

ISSN 1303-3107

# GIDA VE YEM BİLİMİ - TEKNOLOJİSİ

JOURNAL OF FOOD AND FEED SCIENCE - TECHNOLOGY

Yıl/Year : 18

Sayı/Number: 26

2021/2

# GIDA VE YEM BİLİMİ - TEKNOLOJİSİ DERGİSİ

## Journal of Food and Feed Science - Technology

ISSN 1303-3107

### 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

Yıldıray İSTANBULLU  
(Enstitü Müdürü-Institute Manager)

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü (Editor)  
Dr. Nazan ÇÖPLÜ

Yardımcı Yazı İşleri Müdürü (Assistant Editor)  
Dr. Vesile ÇETİN

Yardımcı Yazı İşleri Müdürü (Assistant Editor)  
Ekrem KATMER

Alan Editörü (Technical Editor) / Dil Editörü (Language Editor)  
Arzu YAVUZ  
Alan Editörü (Technical Editor) / Dil Editörü (Language Editor)  
Dr. Banu AKGÜN  
Alan Editörü (Technical Editor)  
Filiz ÇAVUŞ

Reklam ve Abone İşleri  
(Advertisement and Subscription)  
Ekrem KATMER

Grafik Tasarım (Graphics Design)  
Ekrem KATMER

Basım (Printing)  
SANAT MATBAASI  
Selamet Mah. Dr. Sadık Ahmet Cad.  
Sütçüoğlu Sit. A Blok 27/A  
Osmangazi/BURSA  
sanatmat@hotmail.com  
Tlf : +90 224 224 28 29  
Faks : +90 224 222 00 54

Yönetim ve Yayın Adresi (Administration and  
Publishing Address)

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma  
Enstitüsü Müdürlüğü  
Adalet Mh. 1. Hürriyet Caddesi, No: 128  
Hürriyet - 16160 Osmangazi / BURSA

Tlf: + 90 224 246 47 20 (Pbx)  
Faks: + 90 224 246 19 41

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

Web adresi (Web site):  
foodandfeed.org  
arastirma.tarimorman.gov.tr/bursagida

### Bu Sayının Bilimsel Yayın Danışmanları\* (Advisory Board)

**Prof. Dr. Hülya GÜL**  
Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Bölümü

**Doç. Dr. Dilek DEMİRBÜKER KAVAK**  
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Bölümü

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

**Doç. Dr. Sine Özmen TOĞAY**  
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Bölümü

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

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

**Dr. Öğr. Üyesi Duygu ALTIOK**  
Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Fatih DAĞDELEN**  
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Oya Irmak CEBECİ**  
Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Kimya Mühendisliği Bölümü

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

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

**Dr. Öğr. Üyesi Pınar UZUN**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Gelendost Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü

**Dr. İlker DEMİRKESEN MERT**  
Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar  
Genel Müdürlüğü, Hayvan Sağlığı,  
Gıda ve Yem Araştırma Daire Başkanlığı

\* İsimler ünvanlarına göre alfabetik sıra ile yazılmıştır.



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

ISSN 1303-3107

# **GIDA VE YEM BİLİMİ - TEKNOLOJİSİ DERGİSİ**

Journal of Food and Feed  
Science - Technology

Yıl/Year : 18

Sayı/Number: 26

2021/2

GIDA VE YEM KONTROL MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ - BURSA  
CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF FOOD AND FEED CONTROL - BURSA

## YAYIN KURULU \* (Editorial Board)

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

**Dr.Vesile ÇETİN**, Yardımcı Yazı İşleri Müdürü (Assistant Editor) (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü, Türkiye)

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

**Arzu YAVUZ**, Alan Editörü (Technical Editor) ve Dil Editörü (Language Editor) (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

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

**Filiz ÇAVUŞ**, Alan Editörü (Technical Editor) (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Prof.Dr.Abdulkadir ÇİLTAŞ** (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.Alper ÇİFTÇİ** (Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner 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. 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)

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

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

## YAYIN KURULU \* (Editorial Board)

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

**Prof.Dr.Muhammet ARICI** (Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalürji 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)

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

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

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

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

**Prof.Dr.TanayBİLAL** (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** (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Türkiye)

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

**Prof.Dr.Ümit GEÇGEL** (Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

**Prof.Dr.Yasemin ŞAHAN** (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 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.Ahmet Levent İNANÇ** (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

## YAYIN KURULU \* (Editorial Board)

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

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

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

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

**Doç.Dr. CEM KARAGÖZLÜ** (Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Türkiye)

**Doç.Dr.Cemalettin BALTACI** (Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri 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.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, Sensory Analysis and Consumers' Science Dept., ROMANIA)

**Doç.Dr. Hasan CANKURT** (Kayseri Üniversitesi, Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Türkiye)

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

**Doç. Dr. Köksal KARADAŞ** (İğdır Üniversitesi, İğdir 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)

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

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

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

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

**Doç.Dr.Zeki GÜRLER** (Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, 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 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 Fatma Kübra SAYIN** (Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye)

## YAYIN KURULU \* (Editorial Board)

**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 Gözde TÜRKÖZ BAKIRCI** (Dokuz Eylül Üniversitesi, Seferihisar Fevziye Hepkon Uygulamalı Bilimler Yüksek Okulu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları 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 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 Perihan YOLCI ÖMEROĞLU** (Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye)

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

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

**Dr.Öğr.Üyesi Tuba ŞANLI** (Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Türkiye)

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

**Öğr.Gör.Dr. Cumhuri 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. 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)

**Dr.Arzu ÜRŞEN AŞYEMEZ** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Dr.Ayşegül AYDIN ŞAHİNOĞLU** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Dr.Banu Bilge OVALI** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Dr.Emine ALKIN** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Dr. Fatma GÜNGÖR BOYNUEYRİ** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Dr. Ferhat POLAT** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Dr. Figen KÜTÜKOĞLU** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

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

**Dr.Gülşen SÖYLEMEZ** (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü, Türkiye)

**Dr.Hacer EKŞİ KARAĞAÇ** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Dr.Hakan TOSUNOĞLU** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Dr. H. Özgül UÇURUM** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

## YAYIN KURULU \* (Editorial Board)

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

**Dr. Nurcan AYŞAR GÜZELSOY** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

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

**Dr.Şafak ANDİÇ** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Ahmet BUDAKLIER** (Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Türkiye)

**Ahmet KILINÇ** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Ali ÖZCAN** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Ali BAYAR** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Ayşe Binnur KARATAŞ** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Ayşegül ARIKAN ASAN** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Erhan YEDİKARDAŞ** (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü, Türkiye)

**Habil UMUR** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Hakan YAVAŞ** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Hakime Gül YAVUZ** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Halil Rıza AVCI** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Hatice AYKIR** (Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü, Türkiye)

**İ. Emre TOKAT** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**İmran KAYA** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**İsmail AZAR** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Kıvanç ÖZKAN** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Mehmet SAĞLAM** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Meral KAYGISIZ** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Mustafa YAVUZ** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Müge NEBİOĞLU** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Nagihan UĞUR** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Neslihan ALTUN** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Nesrin KURTAR BOZBIYIK** (Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Türkiye)

**Nurdan AKBAŞ** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Orhan EREN** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Özlem ASLAN** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Özlem IŞIK** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Pervin UZUN** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Pinar MANARGA BİRLİK** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Redife Aslihan UÇAR** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Sema DEMİR** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Serhat KOÇER** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Sibel PARSEKER YÖNEL** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

**Şeref TEPE** (Ankara Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Türkiye)

**Zuhal ADALI** (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)



# İÇİNDEKİLER

Sayfa

## Derleme/Review

### **Glikoz Oksidaz Enzimi Mekanizması ve Süt Ürünlerinde Probiyotik Bakterilerin Gelişimi Üzerine Etkisi**

*The Mechanism of Glucose Oxidase Enzyme and its Effect on the Growth of Probiotic Bacteria in Dairy Products*

*Hatice Şeyma ALTINKAYNAK, Tülay ÖZCAN*

1

### **Buğday Değirmenciliğinde Un Kalitesine Tesir Eden Kritik Bir İşlem Basamağı: Tavlama**

*A Critical Process Step Affecting Flour Quality in Wheat Milling: Tempering*

*Halef DİZLEK, Mustafa KURT*

10

### **Peynirlerde ve Geleneksel Türk Peyniri Dolaz (Tort) Peynirinde Aroma Oluşumu ve Aroma Profili**

*Aroma Formation and Aroma Profile in Cheeses and Traditional Turkish Dolaz Type Cheese*

*Ayşin Kahraman AVCI, Gökhan AKARCA, Harun DIRAMAN*

22

## Özgün Araştırma/Original Article

### **Farklı Sirke Türleri ile Yapılan Hıyar Turşularının Bazı Kalite Parametrelerinin İncelenmesi**

*Investigation of Some Quality Parameters in Cucumber Pickles Prepared by Different Types of Vinegars*

*Ayşegül DİKER, Ebru AKAR, Rümeyza AKGÜN, Özgür TARHAN*

30

### **Ozon Gazının Antifungal Ajan Olarak Etkinliğinin Belirlenmesi**

*Determination of Ozone Gas Effectiveness as Antifungal Agent*

*Beyza ARDA, Elif Onbaşı, Ayşe ÖZTÜRK, Aycan CINAR*

40

### **Fonksiyonel Nitelikteki Yenilebilir Bazı Çiçeklerin Yağ Asidi Profilinin Gaz Kromatografi-Alev İyonizasyon Dedektörü (GC-FID) ile Belirlenmesi**

*Determination of the Fatty Acid Profile of Some Functional Edible Flowers by Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (GC-FID)*

*Ertürk BEKAR, Arzu AKPINAR BAYİZİT, Kader ÇETİN, Taha Turgut ÜNAL, Perihan YOLCI ÖMEROĞLU*

49





## Derleme Makale/Review Paper

# Glikoz Oksidaz Enzimi Mekanizması ve Süt Ürünlerinde Probiyotik Bakterilerin Gelişimi Üzerine Etkisi

## The Mechanism of Glucose Oxidase Enzyme and Its Effect on the Growth of Probiotic Bacteria in Dairy Products

Hatice Şeyma Altınkaynak<sup>1</sup>, Tülay Özcan<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Yüksek Lisans Öğrencisi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, BURSA, TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0002-3231-005X

<sup>2</sup>Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, BURSA, TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0002-0223-3807

\*:Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: [tulayozcan@uludag.edu.tr](mailto:tulayozcan@uludag.edu.tr)

Geliş Tarihi:21.04.2021

Kabul Tarihi:02.08.2021

### Özet

**Amaç:** Probiyotik bakterilerin gelişimi için uygun ortama sahip fonksiyonel süt ürünleri düzenli olarak tüketildiğinde bağırsak mikrobiyotası ve bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Probiyotik ürünlerin sağlığı geliştirici faydaları raf ömrü süresince bakteri canlılığının belli sayıda korunması ile sağlanmaktadır. Bu sebeple, gıdanın fonksiyonel özellikleri geliştirilirken aynı zamanda canlı mikroorganizmaların varlığının da sürdürülebilmesi için glikoz oksidaz enzimi ilavesi teknolojik olarak uygulanan yöntemlerden birisidir. Bu derlemede, glikoz oksidaz enzimi mekanizmasının, gıdalarda uygulamaları, fonksiyonel süt ürünlerinde probiyotik bakterilerin gelişimi ve aktivitesinin korunması üzerine etkileri açıklanmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Enzim, Glikoz Oksidaz, Probiyotik Bakteri, Süt Ürünü

### Abstract

**Objective:** Functional dairy products which have proper environment for growth of probiotic bacteria, show positive effects on intestinal microbiota and immune system with their regular consumption. The health-promoting benefits of probiotic products are provided by preserving a certain number of bacterial viability during shelf life. For this reason, the addition of glucose oxidase enzyme is one of the technologically applied methods in order to maintain the existence of living microorganisms while improving the functional properties of the food. In this review, the mechanism of glucose oxidase enzyme, its applications on foods, effects on the growth and preservation of activity of probiotic bacteria in functional dairy products are explained.

**Keywords:** Enzyme, Glucose Oxidase, Probiotic Bacteria, Dairy Products

### 1. Giriş

Süt endüstrisinde giderek artan enzim kullanımının; süt ürünlerinde bozulmayı önleyerek raf ömrünü uzatma, istenilen aroma ve tat oluşumunu sağlama, olgunlaşmaya yardımcı olma, laktozu azaltılmış süt ve ürünlerini üretme ve ayrıca insan sağlığına faydalı olduğu bilinen probiyotik suşların gelişimi için süt ürününü daha uygun bir substrat haline getirme gibi faydalarının olduğu bilinmektedir (Dahm, 2006).

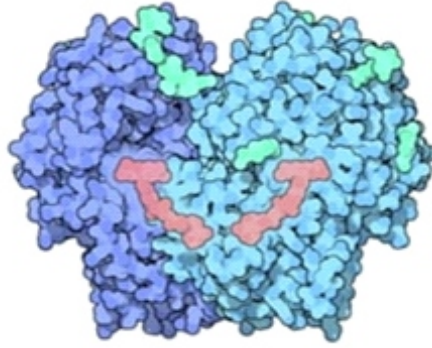
Son yıllarda kullanımı yaygınlaşan enzim uygulamalarından birisi de glikoz oksidaz

reaksiyonlarıdır. Süt ürünlerinde fonksiyonel özellikler geliştirilirken aynı zamanda canlı mikroorganizmaların ve probiyotik bakterilerin canlılığının sürdürülebilmesi için glikoz oksidaz enzim ilavesi, endüstride alternatif bir seçenek olarak kullanılmaktadır (Cruz vd., 2012a; Cruz vd., 2013). Glikoz oksidaz (EC 1.1.3.4); *Aspergillus* ve *Penicillium* gibi küfler tarafından hücre içi ve hücre dışı olarak üretilen, glikoz ve oksijenden glukonik asit ve hidrojen peroksit oluşumunu katalize eden bir enzimdir (Leskovac vd., 2005). Glikoz oksidaz, ilk

zamanlarda mayonez benzeri ürünlerde lipit oksidasyonunu geciktirmek ve istenmeyen tat oluşumunu engellemek için uygulama alanı bulmuştur (Isaksen ve Adler-Nissen, 1997; Cruz vd., 2010a). Ayrıca, meyve püreleri, meyve suyu ve meyve konservelerinde enzimatik esmerleşmenin kontrolü (Parpinello vd., 2002), üzüm suyunda renk stabilizasyonu (Castellari vd., 2000), bira gibi içeceklerde alkol oranının ayarlanması ve fermente süt ürünlerinde probiyotik bakterilerin gelişiminin aktivite edilmesi için (Cruz vd., 2010a; Cruz vd., 2011; Cruz vd., 2012a; Akin ve Dasnik, 2015) kullanılmaktadır.

## 2. Glikoz oksidaz mekanizması ve uygulamaları

Glikoz oksidaz enzimi ilk olarak Muller (1928) tarafından *Aspergillus niger*'den ekstrakte edilerek elde edilmiştir. Yapısal olarak glikoz oksidaz, iki özdeş 80 kDa'luk alt birimden ve kovalent olmayan bağlı iki flavin adenin dinükleotidinden oluşan bir homodimerdir (Wong vd., 2008). Enzim, pH 4,2 ve 4,3 arasında izoelektrik noktaya ve pH 3,5-6,5 arasında optimum aktiviteye sahiptir (Cruz vd., 2010a). Şekil 1'de glikoz oksidaz-FAD (flavin adenin dinükleotit) enziminin koenzim yapısı görülmektedir. Şekil 1'de görülen açık ve koyu mavi kısımlar glikoz oksidazın iki alt birimini, pembe kısım ise FAD koenzimini temsil etmektedir.



**Şekil 1.** Glikoz oksidaz-FAD enzim koenzim yapısı (Goodsell, 2006).

Glikoz oksidaz, glikoz ve oksijenin serbest hale geçmesi reaksiyonu ile gıdalarda raf ömrünü uzatmaktadır. Enzim, glikozu D-glukono- $\delta$ -lakton ve hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) oksitlemektedir. Enzimatik aktivite ile ortaya çıkan  $H_2O_2$  bakterisit etki göstermekte ve daha sonra  $H_2O_2$  katalaz enzim aktivitesi ile ortamdaki uzaklaştırılmaktadır (Clarke vd., 2006; Wong vd., 2008). Glikoz oksidaz (GOD) enzim aktivitesinin kimyasal denkliği aşağıda verilmiştir (Hu vd., 2008).



Glikoz oksidaz enziminin, glikoz ve oksijeni uzaklaştırabilme,  $H_2O_2$  ve glukonik asit oluşturma yeteneği birçok endüstriyel uygulamaya sahiptir. Glikoz oksidaz enzimi temel işlevlerinden birisi olarak hidrojen peroksit üretimi ile antibakteriyel ve antifungal etki yaratmaktadır. Aynı zamanda enzimin sürekli katalitik aktivitesi sayesinde de hidrojen peroksit seviyesinin düşük konsantrasyonda tutulması sağlanmaktadır. Yapılan çalışmalarda istenmeyen mikroorga-nizmaların gelişiminin engellenmesi için mili molar seviyede hidrojen peroksit varlığının yeterli olduğu bildirilmektedir. Bu amaçla istenilen seviyedeki hidrojen peroksit varlığı

ise glikoz oksidaz enziminin katalitik aktivitesi sayesinde sağlanabilmektedir (Leiter vd., 2004; Wong vd., 2008).

Protein moleküllerini molekül içi veya moleküller arası kovalent bağlar yoluyla birleştirme işlemi olarak tanımlanan proteinlerin çapraz bağlanması, gıdaların fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesinde büyük rol oynamakta ve bu işlem başlangıçtaki bileşenin özelliklerinden farklı fizikokimyasal özelliklere sahip yeni makromoleküler yapıların oluşmasına yol açmaktadır. Kimyasal reaktifler genellikle protein zincirleri arasında kovalent bağlar oluşturmak için kullanılırken, enzimler ile çapraz bağlanmada ise uygun bir enzim seçilerek reaksiyonun daha güvenli ve daha iyi kontrol edilmesi sağlanmaktadır (Heck vd., 2013; Isaschar-Ovdat ve Fishman, 2018). Lakkaz ve glikoz oksidaz enzimi bazı gıda proteinlerinin özelliklerini değiştirmede çapraz bağlanma reaksiyonları ile etki göstermektedir. Lakkaz ve glikoz oksidazın çapraz bağlanma reaksiyonlarında peynir altı suyu protein izolatu ile daha yüksek yüzey hidrofobikliği ve viskozite, kazeinat ile ise daha düşük emülsifiye edici aktivite sağlanabilmektedir (Hiller ve Lorenzen, 2009).

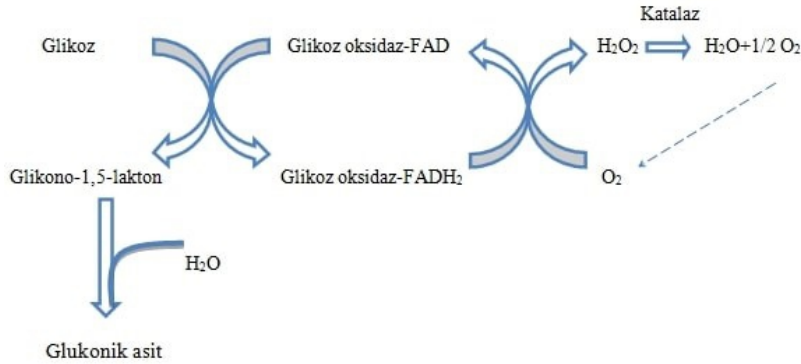
Glikoz oksidazın süt proteinleri sisteminde tek başına (Hiller ve Lorenzen, 2009) ya da glikoz varlığında (Chang ve Zhao, 2012) çapraz bağlanma aktivitesi gösterdiği belirtilmiştir.

Glikoz oksidaz enzimi, depolama sırasında ambalajlanmış ürün içerisindeki oksijeni tükettiği için probiyotik bakterilerin hayatta kalma şansını arttırmakta, canlılığını ve gelişimini aktive ederek potansiyel koruyucu madde olarak alternatif kaynak oluşturmaktadır. Bu durum, gelişimi aktivite edici ve hücre koruyucu bileşen ilavesi gerektirmeden üretimi mümkün hale getirmektedir. Ayrıca bu enzimin uygulanması için ürünün standart üretim basamaklarından herhangi birisinde bir değişikliğe gerek duyulmamakta ve süt ürünleri işletmesinin endüstriyel üretim prosesi için uygun özellik taşımaktadır. Belirtilen olumlu etkiler ile proses ve ilave bileşen karmaşası yaşamadan son ürün odaklı bir üretim gerçekleştirilebilmektedir (Cruz vd., 2010a).

Glikoz oksidaz ve katalaz enzimleri hücre duvarında doğal olarak bir arada buldukları için endüstride mevcut glikoz oksidaz kitleri bu iki enzimin karışımından oluşmaktadır (Wong vd., 2008). Katalazın glikoz oksidaz enziminden ayrılması

maliyetli bir işlem olduğundan ve katalaz enzimi glikoz oksidaz tarafından üretilen hidrojen peroksidi parçalayarak, hidrojen peroksidin sebep olacağı deaktivasyonu azaltacağı için bu iki enzim genel olarak bir arada kullanılmaktadır (Bao vd., 2001; Bao vd., 2003; Wong vd., 2008). Glikoz oksidaz enzimi reaksiyon mekanizmasında, reaksiyon süresince glikoz ve  $O_2$  konsantrasyonları azalırken reaksiyon ürünleri olan  $H_2O_2$  ve glukonik asit konsantrasyonu artmaktadır. Reaksiyon sonucu oluşan bu ürünler istenmeyen iki sonucu ortaya çıkarabilmektedir (Şekil 2). Bunlar; glukonik asit oluşumuna bağlı pH'nın düşmesi ve  $H_2O_2$  molekülünün oksidatif özelliklerinden dolayı glikoz oksidazın inaktivasyonudur (Ozyilmaz, 2019).

