated and spontaneous samples. Statistical analysis was performed by using the JMP 7 statistical package program. Different letters indicate significant difference in same colon of tables.

3. Results and discussion

Bifidobacteria are not member of the lactic acid bacteria. Bifidobacteria are also not closely related to any of the traditional lactic acid bacteria used in the production of cheese or other fermented foods (Mokoena et al., 2016). In this study, the effect of bifidobacteria inoculation and microbiota of Bayramiç cheese during ripening were determined. Results were also compared with some industrially processed ripened cheeses. Bifidobacteria could not be detected in spontaneous fermented cheese and industrial processed cheese samples. These results were given in Table 1. It is clearly seen from Table 1 that, bifidobacteria inoculation supported the growing of lactic acid bacteria significantly. On the other hand, statistically least yeast and mold counts were detected in bifidobacteria inoculated samples.

Table 1. Microbiologic counts of Bayramiç and industrially processed cheeses (log cfu/g).

Inoculation status	Day	Bifidobacteria	Lactic acid bacteria	Yeast	Mold
Bifidobacteria inoculated	0	6.81±0.12b	8.7±0.14c	2.1±0.02c	4.1±0.02c
	45	6.83±0.04b	9.4±0.12b	2.1±0.07c	3.5±0.07d
	90	7.02±0.11a	9.7±0.07a	2.2±0.07c	3.7±0.06d
	135	7.15±0.04a	9.6±0.21ab	2.4±0.14b	4.2±0.12c
Spontaneous	0	ND	7.3±0.21f	3.2±0.14a	4.2±0.14c
	45	ND	8.1±0.07d	2.5±0.20b	4.6±0.21ab
	90	ND	7.8±0.01e	2.6±0.08b	4.8±0.07a
	135	ND	7.6±0.07ef	3.1±0.12a	4.5±0.12b
Industrial sample A		ND	7.2±0.10	3.7±0.08	5.8±0.20
Industrial sample B		ND	7.7±0.10	3.5±0.06	4.5±0.20
Industrial sample C		ND	7.4±0.16	3.1±0.06	4.1±0.10

Different letters in column represent statistical difference. ND: not detected.

Hamdy et al. (2021) aimed to produce low-fat Feta cheese by using yogurt cultures, bifidobacterium cultures (*Bifidobacterium bifidum* and *Bifidobacterium longum*) and mixed of them. They

reported the bifidobacteria and total yeast and mold counts of cheeses between 5.1-7.3 and 2.1-2.8 log cfu/g respectively. In this study similar results were found for bifidobacteria, but higher results were

found for yeast and mold counts than those of Hamdy et al. (2021). Our results showed that bifidobacteria inoculated samples had the highest bifidobacteria and lactic acid bacteria counts after 90 and 135 day of ripening. Interactions of inoculation status and storage days were detected as statistically significant for all microbial counts. In particular, no linear or regular change was observed for all samples for mold and yeast counts. Bifidobacteria inoculated samples had more regular increase in lactic acid bacteria counts.

In addition to its beneficial effects on health as a probiotic microorganism, it has been reported that bifidobacteria can contribute positively to industrial cheese production and help cheese stability during storage (Miranda et al., 2011). Many strains of bifidobacteria can be used as starter culture which is well adapted to survive in large numbers during the manufacturing process and storage up to consumption for fermented milks (Gueimonde et al., 2004). This study is in agreement with the literature which expressed increase in the number of bifidobacteria during storage. For marketing the food as a probiotic, food must have probiotic bacteria at least 6 log cfu/g. This study also showed that 7 log cfu/mL inoculation of bifidobacteria can ensure the probiotic effects and probiotic marketing of cheese.

Microorganisms especially, lactic acid bacteria, bifidobacteria, yeast and molds contribute to the

organoleptic and textural profile of cheeses (Fernández et al., 2015; Coelho et al., 2022). Lactic acid bacteria and bifidobacteria are also responsible to produce lactic acid and they contribute to the organoleptic and textural profile of cheeses (Mattu and Chauhan, 2013; Tajic Ahmadabadi et al., 2020).

Main aromatic components of Bayramiç cheese and industrially processed cheese were given in Table 2. Bifidobacteria inoculated samples were found to have higher aromatic components than spontaneous samples and industrially processed samples. The results also showed that bifidobacteria inoculation promoted the increase in aromatic components during the ripening process. Both bifidobacteria inoculated and spontaneous samples had higher benzene, 2,4- diisocyanato-1-methyl and capric acid content than industrially processed cheeses. Bayramiç cheeses have been produced traditionally by spontaneous fermentation. In this study, spontaneous fermented cheese has similar ethanol and capronate (ethyl-) content with industrial cheese samples. On the other hand, they had higher Benzene diisocyanato-1-methyl and capric acid content than industrial samples. Bifidobacteria inoculated samples showed more regular ripeness. This is thought as important advantage for controlled production of standard quality cheese.

Table 2. Relative concentration of the main aromatic components of Bayramiç cheese and their comparison with industrially processed cheese samples (%)

Inoculation status	Day	Ethanol	Capronate (ethyl-)	Benzene, 2,4-diisocyanato-1-methyl	Capric acid	Hexanoic acid	Acetic acid
Bifidobacteria inoculated	0	8.45±0.35d	8.48±0.40c	6.39±0.24d	8.28±0.26e	10.42±0.21e	8.29±0.13cd
	45	13.95±1.06b	9.98±0.30b	8.39±0.24c	10.28±0.26c	12.15±0.24c	8.38±0.17c
	90	18.05±0.92a	11.90±0.85a	9.73±0.16b	11.67±0.26b	13.33±0.20b	8.22±0.11d
	135	18.40±1.27a	12.75±0.78a	11.45±0.42a	12.44±0.16a	16.52±0.22a	9.89±0.12a
Spontaneous	0	8.41±0.20d	8.75±0.21c	8.53±0.22c	7.55±0.28f	10.49±0.26e	8.47±0.21c
	45	9.20±0.14cd	8.79±0.28c	8.40±0.13c	9.04±0.03d	10.16±0.31de	8.55±0.21c
	90	9.25±0.06cd	9.00±0.21bc	8.53±0.20c	8.77±0.04de	11.33±0.22d	8.70±0.18b
	135	10.18±0.19c	9.25±0.08bc	8.75±0.21c	9.10±0.28d	12.03±0.20c	9.14±0.21ab
Industrial sample A		9.62±1.10c	1.35±0.44d	1.38±0.29d	ND	8.62±0.23f	8.42±0.21c
Industrial sample B		11.17±1.04bc	1.07±0.32d	ND	ND	6.51±0.11g	6.59±0.33e
Industrial sample C		3.29±0.18e	ND	ND	ND	6.88±0.14g	13.96±0.46

Different letters in column represent statistical difference. ND: not detected.