Glikoz oksidaz enzimi, reaksiyon ortamında üretilen  $H_2O_2$  tarafından inaktive edildiği için,  $H_2O_2$ 'in reaksiyon ortamından uzaklaştırılması bu inaktivasyonu engellemek için önemli olmaktadır.  $H_2O_2$ 'i  $H_2O$  ve  $O_2$ 'ye ayırıtıran katalaz enzimi glikoz oksidaz ile birlikte serbest veya immobilize biçimde bu amaçla kullanılmaktadır (Blandino vd., 2002; Parpinello vd., 2002; Kang ve Bae, 2003; Godjevargova vd., 2004a; Godjevargova vd., 2004b; Ozyilmaz ve Tukul, 2007). Şekil 2'de, glikoz oksidaz tarafından tüketilen oksijenin bir kısmının katalaz aktivitesi ile geri kazanıldığı görülmektedir.



**Şekil 2.** Glikoz oksidaz-katalaz enzim sistemi (Ozyilmaz, 2019).

Glikoz oksidaz enzimi Food and Drug Administration (FDA) tarafından GRAS (Generally Recognized as Safe/Genel olarak Güvenli Kabul Edilebilir) olarak kabul edilmekle birlikte, gıda endüstrisinde sıvı veya toz formda uygulama şekli ile antioksidan, koruyucu ve stabilizatör olarak da etki göstermektedir. Ayrıca glikoz oksidaz gıdalarda renk ve aroma kaybını da önlemektedir. Çoğunlukla oksijen bağlayıcı olarak etki göstermesi nedeniyle meyve, sebze, süt ve mayonez gibi gıdaların renk ve tat stabilizasyonunda kullanılmaktadır. Glikoz oksidaz aynı zamanda fırıncılık ürünlerinde, gluten yapısını güçlendirmek için kullanılmakta, daha iyi fermente olmuş bir hamur ve iyileştirilmiş ekmek kalitesi elde edilmektedir (Hanft ve Koehler, 2006; Wong vd., 2008; Fernandes, 2018).

Glikozu ortamdaki uzaklaştırmak için glikoz oksidazın kullanımı sprey kurutma ile üretilen kurutulmuş yumurtalarda da kullanılmıştır. Yumurta akında bulunan glikoz, yumurtanın sprey kurutulması sırasında maillard reaksiyonunun gerçekleşmesine neden olmakta ve kurutulmuş yumurtada istenmeyen renk ve aroma bileşenleri ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle yumurta akında glikozun azaltılması amacıyla sprey kurutma öncesinde glikoz oksidaz enzim ilavesi uygulanabilmektedir (Sisak vd., 2006; Wong vd., 2008). Benzer şekilde, alkolü azaltılmış şarap üretiminin gerçekleştirilmesi (Biyela vd., 2009; Valencia vd., 2017; Ruiz vd., 2018), meyve sularının, pürelerinin ve diğer gıdaların depolama

süresini artırmak için oksijenin giderilmesi ve esmerleşme reaksiyonlarının kontrolü (Parpinello vd., 2002; Cruz vd., 2013; Xu vd., 2018) gibi farklı uygulama alanları da bulunmaktadır. Glikoz oksidaz, aynı zamanda tekstilde ağartma için  $H_2O_2$  üretimine alternatif bir yol olarak da kullanılmaktadır (Reis vd., 2017; Qui vd., 2017; Madhu ve Chakraborty, 2019).

Glikoz oksidaz kanda, serumda veya meyve suyu vb. gıdalardaki glikoz miktarını belirlemek için analitik olarak uygulama alanı bulurken, glikoz biyosensörlerinin hazırlanmasında da en çok kullanılan enzim olarak belirlenmiştir. Kullanım alanlarının genişliğinden dolayı glikoz oksidaz ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır (Guo vd., 2011; Salimi ve Noorbahsh, 2011; Mazeiko vd., 2013; Wang vd., 2013).

Glikoz oksidazın gıda işleme endüstrisindeki en önemli uygulamalarından birisi gıdaların muhafazasıdır. Laktoperoksidaz (LP) sisteminin, glikoz oksidaz ile birlikte kullanıldığında yararlı bir antimikrobiyel etki gösterdiği belirtilmiştir. Laktoperoksidaz, bağışıklık sisteminin doğuştan gelen savunma mekanizmasının bir parçasıdır ve yabancı mikroorganizmalara karşı koruma sağlayabilen, süt, gözyaşı ve tükürük gibi memeli salgılarında bulunabilen bir enzimdir. Bu sistem üç bileşenli laktoperoksidaz, thiosiyanat (SCN-) ve hidrojen peroksitten oluşmaktadır. LP sisteminin aktivasyonu yalnızca tiyosiyanat ve hidrojen peroksit varlığında gerçekleşmektedir. Laktoperoksidaz tarafından oluşan kataliz reaksiyonlarında, antimikrobiyel özelliklere sahip ve insanlar için tamamen güvenli olan aktif ara bileşenler üretilmektedir. Glikoz oksidaz ve substratının (glikoz) varlığı, laktoperoksidaz sisteminin ihtiyaç duyduğu  $H_2O_2$ 'in sürekli olarak üretilmesine ve yenilenmesine izin vermektedir (Seifu vd., 2005; Wong vd., 2008).

Çiğ sütün taşınması veya depolanmasında laktoperoksidaz sisteminin aktif olması mikrobiyel bozulmaya karşı koruyucu etki göstermektedir. Sütte soğutma imkanının mevcut olmadığı durumlarda veya soğutmanın tamamlayıcısı olarak kullanımı tavsiye edilmektedir. Yapılan çalışmalarda aktif LP enzimi içeren sütün raf ömrünün, inaktive edilmiş LP içeren süte kıyasla neredeyse iki katına çıktığı saptanmıştır (Marks vd., 2001). Ayrıca LP sisteminin aktivasyonu, süt ürünleri için mastitis patojenleri de dahil olmak üzere bakteriyel deaktivasyonu artırmak veya daha düşük sıcaklıklarda pastörizasyonu mümkün kılmak için bir ön işlem olarak da önerilmektedir (Seifu vd., 2005). Aynı şekilde laktoperoksidaz-glikoz oksidaz sistemi peynir üretiminde de kullanılmaktadır. Glikoz oksidaz tarafından üretilen hidrojen peroksit, laktoperoksidaz sisteminde sterilizasyon etkisi gösterirken, üretilen glukonik asit ise doğrudan asitliği arttıran etkide

bulunmaktadır (Wong vd., 2008).

### 3. Probiyotik süt ürünlerinde glikoz oksidaz kullanımı

Fermente süt ürünlerine probiyotik bakterilerin ilavesi sağlıklı yaşam tarzını benimseyen tüketiciler ve gıda şirketleri için halen gelecek yüzyılın en önemli konularından birisi olmaya devam etmektedir. Süt ürünlerinin, probiyotik bakterilerin gelişimi için uygun ortama sahip olduğu bilinmektedir. Bu ürünlerin düzenli tüketiminin sağlık açısından faydalı olduğunu gösteren çalışmaların sayısı giderek artmaktadır (Giraffa, 2012; Zago vd., 2021). 'Uygun miktarda tüketildiğinde konakçıya fayda sağlayan canlı mikroorganizmalar' olarak tanımlanan probiyotik bakteriler, dünya genelinde fonksiyonel gıda pazarının önemli bir bölümünü temsil etmektedir (Giraffa, 2012). Bir mikroorganizmanın probiyotik olarak tanımlanabilmesi için; insanların mide-bağırsak sisteminde doğal olarak bulunması ve bağırsak duvarına yüksek oranda tutunabilmesi, istenmeyen mikroorganizmalar ve patojen bakterilere karşı antimikrobiyel bileşenler üretebilmesi, mide asidi, safra tuzları, oksijen ve enzimlere karşı stabilitesini koruyabilmesi, antibiyotiklere karşı dirençli olması ve insan sağlığına faydalı olması gerekmektedir (Champagne vd., 2018; Ozyurek ve Ozcan, 2020; Özcan ve Akpınar-Bayizit, 2020).

Probiyotiklerin yararları arasında genel olarak gastrointestinal bozukluklara karşı koruma sağlayabilen sağlıklı bağırsak mikrobiyotasının oluşturulması, vücudun doğal savunma mekanizmalarının güçlendirilmesi, nörolojik, immünolojik ve metabolik olumlu etkiler yer almaktadır (Ozyurek ve Ozcan, 2020). Probiyotik bakteriler, insan sağlığı açısından olumlu etki yaratabilmesi için ilave edildiği ürüne uygulanan teknolojik işlemler ve raf ömrü süresince hayatta kalabilmesidir. Ayrıca gastrointestinal sistemden geçişten sonra da canlı kalabilmesi ve bağırsak ortamında faaliyet gösterebilmesi de gerekmektedir. Bu anlamda probiyotik bakterilerden beklenen faydayı sağlayabilmek için suşların tanımlanması ve uygun kullanım alanlarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Giraffa, 2012; Govender vd., 2014). Yoğurt ve fermente süt gibi probiyotik süt ürünlerinde istenilen terapötik etkinin sağlanabilmesi için, probiyotik bakterilerin canlılığının ürünün depolanma süresi boyunca yeterli seviyede korunması ve probiyotik gıda ürünlerinde minimum  $10^6$  cfu  $g^{-1}$  probiyotik bakteri bulunması gerekmektedir (koloni oluşturan birim, kob; colony forming unit; cfu). Gastrointestinal sistemden geçiş sırasında oluşabilecek azalmayı telafi etmek amacıyla ise günlük doz olarak  $10^8$  cfu  $g^{-1}$  olarak önerilmektedir (Granato vd., 2010a; Granato vd., 2010b; Figueroa-Gonzalez vd., 2011).

Son üründe aktif probiyotik hücre sayısını; probiyotik suş, aşılama oranı, başlangıç hücre konsantrasyonu, pH, asitlik, moleküler oksijen, su aktivitesi, tuz, şeker, hidrojen peroksit, bakteriyosinler, ısıtma işlemi, inkübasyon sıcaklığı, ürünün soğutma hızı, ambalaj malzemeleri ve üretim yöntemi gibi parametreler etkilemektedir (Özcan ve Akpınar-Bayizit, 2020). Bu nedenle araştırmacılar ve üreticiler yüksek sayıda probiyotik bakteri içeren ve biyoterapötik yararı bulunan ürünlerin geliştirilmesi üzerine çalışmaktadır. Oksijen içeriği ve redoks potansiyelinin, fermente sütlerde depolama sırasında özellikle *Bifidobacterium* türlerinin canlılığını etkileyen önemli faktörler olduğu belirtilmiştir. Üründe proses ve depolama süresi, mikroorganizmanın toksisitesini ve ölümünü, buna bağlı olarak da ürünün işlevselliğinin yitirilmesini önlemek için mümkün olduğu kadar düşük oksijen seviyesi göz önünde bulundurularak planlanmalıdır (Cruz vd., 2007; Cruz vd., 2009).

Yoğurdun probiyotik kültürlerle üretimi sırasında özellikle kültürlerin canlılığını sürdürmesi teknolojik açıdan kolay olmamaktadır (Corcoran vd., 2008). Probiyotik yoğurtların işlenmesi sırasında probiyotik bakterilerin stabilitesi ve gıda matriksinde maruz kaldığı stres ürünün terapötik etkisini değiştirebilmektedir. Bu canlılığı ve aktiviteyi etkileyen faktörler genel olarak; asit stresi, soğuk stresi ve oksidatif stres olarak açıklanmaktadır (Granato vd., 2010b; Özcan ve Akpınar-Bayizit, 2020).

Probiyotik bakterileri etkileyen önemli faktörlerden birisi, soğuk depolama sırasında plastik ambalajın içinden geçen oksijenin neden olduğu oksidatif strestir (Granato vd., 2010a). Oksidatif stresi azaltmak için bazı teknolojik alternatifler önerilmektedir. Bu yöntemler,

- i) oksijene toleranslı suşların geliştirilmesi,
  - ii) stresi azaltıcı etkileri olan bileşiklerin (enzim, şeker, organik asit vb.) ilave edilmesi
  - iii) mikroenkapsülasyon,
  - iv) prebiyotiklerin ilavesi
  - v) redoks potansiyelini değiştirmek için  $N_2$  ve  $N_2H_4$  gazlarının ilavesidir
- (Zhao ve Li, 2008; Horiuchi vd., 2009; Jeanson vd., 2009; Li vd., 2010; Ebel vd., 2011; Özcan ve Akpınar-Bayizit, 2020).

Ayrıca, süt ürünlerinde probiyotik bakterilerin canlılıklarının korunması ve geliştirilmesi için son yıllarda, ilave edilen probiyotiklerin farklı polimerler üzerine bağlanması (Rodrigues vd., 2011), fermentasyon için gerekli inkübasyon sıcaklığının ve son pH'nın ayarlanması (Shafiee vd., 2010) ve ses dalgalarının probiyotik bakteriler ile birlikte uygulamaları (Mohammadi vd., 2011) gibi farklı yaklaşımlar da geliştirilmiştir.

Oksidatif stres; yüksek oksijen seviyesi, süperoksit iyonu veya hidrojen peroksit gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumu ile indüklenmektedir. Probiyotik suşlar, fakültatif veya tamamen anaerobik bir özellik gösterdiklerinden ROS biriktiğinde oksidatif strese neden olmakta bu da proteinlere, lipitlere ve DNA'ya zarar vererek bakteri hücrelerinin ölümüne neden olmaktadır (Plessas vd., 2012; Feng ve Wang, 2020). Yoğurt üretimi sırasında glikoz oksidaz enzimi ilavesi, probiyotik yoğurtlarda oksidatif stresi azaltmak için potansiyel bir seçenek olarak belirtilmektedir. Genel olarak bu uygulama ile araştırmacılar tarafından yüksek bakteri sayısı, yoğurtların bazı fizikokimyasal ve duyuşsal parametrelerinde küçük değişiklikler saptanmıştır (Cruz vd., 2010a; Cruz vd., 2012a).

Alternatif bir uygulama olarak glikoz-glikoz oksidaz enzim kompleksinin üründe çözünmüş oksijeni azaltmak için kullanımı önerilmektedir. Sonuç olarak; bu şekilde probiyotik bakteri sayısı tüketiciye fayda sağlayacak seviyede tutulabilmektedir. Bu yaklaşım ve yüzey tepki metodolojisi kullanılarak tahmini modeller uygulanıp doğrulandığında *Bifidobacterium longum* sayısının tahmininde glikoz oksidazın önemli bir değişken olduğu saptanmıştır (Cruz vd., 2010a). Yapılan çalışmada, artan enzim seviyesinin üründeki probiyotik canlılığı üzerinde olumlu etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Üretim sırasında glikoz oksidaz ilavesinin probiyotik yoğurtlarda oksidatif stresin azaltılması için potansiyel bir seçenek olabileceği belirtilmiştir. Genel olarak soğuk depolama boyunca yüksek sayılarda canlılık gösteren probiyotik suşlar *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium longum* olarak saptanmıştır (Cruz vd., 2013).

Ambalajın oksijen geçirgenliği probiyotik canlılık üzerinde olumsuz etkiye sebep olabilmektedir (Ranadheera vd., 2013). Düşük oksijen geçirgenliğine sahip plastik materyallerin kullanımı paketleme sisteminden geçen ve gıda matriksi ile temasa geçen oksijen miktarını azaltabilmektedir. Cruz vd. (2012b), ürüne eklenen glikoz oksidaz ile ambalajlama sistemi arasında sinerjik bir etkileşim olduğunu bildirmişlerdir. Farklı oksijen geçirgenliği seviyelerine sahip ambalajlama sistemlerinin kullanımında glikoz oksidaz ilavesi ile çözünmüş oksijen düşük seviyelerde tutulmuş ve depolamanın 21. gününe kadar *B. longum* ve *L. acidophilus*'un hücre canlılığının yeterli seviyede kaldığı belirtilmiştir.

Akin ve Dasnik (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı seviyelerde askorbik asit ve glikoz oksidaz enzimi ilavesinin simbiyotik dondurma üzerindeki etkileri incelenmiştir. Fermente süt; probiyotik suşlar ve %2 inülin içerecek şekilde

dondurma üretiminde kullanılmıştır. Dondurmanın üretiminde, farklı askorbik asit ve glikoz oksidaz konsantrasyonları içeren dondurma miksleri kullanılmıştır. Kültürler sütte 37°C'de 12 saat geliştirilmiştir. Ağırlıkça %10 seviyesine kadar fermente süt dondurma karışımına ilave edilmiştir. Artan askorbik asit konsantrasyonu *L. acidophilus* LA-5 ve *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12'nin gelişimini teşvik etmiştir. Aksine glikoz oksidaz konsantrasyonundaki artış *L. acidophilus* ve *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir. En yüksek canlı bakteri sayısı, %0,1 askorbik asit içeren örneklerde tespit edilmiştir. Glikoz oksidaz ve askorbik asit konsantrasyonlarının ikisinin de dondurmanın fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır.

Probiyotik yoğurtlarda oksijenin sebep olduğu toksisiteyi azaltmak için glikoz oksidazın etkili bir teknolojik alternatif olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmada glikoz oksidazın çözünmüş oksijende azalmaya sebep olduğu ve 15 gün soğukta muhafaza sırasında *B. longum* sayılarının  $10^8$  log cfu mL<sup>-1</sup> seviyesinde korunduğu belirtilmiştir (Cruz vd., 2010b). Bununla birlikte, glikoz oksidaz uygulamasında ticari olarak beğenilirliği arttırmak için, ürünün potansiyel tüketicileriyle duyuşal bir test yapmanın gerektiği de belirtilmiştir (Kemp, 2008).

Batista vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada farklı oranlarda (250 ppm ve 500 ppm) glikoz oksidaz ilave edilmiş yoğurtlarda, probiyotik bakterilerin canlılıklarını sürdürülebilmeleri için uygun bir ortamın oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu örneklerde daha yüksek diasetil, asetaldehit, konjuge linoleik asit (CLA), laktik asit ve asetik asit oranı saptanmıştır. Afjeh vd. (2019), magnetik kitosan nanopartiküller üzerine modifiye ettikleri glikoz oksidaz enziminin probiyotik bakterilerin canlılığı ve yoğurdun fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, depolama süresince glikoz oksidaz enzimi eklenmiş ürünlerde probiyotik bakterilerin sayısındaki azalmanın enzim eklenmemiş kontrol örneklerine göre daha az olduğunu ve 500 mg/kg oranındaki enzim uygulamasında ise en yüksek *Bifidobacterium lactis* ve *Lactobacillus acidophilus* sayılarına ulaşıldığını belirlemişlerdir.

Cruz vd. (2011) ve Cruz vd. (2012c) tarafından yapılan çalışmalarda glikoz oksidaz ilave edilmiş probiyotik yoğurtların duyuşal özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmalar sonucunda ürünlerin duyuşal açıdan kabul edilebilir bir performans gösterdikleri belirtilmiştir. Glikoz oksidaz ilavesinin probiyotik yoğurtların duyuşal kabulü üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

#### 4. Sonuç

Son yıllarda gelişen teknolojilerle birlikte glikoz oksidazın endüstriyel açıdan birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Yapılan çalışmalara bakıldığında; süt ürünlerinde oksidatif stresi azaltıp probiyotik bakterilerin gelişimini kolaylaştırmada, mikrobiyel inhibisyonda ve raf ömrünün uzatılmasında glikoz oksidazın bir alternatif olabileceği belirtilmiştir. Glikoz oksidaz ile ilgili yapılan çalışmalar daha çok ilave edildiği gıdada çözünmüş oksijeni azaltarak H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oluşturması, gıdaya antimikrobiyel etki kazandırması, aynı zamanda mikroaerofilik veya anaerobik olan probiyotik bakterilerin gelişimini kolaylaştırması yönündedir. Glikoz oksidazın etki mekanizmasını inceleyebilmek için yapılan çalışmaların önemli bir bölümünün farklı matrikse sahip ürünlerde yapıldığı dikkati çekmektedir. Bu sebeple de süt ve süt ürünlerine glikoz oksidaz enzimi ilavesi, probiyotik bakterilerin gelişimi üzerine etkisi ve glikoz oksidaz enzim katalizli protein çapraz bağlanmaları ilgili daha fazla çalışmanın yapılması beklenmektedir.

#### 5. Kaynaklar

- Afjeh, M.E.A., Pourahmad, R., Akbari-Adergani, B. and Azin, M. (2019). Use of glucose oxidase immobilized on magnetic chitosan nanoparticles in probiotic drinking yogurt. *Food Science of Animal Resources*, 39(1): 73-83.
- Akin, M.B. and Dasnik, F. (2015). Effects of ascorbic acid and glucose oxidase levels on the viability of probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in symbiotic ice-cream. *Mljekarstvo*, 65(2): 121-129.
- Bao, J., Furumoto, K., Fukunaga, K. and Nakao, K. (2001). A kinetic study on air oxidation of glucose catalyzed by immobilized glucose oxidase for production of calcium gluconate. *Biochemical Engineering Journal*, 8(2): 91-102.
- Bao, J., Furumoto, K., Yoshimoto, M., Fukunaga, K. and Nakao, K. (2003). Competitive inhibition by hydrogen peroxide produced in glucose oxidation catalyzed by glucose oxidase. *Biochemical Engineering Journal*, 13(1): 69-72.
- Batista, A.L., Silva, R., Cappato, L.P., Almada, C.N., Garcia, R.K., Silva, M.C. and Cruz, A. G. (2015). Quality parameters of probiotic yogurt added to glucose oxidase compared to commercial products through microbiological, physical-chemical and metabolic activity analyses. *Food Research International*, 7 (3): 627-635.
- Biyela, B.N.E., Du Toit, W.J., Divol, B., Malherbe, D.F. and Van Rensburg, P. (2009). The production of reduced-alcohol wines using Gluzyne Monor 10.000 BG-treated grape juice. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 30(2): 124-132.



- Blandino, A., Macías, M. and Cantero, D. (2002). Modelling and simulation of a bienzymatic reaction system co-immobilised within hydrogel-membrane liquid-core capsules. *Enzyme and Microbial Technology*, 31(4): 556-565.
- Castellari, M., Matricardi, L., Arfelli, G., Carpi, G. and Galassi, S. (2000). Effects of high hydrostatic pressure processing and of glucose oxidase-catalase addition on the color stability and sensorial score of grape juice. *Food Science and Technology International*, 6(1): 17-23.
- Champagne, C.P., Gomes da Cruz, A. and Daga, M. (2018). Strategies to improve the functionality of probiotics in supplements and foods. *Current Opinion in Food Science*, 22: 160-166.
- Chang, C.H. and Zhao X.H. (2012). In vitro digestibility and rheological properties of caseinates treated by an oxidative system containing horseradish peroxidase, glucose oxidase and glucose. *International Dairy Journal*, 27(1-2): 47-52.
- Clarke, K.G., Johnstone-Robertson, M., Price, B. and Harrison, S.T.L. (2006). Location of glucose oxidase during production by *Aspergillus niger*. *Applied microbiology and biotechnology*, 70(1): 72-77.
- Corcoran, B.M., Stanton, C., Fitzgerald, G. and Ross, R.P. (2008). Life under stress: The probiotic stress response and how it may be manipulated. *Current Pharmaceutical Design*, 14(14): 1382-1399.
- Cruz, A.G., Walter, E.H.M., Cadena, R.S., Faria, J.A.F., Bolini, H.M.A. and Sant'Ana, A. (2010b). Survival analysis methodology to predict the shelf-life of probiotic flavored yoghurt. *Food Research International*, 43(5): 1444-1448.
- Cruz, A.G., Antunes, A.E.C., Sousa, A.L.O.P., Faria, J.A.F. and Saad, S.M.I. (2009). Ice-cream as a probiotic food carrier. *Food Research International*, 42(9): 1233-1239.
- Cruz, A.G., Cadena, R.S., Faria, J.A., Bolini, H.M., Dantas, C., Ferreira, M.M. and Deliza, R. (2012b). Parafac: Adjustment for modeling consumer study covering probiotic and conventional yogurt. *Food Research International*, 45(1): 211-215.
- Cruz, A.G., Cadena, R.S., Faria, J.A., Oliveira, C.A., Cavalcanti, R.N., Bona, E., Bolini, M.A. and Da Silva, M.A.A. (2011). Consumer acceptability and purchase intent of probiotic yoghurt with added glucose oxidase using sensometrics, artificial neural networks and logistic regression. *International Journal of Dairy Technology*, 64(4): 549-556.
- Cruz, A.G., Castro, W.F., Faria, J., Bolini, H.M.A., Celeghini, R.M.S., Raices, R.S.L., Oliveira, C.A.F., Freitas, M.Q., Conte Junior, C.A. and Mársico, E.T. (2013). Stability of probiotic yogurt added with glucose oxidase in plastic materials with different permeability oxygen rates during the refrigerated storage. *Food Research International*, 51(2): 723-728.
- Cruz, A.G., Castro, W.F., Faria, J.A.F., Bogusz, S., Granato, D. and Celeguini, R.M.S. (2012c). Glucose oxidase: A potential option to decrease the oxidative stress in stirred probiotic yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, 47(2): 512-515.
- Cruz, A.G., Castro, W.F., Faria, J.A.F., Lollo, P.C.B., Amaya-Farfán, J., Freitas, M.Q., Rodrigues, D., Oliveira, C.A.F. and Godoy, H.T. (2012a). Probiotic yogurts manufactured with increased glucose oxidase levels: Postacidification, proteolytic patterns, survival of probiotic microorganisms, production of organic acid and aroma compounds. *Journal of Dairy Science*, 95(5): 2261-2269.
- Cruz, A.G., Faria, J.A.F. and Van Dender, A.G.F. (2007). Packaging system and probiotic dairy foods. *Food Research International*, 40(8): 951-956.
- Cruz, A.G., Faria, J.A.F., Walter, E.H.M., Andrade, R.R., Cavalcanti, R.N., Oliveira, C.A.F. and Granato, D. (2010a). Processing optimization of probiotic yoghurt containing glucose oxidase using the response surface methodology. *Journal of Dairy Science*, 93 (11): 5059-5068.
- Dahm, L. (2006). Enzymes and cultures. *Dairy Field*, 189(6): 73.
- Ebel, B., Martin, F., Le, L.D.T., Gervais, P. and Cachon, R. (2011). Use of gases to improve survival of *Bifidobacterium bifidum* by modifying redox potential in fermented milk. *Journal of Dairy Science*, 94(5): 2185-2191.
- Feng, T. and Wang J. (2020). Oxidative stress tolerance and antioxidant capacity of lactic acid bacteria as probiotic: A systematic review. *Gut Microbes*, 12(1): 1801944.
- Fernandes, P. (2018). Enzymatic Processing in The Food Industry. Reference Module in Food Science, 1st ed., Ed: G. Smithers. Elsevier, Portugal, pp.1-11.
- Figuerola-González, I., Quijano, G., Ramírez, G. and Cruz-Guerrero, A. (2011). Probiotics and prebiotics- Perspectives and challenges. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(8): 1341-1348.
- Giraffa, G. (2012). Selection and design of lactic acid bacteria probiotic cultures. *Engineering in Life Sciences*, 12(4): 391-398.
- Godjevargova, T., Dayal, R. and Marinov, I. (2004a). Simultaneous covalent immobilization of glucose oxidase and catalase onto chemically modified acrylonitrile copolymer membranes. *Journal of Applied Polymer Science*, 91(6): 4057-4063.

- Godjevargova, T., Dayal, R. and Turmanova, S. (2004b). Gluconic acid production in bioreactor with immobilized glucose oxidase plus catalase on polymer membrane adjacent to anionexchange membrane. *Macromolecular Bioscience*, 4(10): 950-956.
- Goodsell, D.S. (2006). Glucose oxidase. Molecule of the month. PCSB Protein Data Bank.
- Govender, M., Choonara, Y.K., Kumar, P., du Toit, L.C., van Vuuren, S. ve Pillay, S., 2014. A review of the advancements in probiotic delivery: Conventional vs non-conventional formulations for intestinal flora supplementation. *The Association of Pharmaceutical Scientists Journal*, 15(1): 29-43.
- Granato, D., Branco, G.F., Cruz, A.G., Faria, J.A.F. and Shah, N.P. (2010b). Probiotic dairy products as functional foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(5): 455-470.
- Granato, D., Branco, G.F., Nazzaro, F., Cruz, A.G. and Faria, J.A. (2010a). Functional foods and nondairy probiotic food development: trends, concepts, and products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(3): 292-302.
- Guo, M., Fang, H., Wang, R., Yang, Z. and Xu, X. (2011). Electrodeposition of chitosan-glucose oxidase biocomposite onto Pt-Pb nanoparticles modified stainless steel needle electrode for amperometric glucose biosensor. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 22(8): 1985-1992.
- Hanft, F. and Koehler, P. (2006). Studies on the effect of glucose oxidase in bread making. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(11): 1699-1704.
- Heck, T., Faccio, G., Richter, M. and Thöny-Meyer, L. (2013). Enzyme-catalyzed protein crosslinking. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97(2): 461-475.
- Hiller, B. and Lorenzen, P.C. (2009). Functional properties of milk proteins as affected by enzymatic oligomerisation. *Food Research International*, 42(8): 899-908.
- Horiuchi, H., Inoue, H., Liu, E., Fukui, M., Sasaki, Y. and Saaki T. (2009). A method for manufacturing superior set yogurt under reduced oxygen concentration. *Journal of Dairy Science*, 92(9): 4112-4121.
- Hu, S., Lu, Q. and Xu, Y. (2008). Biosensors Based On Direct Electron Transfer Of Protein. *Electrochemical Sensors, Biosensors and Their Biomedical Applications*, 1st ed., Eds: X. Zhang, H. Ju, J. Wang. Academic Press, USA, pp. 531-581.
- Isaksen, A. and Adler-Nissen, J. (1997). Antioxidative effect of glucose oxidase and catalase in mayonnaises of different oxidative susceptibility. I. Product trials. *LWT-Food Science and Technology*, 30(8): 841-846.
- Isaschar-Ovdat, S. and Fishman, A. (2018). Crosslinking of food proteins mediated by oxidative enzymes—A review. *Trends in Food Science and Technology*, 72: 134-143.
- Jeanson, S., Hilgert, N., Coquillard, M.O., Seukpanya, C., Faiveley, M., Neveu, P., Abraham, C., Georgescu, V., Fourcassie, P. and Beuvier, E. (2009). Milk acidification by *Lactococcus lactis* is improved by decreasing the level of dissolved oxygen rather than decreasing redox potential in the milk prior to inoculation. *International Journal of Food Microbiology*, 131(1): 75-81.
- Kang, S.I. and Bae, Y.H. (2003). A sulfonamide based glucose-responsive hydrogel with covalently immobilized glucose oxidase and catalase. *Journal of Controlled Release*, 86(1): 115-121.
- Kemp, S.E. (2008). Application of sensory evaluation in food research. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(9): 1507-1511.
- Leiter, E., Marx, F., Pusztahelyi, T., Haas, H. and Pocsí, I. (2004). *Penicillium chrysogenum* glucose oxidase—a study on its antifungal effects. *Journal of applied microbiology*, 97(6): 1201-1209.
- Leskovac, V., Trivić, S., Wohlfahrt, G., Kandrač, J. and Peričin D. (2005). Glucose oxidase from *Aspergillus niger*: The mechanism of action with molecular oxygen, quinones, and one-electron acceptors. *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 37(4): 731-750.
- Li, Q., Chen, Q., Ruan, H., Zhu, D. and He, G. (2010). Isolation and characterisation of an oxygen, acid and bile resistant *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Qq08. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(8): 1340-1346.
- Madhu, A. and Chakraborty, J.N. (2019). Bio-bleaching of cotton with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> generated from native and immobilized glucose oxidase. *AATCC Journal of Research*, 6(2): 7-17.
- Marks, N.E., Grandison, A.S. and Lewis, M.J. (2001). Challenge testing of the lactoperoxidase system in pasteurized milk. *Journal of Applied Microbiology*, 91(4): 735-741.
- Mazeiko V., Kausaite-Minkstimiene A., Ramanaviciene A., Balevicius Z. and Ramanavicius A. (2013). Gold nanoparticle and conducting polymer—polyaniline -based nanocomposites for glucose biosensor design. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 189: 187-193.

- Mohammadi, R., Rouhi, M. and Mortazavian A.M. (2011). Effects of music waves on fermentation characteristics and viability of starter cultures in probiotic yogurt. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 66(2): 193-196.
- Muller, D. (1928). Oxidation von glukose mit extrakten aus *Aspegillus niger*. *Biochemistry*, 199: 136-170.
- Ozyilmaz G. and Tükel S.S. (2007). Simultaneous co-immobilization of glucose oxidase and catalase in their substrates. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 43(1): 29-35.
- Ozyilmaz, G. (2019). Glucose Oxidase applications and comparison of the activity assays. *Natural and Engineering Sciences*, 4(3): 253-267.
- Ozyurek, M.B. and Ozcan, T. (2020). Mechanisms of psychobiotic effect and gut microbiota. *International Journal of Science, Technology and Design*, 1(1): 59-77.
- Özcan, T. ve Akpınar-Bayizit, A. (2020). Probiyotik Kültürlerin Muhafazası. *Probiyotik Yüz Yılı*, 1st ed., Eds: M. Akçelik, P. Şanlıbaba, N. Akçelik, B.U. Tezel. Gazi Kitabevi, Ankara, pp. 247-293.
- Parpinello, G.P., Chinnici, F., Versari, A. and Riponi, C. (2002). Preliminary study on glucose oxidase-catalase enzyme system to control the browning of apple and pear purées. *LWT-Food Science and Technology*, 35(3): 239-243.
- Plessas, S., Bosnea, L., Alexopoulos, A. and Bezirtzoglou, E. (2012). Potential effects of probiotics in cheese and yogurt production: A review. *Engineering in Life Sciences*, 12(4): 433-440.
- Qui, F., Li F.Y. and Yang, Q.Y. (2017). Preparation of magnetic immobilized glucose oxidase and bleaching of cotton fabrics. *Textile Bioengineering and Informatics Symposium Proceedings*, 3: 829-835.
- Ranadheera, C.S., Evans, C.A., Adams, M.C. and Baines, S.K. (2013). Production of probiotic ice cream from goat's milk and effect of packaging materials on product quality. *Small Ruminant Research*, 112(1-3): 174-180.
- Reis, C.Z., Fogolari, O., Oliveira, D., De Arruda Guelli Ulson de Souza, S.M. and De Souza, A.A.U. (2017). Bioscouring and bleaching of knitted cotton fabrics in one-step process using enzymatically generated hydrogen peroxide. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 95(11): 2048-2055.
- Rodrigues, D., Rocha-Santos, T., Sousa, S., Gomes, A.M., Pintado, M., Xavier Malcata, F., Sousa Lobo, J.M., Silva, J.P., Costa, P., Hamaral, M. and Freitas, A. (2011). On the viability of five probiotic strains when immobilised on various polymers. *International Journal of Dairy Technology*, 64(1): 137-144.
- Ruiz, E., Busto, M.D., Ramos-Gómez, S., Palacios, D., Pilar-Izquierdo, M.C. and Ortega, N. (2018). Encapsulation of glucose oxidase in alginate hollow beads to reduce the fermentable sugars in simulated musts. *Food Bioscience*, 24: 67-72.
- Salimi, A. and Noorbakhsh, A. (2011). Layer by layer assembly of glucose oxidase and thiourea onto glassy carbon electrode: fabrication of glucose biosensor. *Electrochimica Acta*, 56(17): 6097-6105.
- Seifu, E., Buys, E.M. and Donkin, E.F. (2005). Significance of the lactoperoxidase system in the dairy industry and its potential applications: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 16(4): 137-154.
- Shafiee, G., Mortazavian, A.M., Mohammadifar, M.A. Koush-ki, M.R., Mohammadi, A. and Mohammadi, R. (2010). Combined effects of dry matter content, incubation temperature and final pH of fermentation on biochemical and microbiological characteristics of probiotic fermented milk. *African Journal of Microbiology Research*, 4(12): 1265-1274.
- Sisak, C., Csanádi, Z., Rónay, E. and Szajáni, B. (2006). Elimination of glucose in egg white using immobilized glucose oxidase. *Enzyme and Microbial Technology*, 39(5): 1002-1007.
- Valencia P., Espinoza K., Ramirez C., Franco W. and Urtubia A. (2017). Technical feasibility of glucose oxidase as a pre-fermentation treatment for lowering the alcoholic degree of red wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 68(3): 386-389.
- Wang, L., Gao, X., Jin, L., Wu, Q., Chen, Z. and Lin, X. (2013). Amperometric glucose biosensor based on silver nanowires and glucose oxidase. *Sensors and Actuators B*, 176: 9-14.
- Wong, C.M., Wong, K.H. and Chen, X.D. (2008). Glucose oxidase: Natural occurrence, function, properties and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 78(6): 927-938.
- Xu, D., Sun, L., Li, C., Wang, Y. and Ye, R. (2018). Inhibitory effect of glucose oxidase from *Bacillus* sp. *CAMT22370* on the quality deterioration of Pacific white shrimp during cold storage. *LWT- Food Science and Technology*, 92: 339-346.
- Zago, M., Massimiliano, L., Bonvini, B., Penna, G., Giraffa, G. and Rescigno, M. (2021). Functional characterization and immunomodulatory properties of *Lactobacillus helveticus* strains isolated from Italian hard cheeses. *Plos One*, 16(1): 1-13.
- Zhao, X.H. and D. Li. (2008). A new approach to eliminate stress for two probiotics with chemicals *in vitro*. *European Food Research and Technology*, 227(5): 1569-1574.



## Derleme Makale/Review Paper

# Buğday Değirmenciliğinde Un Kalitesine Tesir Eden Kritik Bir İşlem Basamağı: Tavlama

## A Critical Process Step Affecting Flour Quality in Wheat Milling: Tempering

Halef Dizlek<sup>1\*</sup>, Mustafa Kurt<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doç. Dr., Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, OSMANİYE, TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0001-5873-5462

<sup>2</sup> Uzman, KOSGEB Osmaniye İl Müdürlüğü, OSMANİYE, TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0001-5849-6043

\* Yazışmalardan sorumlu yazar /Corresponding author: [hdizlek@osmaniye.edu.tr](mailto:hdizlek@osmaniye.edu.tr)

Geliş Tarihi:28.05.2021

Kabul Tarihi:27.07.2021

### Özet

**Amaç:** Buğday ununun kalitesi, üretiminde kullanılan buğday(lar)ın niteliğine ve buğday ununun üretiminde uygulanan işlem basamaklarına bağlıdır. Un değirmenciliğinde, öğütme prosesinden önce buğdaya uygulanan son işlem basamağı olan tavlama, buğday işleme teknolojisinde hayati bir öneme sahiptir. Buğday tanesinin fiziksel özelliklerini öğütmeye elverişli kılmak ve öğütme kalitesinin yükseltilmesi amacıyla gerçekleştirilen tavlama işlemiyle taneye optimum miktarda su verilir ve buğday kitlesi belli bir süre dinlendirilir. Tavlama buğdaya verilen su, difüzyon yoluyla tane içine girer ve yayılır. Bu suretle, çok rijid bir yapıya sahip olan buğday kabuğu elastik bir yapıya kavuşarak daha kolay kırılır, işletmenin enerji sarfiyatı azalır, birbirine sıkı biçimde bağlı olan tanenin kabuk ve endosperm tabakaları arasındaki bağlar gevşetilerek unun kepekten ayrıştırılması daha kolay bir hal alır ve un randımanı artar. Bu çalışmada, buğday değirmenciliğinde un kalitesine tesir eden kritik bir işlem basamağı olan tavlama tüm detaylarıyla ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tavlama, Tavlama Metotları, Buğday, Un Paritesi, Değirmencilik

### Abstract

**Objective:** The quality of wheat flour depends on the characteristics of the wheat(s) used in its production and the processing steps applied in the production of the wheat flour. In flour milling, tempering, which is the last process step applied to the wheat before the milling process, has a vital role in wheat processing technology. With the tempering process carried out in order to make the physical properties of the wheat grain suitable for grinding and to increase the grinding quality, the optimum amount of water is given to the grain and the wheat cluster is rested for a certain period of time. The water given to the wheat by tempering enters into the grain by diffusion and spreads. In this way, wheat shell, which has a very rigid structure, is broken more easily by reaching an elastic structure, the energy consumption of the enterprise is reduced, and the bonds between the shell and endosperm layers of the tightly connected grain are loosened, making it easier to separate the flour from the bran and the flour yield increases. In this study, tempering, which is a critical process step affecting the flour quality in wheat milling, has been discussed in detail.

**Key Words:** Tempering, Tempering Methods, Wheat, Flour Parity, Milling

### 1. Giriş

Buğday, başta ekmek olmak üzere pek çok unlu mamulün üretiminde kullanılan başlıca hammadde olması ve diğer hububat unlarından farklı olarak kendine özgü bir takım özelliklere sahip olması (gluten teşekkülü, viskoelastik nitelikte hamur oluşturması, gaz tutabilme yeteneği ile gözenekli ve kabarık mamul ürün üretimine olanak sağlaması) nedenleriyle ayrıcalıklı bir konuma sahiptir (Dizlek vd., 2006). Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de gerek ekim alanı gerekse üretim miktarı

bakımından hububatlar içerisinde ilk sırada yer alan buğday (2019 yılı verilerine göre 6831854 ha tarım arazisinde 19 milyon ton buğday üretimi /34,4 milyon ton toplam tahıl üretimimiz; FAO 2021); çeşitli toprak ve iklim şartlarına uygunluğu, tarımının kolay yapılabilmesi, veriminin nispeten yüksek olması, çok çeşitli gıdalara dönüşüm uygunluğu ve beslenme rolü itibarıyla önemli bir kültür bitkisi (Tekeli, 1964; Pyle, 1988). Ülkemizde buğday bazlı ara ürünlerden (un, irmik, nişasta, kepek, ruşeym, tam buğday unu ve bulgur gibi) üretilen mamul

ürünlerin (ekmek, makarna, kek, pasta, bisküvi, kraker, gofret, kurabiye, simit, bazlama, börek, bulgur pilavı gibi) tüketimi günlük diyetimizde ilk sırada yer almakta ve bu gıdalar diğer gıda gruplarına göre belirgin olarak daha yüksek düzeyde talep görmektedir. Bunda, tahılların temel enerji kaynağı olan karbonhidratlar bakımından zengin olması ve ülkemiz insanının unlu mamullere duyduğu yüksek ilgi önemli rol oynamaktadır.