In the inoculated samples, a more regular increase was observed in the aromatic components. The increase in ethanol and capronate (ethyl-) contents during the ripening of cheeses produced by the

spontaneous method was remarkable. In order to be able to sell under the ripened cheese label, the cheeses must be matured for at least 90 days legally. In this study a significant increase in

aromatic substances was observed after 90 days of maturation in both bifidobacteria inoculated and spontaneously produced cheeses. Increase in ripening period more than 90 days also has caused an increase in the contents of aromatic components. Bifidobacteria inoculated samples had higher aromatic content in almost all ripening periods

Ethanol content of sample was reported as 10.26% of total aromatic components but other major aromatic compounds capronate (ethyl-), benzene, 2,4 diisocyanato-1-methyl and capric acid were not detected in ripened white cheese (Suzuki-Iwashima et al., 2020). Total lactic acid bacteria counts (as log. values) were determined at 7.4 and 7.5 after 90 and 180 days ripening periods for white cheese (Tzora et al., 2021).

Non-starter lactic acid bacteria contribute to ripening along with the starter lactic acid bacteria of cheese. Non-starter lactic acid bacteria can increase the content of small peptides and free amino acids by increasing proteolysis and peptide hydrolysis and produce aroma compounds to enhance the quality of cheese (Beresford and Williams, 2004; Settanni and Moschetti, 2010; Li et al., 2021).

Li et al (2021) isolated some lactic acid bacteria from traditional cheeses. They inoculated these lactic acid bacteria to contribute to ripening of cheese. Lactic acid bacteria inoculation showed an

enhancing effect on several acids, such as capric acid which add flavor to cheese. After 40 days of ripening, the researchers reported that octanoic acid or capric acid was not detected in the control samples, but it was detected in cheese inoculated with lactic acid bacteria. (Li et al., 2021). Similarly in this study, capric acid was not detected in industrial samples. Capronate (ethyl-) and benzene, 2,4-diisocyanato-1-methyl were not detected or detected very low relative concentration but they can be detected in Bayramiç cheese sample bifidobacteria inoculated or not. It is thought that this difference is due to the fact that the milk used in Bayramiç cheese is obtained from cows grazing in the Kaz Mountains region. It is reported that different aromatic components are more common in milk obtained from cows fed with fresh and rich grass diversity (Coppa et al., 2011; Kilcawley et al., 2018; Formaggioni et al., 2020)

Sensorial test scores of Bayramiç and industrially processed cheese samples were given in Table 3. When the sensory analysis results were evaluated, starter inoculated and spontaneous processed samples were determined in different statistical groups for overall acceptance scores. Statistical differences were not determined for color scores. Statistical analysis results showed that, starter inoculation and ripening period were effective on these sensory scores.

Table 3. Sensorial test scores of Bayramiç and industrially processed cheese samples.

Inoculation status	Day	Flavor	Texture	Taste	Color	Overall Acceptance
Bifidobacteria inoculated	0	7.03±0.14d	6.35±0.35d	6.22±0.21f	8.10±0.14	6.46±0.21f
	45	8.61±0.15a	6.90±0.28c	7.03±0.17cd	7.90±0.10	8.55±0.13a
	90	8.25±0.28b	6.85±0.07c	7.50±0.13b	7.85±0.21	8.16±0.14b
	135	8.60±0.28a	7.40±0.13a	7.88±0.15a	7.70±0.13	8.07±0.20b
Spontaneous	0	6.52±0.16e	6.30±0.42d	6.09±0.27f	7.95±0.20	6.20±0.22g
	45	7.86±0.14c	6.85±0.35c	6.94±0.24d	7.80±0.28	7.15±0.07e
	90	7.90±0.14c	6.92±0.16c	7.55±0.16c	7.65±0.35	7.80±0.12c
	135	8.00±0.22bc	7.00±0.55b	7.40±0.22c	7.45±0.09	7.73±0.10c
Industrial sample A		7.15±0.28d	6.91±0.35b	6.65±0.40de	8.17±0.47	7.12±0.20e
Industrial sample B		7.86±0.44c	6.72±0.42c	6.48±0.44e	8.08±0.35	7.35±0.26d
Industrial sample C		7.94±0.75c	6.37±0.46d	6.69±0.68de	8.02±0.26	7.06±0.38e
Scoring range		1-9	1-9	1-9	1-9	1-9

Different letters in column represent statistical difference.

The color and appearance scores of low-fat feta cheese were reported between 9-12 (Perfect score: 15 point). Flavor scores and overall acceptance of this cheese was also determined between 20-46 (Perfect score: 50 point) and 58-91(Perfect score:

100 point) (Hamdy et al., 2021). Similar to the results of Hamdy et al. (2021), high color and appearance scores were determined for both starter inoculated and spontaneous processed samples in this study. In Bayramiç region, Bayramiç cheeses

are produced with spontaneous methods. In this study, ripened spontaneous Bayramiç cheese had higher taste and overall acceptance scores than all industrial samples at 90 days ripening period. Bifidobacteria inoculated cheeses had higher overall acceptance scores than all samples. Higher sensory scores of bifidobacteria inoculated cheese possible related to higher content of aromatic components which were showed in Table 2. Bifidobacteria inoculation allowed more aromatic cheese production. Color values of industrial samples were higher than all ripened cheese samples.

4. Conclusion

Study result showed that bifidobacteria inoculation as a starter culture can enhance regular improvement of ripeness and more standard cheeses production. Interaction of bifidobacteria inoculation and ripening days were determined as important for product quality. So that producers who are willing to use starter culture should also give attention for ripening durations. Some aromatic components of Bayramiç cheese were remarkably higher than industrial processed cheeses. More detailed studies are necessary on this aromatic components, as an indicator to reveal the differences between Bayramiç cheese and other cheeses. The possibility that it may originate from the milk of cows fed with vegetation belonging to the Kaz Mountains may provide an idea for future researches.