Buğday unu birçok unlu mamulün gerek nitelik ve gerekse nicelik bakımından temel yapısını oluşturduğu için özel bir öneme sahiptir. Tüm diğer ara ürün ve mamul ürünlerin kalitesini tayin eden etmenlerde olduğu gibi buğday ununun kalitesi de; üretiminde kullanılan buğday(lar)ın niteliğine ve buğday ununun üretiminde uygulanan işlem basamaklarına bağlıdır. Bu noktada değirmencinin öğüteceği buğdayda aradığı özellikler şu şekilde özetlenebilir:

1. Buğday, olgun ve dolgun bir yapıda olmalıdır.
2. Buğday, sağlam ve sağlıklı olmalıdır (a.Fiziki ve haşere gibi etkenlerle zedelenmemiş, b.Çimlenmemiş ve iyi depolanmış, c.Mikrobiyal bozulma sonucu hastalanmamış, d.Rutubeti düşük, e.Görünüşü ve rengi kendine has olmalıdır.).
3. Ürün temiz ve yeterince saf olmalıdır (yabancı maddesi düşük, diğer tahıl ve çeşitlerle anormal düzeyde karışmamış olmalıdır.)
4. Buğday kalitatif üstünlüğe sahip olmalıdır; (a.Değirmencilik değeri üstün, kolay işlenen, un verimi [randımanı] yüksek b.Son ürüne [ekmek, bisküvi vs.] uygun kalitede olmalıdır) (Elgün ve Ertugay, 1997).

Buğday tanesi anatomik olarak dıştan içe doğru kabuk (perikarp [meyve kabuğu], testa [tohum kabuğu], hiyalin, aleuron tabakaları; %13-17 [w/w]), embriyo (%2-3 [w/w]) ve endosperm tabakalarından (%80-85 [w/w]) oluşur. Buğday değirmencilikinde amaç, buğdayı kırarak endospermi (un veya irmiği) kabuk ve embriyo tabakalarından (kepekten) ayırmak ve olabildiğince saf bir biçimde elde etmektir.

Değirmencilikte buğdayın un ve irmiğe işlenmesinde yer alan prosesler başlıca 3 grup altında toplanabilir. Bunlar;

- 1- Hazırlık işlemleri (buğdayın; fabrikaya alımı ve depolanması, buğdayın yaş ve/veya genellikle kuru olarak temizlenmesi, yabancı maddelerinden ayrılması, paçal [kupaj] yapılması ve son olarak tavlama),
- 2- Öğütme işlemleri (kırma ve inceltme valsleri ile elek takımları ve irmik-kepek saflaştırma düzenekleri yardımıyla),

### 3- Un depolama ve paçal işlemleri.

Tüm bu işlem basamakları, elde edilecek olan değirmencilik ürünlerinin (un, irmik, kepek, razmol, bon kalite gibi) kalitatif ve kantitatif özelliklerine etki etmektedir (Kent, 1984; Delcour ve Hoseneay, 2010).

Bununla beraber, bilhassa hazırlık işlemlerinde ortaya konulan emek ve gösterilen titizlik, paritesi yüksek un ve irmik elde etmenin yanında, işletmenin enerji sarfiyatını azaltmakta ve vals-elek sistemlerinin daha uzun süreli ve randımanlı bir biçimde kullanılmasına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı değirmencilikte öğütme öncesinde uygulanan hazırlık işlemleri, üzerinde önemle durulması gereken proseslerdir. Bu işlemler içerisinde tavlama, özel ve önemli bir yere sahiptir (Kurt and Dizlek, 2021).

Buğday tanesinin fiziksel özelliklerini öğütmeye elverişli kılmak ve öğütme kalitesinin yükseltilmesi amacıyla gerçekleştirilen tavlama işlemiyle taneye optimum miktarda su verilir ve buğday kitlesi belli bir süre dinlendirilir. Tavlama buğdaya verilen su, difüzyon yoluyla tane içine girer ve yayılır (Keskinoglu vd., 2001). Bu suretle, çok rijid bir yapıya sahip olan buğday kabuğu elastik bir yapıya kavuşarak daha kolay kırılır (işletmenin enerji sarfiyatı azalır) ve birbirine sıkı biçimde bağlı olan tanenin kabuk ve endosperm tabakaları arasındaki bağlar gevşetilerek unun kepekten ayrıştırılması daha kolay bir hal alır (Cornell ve Hoveling, 1998; Yoo vd., 2009; MacRitchie, 2010; Kurt ve Dizlek, 2021).

Ülkemizde her bölgede yetiştirilebilen buğday yaygın olarak İç Anadolu Bölgesi'nde üretilmektedir. Ülkemizde yıllık olarak üretilen yaklaşık 35 milyon ton hububatın 19-21,5 milyon tonunu (%55-62'sini) yalnız başına buğday oluşturmaktadır. Dünya nüfusuna oranı yaklaşık %1 olan ülkemiz, dünya buğday üretiminde %2,5'lük bir paya sahiptir (FAO, 2021). Buğday ve buğday unu üretimi/ihracatı/ithalatı konularında ülkemiz dünya ülkeleri arasında önemli bir pozisyona sahiptir ve bölgesel anlamda güçlü bir aktördür. Bu bakımdan stratejik öneme de sahip olan buğday ve buğday unu üzerine ülkemizde yapılan bilimsel eksenli çalışmaların ayrı bir öneme sahip olduğu açıktır.

Bilindiği gibi, yeni öğütülmüş buğday unundan yapılan ekmek kalitesi nispeten düşüktür. Bu unların ekmek yapım performansını iyileştirmek için bir süre dinlendirilmesi gerekir. Unların normal şartlarda olgunlaşmaları için öğütme işleminden sonra 3-4 hafta dinlendirilmeye ihtiyaçları vardır. Un olgunlaştırıcı ve ağartıcı kimyasal maddeler (klor gazı, benzen peroksit, potasyum bromat ve azodikarbonamid gibi) arzu edilen iyileştirmeleri birkaç saat içinde gerçekleştirebilir. Bu şekilde işlenen unlar, uzun süreli depolamaya karşı, işlem görmeyenlere göre daha az dayanıklıdır (Dizlek ve

Kurt, 2017). Bu kimyasallar, unun doğal ağartılması konusunda un değirmenlerine/fabrikalarına un depolama alanı ve zamandan tasarruf gibi ciddi avantajlar sağlasa da, insan sağlığı açısından potansiyel bir riske sahiptirler ve bu nedenle günümüzde bu maddelerin kullanımı sınırlandırılmıştır (Kurt ve Dizlek, 2021).

Ülkemizde un ihracatı son yıllarda giderek artan bir ivmeye sahiptir. Bundan dolayı buğday ithalatı yapmaya başlayan, ancak bu buğdayı özelde una ve bazen irmiğe işleyerek katma değer sağlayan değirmencilik sektörünün bilhassa Ortadoğu ülkelerine yapmış olduğu un ihracatında, ithalatçılar tarafından üzerinde önemle durulan bir konu unun renginin bembeyaz olmasıdır (Kurt ve Dizlek, 2020, 2021). Unun renginin açılması ve ağartılmasında yukarıda bahsedilen kimyasal maddeler ve tabii dinlendirme birbirine alternatif iki farklı yöntem olarak dursa da tavlama prosesinin kontrollü ve dikkatli bir biçimde uygulanmasıyla istenilen renk ve kül içeriğine sahip buğday unu üretilebilir. Bu çalışmada, buğday değirmencilikinde un kalitesine etki eden kritik bir işlem basamağı olan tavlama tüm detayları ile ele alınmış ve açıklanmıştır. Söz konusu makalenin değirmencilik sektörüne önemli katkı sağlayacağı ve bu konuda sahada bulunan bilimsel doküman açığını kapatacağı öngörülmektedir.

## 2. Buğdayın tavllanması

Hububat kitlesinin öğütülmesinden önce optimum tane suyunun sağlanması, başta un verimi olmak üzere diğer kalitatif un nitelikleri bakımından önem arz etmektedir. Tanenin su içeriği, öğütmek için gerekli optimum düzeyin üzerinde ise taneye kurutma işlemi uygulanarak nem düşürülür. Kurutmada normal hava sirkülasyonu kullanıldığı gibi, işlemi hızlandırmak amacıyla zararlı olmayacak şekilde ılık ve sıcak hava sirkülasyonu da kullanılabilir. Yüksek tane nemi; hasat öncesi iklim koşullarının yağışlı olması ve/veya depolama koşullarının uygun olmamasından dolayı hububat kitlesinin ortamdaki ya da çevreden nem çekmesinden kaynaklanabileceği gibi, kitle çok kirli ise temizlik maksadıyla yapılan yaş yıkama sırasında kitlenin fazla su almasından da kaynaklanabilir. Optimum düzey altındaki tane suyu durumunda ise taneye dışarıdan su verilmesi ve tanenin bu nemi homojen olarak absorbe etmesi için uygun bir süre dinlendirilmesi gerekir. Değirmencilikte bu işleme "Tavlama" denir. Taneye su; yıkama sırasında suda kalma süresi ayarlanarak verilebileceği gibi, daha sonra eksik kalan su çeşitli su verme düzenekleri ile de sağlanabilir. Bir diğer ifadeyle tavlama; buğdayın fiziksel özelliklerini öğütmeye en uygun duruma getirme işlemidir.

Un değirmencilikinde buğdayı kırmak ve boyut küçülterek arzu edilen materyali (un, irmik ve nişasta

gibi) ortaya çıkarmak için valsere beslemeden önce öğütmeye hazırlık aşamasında buğdaya uygulanan en son işlem basamağı olan tavlama; buğdaya soğuk veya sıcak su eklenmesi ve bu suyu tanenin emmesi için buğday kitlesinin bir müddet dinlendirilmesi işlemidir. Tanımından da anlaşılacağı üzere, tavlama işleminde ilk olarak buğday kitlesinin nem içeriği belirlenmekte, sonra buna uygun miktarda (yumuşak buğdaylarda hedef nem %14-16 [w/w], sert buğdaylarda ise %16-18 [w/w]) su verilmektedir. Bu işlemden sonra buğday, öğütme için optimum nem dağılımına ve öğütme özelliklerine ulaşana kadar ambarlarda (tav silolarında) dinlenmeye bırakılmaktadır.

Formülize edilecek olursa, buğdayın orijinal (başlangıç) nemine göre tavlama esnasında buğdaya verilecek su miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır (Özkaya ve Özkaya, 2005). Tavlama buğday kitlesine verilecek su miktarının tespitinde pratik bir yol olarak AACC Metot 26-95.01 (AACC, 2010)'de verilen tablolardan yararlanılabilir.

$$X = W \times ([M_2 - M_1] / [100 - M_2])$$

X: Tavlama buğdaya verilecek su miktarı (litre)

W: Tavlanaacak buğdayın ağırlığı (kg)

M<sub>1</sub>: Buğdayın orijinal rutubeti (%)

M<sub>2</sub>: Tavlama buğdayda olması istenen rutubet (%)

Tavlama işlemi (Tempering), iki ana safhayı içine almaktadır. Bunlardan birincisi tane suyunun optimum düzeye getirilmesi için taneye uygun düzeyde su verilmesi işlemidir. İkinci safha ise suyun tanede normal dağılım ve fonksiyonunu icra edebilmesi için gereken dinlendirme aşamasıdır (Delcour ve Hosney, 2010). Özkaya ve Özkaya (2005), tavlama işlemi için yukarıdakine benzer bir tanımlama yapmış, kondisyone etme (conditioning) prosesinin ise tavlama uygulanan iki işleme ilave olarak sıcaklık uygulanıp tanenin fizikokimyasal özelliklerini modifiye etme amacını (gluten ve enzim yapısını değiştirme) da içerdiğini belirtmiştir. Söz konusu araştırmacılar, literatürde tavlama ve kondisyone etme ifadelerinin birbiri yerine kullanıldığına da dikkat çekmişlerdir. Tavlama prosesinde buğdayın su emme hızı ve oranı önemlidir. Tavlama işlemi; un ekstraksiyonu ve kepek oranını dengeleyecek şekilde olmalıdır (Hook vd., 1982; Kweon vd., 2009).

Tavlama işleminin değirmencilik açısından işlevleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. Tanenin kepek tabakası gevrekliğini kaybeder, elastik ve dayanıklı bir yapı kazanır. Bu özellik kepeğin öğütmede toz olmadan, pulcuklar halinde ayrılmasını sağlar.

2. Endosperm ise kepeğin aksine kolayca kırılabilen gevrek bir yapı kazanır. Böylece kepek-endosperm ayrışımı kolaylaşır.

3.Öğütme sonrasında çıkan ürün eleme işlemi için optimal duruma gelir.

4.Öğütme sonucu buğdayın sertliğine göre uygun miktarda un verimi sağlanır (Cornell ve Hoveling, 1998).

Özellikle unun kül içeriğini/kepek kontaminasyonunu düşürmesi noktasında tavlamanın büyük bir etkisi bulunmaktadır. Baklavalık-börekli-yufkalık unlar ile kek, bisküvi üretiminde kullanılacak unların kül içeriğinin düşük olması istenir. Aksi takdirde ürün kalitesi sekteye uğramakta ve örneğin çok ince zar (transparan) halinde açılması gereken baklava-yufka-bazlama hamurlarında kepeğin gluten ağ yapısına hasar vermesiyle yufkalarda yırtılmalar meydana gelmektedir. Diğer taraftan, Ortadoğu'ya un ihracatında paritesi yüksek, daha beyaz unlar tercih edilmektedir. Bahsedilen hususlar tavlamanın ne denli önemli bir proses olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca tavlamanın uygun yapılmaması; değirmencilikte ciddi sıkıntı/sorunlara, emek, işgücü ve zaman kaybına yol açar, tavlama silolarının hacmini arttırır, tavlama süresini uzatır, mekanizasyon ünitelerinin sayısını arttırır, yatırım, işçilik ve bakım masraflarını yükseltir, öğütme için harcanan enerjiyi ve maliyeti arttırır (Kurt ve Dizlek, 2021).

Su verme (tavlama) işlemini takiben buğdaylar, genellikle çapı 150 cm'yi geçmeyen paslanmaz çelik silindirik hücrelerde dinlendirilir. Tavlama siloları, daha ılıman çevre şartlarına sahip olması için değirmen binasının içinde inşa edilir. Daha ılıman şartlarda yapılan dinlendirme ile kalitesi ve paritesi daha yüksek, külü düşük, kaliteli un elde etmek mümkündür. Düşük tonajlı buğday kümeleri (azami 30 ton) için kısa süreli tavlama (9-12 saat) ekonomik açıdan başarılı olabilmektedir. Bunun yanında teoride daha kaliteli un için dinlenmenin en az 24 saat olmak üzere 72 saate kadar uzatılması hususunda tavsiyeler de vardır (Anonim, 2013).

### 2.1. Tavlamanın amacı ve etki mekanizması

Buğdaya uygulanan tavlama işleminin temel amaçları; buğday tanesinin fiziksel özelliklerini öğütmeye elverişli kılmak (en uygun duruma getirmek) ve öğütme kalitesini yükseltmektir. Bu işlemle taneye optimum miktarda su verilir ve buğday kitlesi belli bir süre dinlendirilir. Tavlama buğdaya verilen su, difüzyon yoluyla tane içine girer ve yayılır (Keskinoglu vd., 2001). Özetlenecek olursa tavlama işleminin amaçları şu şekilde belirtilebilir: Buğdayın daha kolay bir biçimde kırılmasını sağlamak, işletmenin enerji sarfiyatını azaltmak, birim miktardaki buğdaydan daha fazla un elde etmek, kül içeriği düşük un elde etmek.

Tavlama prosesiyle buğdaya verilen suyun tane içine tamamen yayılması sonucu tanede; fiziksel, kimyasal ve enzimatik değişimler meydana gelir ve buğday tanesinde yapısal farklılıklar görülür. Su vererek yapılan tavlama tane bünyesine alınan suyun dağılışı şu şekilde olur: Su, tanenin başakçık eksenine oturduğu kısımdaki hilum denilen dış perikarp bölgesinden içeri girer ve önce perikarp tabakasında yayılır. Perikarpın altındaki testa tabakası suyun embriyo ve endosperme yayılışını düzenler. Hiyalin tabakası meyve kabuğundan içeri alınan suyun endosperm hücre duvarlarında düzenli bir şekilde yayılmasını sağlar. Taneye suyun yayılması ile birlikte, tanenin selülozik materyal kısmı (kabuk tabakası) daha süratli bir şekilde su alarak turgor haline geçer (şişer) ve kabuk kısmı gerilerek çok rijid yapıdan sert – elastik bir yapıya dönüşür (Sünter, 2003). Özetle, buğday tanesinin su verilerek tavlama sırasında su ilk olarak buğdayın kabuk tabakası tarafından emilmekte ve dinlendirme periyodu süresince tanenin iç kısımlarına doğru yayılmaktadır. Suyun tanede dışarıdan içeriye doğru yayılışı sırasıyla perikarp, testa, hiyalin tabakası, embriyo, aleuron tabakası, dış endosperm ve iç endosperm şeklinde olmaktadır.

### 2.2. Tavlama üzerinde etkili etmenler

Tavlama üzerinde; buğday çeşidi, tane sertliği, buğdayın başlangıç nemi, uygulanacak süre, su miktarı ve sıcaklığı ile elde edilmek istenilen ara ürünün nitelik ve niceliği gibi birçok etmen etkilidir. Aşağıda bu etmenlerin başlıcaları hakkında kısa bilgi verilmiştir.

Buğdayda öğütme ve eleme, tanenin içerdiği su oranından önemli miktarda etkilenir. Tane suyu optimum düzeyin üzerinde ise kepek tabakası çok sert, endosperm yumuşak bir yapı kazanır ve aralarındaki kohezyon artar. Endosperm adeta kabuğa sıvanır. Sonuçta kepek-endosperm ayrışımı zorlaşır ve eleme güçleşir, un verimi düşer. Tanedeki su miktarı düşük olduğunda ise kabuk ve endospermin her ikisi de sert olur ve öğütmede birlikte parçalanarak aralarındaki ayrışma yeteneği azalır. Tane suyu optimum düzeyde olduğu zaman, tanenin kepek tabakası elastik-kuvvetli, buna karşılık endosperm ise gevrek-kırılgan bir yapı kazanır ve uygun öğütme koşulları oluşur. Tavlama prosesinde buğday kitlesine verilecek olan optimum tane suyu, kitlenin özellikle sertlik derecesine bağlı olarak değişir. Tavlama nihai nem; yumuşak/unsu tane yapısında olan buğdaylarda %14-16 (w/w), sert/camsı tane yapısında olan buğdaylarda ise %16-18 (w/w) civarındadır. Sert buğdaylar yumuşak buğdaylara oranla daha fazla optimum su düzeyine sahip olmalarının yanı sıra, suyun taneye alınması ve yayılması da daha uzun sürede olmaktadır. Bu nedenle sert ve yumuşak buğdaylar ayrı ayrı tavlama yapılmalıdır (Cornell ve Hoveling, 1998).

Tavlama üzerinde etkili olan en önemli etmenlerden bir tanesi sıcaklıktır. Tanenin tavlama sırasında sıcaklığın kullanılması başlıca üç amaca dayanmaktadır. Bunlar;

1) Sıcaklığın yükselmesiyle suyun taneye giriş ve tane içinde yayılım hızının artmasıdır. Bu durum tavlama prosesini hızlandırmaktadır.

2) Bazı zayıf buğdayların sıcaklıkla muamele edilmesi onların ekmekçilik kalitesine olumlu etkide bulunmaktadır.

3) Fazla suyun taneden uzaklaştırılması şeklinde yapılan tavlama; sıcak havanın buhar basıncını yükseltmesi ve su tutma kapasitesinin artması taneden su alınmasını, dolayısı ile tane neminin düşmesini sağlar.

Normal şartlar altında tavlama ile buğday kitlesine verilen suyun tane içine alınması 3-5 dakikalık bir zaman alır. Ancak suyun tane içindeki yayılımı 24-72 saatlik bir dinlenme periyoduna ihtiyaç duyar (Elgün ve Ertugay, 1997). Sert buğdaylar yumuşak olanlara göre daha uzun dinlenme süresine ihtiyaç duymaktadır (Cornell ve Hoveling, 1998). Bu durum, sert buğday tanesinin kabuk kısmının çok rijid olmasından ve su geçirgenliğinin yumuşak buğdaya göre daha güç olmasından kaynaklanmaktadır.

## 2.3. Tavlama yöntemleri

### 2.3.1. Soğuk tavlama

Oda sıcaklığında musluk suyu kullanılarak yapılan tavlama. Buğday özelliklerine ve çevre şartlarına bağlı olarak dinlenme süresi, 24 ile 72 saat arasında değişir. Bu usulde, buğdayın yeterli suyu alması birkaç dakika içinde başarılırken, bunun tane içinde yayılımı oldukça uzun bir süreyi gerektirir (Elgün ve Ertugay, 1997). Bu yöntemde suyun tane içerisine tekdüze olarak yayılabilmesi için geçen süre uzun olduğundan fazla tav silosu kapasitesine gereksinim vardır. Bu durum maliyeti yükseltmesi bakımından dezavantajdır (Özkaya ve Özkaya, 2005).

### 2.3.2. Ilık tavlama

Soğuk tavlama, su verilmiş tanede suyun yayılım dengeye ulaşabilmesi için 1-3 güne ihtiyaç varken, 30 ile 46 °C arasında uygulanan ılık tavlama, bu süre 1-1,5 saate indirgenebilmektedir. Buna rağmen tanenin optimum fiziksel yapı özelliklerini kazanabilmesi için öğütmeden önce yine 24 saatlik bir dinlenme periyodu tavsiye edilmektedir (Elgün ve Ertugay, 1997). Tavlama, verilen suyun buğday kabuğundan içeri girmesi yavaş yavaş olmaktadır. Kabuk tabakaları arasındaki su alışverişinin normal sıcaklıkta uzun zaman aldığı, oysa sıcaklık artışı ile su absorpsiyonunun maksimum seviyeye ulaştığı ve bu durumda buğday tanesinin normal şartlar altında

kendi ağırlığının %40'ı (w/w) kadar su alabildiği belirtilmektedir (Lockwood, 1962). Ilık tavlama metodunun soğuk tavlama metoduna göre üstünlüğü ilk olarak Grosse (1929) tarafından ortaya atılmıştır. Wischer vd. (1947), ılık tavlamanın suyun taneye alınmasına, yayılmasına ve tavlama süresinin kısalmasına olumlu etki yaptığını belirlemiştir. Tavlama suyu sıcaklığı 35°C'den 45°C'ye yükseldiğinde endospermin daha fazla gevreklediği ve buna bağlı olarak öğütmenin daha kolaylaştığı saptanmıştır (Cleve, 1958; Keskinoglu vd., 2002).