One of the most significant challenges for probiotic products is the survival of probiotic bacteria during processing and shelf life. Bifidobacteria inoculation can be used as a method for production of probiotic cheese without any sensorial disadvantages or aromatic component losses.

It was seen that, bifidobacteria inoculation provided an advantage in terms of sensory properties, aromatic substance content and microbiological counts. It has been also observed in regular maturation for cheese ripening. On the other hand, it has been determined that Bayramiç cheese contains more aromatic substances that can differentiate it from other industrial cheeses. It is thought that the results obtained in this research may provide an advantage in marketing to cheese producers in the Bayramiç region. The other important issue is that, more studies are necessary for providing a competitive advantage by differentiating/diversifying these traditional foods.

5. References

- Afkhami, R., Goli, M. and Keramat, J. (2019). Loading lime by-product into derivative cellulose carrier for food enrichment. *Food Science and Nutrition*, 7, 2353–2360.
- Beresford, T. and Williams, A. (2004). The microbiology of cheese ripening. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, 1, 287–318.
- Bonizzi, I., Buffoni, J. N., Feligini, M. and Enne, G. (2009). Investigating the relationship between raw milk bacterial composition, as described by intergenic transcribed spacer-PCR fingerprinting, and pasture altitude. *Journal of Applied Microbiology*, 107(4), 1319-1329.
- Burns, P., Patrignani, F., Serrazanetti, D., Vinderola, G.C., Reinheimer, J.A., Lanciotti, R. and Guerzoni, M.E. (2008). Probiotic Crescenza cheese containing *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus acidophilus* manufactured with high-pressure homogenized milk. *Journal of Dairy Science*, 91, 500–512
- Cardarelli, H.R., Buriti, F.C., Castro, I.A. and Saad, S.M. (2008). Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic petit-suisse cheese. *Lebensm Wiss Technology*, 41(6), 1037-46.
- Castro, J.M., Tornadijo, M.E., Fresno, J.M. and Sandoval, H. (2015). Biocheese: a food probiotic carrier. *BioMed Research International*, 2015, 723056.
- Coelho, M.C., Malcata, F.X. and Silva, C.C. (2022). Lactic acid bacteria in raw-milk cheeses: from starter cultures to probiotic functions. *Foods*, 11(15), 2276.
- Coppa, M., Martin, B., Pradel, P., Leotta, B., Priolo, A. and Vasta, V. (2011). Effect of a hay-based diet or different upland grazing systems on milk volatile compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(9), 4947-4954.
- Da Cruz, A.G., Buriti, F.C.A., de Souza, C.H.B., Faria, J.A.F. and Saad, S.M.I. (2009). Probiotic cheese: health benefits, technological and stability aspects. *Trends Food Science and Technology*, 20, 344–354.
- Delgado, F.J., González-Crespo, J., Cava, R. and Ramírez, R. (2011). Formation of the aroma of a raw goat milk cheese during maturation analysed by SPME-GC-MS. *Food Chemistry*, 129(3), 1156-1163.
- Delgado, F.J., González-Crespo, J., Cava, R., García-Parra, J. and Ramírez, R. (2010).

Characterization of the volatile profile of a Spanish ewe raw milk soft cheese P.D.O. Torta del Casar during ripening by SPME–GC–MS. *Food Chemistry*, 118, 182–189.

FDA/BAM (2001). U.S. Food and Drug Administration's Bacteriological Analytical Manual (BAM).

Fernández, M., Hudson, J.A., Korpela, R. and de los Reyes-Gavilán, C.G. (2015). Impact on human health of microorganisms present in fermented dairy products: an overview. *BioMed Research International*, 1, 1-13.

Formaggioni, P., Malacarne, M., Franceschi, P., Zucchelli, V., Faccia, M., Battelli, G. and Summer, A. (2020). Characterisation of Formaggella della Valle di Scalve cheese produced from cows reared in valley floor stall or in mountain pasture: Fatty acids profile and sensory properties. *Foods*, 9(4), 383.

Gueimonde, M., Delgado, S., Mayo, B., Ruas-Madiedo, P., Margolles, A. and de los Reyes-Gavilán, C.G. (2004). Viability and diversity of probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* populations included in commercial fermented milks. *Food Research International*, 37, 839-850.

Hamdy, A.M., Ahmed, M.E., Mehta, D., Elfaruk, M.S., Hammam, A.R. and El-Derwy, Y.M. (2021). Enhancement of low-fat Feta cheese characteristics using probiotic bacteria. *Food Science and Nutrition*, 9(1), 62-70.

Hammam, A.R., and Ahmed, M.S. (2019). Technological aspects, health benefits, and sensory properties of probiotic cheese. *SN Applied Sciences*, 1(9), 1-9.

Homayouni, A., Ansari, F., Azizi, A., Pourjafar, H. and Madadi, M. (2020). Cheese as a potential food carrier to deliver probiotic microorganisms into the human gut: A review. *Current Nutrition and Food Science*, 16(1), 15-28.

Kilcawley, K. N., Faulkner, H., Clarke, H. J., O'Sullivan, M. G. and Kerry, J. P. (2018). Factors influencing the flavour of bovine milk and cheese from grass based versus non-grass based milk production systems. *Foods*, 7(3), 37.

Mokoena, M.P., Mutanda, T. and Olaniran, A.O. (2016). Perspectives on the probiotic potential of lactic acid bacteria from African traditional fermented foods and beverages. *Food and Nutrition Research*, 60(1), 29630.

Li, S., Li, Y., Du, Z., Li, B., Liu, Y., Gao, Y. and Li, Y. (2021). Impact of NSLAB on Kazakh cheese flavor. *Food Research International*, 144, 110315.

Mattu, B., and Chauhan, A. (2013). Lactic acid bacteria and its use in probiotics. *Journal of Bioremediation and Biodegradation*, 4, 8.