### 2.3.3. Sıcak tavlama

Sıcak tavlama, ılık tavlama metodunun modifikasyonu ile gerçekleştirilir. Tavlama prosesi 46°C'den 60-70°C'ye kadar yükseltilebilir. Sıcaklığın 70°C'ye kadar yükseltilmesi tavlama süresini kısaltsa da ciddi riskleri bünyesinde barındırır. Çünkü aşırı sıcaklık uygulamasında buğdayın gluten ve ekmekçilik değeri zarar görebilir. Bu nedenle sıcak tavlama nispeten az uygulanır. Sıcak tavlama, özellikle süne-kımlı tarzı böceklerin tane içerisine salgıladıkları proteolitik aktivitenin düşürülmesinde uygulama alanı bulmaktadır. Bu uygulamayla, proteolitik aktivitesi yüksek buğdaylarda, aktivite zararsız düzeye düşürülebilmekte ve zayıf buğdaylarda öz kalitesi ıslah edilebilmektedir (Elgün ve Ertugay, 1997; Dıraman ve Demirci, 1997; Dizlek ve Gül, 2007).

Hlynka (1974), 55-60°C sıcaklık aralığında yapılan tavlamanın buğdayın ekmekçilik kalitesini arttırdığını bu sıcaklık aralığının buğdayın ekmekçilik niteliklerini geliştirme noktasında üst sınır olduğunu, böyle bir tavlama işleminin 1,5 saat süreyle uygulanmasının yeterli olabileceğini, ancak 60°C'nin üzerindeki sıcaklık uygulamalarının uygun olmadığını bildirmiştir.

### 2.3.4. Buharla tavlama

Buharla tavlama işlemi, genellikle su buharı ile buğday sıcaklığının artırılması ve suyun bu suretle buğday kitlesine verilmesini kapsamaktadır. Ayrıca buğday rutubetinin istenilen değere getirilebilmesi için bir miktar ilave su verildiği de rapor edilmiştir (Özkaya ve Özkaya, 2005). Buhar uygulaması ile sıcaklığın tane içine nüfuzu 20-30 saniye gibi nispeten kısa bir sürede olmaktadır. Bu sürenin 45-60 saniyeyi bulması durumunda bile buğdayın gluten yapısının zarar görmeyeceği ancak  $\alpha$ -amilaz aktivitesinde bir miktar düşüş olabileceği ve bu nedenle buharla tavlama işlemine tabi tutulan buğdayların unlarına ekmek yapımı sırasında amilaz preparatı katkısı gerektiği bildirilmektedir (Elgün ve Ertugay, 1997). Buharla tavlamanın süne hasarlı buğdayların kalitesini ıslah ettiği rapor edilmiştir (Dıraman ve Atlı, 2005; Dıraman vd., 2013). Buharla tavlama, sıcak tavlama olduğu gibi zayıf buğdayları kuvvetlendirmek amacıyla



uygulanmaktadır. Buharla tavlama işlemi, sıcak tavlama göre buğdayın gluten yapısına zarar verme noktasında daha düşük riske sahiptir. Ilık tavlama ile kıyaslandığında buharla tavlama; daha az enerji gerektirir, un verimi yüksektir, öğütme, purifikasyon (irmik temizleme) ve eleme işlemleri daha kolay icra edilir, tavlama daha kısa sürede gerçekleştirilir.

Buharla tavlamanın bir diğer uygulanma biçimi düşük ya da yüksek basınç altında yapılmaktadır. Düşük basınç altında buharla tavlama işleminde proses 3-4 saat gibi kısa bir süreye inmekte, buğday kitlesi 35 °C civarı sıcaklıkta tavlana, sıcaklık sonra vakum süreci içinde 25 °C'ye inmektedir (Posner ve Hibbs, 1997). Yüksek basınçlı buharla tavlama işleminin amacı ise enzim inaktivasyonudur. Bu işlem 100 °C'nin üzerinde 5-10 saniye uygulanır ancak maliyetinin yüksek olduğu bildirilmektedir (Elgün, 2008). Düşük ve yüksek basınçla yapılan buharla tavlama işleminin her ikisinde buğday kitlesine gereğinden daha fazla su verilmekte, sonra vakum altında su miktarı istenilen değere indirilmektedir (Posner ve Hibbs, 1997; Elgün, 2008).

### 2.3.5. Mikrodalga ile tavlama

Mikrodalga ile tavlama işleminde, buğdayın istenilen neme ulaşması için gerekli tav suyu verilir ve dinlenme sürecinde buğday kitlesi mikrodalga işleme tabi tutulur. Uygulanan mikrodalga sıcaklığına bağlı olarak dinlenme süresi belirlenir. Mikrodalga sıcaklığı arttıkça dinlenme süresi kısalmıştır (Bayrakçı vd., 2010).

Elgün ve Türker (1995), mikrodalga uygulamalarının buğdayın tavlama işleminde tanenin kabuk-endosperm ayrışımı ve un özelliklerine etkisini inceledikleri bir çalışmada Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarını kullanmışlardır. Bezostaya-1 %16, Gerek-79 ise %14 su içerecek şekilde tavlama işlemi uygulanmıştır. Tavlı buğday örnekleri mikrodalga işlemi uygulanarak ve uygulanmadan öğütülmüşlerdir. Mikrodalga işleminin, her iki buğdayın un verimini arttırdığı, kül miktarını azalttığı belirlenmiştir. Araştırmada, mikrodalga tavlama işlemi uygulanmayan kontrol örneğiyle kıyaslandığında, mikrodalga uygulamasıyla; un veriminde artış sağlanmış, unun; kül miktarı azalmış, kuru öz miktarı artmış ve ekme hacminde artış olmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, mikrodalga uygulamasının kabuk-endosperm ayrışımını arttırdığını göstermektedir. Bu durum değirmencilikte un verimi yüksek ancak kül miktarı düşük un üretimi bakımından avantaj oluşturmaktadır. Mikrodalga tavlama işlemi uygulamasıyla süne hasarlı buğdayların kalitesinde benzer olumlu etkinin olduğu Dıraman ve Boyacıoğlu (1997) ile Dıraman (2010) tarafından da bildirilmiştir.

Bayrakçı vd. (2010), 55 °C'ye kadar mikrodalga uygulamasının buğdayın enzim aktivitesinde az miktarda düşüşe, protein miktar ve kalitesinde ise önemli ölçüde artışa yol açtığını, 55 °C'nin üzerindeki mikrodalga uygulamasında ise enzim aktivitesinin yanında gluten kalitesinde de belirgin düşüş meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, mikrodalga ile tavlama uygulanmış buğdaylardan elde edilen örneklerin kül miktarını kontrol örneğine göre oldukça düşük bulmuş; randıman değerlerinde ise kontrol numunesine göre %10 oranında bir artış olduğunu belirlemişlerdir.

### 2.3.6. Ultrason uygulaması ile tavlama

Hububat sanayinde kullanımı sınırlı olan ultrason ile tavlama yönteminde, ultrason probu buğday su karışımına daldırılarak ultrasonik vibrasyona tabi tutulur. Buğdayın tavlama sırasında ultrason işlemi uygulamasının tanenin su absorpsiyonuna etkisinin incelendiği bir çalışmada (Yüksel ve Elgün, 2013), farklı düzeyde (%45, %65 ve %75) sert tane içeren buğday örneklerine, normal şartlarda ısıtılma aşamasında 4 farklı genlik seviyede (%0 [kontrol], 20, 60 ve 100) ve 3 farklı sürede (1, 2 ve 3 d) ultrason işlemi uygulanmıştır. Araştırmacılar, ultrason uygulaması ile tavlama işleminin tanenin su alma ve yayılma hızını arttırdığını, sert buğday değirmeni diyagramlarındaki iki aşamalı tavlama, bu yöntemle tek aşamaya indirgeme yönünde umut verici sonuçlar elde edildiğini bildirmişlerdir.

### 2.3.7. Paçal yolu ile tavlama

Hububat kitlesinin optimum tane nem içeriğine getirilmesi ve böylece öğütme performansının geliştirilmesi amacıyla uygulanan bir diğer yöntem paçal işlemiyle su optimizasyonudur. Çünkü, yıkama işleminden sonra tane suyu optimum düzeyin altında ve üstünde olan buğday partileri elde edilebilir. Böyle durumlarda paçal yapılarak su miktarı optimum düzeye ayarlanır ve zamana bağlı olarak difüzyonla taneler arası dengenin oluşması beklenir. Ancak bu metot, zaman alıcı bir metottur. Bilindiği üzere, istenilen kalitatif nitelikte buğday unu elde etmek için nitelikleri belirlenen buğday partilerinin belirli ölçüler dâhilinde birbirleriyle karıştırılması işlemine değirmencilikte "Paçal" denilmektedir (Dizlek ve Özer, 2016, 2017). Böylece nem içeriği yüksek olan buğday kitleleri nemi düşük olan buğdaylarla paçal yapılarak, nem içeriği düşük olan buğday kitleleri ise nemi yüksek olan buğday örnekleriyle belirli ölçüler dâhilinde karıştırılarak tavlama işlemi yapılır. Bu işlem ayrıca, nemi yüksek olan hububat kitlelerinin ekonomiye tekrar kazandırılması açısından da büyük öneme sahiptir. Nitekim nemi yüksek olan kitlenin kimyasal, enzimatik ve mikrobiyolojik bozulmaya uğrama riski çok yüksektir.

### 2.3.8. Enzimatik tavlama

İşlevsel özelliklerinden dolayı enzimler genellikle una ekmeğin yapımında yoğurma aşamasında eklenir. Fakat bu uygulama, enzimin doz aşımı ve un/hamur içerisinde homojen dağılmamasından dolayı bazı sorunlara yol açabilir. Rosell vd. (2003), buğday glutenini iyileştirmek için alternatif bir yöntem olarak, öğütme prosesinde enzim kullanımı üzerinde durmuşlardır. Araştırmacılar, tavlama suyuna glikoz oksidaz (GO) veya transglutaminaz (TG) eklenmesinin buğday ununun gluten oluşturma kapasitesini geliştirdiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle buğday tavlama suyuna selülaz, ksilanaz ve  $\beta$ -glukanaz gibi hücre duvarını parçalayan enzimlerin veya GO, TG eklenmesi spesifik özelliklerde un elde etmek için yeni bir yöntem olabilir. Özetle enzimatik tavlama, buğdayı tavlama için kullanılan suya enzim preparatlarının eklenmesi ile gerçekleşir (Haros vd., 2002).

Haros vd. (2002), buğdayın tavlama çözeltisine karbohidraz (sellülaz, ksilanaz,  $\beta$ -glukanaz) eklenmesinin unun ekmeğin kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar; sellülaz ve ksilanaz enzimlerinin unun su absorpsiyonunu, gelişme süresini ve stabilitesini azalttığını,  $\beta$ -glukanaz enziminin ise söz konusu değerleri arttırdığını, karbohidraz enzimlerinin ekmeğin kalitesini iyileştirdiğini (daha iyi ekmeğin şekline, ekmeğin özgül hacminde artışa ve ekmeğin içi sertliğinde azalmaya yol açtığını) tespit etmişlerdir. Ksilanaz'ın denemede kullanılan enzimler içerisinde en olumlu etki gösterdiği belirlenmiştir.

Yoo vd. (2009), düşük tav nemi ve sert öğütmenin un verimini arttırabileceğini ancak yüksek kül içeriği, koyu renk gibi istenmeyen kalite parametrelerine neden olabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, bu soruna çözüm alternatifi olarak buğdayın dış kabuğunun fiziksel yapısını değiştirerek kepeğin undan ayrılmasına yardımcı olunabileceği fikrini ortaya atmışlar ve bunu enzimatik tavlamanın başarabileceğini belirtmişlerdir. Söz konusu araştırmacılar, tavlama suyuna hücre duvarını yıkıcı enzimlerin eklenmesinin öğütme performansı ve un kalitesine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla çalışmalarında enzim aktivitelerine göre eşit oranda ksilanaz, selülaz ve pektinaz içeren bir enzim karışımı (1 birim enzim preparatı 31,68  $\mu$ g selülaz, 26,36  $\mu$ g ksilanaz ve 127,94  $\mu$ L pektinaz içermektedir) hazırlayan araştırmacılar tavlama suyuna eklenen enzimlerin un randımanında herhangi bir artışa neden olmadığını gözlemlemişlerdir. Enzimatik tavlama ile tavlama buğdaydan elde edilen unun protein miktarı, enzim uygulaması yapılmadan tavlama örneğine göre yüksek çıkmıştır. Her iki uygulamanın (enzim uygulaması ve uygulamasız) ekmeğin kalitesi üzerine etkisini de

inceleyen araştırmacılar; ekmeğin hacimleri bakımından iki uygulama arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın oluşmadığını, ancak 5 günlük depolama sonrasında enzimatik tavlama prosesi ile üretilen ekmeğin enzim uygulaması yapılmayan kontrol ekmeğine göre daha sıkı bir iç yapısına sahip olduğunu bildirmişlerdir.

### 2.4. Tavlamanın buğday, un, hamur ve ekmeğin kalitesi üzerine etkileri

Buğday değirmencilikte tavlama işleminin uygun bir biçimde yapılması, üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Aksi takdirde tavlama ile beklenen yararlar sağlanamaz; ara ve mamul ürün nitelikleri arzu edilen yönde gelişmez. Farklı araştırmacılar tavlama konusunda yaptıkları çalışmalarda farklı tav metotları, tav normları uygulamışlar ve doğal olarak farklı buğdaylar kullanmışlardır. Bununla birlikte tavlama prosesinin buğday, un, hamur ve ekmeğin kalitesi üzerine etkileriyle ilgili olarak konuyla ilgilenen uzmanlar tarafından yaygın olarak kabul edilen hususlar şöyle özetlenebilir:

Tavlama ile buğdayın nem miktarı artar. Kabuğa elastik, endosperme ise kırılabilir ve gevrek bir yapı kazandırılır. Kabuk ile endosperm arasındaki bağlar gevşetilir ve buğdayın daha kolay bir biçimde kırılarak un/irmişe işlenmesi mümkün olur (Cleve, 1958; Cornell ve Hoveling, 1998; Özkaya ve Özkaya, 2005; Yoo vd., 2009).

Tavlama ile unun; kül miktarı azalır, rengi açılır, paritesi yükselir. Genel olarak un randımanı artar (Elgün ve Türker, 1995). Unda uygun bir partikül iriliği dağılımı elde edilir ve unun elenmesi kolaylaşır (Özkaya ve Özkaya, 2005). Tavlama buğdaya verilen su miktarının artışına paralel olarak unun su tutma yeteneği artar, protein ve gluten miktarı azalır, ancak gluten kalitesinde yükselme meydana gelir (Warechowska vd., 2016). Uygun yapılan bir tavlama işleminde; süne ve kıvılcık gibi zararlıların buğdaya verdiği hasarın un ve hamura geçiş düzeyi azaltılır. Elgün ve Ertugay (1997), bu şekilde proteolitik aktivitesi yüksek olan buğdaylara uygulanacak sıcak tavlama ile proteolitik aktivitenin zararsız düzeye düşürülebileceğini ve zayıf buğdaylarda özlülüğün arttırılabileceğini belirtmişlerdir. Proteolitik aktivitenin aksine tavlama işleminin unun amilolitik aktivitesinde bir değişikliğe neden olmadığı öngörülmüştür (Sünter, 2003). Warechowska vd. (2016), gluten kalitesi düşük buğday çeşidinin tavlama muamelesi ile gluten indeksinde (kalitesinde) artış meydana geldiğini; bu değişimin tavlamanın buğdayın ekmeğin kalitesini arttırdığına işaret etmişlerdir.

Tavlama prosesi uygulanarak elde edilen unların hamurları, tavsız buğdayların unlarından elde edilen

hamurlara göre genel olarak – sınırlı ölçekte de olsa – daha iyi özellik gösterir. Bu bağlamda tavlama ile hamur örneklerinin direnci, elastikiyeti, gaz tutma yeteneği ve işlenebilirliği artar; uzama kabiliyeti düşer (Özkaya ve Özkaya, 2005; Kurt, 2019). Tekeli (1964), Dıraman ve Atlı (2005), süne-kımlı zararına uğramış buğdayların buhar ile tavllanmasıyla hamur işlemedeki olumsuz durumların (yapışkan, cıvık, akıcı hamur karakteristiği, şekil verilmesi zor olan hamur, elde ve makinede işleme yeteneği az olan hamur) giderilebileceğini belirtmişlerdir. Benzer biçimde Posner ve Hibbs (1997), 36-43 °C sıcaklık aralığında yapılan tavlama işleminin hamurların akıcılık ve yayılma gibi olumsuz özelliklerini önlediğini bildirmişlerdir. Warechowska vd. (2016), tavlama muamelesi görmüş buğdaya ait hamurun yoğurma sırasında daha stabil bir yapıya sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Konuyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde; tavllanmış buğdaylardan üretilen unlardan yapılan ekmeklerin hacim, gözenek yapısı ve tekstürel özelliklerinin aynı buğdayların tavlansızdan öğütülmesiyle elde edilen unlardan yapılan ekmeklere göre daha üstün kalitatif niteliklere sahip olduğu kanısına varılmıştır (Ertugay vd., 1995; Bayrakçı vd., 2010; Warechowska vd., 2016; Kurt ve Dizlek, 2020). Özellikle ısı işlem içeren tavlama metodlarının zayıf özlü buğdayların ekmeklik niteliklerini geliştirdiği belirtilmiştir (Tekeli, 1964).

## 2.5. Tavlama konusunda günümüze kadar yapılan çalışmalar

Stenvert ve Kingswood (1976), kısa süreli yapılan tavlama işleminde taneye verilen suyun yoğun olarak embriyoda ve kepek tabakasında biriktiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, tavlama işleminden sonra suyun tane içerisinde homojen olarak dağılması için 6 ile 24 saat arasında bir süreye gereksinim olduğunu, optimum tav süresini belirleyen etmenin ise buğdayın cinsi ve özellikleri olduğunu belirtmişlerdir.

Finney ve Bolte (1985), buğdayın tavlama süresini 18-24 saatten 30 dakikaya düşürmek için deneysel mikro öğütme metodu üzerinde çalışmışlardır. Araştırmacılar, söz konusu yöntemde buğdayı 15 d süre ile %2 tav nemine ön tavlama tabii tutmuş ve ön kırma işlemi uygulamışlardır. Sonra buğday istenen nem miktarına kadar 15 d süreyle tavlansız ve mikro öğütme işlemi ile un elde edilmiştir. Toplam işlem zamanı böylece 30 d civarına inmiştir. %2 oranında su ilavesiyle yapılan ön tavlama kepeği sertleştirdiğinden buğday ilk kırma işlemine tabii tutulduğunda kepek halen sağlam kalmış ve çatlamış/kırılmış endosperm ile bir arada tutunmuştur. Bu nedenle endosperm bir sünger gibi davranarak hızlı ve tekdüze şekilde suyu yaklaşık 15 d içinde absorbe etmiştir. Araştırma sonucunda mikro

öğütme metodu (15 d tavlama) ile elde edilen un verimi, kül ve protein miktarı değerleri klasik yöntemle tavlansız (18-24 saat süreyle tavlama) numunelerle yakın sonuçlar vermiştir.

Özkaya (1986), buğdayın absorbe edebileceği maksimum su miktarının sıcaklıkla belirgin olarak değişmediğini ancak sıcaklık normunun artmasına karşın tavlama süresinin azaldığını bildirmiştir. Araştırmacı; tav neminin buğday kitlesi içerisinde homojen olarak yayılması konusunda şu değerlere yer vermiştir: oda sıcaklığında 48-72 saat, 27 °C'de 24 saat, 40 °C'de 8 saat, 60 °C'de 2 saat ve 80 °C'de 40 dakika.

Cornell ve Hoveling (1998), soğuk tavlama işleminde sert buğday için verilen tav neminin tane içerisinde homojen yayılması için gereken sürenin 36 saate kadar çıkabildiğini, yumuşak buğdaylar için ise sadece 4 saat gibi kısa bir sürenin yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

Ibanoğlu (2001), yumuşak ve sert buğday örneklerinin ozonlu su kullanılarak (1,5 ve 11,5 ppm ozon) tavlansızın un randımanı, unun reolojik, kimyasal, renk ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmacı; buğdayın ozonlu suyla tavlansızın unun kimyasal, fiziksel ve reolojik özelliklerini değiştirmediğini, ancak toplam bakteri, küf/maya sayısında istatistiksel olarak önemli düzeyde azalma meydana geldiğini, 11,5 ppm ozon düzeyine kadar tav suyuna ozon katılmasının un kalitesinde herhangi bir gerilemeye neden olmadan yumuşak ve sert buğdayların tavlansızında başarı ile kullanılabilirliğini belirlemiştir. Konu hakkında yapılan diğer bir çalışmada (Mudawi vd., 2016), ozonlu su (0, 1 ve 5 ppm) ile tavlamanın 2 farklı Sudan buğdayına ait unun fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmış ve Ibanoğlu (2001) ile benzer bulgular elde edilmiştir. Gadien (2005), ozonlu su (0, 1 ve 5 ppm) ile tavlama sonucu elde edilen unun su absorpsiyonunun ozonsuz tavlansız kontrol örneğinden düşük olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı, tavlama suyundaki ozon miktarının artışına koşut olarak Debaria buğdayına ait ekmeğin özgül hacminde azalma, Elneelain buğdayına ait ekmeğin özgül hacminde ise artış gözlemlemiştir.