Miranda, R.O., Neto, G.G., de Freitas, R., de Carvalho, A.F. and Nero, L.A. (2011). Enumeration of bifidobacteria using Petrifilm™ AC in pure cultures and in a fermented milk manufactured with a commercial culture of *Streptococcus thermophilus*. *Food Microbiology*, 28, 1509-1513

Montel, M.C., Buchin, S., Mallet, A., Delbes-Paus, C., Vuitton, D.A., Desmasures, N. and Berthier, F. (2014). Traditional cheeses: rich and diverse microbiota with associated benefits. *International Journal of Food Microbiology*, 177, 136-154.

Nero, L.A., de Freitas, C.A.I.O., Flores Carvalho, L., Vieira, M. and Constantino, C. (2020). 3M Petrifilm lactic acid bacteria count plate is a reliable tool for enumerating lactic acid bacteria in bacon. *Journal of Food Protection*, 83(10), 1757-1763.

Ong, L. and Shah, N.P. (2009). Probiotic cheddar cheese: influence of ripening temperatures on proteolysis and sensory characteristics of cheddar cheeses. *Journal of Food Science*, 74(5), 182-191.

Ozdemir, Y. and Erigdecı, Z. (2022) Artisan cheeses, Bayramiç Cheese and their probiotics. Nutrition 2022 Conference, 12-13 September 2022, Online event.

Settanni, L. and Moschetti, G. (2010). Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality and provide health benefits. *Food Microbiology*, 27(6), 691–697.

Suzuki-Iwashima, A., Matsuura, H., Iwasawa, A. and Shiota, M. (2020). Metabolomics analyses of the combined effects of lactic acid bacteria and *Penicillium camemberti* on the generation of volatile compounds in model mold-surface-ripened cheeses. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 129(3), 333-347.

Tajic Ahmadabadi, M., Shahab Lavasani, A. and Berenji, S. (2020). The effect of different storage temperature on aroma compounds of probiotic UF cheese. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 50(4), 909-926.

Tilocca, B., Costanzo, N., Morittu, V.M., Spina, A.A., Soggiu, A., Britti, D. and Piras, C. (2020). Milk microbiota: Characterization methods and

role in cheese production. *Journal of Proteomics*, 210, 103534.

Tzora, A., Nelli, A., Voidarou, C., Fthenakis, G., Rozos, G., Theodorides, G. and Skoufos, I. (2021). Microbiota “Fingerprint” of Greek Feta cheese through ripening. *Applied Sciences*, 11(12), 5631.

Urala, N. and Lähteenmäki, L. (2004). Attitudes behind consumers’ willingness to use functional foods. *Food Quality and Preference*, 15, 793–803.

Zonoubi, R. and Goli, M. (2021). The effect of complete replacing sodium with potassium, calcium, and magnesium brine on sodium-free ultrafiltration Feta cheese at the end of the 60-day ripening period: Physicochemical, proteolysis–lipolysis indices, microbial, colorimetric, and sensory evaluation. *Food Science and Nutrition*, 9(2), 866-874.

GIDA VE YEM BİLİMİ-TEKNOLOJİSİ DERGİSİ

ETİK KURALLARI ve İNTİHAL KONTROLÜ

Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi, Yayın Etiği Komitesi [Committee on Publication Ethics (COPE)] tarafından hazırlanan yönerge (The COPE Code of Conduct for Journal Editors) hükümlerine uymayı kabul ve taahhüt etmiştir.

Dergi tarafından kabul edilen etik görev ve sorumluluklar Committee on Publication Ethics (COPE) ve Council of Science Editors (CSE) tarafından yayınlanan rehberler ve politikalar dikkate alınarak hazırlanmıştır.

A- EDITÖRLER ve YAYIN KURULUNUN UYMASI GEREKEN ETİK KURALLAR

Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi'nin Editörler Kurulu, açık erişim olarak Committee on Publication Ethics (COPE) tarafından yayınlanan "COPE Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors" ve "COPE Best Practice Guidelines for Journal Editors" rehberleri temelinde belirtilen tüm etik görev ve sorumluluklara bağlı kalmayı taahhüt eder.

1-Editörler, dergide basılan tüm makalelerden sorumlu olup derginin niteliğinin iyileştirilmesine katkı yapmakla yükümlüdürler.

2-Editörler, okuyuculardan gelen geri bildirimleri dikkate almak ve geri bildirim vermekle yükümlüdürler.

3- Editörler, dergiye gönderilen çalışmaların önemi, özgün değeri, geçerliliği, anlatımın açıklığı ve derginin amaç ve hedeflerine uygunluğu bakımından değerlendirerek olumlu ya da olumsuz karar vermelidirler.

4-Editörler, dergiye gönderilen çalışmaları; yazarların sosyal, kültürel, ekonomik özellikleri ile dini inançları göz önüne alınmaksızın, sadece entelektüel değerleri çerçevesinde değerlendirilmelidir.

5-Editörler ve Yayın Kurulu, dergiye yayınlanmak üzere gönderilen çalışmaların, 3 hafta içerisinde değerlendirmeye alıp almayacaklarına karar vermeli ve bunu yazara bildirmelidirler.

6-Editörler ve Yayın Kurulu, makaleyi ilk inceleme sonucunda red etme kararına varırsa yazarlara bunun nedenini açık bir şekilde bildirmekle yükümlüdürler.

7-Dergiye gönderilen çalışmalar editörler tarafından öncelikle intihal ihtimaline karşı raporların olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bu aşamada intihal raporu olmayan çalışmalar ve intihal ihtimali olan çalışmalar, editörler tarafından reddedilir.

8-Editörler ve Yayın Kurulu Üyeleri Dergiye gönderilen makaleleri hakemler dışında hiç kimseye ifşa etmemelidirler.

9-Editörler, dergiye gönderilen çalışmaların kabulü için yazarlara dergideki herhangi bir makaleye veya başka bir çalışmaya atıf yapması konusunda telkinde bulunmamalıdır.

10-Editörler, makaleleri aynı disiplindeki konu uzmanlıklarına uygun olan hakemlere göndermelidirler.

11- Yayın Kurulu, yazarlarla, yazarların kurumları ya da yazarların bir veya daha fazla ilgi alanı ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması/çakışması yaşama durumundaysa, görevlendirilen editöre bilgi vermeli ve değerlendirme sürecinden çekilmelerini istemelidirler.

12-Editörler, hakemleri tarafsız, bilimsel ve nesnel bir dille çalışmayı değerlendirmeleri için teşvik etmelidirler.