Keskinoğlu vd. (2002), ticari bir un değirmeninde buğdayın tavlansızında soğuk su yerine sıcak su kullanılarak yapılan ılık tavlama uygulamasının öğütme kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir.

Tavlamada sıcak (33 °C) ve soğuk (20 °C), tav suyu vermede dört farklı kombinasyon kullanılmıştır. Araştırmada, ılık tavlamanın öğütme kalitesine etkisini tespit etmek amacıyla; patent un verimi, kümülatif kül kurveleri, un pasajlarının kül ve öz miktar ve kalitesi incelenmiştir. Bulgular; ılık tavlamanın öğütme kalitesini olumlu etkilediğini, su vermenin ilerleyen aşamalarında verilen sıcak suyun

unda kül miktarını ve kümülatif kül kurvesi kurve altı alanını düşürücü etkide bulunduğunu ortaya koymuştur.

Walde vd. (2002), farklı nem içeriklerine sahip buğday örneklerini 15-150 s arasında değişen periyotlarda ev tipi mikrodalga fırında kurutmuş ve ardından öğütmişlerdir. 120 s mikrodalga işlemi uygulanan örneğin, kontrol örneğiyle karşılaştırıldığında daha fazla gevrek yapı kazandığı ve bu örneğin öğütülmesinde daha az öğütme enerjisine ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir.

Sünter (2003), buğdayın farklı sıcaklık ve sürelerde tavlama süresinin unun bazı özellikleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırmacı; 12, 24, 36 ve 48 saat tavlama sürelerinden sonra un ve hamur özelliklerindeki değişimleri incelenmiştir. Çalışmada tavlama işlemi iki farklı sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir: normal oda sıcaklığı (25 °C) ve ılık su sıcaklığı (45 °C). Araştırma bulguları, ılık tavlamanın un verimini soğuk tavlama göre %1 azalttığını göstermiştir. Araştırmacı, artan tavlama süresine karşın unun kül miktarının azaldığını gözlemlemiştir.

Kweon vd. (2009), tavlama koşullarının (başlangıç buğday nemi [%7 ve %10,2], tavlama sıcaklığı [25 °C ve 45 °C] ve tavlama süresi [3 saat ve 24 saat]) 3 farklı yumuşak kırmızı kışık buğdayın (Severn, Cyrus, Roane) öğütme karakteristikleri ve unun işlevselliği üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, %15'e tavlama süresinden elde edilen un verimi ve kül miktarı %12'ye tavlama süresinden ve kül miktarından daha düşük bulunmuştur. Araştırmacılar, unun işlevselliği açısından istenilen özellikleri karşılamak için tavlama ile buğdaya verilen nem miktarının azaltılmasının un verimini arttırabileceğini bildirmişlerdir. Bu etkinin, tavlama süresinin ve başlangıç buğday neminin artırılması ile geliştirilebileceği belirtilmiştir.

Sabillon vd. (2016), organik asit (asetik, sitrik, laktik ve propiyonik) ve tuzlu çözeltiler ile tavlamanın buğdayın mikrobiyal yükünü azaltması konusunda çalışmışlardır. Araştırma bulguları, organik asit ve tuzlu çözeltiler ile tavlamanın, su ile geleneksel tavlama göre buğday tanesinin mikrobiyal yükünü daha etkili bir şekilde azalttığını göstermiştir. Bu nedenle, söz konusu çözeltilerin yüzey dezenfektanı olarak kullanılabilirliği, böylesi bir tavlama ile tanelerin optimum öğütme rutubetine ulaşabileceği ve öğütülmüş ürünlerde mikrobiyal kontaminasyon riskinin azalacağı beyan edilmiştir.

Warechowska vd. (2016), tavlama rutubetinin; öğütme performansına, öğütmede kullanılan enerji miktarına ve unların ekmeklik kalitesine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada, 3 adet sert buğday (Cytra, Parabola ve Radunia) ve 1 adet orta-sert buğday (Astoria) kullanılmıştır. Çalışmada ilk

olarak buğday örnekleri 30 °C'de %50 nisbi neme sahip ortamda %11 neme sahip olacak biçimde kurutulmuş, sonra %12, %14, %16 ve %18 rutubete ayrı ayrı tavlama yapılmıştır. Daha sonra tav nemini absorbe etmeleri için buğday örnekleri 25 °C'de 24 saat dinlenmeye bırakılmıştır. Araştırmacılar tüm örneklerde rutubet %12'den %18'e arttığında öğütmede kullanılan enerji miktarının arttığını, ancak %14 ve %16 tav nemli örnekler arasında – öğütmede kullanılan enerji miktarı bakımından – belirgin bir fark görülmediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, tavlama buğday tanelerinin rutubeti arttıkça öğütmede kullanılan enerjinin arttığını, öğütme performansının, un veriminin, unun protein ve gluten içeriğinin azaldığını, farinograf gelişme süresinin kısaldığını (Cytra çeşidinde yarıya düştüğünü), ancak gluten ağ yapısının mekanik olarak güçlendiğini ve hidrasyon kapasitesinin arttığını tespit etmiş; hamurun oluşumunda tavlama muamelesinin olumlu etkisini; unun su absorpsiyonunun artışına ve yoğurma sırasında daha stabil bir hamur yapısının oluşmasına bağlamışlardır. Çalışmada; tav neminin buğdayın öğütme verimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu, buğday çeşidi fark etmeksizin tav neminin %12'den %18'e yükselmesinin un verimini düşürdüğü tespit edilmiştir. Bu sonuç, diğer araştırmacıların bulguları ile uyumludur (Dexter ve Martin, 2002; Kweon vd., 2009). Araştırmacılar, tüm örneklerde %16 tav neminin un verimini azaltıp daha düşük kül miktarı ile un kalitesini arttırdığını, %12 tav neminin ise un verimini ve kül miktarını arttırdığını saptamışlardır. Tav neminin elde edilen unun protein miktarı üzerinde de önemli etkisi vardır (Dennett ve Trethowan, 2013). Tav nemi arttıkça unun protein miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Azalan protein miktarı yaş gluten miktarına yansımış, yaş gluten miktarı da azalmıştır. Su kaldırma ve gluten indeks değerlerinde ise artış gözlenmiştir. Bu zıtlık filizlendirme sürecini modellemek için tavlama metodunu uygulayan Mis (2003) tarafından da belirtilmiştir. Özetle, tavlama ile buğdaya verilen nem miktarının artışına koşut olarak gluten miktarında azalma ancak gluten kalitesinde artış meydana gelmiştir. Çalışmada kullanılan gluten kalitesi düşük buğday çeşidinin tavlama muamelesi ile gluten indeksindeki (kalitesindeki) artış daha belirgin bir biçimde ortaya çıkmıştır. Bu değişimler, glutenin ekmeklik kalitesinin artmasında tavlamanın pozitif etkisini ortaya koymuştur. Araştırmacılar, farinogram sonuçlarına göre tav neminin %12'den %18'e çıkarılmasının unun su kaldırma kapasitesinde artışa yol açtığını bildirmişlerdir. Bu duruma gerekçe olarak, %18 nem içeriğine sahip olan buğdayın öğütmede daha fazla enerji sarfi gerektirmesine ve artan enerji sarfiyatının nişasta granüllerine verdiği yüksek hasardan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Konuyla ilgili olarak Barrera vd. (2007), mekanik olarak hasar görmüş nişastanın

sağlam nişastaya göre daha fazla su absorbe ettiğini, bu durumun unun hidrasyon kapasitesinde bir artışa yol açtığını bildirmişlerdir.

Değirmencilikte unun kalitesi; buğdayın özelliklerine (Campbell ve Webb, 2001; Campbell vd., 2007), değirmen tasarımına ve çalışma koşullarına bağlıdır (Baasandorj vd., 2015). Tavlama prosesinde tanenin nem içeriğinin artması öğütme prosesinde enerji tüketiminin artmasına sebep olur (Walde vd., 2002).

Kurt ve Dizlek (2021, 2022), buğdaya uygulanan iki aşamalı tavlama işleminin buğdayın teknik değer ölçütleri üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve çalışmalarında, çeşit özellikleri farklı 2 buğday örneği (Adana-99 ve Rus) kullanmışlardır. Her bir buğday çeşidinde tavlama ile ilgili 4 ayrı muameleye yer veren araştırmacılar, tavlama muamelesinin kontrol örneğine göre unun fiziksel (randıman ve renk) ve kimyasal özelliklerinde sınırlı, reolojik özelliklerinde ise belirgin iyileşme sağladığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, tavlama muamelesinin un örneklerinin kül miktarında daha belirgin olmak üzere protein miktarında azalmaya, gluten kalitesinde ise artışa yol açtığını, iki aşamada yapılan tavlama işleminin, hamurun direnç, oran ve enerji değerlerini önemli ölçüde arttırdığını, iki aşamalı tavlamanın hamurun en önemli kalite kriterleri olan kuvvetini, mukavemetini ve gaz tutma yeteneğini tavsız ve bir kez tavlı uygulamalara göre belirgin olarak arttırdığını, bir kez tavlı örnekler arasında 48 saat süreyle tavlamanın un niteliklerini daha fazla geliştirdiğini saptamışlardır.

#### 4. Kaynaklar

AACC, (2010). *Approved methods of analysis of the American association of cereal chemists*, 11th Ed. Method 26-95.01. Experimental Milling: Temper Table. Approved November 3, 1999. St. Paul, MN: Cereals & Grains Association.

Anonim, (2013). *Buğday tavlama*. Milli Eğitim Bakanlığı, Gıda Teknolojisi Ders Modülü, Ankara.

Baasandorj, T., Ohm, J.B., Manthey, F. and Simsek, S. (2015). Effect of kernel size and mill type on protein, milling yield and baking quality of hard red spring wheat. *Cereal Chemistry*, 92(1), 81-87.

Barrera, G.N., Perez, G.T., Ribotta, P.D. and Leon, A.E. (2007). Influence of damaged starch on cookie and bread-making quality. *European Food Research and Technology*, 225(1), 1-7.

Bayrakçı, H., Türker, S., Elgün, A., Ertaş, N. ve Bilgiçli, N. (2010). Buğdayın tavlama sırasında mikrodalga uygulamasının öğütme ve ekmekçilik kalitesine etkisi. *Akademik Gıda Dergisi*, 8(6), 6-12.

#### 3. Sonuç

Buğdayın una işlenmesi safhasında özellikle buğdayın hazırlama ünitesinde gösterilecek titizlik ve uygulanacak işlem basamaklarının optimum koşullarda gerçekleştirilmesi arzu edilen kalitede, yüksek paritede un eldesi için özel bir öneme sahiptir. Bu işlemler içerisinde tavlama, çok özel ve önemli bir konumdur. Sade bir ifadeyle tavlama; buğdayın fiziksel özelliklerini öğütmeye en uygun duruma getirme işlemidir. Tavlamayla çok rijid bir yapıya sahip olan buğday kabuğu elastik bir yapıya kavuşarak daha kolay kırılır, işletmenin enerji sarfiyatı azalır, endosperme gevrek bir yapı kazandırılır, birbirine sıkı biçimde bağlı olan tanenin kabuk ve endosperm tabakaları arasındaki bağlar gevşetilerek unun kepekten ayrıştırılması daha kolay bir hal alır, un randımanı artar ve unun renk-kül değeri istenilen sınırlara getirilir. Tavlama üzerinde; buğday çeşidi, tane sertliği, buğdayın başlangıç nemi, uygulanacak süre, su miktarı ve sıcaklığı ile elde edilmek istenilen ara ürünün nitelik ve niceliği gibi birçok etmen etkilidir. Soğuk, ılık, sıcak, buharla, mikrodalga, ultrason uygulamasıyla, paçalla ve enzimatik yöntemle olmak üzere belli başlı 8 farklı tavlama metodu vardır. Dikkatli ve amacına uygun bir biçimde yapılan tavlama ile buğday bazlı ara ve mamul ürün kalitesinde ciddi kazanımlar elde edilirken, özensiz ve hatalı yapılan tavlama neticesinde zaman, işgücü, emek konularında zayıf, işletmenin enerji sarfının artması ve un randımanının azalması gibi maddi kayıplar oluşur. Bahsedilen tüm bu nedenlerden dolayı tavlama, buğday unu değirmencilikinde üzerinde önemle durulması gereken son derece hayati bir prosesdir.

Campbell, G.M. and Webb, C. (2001). On predicting roller milling performance Part I: The breakage equation. *Powder Technology*, 115(3), 234-242.

Campbell, G.M., Fang, C. and Muhamad, I.I. (2007). On predicting roller milling performance VI: Effect of kernel hardness and shape on the particle size distribution from first break milling of wheat. *Food and Bioprocess Technology*, 85(1), 7-23.

Cleve, H. (1958). Konditionierungsprobleme. *Die Mühle*, 95, 182.

Cornell, H.J. and Hoveling, A.W. (1998). *Wheat - chemistry and utilization*. Lancaster: Technomic Publishing Company Incorporated.

Delcour, J.A. and Hosney, R.C. (2010). *Principles of cereal science and technology*. St. Paul, MN: AACC Incorporated.

Dennett, A.L. and Trethowan, R.M. (2013). Milling efficiency of triticale grain for commercial flour production. *Journal of Cereal Science*, 57(3), 527-530.

Dexter, J.E. and Martin, D.G. (2002). The effects of wheat moisture content and reduction roll temperature and differential on the milling properties of Canadian hard red spring wheat. *Association of Operative Millers Bulletin*, July, 7807-7814.

Dıraman, H. (2010). Effect of microwaves on technological and rheological properties of suni-bug (*Eurygaster spp*) damaged and undamaged wheat flour. *Food Science and Technology Research*, 16(4), 313-318.

Dıraman, H. ve Atlı, A. (2005). Buharla tavlamanın süne (*Eurygaster spp.*) hasarlı buğdayların bazı gluten niteliklerinde oluşturduğu fiziksel değişimler. *GAP IV. Tarım Kongresi, Kongre kitabı* (1466-1471 ss.). Şanlıurfa, Türkiye.

Dıraman, H. ve Boyacıoğlu, M.H. (1997). Unlara mikrodalga işleminin uygulanması üzerine çalışmalar. II. Süne hasarlı unlarda mikrodalga işlemi uygulaması ile görülen bazı kalitatif ve reolojik değişimler. *Un Mamulleri Dünyası*, 5(6), 4-10.

Dıraman, H. ve Demirci, M. (1997). Süne hasarlı unlarda ısıtma işleminin ve bazı katkıların gluten kalitesi üzerine etkileri. *Un Mamulleri Dünyası*, 6(1), 4-11.

Dıraman, H., Boyacıoğlu, M.H., Boyacıoğlu, D. ve Khan, K. (2013). Süne (*Eurygaster spp*) hasarlı buğdayların bazı protein fraksiyonları ve farinogram değerleri üzerine buharla tavlamanın etkileri. *Gıda Dergisi*, 38(6), 359-365.

Dizlek, H. and Kurt, M. (2017). An important phenomenon in the production of wheat flour: Bleaching. *VIII International Agriculture Symposium (AGROSYM 2017)*, Book of proceedings (578 p.). Jahorina, Bosnia and Herzegovina.

Dizlek, H. and Özer, M.S. (2016). The improvement of bread characteristics of sunn pest (*Eurygaster integriceps*) damaged bread wheat by blending application and using additives. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 8(3), 427-437.

Dizlek, H. and Özer, M.S. (2017). Improvement of physical, physicochemical, and rheological characteristics of sunn pest (*Eurygaster integriceps*) damaged wheat by blending. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 9(1), 31-39.

Dizlek, H. ve Gül, H. (2007). Süne zararlı buğday unlarının ekmeklik kalitesinin iyileştirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 51-58.

Dizlek, H., Özer, M.S., Altan, A. ve Gül, H. (2006). Buğdaydaki gluten proteinlerinin birbirleriyle etkileşimleri. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Fuarı*, Kongre kitabı (280-286 ss.). Gaziantep, Türkiye.

Elgün, A. (2008). *Tahıl işleme teknolojisi ders notları*. Konya: Selçuk Üniversitesi Yayınları.

Elgün, A. ve Ertugay, Z. (1997). *Tahıl işleme teknolojisi*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi.

Elgün, A. ve Türker, S. (1995). *Mikrodalga uygulamalarının buğdayın tavlama sürecinde tanenin kabuk-endosperm ayrışımı ve un özelliklerine etkisi*. Konya: Selçuk Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı Proje No: ZF 92/138.

Ertugay, Z., Çelik, İ., Elgün, A. ve Ertugay, M.F. (1995). Süne (*Eurygaster Spp.*) zararı görmüş buğday ile görmemiş buğdaya farklı tavlama metodları uygulamasının III. Ekmek özellikleri üzerine etkisi. *Un Mamulleri Dünyası*, 4(4), 10-16.

FAO (2021, May 06)). Statistical data of FAO. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

Finney, K.F. and Bolte, L.C. (1985). Experimental micromilling: Reduction of tempering time of wheat 18-24 hours to 30 minutes. *Cereal Chemistry*, 62(6), 454-458.

Gadien, K.A.E.R. (2005). *Influence of tempering with ozonated water on selected properties of Sudanese wheat flour (oxygreen process)*. University of Khartoum, Department of Food Sciences and Technology, Khartoum.

Grosse, A. (1929). Sollicheinen weizerverbereiter einbauen. *Die Mühle*, 66, 1089-1094.

Haros, M., Rossel, C.M. and Benedito, C. (2002). Improvement of flour quality through carbohydrases treatment during wheat tempering. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(14), 4126-4130.

Hlynka, I. (1974). *Wheat – chemistry and technology*. St. Paul, MN: AACC Incorporated.

Hook, S.C.W., Bone, G.T. and Fearn, T. (1982). The conditioning of wheat: The influence of varying levels of water addition to UK wheats of flour extraction rate, moisture and color. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 33(7), 645-654.

Ibanoğlu, Ş. (2001). Influence of tempering with ozonated water on the selected properties of wheat flour. *Journal of Food Engineering*, 48(4), 345-350.

Kent, N.L. (1984). *Technology of cereals*. Oxford: Pergamon Press.

Keskinoğlu, R., Elgün, A. ve Türker, S. (2001). Bir değirmeninde uygulanan farklı ılık tavlama işlemlerinin öğütme kalitesine etkisi. *Gıda Dergisi*, 26(6), 419-427.

Keskinoğlu, R., Elgün, A. ve Türker, S. (2002). Bir un değirmeninde uygulanan farklı ılık tavlama işlemlerinin öğütme kalitesine etkisi. II. Topyekün öğütme kalitesi kontrolünde kümülatif kül kurvesinin kullanılması. *Gıda Dergisi*, 27(2), 137-142.

- Kurt, M. (2019). *Ekmeklik buğdaylara (Triticum aestivum L.) iki kez uygulanan tavlama işleminin unun kimyasal, teknolojik, reolojik ve ekmeklik özelliklerine etkisi*. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Osmaniye.
- Kurt, M. and Dizlek, H. (2021). The effects of two-step tempering treatment on the physical, chemical and technological properties of flour in bread wheats (*Triticum aestivum L.*). *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Agriculture and Nature*, in press.
- Kurt, M. and Dizlek, H. (2022). The effects of two-step tempering treatment on the rheological characteristics of flour in bread wheat (*Triticum aestivum L.*). *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Agriculture and Nature*, in press.
- Kurt, M. ve Dizlek, H. (2020). Ekmeklik buğdaylara (*Triticum aestivum L.*) iki aşamalı uygulanan tavlama işleminin unun ekmeklik özelliklerine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 18, 445-453.
- Kweon, M., Martin, R. and Souza, E. (2009). Effect of tempering conditions on milling performance and flour functionality. *Cereal Chemistry*, 86(1), 12-17.
- Lockwood, J.F. (1962). *Flour milling*. London: Henry Simon Limited.
- MacRitchie, F. (2010). *Concepts in cereal chemistry*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Mis, A. (2003). Changes in water absorption of gluten as a result of sprouting of wheat grain. *International Agrophysics*, 17(1), 25-30.
- Mudawi, H.A., Saifeldin, M.K.A. and Gadien, K.A.E.R. (2016). Influence of tempering with ozonated water on rheological properties and baking quality of Sudanese wheat flour. *International Journal of Agricultural and Environmental Research*, 2(3), 204-211.
- Özkaya, H. (1986). *Öğütme teknolojisi ve un kalitesi*. Ankara: SEGEM seminer notları.
- Özkaya, H. ve Özkaya, B. (2005). *Öğütme teknolojisi*. Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- Posner, S. and Hibbs, A.N. (1997). *Wheat flour milling*. St. Paul, MN: AACC Incorporated.
- Pyler, E.J. (1988). *Baking science and technology*. Manhattan, KS: Sosland Publishing Company.
- Rosell, C.M., Wang, J., Aja, S., Bean, S. and Lookhart, G. (2003). Wheat flour proteins as affected by transglutaminase and glucose oxidase. *Cereal Chemistry*, 80(1), 52-55.
- Sabillon, L., Stratton, J., Rose, D.J., Flores, R.A. and Bianchini, A. (2016). Reduction in microbial load of wheat by tempering with organic acid and saline solutions. *Cereal Chemistry*, 93(6), 638-646.
- Stenvert, N.L. and Kingswood, K. (1976). An autoradiographic demonstration of the penetration of water into wheat during tempering. *Cereal Chemistry*, 53(2), 141-149.
- Sünter, K. (2003). *Buğdayın farklı sıcaklık ve sürelerde tavlamaının unun bazı özellikleri üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tekeli, S.T. (1964). *Hububat teknolojisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Walde, S.G., Balaswamy, K., Velu, V. and Rao, D.G. (2002). Microwave drying and grinding characteristics of wheat (*Triticum aestivum*). *Journal of Food Engineering*, 55(3), 271-276.
- Warechowska, M., Markowska, A., Warechowski, J., Mis, A. and Agnieszka, N. (2016). Effect of tempering moisture of wheat on grinding energy, middlings and flour size distribution, and gluten and dough mixing properties. *Journal of Cereal Science*, 69, 306-312.
- Wischer, F.W., Shellenberger, J.A. and Pence, R.O. (1947). Relationship of the physical properties of wheat flour to granulation. *Cereal Chemistry*, 24, 381-393.
- Yoo, J., Lamsal, B.P., Haque, E. and Faubion, J.M. (2009). Effect of enzymatic tempering of wheat kernels on milling and baking performance. *Cereal Chemistry*, 86(2), 122-126.
- Yüksel, Y. ve Elgün, A. (2013). Buğdayın ıslatılması sırasında ultrason işlemi uygulamanın tanenin su absorpsiyonu üzerine etkisi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 1-14.