13-Editörler, makaleleri objektif değerlendiren, hakemlik sürecini zamanında yerine getiren, makaleyi yapıcı eleştirilerle değerlendiren ve etik kurallara uygun davranan bilim insanlarının olmasına özen göstermelidirler.

14-Editörler, yayın kurulu ve hakemler kurulu üyelerini, uzmanlık alanlarına uygun, katkı sağlayabilir ve uygun nitelikte belirleyerek kurullara derginin yayın politikaları konusunda bilgi vermekle yükümlüdür.

B-YAZARLARIN UYMASI GEREKEN ETİK KURALLAR

Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi yayın etiği açısından, COPE (Committee on Publication Ethics) tarafından kabul edilen kriterlere uymayı taahhüt eder.

1-Eserlerin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir. Eserler, bilim etiği ilkelerine uygun olarak hazırlanmalı, Etik Kurul Raporu gerektiren durumlarda bir kopyası eklenmelidir.

Aşağıdaki araştırma konuları ile ilgili Etik Kurul Raporu bilgileri (kurul adı, tarih ve sayı no) yöntem bölümünde ve ayrıca makale son sayfasında ek olarak verilmelidir.

- ✓ Anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen her türlü araştırmalar.

- ✓ İnsan ve hayvanların (materyal/veriler dahil) deneysel ya da diğer bilimsel amaçlarla kullanılması,
- ✓ İnsanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar,
- ✓ Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar,
- ✓ Kişisel verilerin korunması kanunu gereğince retrospektif çalışmalar.
- ✓ Ayrıca, kullanılan fikir ve sanat eserleri için telif hakları düzenlemelerine riayet edilmeli, başkalarına ait ölçek, anket, fotoğrafların kullanımı için sahiplerinden izin alınması.

2-Yayımlanması istenilen eserlerin herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere herhangi bir dergiye gönderilmemiş olması zorunludur.

3-Ancak; yurtiçi veya yurtdışı kongrelerde sunularak yalnızca özeti yayımlanmış makaleler yayıma kabul edilmektedir.

4-Dergiye yayımlanmak üzere gönderilen eserlerle birlikte Telif Hakkı Devir Sözleşmesi de tüm yazarlarca imzalanarak, makale ile birlikte gönderilmelidir.

5-Dergi, COPE hükümleri doğrultusunda, hakemlerin ve yazarların kimliklerinin birbirinden gizlendiği double blind peer review (Çift Kör) hakem değerlendirmesi sistemini kullanmaktadır

6-Yayın sürecinde, dergi ile yazışmaları yapan kişi/kişiler “Sorumlu Yazar” olarak kabul edilir. Yazışmaların diğer yazarlarla paylaşılması, gerekli işlemlerin zamanında ve doğru olarak yapılması “Sorumlu Yazar”a aittir. “Sorumlu Yazar” makalenin ilk ismi olmak zorunda değildir.

7-Değerlendirme süreci başlamış bir çalışmada yazar ekleme, yazar sırası değiştirme ve yazar çıkartma gibi özel durumlar “Sorumlu Yazar” inisiyatifindedir.

8-Son Kontrol Listesi sadece sorumlu yazar tarafından imzalanarak makale ile birlikte gönderilmelidir.

9-Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi yayımlanmak üzere gönderilen makaleler, hakem süreci başlatıldıktan sonra geri çekilemez.

10-Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi İntihal ve Duplicate önüne geçmek üzere sorumlu yazarlardan İntihal raporu talep edilir.

11-Benzerlik oranı kaynakça hariç en fazla %20-30 olmalıdır.

12-Yazarlar, yayınlanmak üzere gönderilen tüm çalışmaların potansiyel çıkar çatışması teşkil edebilecek durumları ve çalışmalarını destekleyen kuruluşları makalenin son kısmında beyan etmekle yükümlüdürler.

13-Ayrıca, çalışma lisansüstü tezlerden üretilmiş ise ve çalışmaya katkısı için teşekkür edilecek kişi veya kurumlar varsa bu gibi durumların da makalenin son kısmında belirtilmesi gerekmektedir.

C-HAKEMLERİN UYMASI GEREKEN ETİK KURALLAR

1-Hakemler, Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi’ne gönderilen bir çalışma kendi uzmanlık alanında değilse, makale konusu hakkında yeterli bilgiye sahip değilse ya da zamanında bir değerlendirme yapamayacak durumda ise, editörü bu durumdan haberdar ederek değerlendirme görevinden ayrılmalıdır.

2-Hakemler, yazarı ile aralarında rekabet, iş birliği veya başka türlü ilişki ya da bağlantılar bulunduğunu tespit ettiği çalışmalarını kesinlikle değerlendirmemelidir.

3-Hakemler, gizlilik ilkesine riayet ederek değerlendirmesini yapmalı, çalışmayı üçüncü kişilerle paylaşmamalıdır.

4-Hakemler, inceleme sürecinde elde etmiş olduğu ayrıcalıklı bilgi ve fikirleri gizli tutmalı ve kişisel çıkarı için kullanmamalıdır.

5-Hakemler, eleştiri ve önerilerini nazik bir dille objektif ve yapıcı bir şekilde yapmalıdır.

6-Yazara karşı iftira ve hakaret içeren aşağılayıcı yorum ve eleştiri kullanılmamalıdır.

7-Hakemler, fikirlerini açık biçimde destekleyen belgelerle desteklemelidir.

8-Hakemler, değerlendirilen çalışmanın daha önce yayınlanmış başka bir çalışma ile arasında esaslı bir benzerlik tespit etmeleri halinde, durumu editöre iletmelidirler.

GIDA VE YEM BİLİMİ-TEKNOLOJİSİ DERGİSİ GENEL İLKELER ve YAZIM KURALLARI

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi, yılda iki defa (Ocak ve Temmuz) yayımlanan, ücretsiz ve hakemli bir dergidir.

Dergide, özgün araştırma ürünü makaleler ile belirli bir konuyu yeterli sayıda kaynaktan araştırarak hazırlanmış derleme makaleleri yayımlanır.

Önemli bir potansiyeli ya da bulgusu olmayan ve sadece yerel ilgi çekecek makaleler basıma kabul edilmez.

Derleme makalelerde, en az %75'i son 10 yıla ait olmak üzere en az 30 kaynak olmalıdır.

Dergide yayımlanacak makaleler; gıda, yem, bunlara ait katkı maddeleri ve hammaddeler, su - atık su, su ürünleri, gıda ile temas eden madde ve malzemelerde;

- Güvenilirlik ve kalite
- İşleme teknolojileri
- Analiz yöntemleri
- Biyogüvenlik ve biyoteknoloji
- Sosyo-ekonomik araştırmalar
- Mevzuatlar
- Diğer konular (geleneksel gıdalar, organik gıda ve yem, beslenme, gıda kimlik belirleme, gıda ve yem sanayi atıklarının değerlendirilmesi vb.) ile ilgili olmalıdır.

"Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi" dergisine gönderilmiş ve makalenin tamamı ya da bir bölümünün herhangi bir dilde daha önceden yayınlanmamış (tezler ve kongre sunu özetleri hariç) başka bir dergiye basım için gönderilmemiş olması gerekir. "Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi" dergisinde yayınlanmış olan bir makale başka bir yerde yayınlanamaz.

"Etik Kurul İzin Belgesi"nin kullanıldığı araştırmalarda bu belgelerin makaleye eklenmesi gerekir.

Yayınlanması için "Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi" dergisine gönderilen makalede herhangi bir kurum ya da kuruluşun doğrudan ya da dolaylı alınan desteğin makale içinde ilk sayfa dipnot veya teşekkür başlığı altında belirtilmesi tümüyle yazarların sorumluluğundadır.

Tüm aşamalardan geçmiş ve dergimizde yayınlanması uygun olarak değerlendirilmiş makalenin hangi sayıda yayınlanacağı ile ilgili bilgi sorumlu yazara iletilir.

Aşağıda verilen yazım kurallarına uymadan hazırlanmış ve/veya dergi yayın ilkeleri ile uyumsuz makaleler, hakeme gönderilmeden yazara iade edilir.

Makaleler, basılı kopyaya gerek olmaksızın bursagida@tarimorman.gov.tr ve dergi.bursagida@gmail.com adresine e-posta yolu ile gönderilmelidir.

Makaledeki bilgilerin doğruluğunun sorumluluğu yazar(lar)a aittir.

Yazışma Adresi:

e-posta: bursagida@tarimorman.gov.tr; dergi.bursagida@gmail.com

Yazar isterse, makaleyi değerlendirmek üzere "Son Kontrol Listesi Formu (BGA-FR-103)"nda ilgili bölüme üç isme kadar hakem önerebilir. Editör ve Yayın Kurulu, hakemleri seçme hakkını korur.

Gönderilen yazılar, önce yayım kurulunca dergi ilkelerine uygunluk açısından incelenir. Uygun bulunmayanlar için kabul edilmeme sebebi yazara bildirilir.

Uygun bulunanlar, "Hakemlik Görev Yazısı Formu (BGA-FR-107)" doldurmuş olan o alandaki en az iki hakeme "Hakem Makale İnceleme Yazısı Formu (BGA-FR-106)" ile birlikte gönderilir (Hakemlerden birinden olumsuz sonuç gelmesi halinde üçüncü hakeme gönderilir). Dergi, COPE hükümleri doğrultusunda, hakemlerin ve yazarların kimliklerinin birbirinden gizlendiği double blind peer review (Çift Kör) hakem değerlendirmesi sistemini kullanmaktadır.

Hakemler "Hakem Değerlendirme Formu (BGA-FR-102)"nu doldurarak makale ile ilgili değerlendirmelerini editöre iletirler. Hakemlerin ve yazarların isimleri gizli tutulur ve raporlar beş yıl süreyle saklanır. Hakem raporlarından ikisi olumlu, diğeri olumsuz olduğu takdirde yazı, editör kurulu kararına göre yayımlanır. Olumsuz görüş bildiren hakeme durum hakkında bilgi verilir. Yazarlar, hakemlerin görüş ve önerileri doğrultusunda düzeltmeleri yaparlar. Editör ve Yayın Kurulu gerektiği durumlarda yazıların yazım şekli üzerinde değişiklik yapabilir. Makalesi kabul edilen yazarlara "Makale Kabul Yazısı (BGA-FR-110)" bu makalede değerlendirme yapan hakemlere de "Hakem Makale Teşekkür Yazısı (BGA-FR-115)" gönderilir.

Bütün makaleler ile birlikte "Telif Devir Hakkı Formu (BGA-FR-104)" ile "Son Kontrol Listesi (BGA-FR-103)" de gönderilmelidir.

Enstitümüzün internet adresinden (<http://arastirma.tarimorman.gov.tr/bursagida>) veya DergiPark sayfasından "Telif Devir Hakkı Formu (BGA-FR-104)" doldurulup sorumlu yazar tarafından imzalandıktan sonra tarayıcıdan geçirilmeli ve elektronik dosya BGA-TL-23

Rev.No/Tar: 05/17.01.2023

olarak bursagida@tarimorman.gov.tr ve dergi.bursagida@gmail.com adresine mail ile gönderilmelidir. Makale basım için kabul edilmezse, "Telif Devir Hakkı Formu (BGA-FR-104)"nın yasal bir önemi kalmaz ve hükümsüz olarak kabul edilir.

"Telif Devir Hakkı Formu (BGA-FR-104)"nın imzalanması ile yazar, makalenin "Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi" dergisinde basılması ve ilgili web sayfalarında yayınlamasına ilaveten makalenin tamamı ya da bir kısmının yasal olarak çoğaltılması, yeniden basılması ve dağıtılması hakkını Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne devrederek, kendi haklarından feragat etmektedir.

MAKALENİN HAZIRLANMASI

Dergiye başvuru sırasında gönderilecek makale, Microsoft Word yazılımıyla, A4 boyutundaki kâğıdın tek yüzüne Times New Roman yazı tipi, 12 punto ve 2 satır aralıklı iki yana yaslanmış olarak yazılmalı ve satırlar numaralandırılmalıdır; kenar boşlukları, her bir kenardan 2,5 cm olmalıdır. Sayfada gölgelendirme ve çerçeve vb. uygulamalar yapılmamalıdır. Makale içeriği dil bilgisi kurallarına özen gösterilerek akıcı ve anlaşılır bir şekilde yazılmalıdır. Makaleler, çizelge ve şekiller dâhil toplam 22 sayfayı geçmemelidir. Editör ve yayın kurulu, makalenin kısaltılmasını isteyebilir. Aynı kapak sayfası dışındaki tüm sayfalar numaralandırılmalı, ancak metin içinde belirli bir sayfa numarasına atıf olmamalıdır.