## Derleme Makale/Review Paper

### Peynirlerde ve Geleneksel Türk Peyniri Dolaz (Tort) Peynirinde Aroma Oluşumu ve Aroma Profili

#### Aroma Formation and Aroma Profile in Cheeses and Traditional Turkish Dolaz Type Cheese

Ayşin Kahraman Avcı<sup>1\*</sup>, Gökhan Akarca<sup>2</sup>, Harun Dıraman<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doktora Öğrencisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, AFYON / TÜRKİYE  
ORCID ID: 0000-0002-6364-2962

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, AFYON/TÜRKİYE  
ORCID ID: 0000-0002-5055-2722

<sup>3</sup> Prof. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, AFYON/TÜRKİYE  
ORCID ID: 0000-0002-7431-7524

\*Yazışmalardan Sorumlu Yazar/Corresponding Autho: aysinkahraman@hotmail.com

Geliş Tarihi: 11.05.2021

Kabul Tarihi: 02.08.2021

#### Özet

**Amaç:** Biyokimyasal reaksiyonlar sonucu meydana gelen yüzlerce uçucu bileşik karakteristik peynir aromasının oluşumunda rol almaktadır. Peynirlerde genel olarak aroma profilini oluşturan uçucu bileşikler; asit, aldehit, alkol, lakton, ester, keton ve sülfür bileşikleridir. Aroma profilinde aldehit uçucu bileşiklerinin yüksek seviyelerde olması istenmemektedir.

Yüksek biyolojik değere sahip geleneksel Dolaz peyniri, bileşiminde ağırlıklı olarak peynir altı suyu içermektedir. Koyu sarı veya açık kahverengi renge sahip olan bu peynirin üretimi esnasında Maillard reaksiyonu gerçekleşmektedir. Maillard reaksiyonu ile düşük düzeylerde aldehit ve aldehit türevlerinin oluşması; Dolaz peynirinin kendine has aroma profiline katkı sağlamaktadır.

Dolaz peynirinin aroma profili incelendiğinde, baskın bileşenlerinin laktoz parçalanması ile oluşan kısa zincirli asetik asit ve etanoller olduğu tespit edilmiştir. Minör bileşenler ise 1-bütanol, asetaldehit, diasetil ve aseton olarak bildirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aroma, Peynir Aroması, Dolaz Peyniri, Geleneksel Peynir

#### Abstract

**Objective:** Traditional Dolaz cheese, which has high biological value, in the main contains whey in its composition. During the production of this cheese, which has a dark yellow or light brown color, the Maillard reaction takes place. Formation of aldehydes and aldehyde derivatives at low levels by Maillard reaction; It contributes to the unique aroma profile of Dolaz cheese.

Hundreds of volatile compounds, that formed as a result of biochemical reactions, play a role in the formation of the characteristic cheese flavor. Volatile compounds that make up the aroma profile in cheeses; acid, aldehyde, alcohol, lactone, ester, ketone and sulfur compounds. High levels of aldehyde volatile compounds are undesirable in the aroma profile.

When the aroma profile of Dolaz cheese was examine, it was determine that the dominant components are acetic acid and ethanol, which were short-chain and formed by the breakdown of lactose. Minor components have been report as 1-butanol, acetaldehyde, diacetyl and acetone.

**Keywords:** Aroma, Aroma of Cheese, Dolaz Cheese, Traditional Cheese



## 1. Giriş

Aroma; gıdaların çiğnenmesi ve yutkunulması sonucunda hissedilen duyum, rayiha olarak tanımlanır. Yüzlerce farklı uçucu bileşenin ortak etkisi ile ve doğal olarak (örneğin çilek), fermantasyon (örneğin peynir), ısıl işlem (örneğin kahve), kesme-çiğneme (örneğin soğan) vb. tetikleyicilerle gıdaların aroması oluşmaktadır. Çok az seviyelerde bile duyuşsal olarak algılanmaları ve kaliteyi belirlemeleri, aroma maddelerinin en önemli özelliklerindedir (Güneşer ve Yüceer, 2010; Bayrak, 2000; Cantürk ve Kunter, 2019). Gıdanın aroma profiline, farklı düzeylerde de olsa her bir uçucu bileşenin katkısı olmaktadır. Aroma oluşumunda etkili uçucu bileşenler; birincil faktörler ve ikincil faktörler olarak iki alt başlık altında incelenmektedir. Birincil faktörler; gıdada doğal olarak bulunan bileşenlerin proteoliz, glikoliz ve lipoliz reaksiyonları sonucu meydana gelen bileşiklerdir. İkincil faktörler ise, birincil faktörlerin parçalanması ile meydana gelen serbest yağ asitlerinin ve serbest amino aminoasitlerin katabolizması reaksiyonlarıdır (Yıldız, 2010; Karabıyıklı ve Erdoğan, 2019).

Aroma, tat, koku ve ağız boşluğu duyusunun birleşimi ile ortaya çıkmakta ve gıdada aroma oluşumunu 5 duyu organının tamamı etkilemektedir. Göz; görme algılarını uyaran renk parlaklık; büyüklük ve şekilden, burun; koku alma duyusu ile uçucu aromatik bileşiklerden, dil; ekşi, tatlı, tuzlu, acı ve umami uyarılardan, ağız boşluğu büzücü, yakıcı, serinletici, ılık, tekstür ve adelelerin veya eklemlerin hareketleri gibi duyuşsal algılardan ve son olarak kulak; gıdadan gelen sesteki etkilenmektedir (Bayrak, 2000). Nörogastronomi dalında incelenen ve duyu organları aracılığı ile beyne iletilen aroma algılarının beyinde "orbitofrontal" korteks tarafından işlendiği bilinmektedir. Tat, koku, dokusal, görsel ve işitsel faktörler çeşitli reseptörler tarafından algılandıktan sonra beyinde işlenir ve gıdanın aroması saptanır. Dil yüzeyinde, yetişkin insanlarda 2000 ve 4000 arasında olduğu bilinen tat tomurcukları bulunmakta ve bu tomurcukların her biri 10–50 arası reseptör taşımaktadır. Her hafta yenilenen reseptörler, tatları beyne iletme görevi görmektedir. Bu reseptörler, dile temas eden bir tat maddesi ile uyarıldığı zaman hücrenin iç ve dışı arasında bulunan elektrik yükü değişerek, beyne ulaşmaktadır. Gıdanın içerdiği kimyasal maddelerin algılanması ve değişen elektrik yükünün, elektiriksel sinir implusu halinde sinirlere iletilmesi elektrokimyasal bir olaydır. Aromanın algılanmasındaki kaynaklarından biri olan koku alımı da reseptörler aracılığı ile beyne iletilmektedir ve insanlar burunlarında en az dört yüz koku alma reseptörü taşımaktadırlar. Gıdanın tadı ve kokusu gibi, görsel özellikleri, sesi ve dokusu da beyne çeşitli kimyasal yollar ile taşınır ve beyin tarafından

aromanın algılanmasını ve tanımlanmasını sağlar. Pek çok özelliği ile 5 duyu organına hitap eden gıdanın, sıcak ya da soğuk olması bile algılanan aromayı etkilemekte olup, sıcak gıdalarda tatlılık hissi, soğuk gıdalarda ise tuzluluk hissini arttırdığı ifade edilmektedir (Batu, 2017; Yılmaz vd., 2021).

## 2. Peynirde aroma bileşenleri

Peynir lezzetinin algılanmasında aroma önemli bir rol oynamaktadır. Karakteristik peynir aroması; yüzlerce uçucu bileşenin, tek başlarına peynir lezzetini etkilememelerine rağmen bir araya geldiklerinde kompleks bir karışım meydana getirmeleriyle oluşur. Ana etken laktik asit fermantasyonu olsa da, peynir aromasını özellikle; peynir mayası, asit, tuz, su, sıcaklık ve peynirin mikrobiyal florası etkilemektedir. Mikroorganizmalar, peynir bileşenlerini mikrobiyal enzimlerin etkisiyle parçalamakta ve bu sayede uçucu metabolitler oluşmaktadır. Dolayısı ile aktif mikrobiyal flora tipik ve tipik olmayan aromanın oluşumunu doğrudan etkilemektedir (Yıldız, 2010; Kesenkaş ve Akbulut, 2006; Akyüz ve Yamankaradeniz, 2010)

Peynirde olgunlaşma sırasında meydana gelen biyokimyasal değişiklikler; birincil ve ikincil olarak ayrılmaktadır. Birincil değişiklikler; proteoliz, lipoliz ve glikoliz, ikincil değişiklikler ise yağ asitleri ve amino asit metabolizmasıdır.

Peynirde aroma oluşumu ve gelişimine katkıda bulunan uçucu aroma bileşikleri, reaksiyon zincirleri sonucunda oluşmakta olup, bu bileşikler; asitler, aldehytlar, alkoller, laktonlar, esterler, ketonlar ve sülfür bileşikleridir. Ayrıca çok düşük seviyelerde bulunmasına rağmen hidrokarbonlar, terpenler ve etil eterler de aroma veren bileşikler arasındadır (Yıldız, 2010). Bu bileşikler ilgili reseptörler tarafından algılanarak beyne iletmekte ve beyinde tanımlanmaktadır. Peynirlerin aroma profilinin incelendiği ve hızlı tanımlayıcı metotlar arasından yüksek kimlik özellikleri (high identity traits - HITS) profili metodu kullanılan bir araştırmada, 16 çeşit peynir aromasının tanımlandığı bir aroma çemberi oluşturulmuştur. Bu çemberde yer alan peynir aroma tanımlarının bazıları; keskin, meyvensi, ananas, acı, tatlı, mum, ceviz/fındık, sert, tereyağlı, küflü, topraklı, lâhana turşusu, ekşi ve tuzlu aromalardır (Talavera-Bianchi vd., 2010; Xing, H. vd., 2019).

## 3. Peynirin aroma oluşumunda etkili mikroorganizmalar

Peynir aroması, olgunlaşma esnasında çok sayıda bileşenin metabolik yollarla üretilmesi ile meydana gelir. Sütün endojen enzimleri ve pıhtılaşıma enzimlerine ilave olarak peynir üretimi sırasında kullanılan mikroorganizmalardan elde edilen enzimler, aroma oluşumunun etken enzimleridir. Olgunlaştırılmış veya olgunlaştırılmamış tüm

peynirlerde aroma oluşumunun en büyük etkeni mikrobiyal floralarıdır. Aromadan sorumlu iki önemli mikroorganizma grubu bulunmaktadır. Birinci grup, starter laktik asit bakterileri (LAB) ve ikinci grup diğer mikroorganizmalar olarak ifade edilen laktik asit bakterileri, mayalar, diğer bakteriler ve küflerdir. (Le Quééré, 2011; Karabıyıklı ve Erdoğan, 2019).

Laktik asit bakterilerinin sütteki en önemli görevi laktik asit fermentasyonudur. Laktik asit fermentasyonu, sütte bulunan laktozun laktik aside dönüşümüne yol açarak, doku ve aroma gelişimine katkı sağlamaktadır. Peynirde laktik asit fermentasyonundan özellikle termofil ve mezofil streptokoklar sorumlu olmakla birlikte, bunlar içinde en önemli türler; *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Enterococcus faecalis*'tir (Karabıyıklı ve Erdoğan, 2019). Her bir laktik asit bakterisi, farklı metabolik yollar kullanarak ürettikleri farklı çeşit ve miktarda aroma bileşenleri ile aroma oluşumuna katkıda bulunmaktadır. *S. thermophilus* 1,0–13,5 µg/g asetaldehit, 0,2–5,2 µg/g aseton, 1,5–7,0 µg/g asetoin ve 1,0 -13 µg/g diasetil aroma bileşiklerini üretmektedir (Köse ve Ocak, 2014). Bu bileşenler arasından diasetil, peynirin tadını tereyağı aroması ile geliştirirken, asetaldehit yeşil elma aromasından sorumlu tutulmaktadır (Yüceer vd., 2009).

#### 4. Peynir aroma oluşumunda etkili birincil faktörler

Peynirde lezzet ve aroma bileşenleri birincil reaksiyonlar ve ikinci reaksiyonlar sonucunda, ara basamaklarda oluşan küçük moleküllü bileşenlerdir. Proteoliz, lipoliz ve glikoliz olarak sınıflandırılan birincil reaksiyonlarda sütte doğal olarak bulunan enzimler, rennet enzimi ve starter kültür enzimleri etkin rol oynamaktadır (Yıldız, 2010; Karabıyıklı ve Erdoğan, 2019; Hassan and El- Gawad, 2012). Birincil faktörler arasında proteoliz neredeyse tüm peynir çeşitlerinin aroma, tekstür ve lezzetinden sorumlu iken, glikoliz ve lipoliz az sayıda peynir grubunun aroma profilinin oluşumunda etkindir (Yaşar, 2007).

#### 4.1. Proteoliz

Proteoliz, proteinaz, rennet ve laktik asit bakterilerinin proteolitik enzim aktivitelerinin aracılığıyla oluşan biyokimyasal bir prostestir. Peynirde olgunlaşma sırasında meydana gelen proteoliz, tekstür ve lezzetten sorumlu en önemli olaydır ve iki safhada gerçekleşir. İlk aşamada gerçekleşen proteoliz sırasında; pıhtılaşmada rol oynayan enzimlerin, plazmin, katapsin-D ve diğer somatik proteinazların etkisi ile büyük ve orta uzunlukta peptid zincirleri oluşur (Yıldız, 2010, Karabıyıklı ve Erdoğan, 2019). Oluşan bu peptidler proteolizin ikinci aşamasında; pıhtılaştırıcı enzimler, starter kültür ve maya-küf tarafından üretilen proteaz enzimlerinin etkisiyle parçalanır. Ardından bakteriyel peptidazlar reaksiyona dahil olur ve oluşan küçük peptidler amino asitlere dönüştürür. Amino asitler proteolizin son ürünleridir ve peynir çeşide göre konsantrasyonu değişmektedir. Oluşan aroma kaynaklarının profili Çizelge 1'de verilmiştir (Yıldız, 2010; Karabıyıklı ve Erdoğan, 2019). Proteoliz aşamasında açığa çıkan bileşikler doğrudan su aktivitesi ve su tutma kapasitesini, dolaylı olarak da peynirin yapısını etkilemektedir. Ayrıca, ardından girdikleri ikincil katabolik reaksiyonlar ile peynir lezzet ve aromasının oluşumunda görev almaktadırlar (Tuncel vd., 2008).

Proteoliz sonucu oluşan aminoasitlerden aroma oluşumunda etkili olan aminoasitler; aromatik (triptofan, tirozin, fenilalanin), dallı zincirli (lösin, valin ve izölösin) ve sülfürlü (sistein ve metionin) aminoasitler olarak gruplandırılmaktadır. Bu amino asitler katabolize edilerek daha küçük bileşenlere ve daha farklı aromalara dönüştürülürler. Dallı zincirli aminoasitler meyvemsi aromaya ve alkolik özelliğe sahip alkollere, malt aromalı aldehytlere, çeşitli aromalarda (ekşi, meyveli, çürük, ransit, tatlı, yağimsi) asitlere dönüştürülürken, aromatik amino asitler çikolata ve gül aromalarından, kimyasal ve putrit aromalara kadar çeşitlilik gösteren aroma bileşiklerine dönüştürülmektedir (Erdoğan ve Baran, 2012).

**Çizelge 1.** Aroma kaynaklarının profili (Yıldız, 2010).

Bileşen	Aroma
Orta ve küçük peptidler	Et suyu benzeri lezzet
Kısa hidrofobik peptidler	Acı
Amino asitler (Gly, Ser, Thr, Ala, Pro)*	Tatlı
Amino asitler (His, Glu, Asp)*	Ekşi
Amino asitler (Arg, Met, Val, Leu, Phe, Tyr, Ile, Trp)*	Acı

\*Gly: Glisin (G), Ser: Serin (S), Thr: Threonin (T), Ala: Alanin (A), Pro: Prolin (P), His: Histidin (H), Glu: Glutamat (E), Asp: Aspartat (D), Arg: Arginin (R), Met: Methionin (M), Val: Valin (V), Leu: Lösin (L), Phe: Fenilalanin (F), Tyr: Tirozin (Y), Ile: İzölösin (I), Trp: Triptofan (W).

Proteoliz sonucu oluşan ve Çizelge 1'de verilen bileşenler lezzetin oluşumuna direkt olarak etki etmektedirler. En önemli özellikleri, uçucu lezzet bileşiklerinin oluşumu için gerçekleşen katabolik reaksiyon serilerinin oluşumu için öncü amino asitler olmalarıdır (Yıldız, 2010; Karabıyıklı ve Erdoğan, 2019).

#### 4.2.Lipoliz

Lipoliz, tüm peynir çeşitlerinde lipidlerin olgunlaşma aşamasında lipolitik enzimler tarafından yağ asitleri ve gliserol arasında ki ester bağlarının parçalanması ile gerçekleşir. Bu lipolitik enzimlerin başlıcaları lipaz ve esterazlardır. Enzimlerin ayırt edilmesinde dikkat edilen başlıca üç özellik; hidrolize açıl ester zincirinin uzunluğu, substratın fizikokimyasal doğası ve enzimatik kinetiği olarak bildirilmiştir. Peynirdeki lipolitik ajanlar; süttten, koagülanndan ve peynir mikroflorasından kaynaklanmaktadır (Yıldız, 2010; Erdoğan vd., 2012, Karabıyıklı ve Erdoğan, 2019; Hassan and El- Gawad, 2012).

Lipoliz esnasında ortaya çıkan yağ asitleri pek çok peynir çeşidinin aromasına direkt etki etmekte, ayrıca aroma için gerekli diğer uçucu bileşiklerin üretimine öncü olmaktadır. Özellikle kısa zincirli ve orta zincirli serbest yağ asitleri peynirde lezzetten direkt olarak sorumludur. Lipoliz aşamasında oluşarak aromayı etkileyen bütirik asit; ransit ve peynir aromasına, propiyonik asit ve asetik asit; keskin sirke, metiloktanoik asit; mumsu, izobütirik asit; tatlı, hafif çürük elma, etiloktanoik asit; keçi sütü, izovalerik asit meyvemsi ve çürük elma, oktanoik asit; küflü, ransit, meyvemsi, sabunumsu ve mumsu, hekzanoik asit ise keskin, mavi peynir aromasına sahiptir. Ayrıca, lipoliz aşaması ile ortaya çıkan serbest yağ asitleri, peynirde bulunan mikroorganizmalar tarafından ester, metil keton, lakton, sekonder alkol ve aldehit gibi, aromaya direkt etki eden bileşenlere dönüştürülür (Erdoğan ve ark., 2012).

#### 4.3.Glikoliz (laktat ve sitrat metabolizmasının ürünleri)

Proteoliz ve lipoliz aşamalarının peynirin olgunlaşma süresince devam etmesine rağmen, glikoliz aşaması peynir üretiminin ardından birkaç gün ile birkaç hafta arasında sona ermektedir (Çakmakçı, 2008).

Glikoliz aşamasında, laktik asit bakterileri laktozu glukoz ve galaktoza parçalamakta ve peynirin hem tekstürünü hem de aromasını etkilemektedir. Tüm peynir çeşitlerinin oluşumunda laktat katabolizması, laktozun laktata dönüşümü, gereklidir. Bu aşamada oluşan diasetil, aseton, etanol, asetik asit, asetaldehit, asetat ve propiyonik asit gibi kısa zincirli aroma bileşenleri laktozun parçalanması ile oluşmaktadır. Asetik asit ve propiyonik asit sirke ve keskin aromaya sahipken, asetaldehitte yeşil elma aroması, diasetilde tereyağı aroması ve etanolde tatlı meyvemsi, çiçeksi

ve mayhoş bir aroma bulunmaktadır (Yıldız, 2010; Erdoğan vd., 2012, Karabıyıklı ve Erdoğan, 2019; Bayrak, 2009; Yüceer vd., 2009).

#### 5.Peynir aroma oluşumunda etkili ikincil faktörler

İkincil reaksiyonlar, peynirlerin kendine özgü aromasının oluştuğu, birincil reaksiyonların parçalanmasıyla meydana gelen reaksiyonlardır. İkincil reaksiyonların başlamasını mayaların laktik asidi parçalayarak, ortamın pH değerini yükseltmesi desteklemektedir. Laktat, laktik asit bakterileri ve mayalar tarafından etil alkol, asetat ve CO<sub>2</sub> gibi bileşiklere parçalanarak, bu ürünlerde tat ve aromanın oluşmasında ve/veya gelişmesinde rol oynamaktadır (Yıldız, 2010; Hassan and El- Gawad, 2012).