Makale;

- Makale türü (Özgün Araştırma/Original Article - Derleme Makale/Review Paper),
- Başlık, İngilizce Başlık,
- Yazar İsimleri ve Adresleri
- ORCID ID,
- Öz (Bölünmüş özet)
- Anahtar Kelimeler,
- Abstract (Structured abstract)
- Keywords
- Ana Metin (Giriş, Materyal ve yöntem (özgün araştırmalarda), Tartışma ve sonuç),
- Teşekkür (gerekliyse),
- Kaynaklar

başlıkları altında hazırlanmalıdır. Kısaltmalar metin içerisinde ilk kullanıldığı yerde tanımlanmalıdır. Çalışma içerisinde geçen mikroorganizma isimleri ile Latince ifade ve isimler italik olarak yazılmalı ve kısaltmalarda uluslararası yazım kuralları göz önünde bulundurulmalıdır. İngilizce hazırlanacak makalelerde ana metin kısımları aynı başlıklardan oluşmalıdır.

Başlık: Makale başlığı metne uygun kısa ve açık, İngilizce ve Türkçe, sadece ilk harfi büyük, 12 punto, koyu ve sayfaya ortalanmış olmalıdır. Diğer başlıklar da sola dayalı olarak yazılmalı ve sadece ilk kelimenin ilk harfi büyük yazılmalıdır.

Yazar İsimleri: Eserin yazar ya da yazarlarının adı ve soyadı başlığın hemen altında bir satır boşluktan sonra, unvan belirtilmeden, 10 punto, yazarın isim ve soyadı baş harfleri büyük ve kelime koyu yazılmalıdır. Altına bağlı oldukları kurumlar numaralandırılarak italik ve 8 punto olarak yazılmalıdır. Kurumların altına ise ORCID ID başlığı koyu renk olacak şekilde, numara ve unvanlar yer almalıdır. Bu bilgilerin altında ise yazışmalardan sorumlu yazara ait iletişim maili bulunmalıdır.

Öz/Abstract: Türkçede 250, İngilizcede 300 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalıdır. Özet bölünmüş olarak düzenlenmelidir. Derleme makalelerde bölünmüş özet; Amaç/Objective ve Sonuç/Conclusion olarak belirtilmelidir. Özgün araştırma makalelerde ise Bölünmüş özet (Amaç/Objective, Materyal ve yöntem/Material and method, Tartışma ve sonuç/Results and conclusion) olarak düzenleme yapılmalıdır.

Anahtar kelimeler/Keywords: Öz/Abstract bölümlerinin altına eser metnini ifade edebilecek en az 3 en çok 7 adet anahtar kelime özel isimler hariç küçük harfle yazılmalıdır.

Metin: Özgün araştırma makalelerde; Giriş, Materyal ve yöntem, Tartışma ve sonuç kısımlarından oluşur. Derlemelerde ise konuya uygun olarak bölümlendirme yapılabilir.

Çizelgeler ve Şekiller: Yazı içinde geçen tablolar, "çizelge"; grafik, resim, fotoğraf, harita ve akım şemaları ise "şekil" olarak isimlendirilmeli ve 11 puntodan düşük punto kullanılmasından olabildiğince kaçınılmalıdır.

Çizelge başlıkları çizelgenin üstüne, şekil başlıkları ise şeklin altına yazılmalı ve sırayla numaralandırılmalıdır. Kullanılan çizelge ve şekillere metin içinde atıf mutlaka yapılmalıdır. Metin içinde geçen veriler çizelge ve şekillerin tekrarı olmamalıdır. Çizelge ve şekillerin başlıkları içerikleriyle uyumlu ve anlaşılabilir olmalıdır. Şekiller ve resimlerin yüksek çözünürlükte olmasına dikkat edilmelidir. Resimler, .jpg formatında; şekiller ise düzenlenebilir ve orijinal formatında metin içerisinde yer almalıdır. Çizelge ve şekillerde verilecek dipnotlar çizelge ve şekillerin altına 8 punto ve italik olarak yazılmalıdır. Tercihe bağlı olarak Türkçe araştırma makalelerinde çizelge/şekil başlığı ve varsa tüm dipnotlar çizelgede/şekilde yer alan Türkçe kelimelerin İngilizcesi de bir alt satırında italik olarak yazılabilir.

Metin içinde geçen kaynak bildirimleri ve kaynaklar kısmı APA-7 yazım stili kullanılarak hazırlanmalıdır. Kaynakların yazımında aşağıdaki örnek yazım biçimleri kullanılmalı ve makalelerin yayımlandığı dergi isimleri kısaltma kullanılmadan ve italik olarak yazılmalıdır. Web adreslerine atıf yapılacağına (mümkün olduğunca Resmi web sayfalarına atıf yapılmalıdır) mutlaka ilgili web adresine erişim tarihi verilmelidir.

Kaynaklar:**Metin içinde yazar veya yazarlara yapılan atıf****Tek yazar:**

Vurarak (2021)'a göre
(Vurarak, 2021).

İki yazarlı:

Ciniviz ve Yılmaz Ersan (2021)'a göre
(Ciniviz ve Yılmaz Ersan, 2021)

Üç ve daha fazla yazarlı metinlerde, sadece ilk yazarın adı kullanılıp sonrasında "vd." ifadesi kullanılır:

Harris vd. (2001) ifade ettiği üzere (...)
Harris vd. (2001)'ne göre (...)
(Harris vd., 2001)

Yazar bir organizasyon veya hükümet kurumu ise, ilk atıfta olduğu gibi atıf yapılır; eğer çok bilinen bir kurum ise, sonraki kullanımlarda kısaltması tercih edilir:

İlk atıf: Association of Official Analytical Collaboration International'a (2021) göre
İkinci atıf: AOAC'a (2021) göre
İlk atıf: (Association of Official Analytical Collaboration International [AOAC], 2021)
İkinci atıf: (AOAC, 2021)

Aynı parantezde birden fazla esere atıfta bulunulduğunda, bunlar harf sırasına göre dizilmeli ve iki eser noktalı virgül ile ayrılmalıdır:

(Ciniviz ve Yılmaz Ersan, 2021; Hamzaoğlu vd., 2021; Vurarak, 2021).

Aynı soyisme sahip yazarlarda, karışıklığı önlemek için ismin ilk harfi de kullanılır:

(E. Kural, 2010; L. Kural, 1999)

Aynı yazarın aynı yıl yayımlanan iki veya daha fazla eserine atıf yapılıyorsa; yıldan sonra (a, b, c) harfleri kullanılır:

Rice (2017a)'nin çalışmasına göre
Rice (2017b)'nin çalışmasına göre

Dipnotlar ve sonnotlar

APA yazım stilinde, dipnot ve sonnot kullanımı pek tercih edilmemektedir. Bundan dolayı mümkün olduğu kadar az dipnot kullanılmalıdır. Yalnızca çok elzem bir açıklayıcı not gerektiğinde dipnot kullanılmalıdır.

Önemli not:

APA atıf ve kaynakçada "and" yerine "&" kullanılmasını önermektedir. Ancak Türkçede "&" sembolü "ve" yerine kullanılmadığından, Türkçe olarak yazılan metinlerde atıf yaparken ve kaynakça yazarken "&" sembolü kullanılmamalıdır. Ayrıca, üç kişiden çok yazarlı metinlere atıf yaparken APA "et al." (Hamzaoğlu et al., 2021) kullanılmasını önermektedir. Ancak Türkçe'de "et al." yerine "vd." (Hamzaoğlu vd., 2021) kullanılmalıdır. Makale İngilizce ise yerine göre "&" sembolü ve "et al." kullanılmalıdır.

Kaynak listesi:

Yararlanılan kaynaklar sıra numarası verilmeksizin yazarın soyadı dikkate alınarak alfabetik sıraya göre yazılmalıdır. Aynı yazara ait fazla sayıdaki eserler kronolojik olarak sıralanmalıdır.

Tek yazar:

Vurarak, Y. (2021). Semi-Mechanical Harvesting method effect on oil content and fat composition of sesame. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (25), 39-47. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursagida/issue/60450/886028>

İki yazar:

Ciniviz, M. ve Yılmaz Ersan, L. (2021). Süt ürünleri tüketiminin kolorektal kanser üzerine etkisi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (25), 1-14. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursagida/issue/60450/885980>

Üç ile yedi yazar arası:

Hamzaoğlu, M., Demir, S., Tosunoğlu, H., Zengingönül Gökçay, R. ve Deniz, A. (2021). QuEChERS -LC MS/MS yönteminin ballarda bazı pestisit kalıntıları için metot validasyonu. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (25), 48-56. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursagida/issue/60450/886069>

Yedi yazardan fazla ise; ilk altı yazarın adı listelendikten sonra üç nokta koyup son yazarın adı eklenir. Yedi isimden fazlası yer almamalıdır:

Miller, F. H., Choi, M. J., Angeli, L. L., Harland, A. A., Stamos, J. A., Thomas, S. T., . . .and Rubin, L. H. (2009). Web site usability for the blind and low-vision user. *Technical Communication*, 57, 323-335.

Organizasyonun yazar olduğu durumlarda:

AOAC. (2021).

Aynı yazarın iki ve daha fazla çalışması kullanılmışsa; kaynaklar tarih sırasına göre dizilmelidir:

Çetin, T. (2019).

Çetin, T. (2020).

Eğer yazar bir çalışmada tek yazar ve başka çalışmada ortak yazar ise, önce tek yazarlı olan çalışma listelenmelidir:

İç, E. (2000). Hıyar turşusu salamurasında kalsiyum klorür kullanarak tuz konsantrasyonunun azaltılma olanağı üzerine araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi-117 s. Ankara.

İç, E., Özçelik, F. ve Denli, Y. (1999). Hıyar turşularının depolanması üzerine kalsiyum asetat ve pastörizasyonun etkisi. *Gıda*, 24 (4), 243-250.

Eğer bir yazarın farklı yazarla yayımladığı eserler varsa, sıralama alfabetik olarak ikinci veya sonraki isme bağlı olarak yapılır:

Wegener, D. T. Kerr, N. L., Fleming, M. A. and Petty, R. E. (2000). Flexible corrections of juror judgments: Implications for jury instructions. *Psychology, Public Policy, and Law*, 6, 629-654.

Wegener, D. T., Petty, R. E. and Klein, D. J. (1994). Effects of mood on high elaboration attitude change: The mediating role of likelihood judgments. *European Journal of Social Psychology*, 24, 25-43.4

Bir yazarın aynı yıl yayımlanmış iki veya daha fazla çalışması varsa, (a, b, c) gibi harfler kullanılır:

Rice, W.E. (2017a). Alkalinity 2320 B, Standard methods for the examination of water and wastewater, 23rd Edition, ISBN: 9780875532875.

Rice, W.E. (2017b). Chloride 4500 CL, Standard methods for the examination of water and wastewater, 23rd edition, ISBN: 9780875532875.

Kitap: yazarı birden fazla olan ya da bilinmeyen durumlarda

Anonim (1983). Gıda maddeleri muayene ve analiz yöntemleri. TOKB Köy Hiz. Gen. Müd. Yayınları, Genel Yayın No: 65, 796 s, Ankara.

Kongre bildiri veya poster:

Parsons, C.M. (1994). Amino acid availability for poultry. 9th European Poultry Conference, World's Poultry Science Association, Book of proceedings, Glasgow, UK, Vol: 2, 356-359.

Makale:

Karakaya, M., Sariçoban, C. ve Aksoğan, M. (2003). Tavşan etinin prerigor ve postrigor aşamalarında bazı teknolojik özelliklerinin tespiti. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi*, 3, 15-19.

İnternet Kaynağı:

Warrence, N.J., Bauder J.W. and Pearson K.E. (2004). Basics of salinity and sodicity effects on soil physical properties. Land Resources and Environmental Sciences Department, Montana State University, <http://waterquality.montana.edu/docs/methane/basics.pdf> (Erişim Tarihi/Access Date: 15.12.2004).