##### 5.1.Serbest yağ asitlerinin katabolizması

Peynirde serbest yağ asitleri; metil ketonlar, alkanlar, esterler, laktonlar, ikincil alkoller vb. önemli lezzet ve aroma bileşiklerinin oluşumunda rol oynar. Kısa ve orta zincirli yağ asitleri daha düşük algılanma eşik değerleri nedeniyle peynir aromasını doğrudan etkilemektedir. Serbest yağ asitleri metabolizması olarak adlandırılan reaksiyon serileri ise dolaylı yoldan aroma oluşumuna katkıda bulunmaktadır (Yıldız, 2010; Hassan and El- Gawad, 2012).

Metil ketonlar; meyvemsi, çiçeksi, baharatlı ve küflü aroma karakteristikleriyle ilişkilendirilmektedirler. Esterler ise peynirlerde tatlı, meyvemsi ve çiçeksi karakteristiklerde tanımlanmış olup en yaygın bulunan peynir uçucu bileşiği etanol esterleridir. Laktonların duyuşsal karakteristiği yağimsı, meyvemsi ve hindistan cevizi şeklinde ifade edilmektedir (Yıldız, 2010; Hassan and El- Gawad, 2012).

Bazı yağ asitlerinin aroma özelliklerine baktığımızda, C<sub>4</sub> (bütirik asit) ve C<sub>10</sub> (kaproik asit); ransit, keskin, keçimsi, sabunumsu, hindistan cevizi benzeri güçlü aromalara sahiptir. Etiloktanoik asit, keçi sütü, izovalerik asit; çürük elma, metiloktanoik asit ise mumsu aromaya sahiptir (Yıldız, 2010; Erdoğan vd., 2012).

##### 5.2.Serbest amino asitlerin katabolizması

İkincil reaksiyonlardan olan serbest amino asit katabolizması, özellikle peynir, fermente sosis, şarap gibi gıdalar için önem taşıyan birçok lezzet bileşiğinin üretildiği reaksiyondur. Amino asitlerin parçalanma ürünleri olan aminler, aldehitler, alkoller, amonyak peynirin lezzet ve aromasını oluşturmaktadır. Amino asit katabolizması sonucu üretilen uçucu sülfür bileşikleri de aroma açısından çok önemlidir (Ardö, 2006; Yıldız, 2010; Hassan and El- Gawad, 2012).

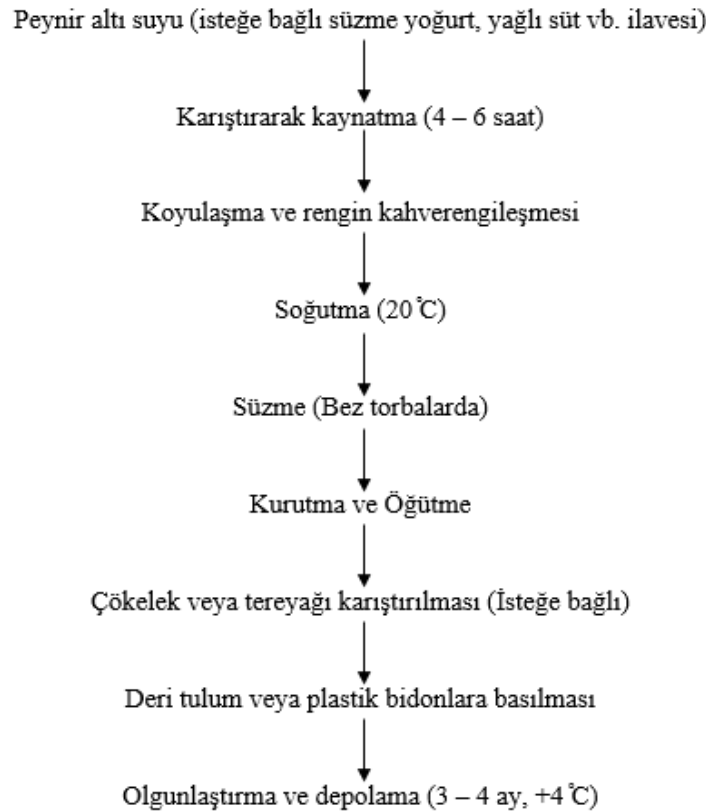
Yüksek konsantrasyonları istenmeyen aldehitler; yeşil çimenimsi, kağıdımsı, yağımsı, samanımsı veya otsu aromalar olarak karakterize edilmektedir. Benzaldehit; acı badem ile, fenil asetaldehit; balımsı, çiçeğimsi, güllü ve menekşeye benzerliği ile, feniletanol; çiçeğimsi, gül/menekşe ve son olarak indol; dışkımsı, kokuşmuş, küflü koku ile karakterize edilmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda kokuşmuş kötü bir aromaya sebep olan metiyonin, düşük konsantrasyonlarda karakteristik peynir aromasını oluşturur. Ayrıca metiyonin gibi sülfirik amino asitler bazı peynirlerde güçlü kükürtsü, lahanamsı, sarımsak ve soğan benzeri aromanın oluşumundan sorumludur. Bu reaksiyonda oluşan diğer bileşiklerden dallı zincirli amino asitler; valin, izolözin ve lözin; tatlı, malt, meyvemsi, ransid, dışkımsı, kokuşmuş ve çürük meyvemsi lezzetlerle ilişkilendirilmektedirler (Ardö, 2006; Yıldız, 2010; Karabıyıklı ve Erdoğmuş, 2019).

### 6. Geleneksel Dolaz (Tort) peyniri

Geleneksel olarak ifade edilen ürünler, yöreselleşmiş, kuşaklardan kuşağa aktarılan geleneksel tarife göre yapılmış ve geleneksel hammaddeler kullanılarak üretilmiş ürünlerdir (Karaca, 2016). Dolaz peyniri Isparta, Antalya ve Afyon çevrelerinde, göller

bölgesinde yaşayan yörükler tarafından üretilen geleneksel bir peynir çeşididir (Okur ve Seydim, 2011a; Yerli vd., 2018). Bu peynir genellikle Karakoyunlu, Hayta, Honamlı, Sarıkeçili tarafından yörükler ile ilişkilendirilmektedir (Anonymous, 2002).

Dolaz peyniri ülkemizde üretilen yöresel keçi sütü peynirleri arasında bulunan, genellikle de koyun veya keçi sütü peynirlerinin yan ürünü olarak üretilen bir peynirdir. Mayıs-Ağustos aylarında üretimi yapılmakta olan Dolaz peynirinin üretim sıklığı, küçükbaş hayvancılığının artış ve azalışı ile ilişkili olarak değişmektedir (Okur ve Seydim, 2011b; Anonymous, 2002). Yürütülen çalışmalarda Dolaz peynirinin kuru madde ve kuru maddede yağ değerleri incelenerek, yağ açısından yarım yağlı ve sertlik açısından yumuşak peynir sınıfına girdiği belirlenmiştir. Üretiminde genellikle peynir altı suyu (PAS) (%53), yayık altı suyu (%9,5), isteğe bağlı olarak süt (%10), yoğurt (%25), lor peyniri kullanılan Dolaz peyniri yapım aşamaları Şekil 1'de gösterilmektedir. (Şimşek ve Sağdıç, 2006; Okur ve Seydim, 2011b; Karaca, 2016). Okur (2010), yaptığı çalışma neticesinde Dolaz peynirinin normal koşullarda (4 °C) raf ömrünü 15 gün olarak tespit etmiştir (Okur, 2010).



Şekil 1. Dolaz peyniri yapım aşamaları (Şimşek ve Sağdıç, 2006).

Dolaz peynirinin büyük bir bölümünü oluşturan peynir altı suyu, yüksek biyolojik değere sahip laktoz, serum proteinleri, mineral tuzlar ve çeşitli vitaminleri barındıran, peynir pıhtısının süttten ayrılmasından sonra kalan sarımsı, yeşilimsi sıvıdır. Yüksek kaliteli PAS proteinleri içermesinin yanı sıra, tüm esansiyel amino asitleri, yüksek konsantrasyonlarda içermektedir. PAS içeriğinde bulunan ve yüksek oranda dallı zincirli aminoasit içeren  $\beta$ -laktoglobulin, yağların bağırsaklarda emilimini azaltma amacıyla hidrofobik özellikte molekülleri yakalamaktadır. Triptofan, lizin, treonin, sistein açısından zengin olan  $\alpha$ -laktalbumin, çinko ve kalsiyum minerallerine bağlanabilmektedir. Ayrıca dört farklı sınıfta immunoglobulin içeren PAS, antioksidan koruma fonksiyonunu sağlar ve bağışıklığı arttırmaktadır. Peynir altı suyu bünyesinde bulunan diğer bir bileşen laktoferrin ise hepatit gelişimine karşı korumaktadır. Önemli antimikrobiyal özelliklere sahip olan laktoperoksidaz ve mineral emilimini destekleyen ve yüksek düzeyde esansiyel aminoasit içeren glikomakropeptid bileşenlerine de sahip olan peynir altı suyu, çok değerli bir yan üründür. Dolayısı ile peynir altı suyunun Dolaz peynirinde değerlendirilmesi, gıda endüstrisi ve halk sağlığı için önem taşımaktadır. Bu sebeple Dolaz peynirinin endüstriyel üretiminin sağlanması adına çalışmalar yapılmaktadır (Bilal ve Altınar, 2017; Okur, 2010; Bakırcı ve Kavaz, 2006)

Peynirde gerçekleşen koyulaşma, koyu sarı veya açık kahverengi renk oluşumu; Dolaz peyniri üretimi esnasında meydana gelen maillard reaksiyonu ile ilişkilendirilmektedir. Maillard reaksiyonu; özellikle laktoz vb. indirgen şekerlerin karbonil grupları ve lizin içeren proteinlerin amino grupları arasında meydana gelmektedir (Okur ve Seydim, 2011a). Gıda endüstrisinde maillard reaksiyonu istenmeyen tatlar oluştuğu ve bu tatların oluşumunun nasıl en aza indirileceği üzerine çok fazla araştırma gerçekleştirilmiştir. Ancak maillard reaksiyonunda belli aşamalarda, düşük seviyelerde olduğu sürece eşsiz aroma bileşikleri ve faydalı aromalar oluşmaktadır ve oluşan aroma süt ürünlerine karakteristik bir tat katmaktadır. Yüksek düzeylerde istenmeyen aldehitlerin oluşumu, bir dizi maillard reaksiyonu ile gerçekleşse de bu oluşumun başlangıcı ikincil reaksiyon basamağının üçüncü yolu olan strecker bozulmasıdır. CO<sub>2</sub> oluşumu ile karakterize edilen ve karbonil grupları amino grupları ile kondanse olan bu basamakta meydana gelen aldehitler ve aldehit türevi bileşikler aromanın kaynağı olarak belirtilmektedir. Maillard reaksiyonunun ilerleyen aşamalarında özellikle kahverengi renk oluşumuna sebebiyet veren melanoidinler, gerçekleştiği üründe aromaya, tada ve duysal diğer özelliklere de katkı sağlayan polimerlerdir (Boekel, 2006; Newton vd., 2012; Bertrand vd., 2018; Yıldız vd., 2010).

**Çizelge 2.** Dolaz peyniri kimyasal özellikleri (Okur ve Seydim, 2011a).

Kimyasal Özellik	Değer
Titrasyon asitliği	%2,09-2,73
pH	4,07-4,53
Yağ	%11-14
Kuru madde	%37,67-41,82
Tuz	%4- 5
KM'de yağ	%29,00-35,00

Yapılan bir çalışmada Dolaz peynir örneklerinde kimyasal özellikler incelemiş ve elde edilen veriler Çizelge 2'de belirtilmiştir (Okur ve Seydim, 2011a). Bu çalışmada tespit edilen kuru madde oranı %37,67 ile %41,82 arasında tespit edilmiştir ve Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde belirlenen yağsız peynir kitlesinde ki nem oranı (PYKN) dikkate alınarak yapılan sertlik sınıflandırmasında yumuşak peynir kategorisinde yer aldığı belirlenmiştir. PYKN değeri, peynirde bulunan nem oranının, peynir toplam ağırlığından çıkarılan yağ miktarına bölünmesi ile elde edilen sayının 100 ile çarpılması ile hesaplanmaktadır. Yine aynı tebliğde kuru maddede yağ oranının analizi ile peynirlerin yağ sınıflandırılması yapılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre %25'den fazla ve %45'den az süt yağı tespit edilen peynirler yarım yağlı peynir kategorisine alınır.

Çizelge-2'de belirtilen kuru maddede yağ değeri ile Dolaz peynirinin yarım yağlı sınıfına ait olduğu ifade edilebilir (Anonim, 2015).

### 6.1.Dolaz (Tort) peynirinde aroma oluşumu ve aroma profili

Dolaz peynirinde aroma oluşumundan esas olarak, birincil (proteoliz, lipoliz, glikoliz) ve ikincil (serbest yağ asitleri katabolizması ve serbest amino asit katabolizması) faktörler sorumlu olup, peynir renginin kaynağı maillard reaksiyonu ürünlerinin de düşük seviyelerde karakteristik katkıları bulunmaktadır (Yıldız, 2010; Karabıyıklı ve Erdoğan, 2019; Bertrand vd., 2018; Yıldız vd., 2010) Maillard reaksiyonu sonucunda oluşan melanoidinler, aroma profilinde bulunan aldehit ve aldehit türevi bileşenlerden sorumlu tutulmaktadır (Bertrand vd., 2018; Yıldız vd., 2010).

Geleneksel Dolaz peyniri örneklerinin uçucu tat ve aroma bileşikleri ortalama olarak; 0,0526 mg/kg asetaldehit, 2,6056 mg/kg etanol, 0,0018 mg/kg aseton, 1,1455 mg/kg asetik asit, 0,0079 mg/kg diasetil (2,3-bütandion) ve 0,0046 mg/kg 1-bütanol olarak tespit edilmiştir (Okur ve Seydim, 2011b). Okur ve Seydim (2011b), araştırmalarında Dolaz peynirinin duyuşal özelliklerini farklı kategorilerde değerlendirmiş ve ortalama veriler elde etmişlerdir (Şekil 2).

### 6.1.1. Majör bileşenler

Elde edilen ortalama verilerde majör bileşen olarak saptanan etanol ve asetik asit bileşenleri, laktozun parçalanması ile oluşan kısa zincirli aroma ürünleridir ve oluşumlarından doğrudan glikoliz, dolaylı yoldan serbest yağ asitlerinin katabolizması reaksiyonları sorumludur. Etanol karakteristik olarak tatlı, meyvemsi, çiçeksi aroma ile ilişkilendirilir ve mayhoş bir uyarıcı his verdiği belirtilmektedir (Yıldız, 2010, Bayrak, 2009). İnek, koyun ve keçi sütlerinden elde edilen peynirlerde ortak olarak bulunan ve anahtar aroma bileşenlerinden sayılan asetik asit ise aroma açısından keskin sirke kokusuna sahip, ekşi ve trigeminal olarak ağrıtıcı, acı bir uyarıcı olarak kaydedilmiştir (Demirci, 2012; Bayrak, 2009; Yüceer vd., 2009).

### 6.1.2. Minör bileşenler

Dolaz peyniri aroma profilinde ortalama sonuçlara göre tespit edilen minör bileşenler; asetaldehit, diasetil, 1-bütanol ve aseton aroma bileşenleridir. 1-bütanol, metil ketonların indirgenmesi, laktoz metabolizması ve amino asit metabolizması gibi yollar ile oluşan birincil alkollerden birisi olup, Demirci (2012) inek, koyun ve keçi peynirlerinin aroma profili üzerine yürüttüğü bir çalışmada tüm örneklerde baskın bileşen olarak tespit etmiştir. Asetaldehit genel olarak amino asit transasmiyonunun ardından metabolit

dekarboksilasyonu ile oluşmakta ve yeşil elma aromasının algılanmasına neden olmaktadır. Ketonlar arasında bulunan diasetil ise laktik asit bakterileri tarafından sitrat metabolizması yoluyla ya da serbest yağ asitlerinin oksidasyonu ile oluşan tereyağı aromasına sahip bir aroma bileşenidir (Kesenkaş ve Akbulut, 2006; Demirci, 2012)

### 7. Sonuç

Kültürel mirasımız Dolaz (tort) peyniri çok bilinmeyen geleneksel peynirlerden biridir. Ana bileşeni PAS olan bu peynir, süt sektöründe 'atık' olarak görülen çıktılarının sektöre kazandırılması açısından önemli ve biyolojik değeri yüksek bir peynirdir. Peynir altı suyunun işlenerek katma değerli ürün haline getirildiği Dolaz peyniri, esansiyel amino asitlerin tamamını yüksek konsantrasyonlarda içermekte ve fonksiyonelliği ile ön plana çıkmaktadır.

Başlıca laktik asit fermantasyonu sayesinde aroma oluşumu gerçekleşen peynir, yüzlerce aroma bileşeni barındırmaktadır. Bu bileşenlerin bir kısmı doğrudan, bir kısmı ise dolaylı yoldan aromayı etkilemektedir. Ayrıca, peynir üretimi esnasında gerçekleşen maillard reaksiyonunda, istenen düşük düzeylerde meydana gelen aldehit ve aldehit türevlerinin de Dolaz peynirine karakteristik bir aroma kattığı ifade edilebilir.

Yarım yağlı sınıfında bulunan Dolaz peynirinin aroma profili incelendiğinde, tadında mayhoşluk aromasının baskın gelmesinin sebebi, ağırlıklı olarak etanol içermesinden kaynaklanmaktadır. Peynirde kokunun yoğun hissedilmesi de diğer ağırlıklı aroma bileşeni olan asetik asitin keskin bir kokuya sahip olması ile ilişkilendirilmektedir. Yürütülen çalışmalar, Dolaz peynirinin aroma profilinde düşük konsantrasyonlarda tespit edilen aldehit ve aldehit türevlerinin üretim esnasında gerçekleşen maillard reaksiyonu ile oluştuğunu bildirmektedir.

### 8. Kaynaklar

Akyüz N. ve Yamankaradeniz, R. (2010). Bazı yabancı peynirlerin aroma oluşumunda etkili olan mikroorganizmalar, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12: 2-3

Anonim (2015). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (Tebliğ No: 2015/6). Resmi Gazete Sayısı: 29261

Anonymous (2002). World heritage encyclopedia, WHEBN0040056899/articles/eng/Dolaz\_cheese

Ardö Y. (2006). Flavour formation by amino acid catabolism. *Biotechnol Adv.* Mar-Apr;24(2):238-42.

Bakırcı, İ. ve Kavaz, A. (2006). Peyniraltı suyu değerlendirme olanakları. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Mayıs, Bolu

Batu, A. (2017). Moleküler gastronomi bakış açısıyla gıdaların tat ve aroma algıları. *Aydın Gastronomy*, 1: 25-36

Bayrak, A. (2000). Aroma, aromatize etme ve gıda. *Standard Dergisi*, 466: 78-87

Bayrak, A. (2009). Gıda aromaları. Uğurer Tarım Kitapları. S.28-36, Kayseri

Bertrand, E., Boustany, E.P., Faulds, C. and Berdague J.L. (2018). The maillard reaction in food: An Introduction, Reference Module in Food Science.

Bilal, T. ve Altınar, A. (2017). Peynir altı suyunun insan ve hayvanlarda metabolizma üzerindeki etkileri. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 6 (1):29-42.

- Boekel, M.A.J.S. (2006). Formation of flavour compounds in the Maillard reaction. *Biotechnology Advances*, 24 (2):230-233
- Cantürk, S. and Kunter, B. (2019). Aroma compounds of grapes. Current research and assesments for agricultural sciences. Ivpe, S.19-29, Cetinje-Montenegro
- Çakmakçı, S. (2008). Peynirde olgunlaşma. Türkiye 10. Gıda Kongresi; Mayıs, Erzurum
- Demirci, F.S. (2012). Beyaz peynirde aroma profilinin karakterizasyonu. Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Ankara Üniversitesi, Ankara
- Erdoğan, A. ve Baran, A. (2012). Peynirdeki proteolitik ajanların proteolize etkisi. *Gıda* 37 (2): 119-126
- Erdoğan, A., Baran, A. ve Atasever, M. (2012). Peynirde mikrobiyel lipolizin oluşumu ve lezzet gelişimine katkısı. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.* 7(3):211-219
- Güneşer, O., Yüceer, Y. (2010). Gıdalarda aroma maddelerinin belirlenmesinde gaz kromatografisi-olfaktometri (GCO) tekniklerinin kullanılması. *Gıda*, 35 (5), 371-378
- Hassan, F. and El- Gawad M.A.M.A. (2012). Flavour compounds in cheese (review). *International Journal of Academic Research*, 4: 169-181
- Karabıyıklı, Ş. ve Erdoğan, S. (2019). Peynir üretiminde mikroorganizmaların rolü ve önemli mikroorganizma grupları. *Journal of New Results in Engineering and Natural Science Dergisi*, 1:35-45
- Karaca, O.B. (2016). Geleneksel peynirlerimizin gastronomi turizmindeki önemi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 4(2): 17-39
- Kesenkaş, H. ve Akbulut, N. (2006). Destek kültür olarak kullanılan bazı mayaların beyaz peynir aroması üzerine etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 43(2): 73-84
- Köse, Ş. ve Ocak, E. (2014). Yoğurtta lezzet bileşenlerinin oluşumu ve bu oluşum üzerine etki eden faktörler. *Akademik Gıda* 12(2): 101-107
- Le Quééré, J.L. (2011). Cheese Flavor. *Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)*, 1: 675–684
- Newton, A., E., Fairbanks, A.J., Golding, M., Andrewes, P. and Gerrard, J.A. (2012). The role of the Maillard reaction in the formation of flavour compounds in dairy products – not only a deleterious reaction but also a rich source of flavour compounds. *Food and Function*, 12:1231-1241
- Okur Ö.D. (2010). Geleneksel dolaz peyniri ürün karakteristiklerinin belirlenmesi ve üretim standardizasyonu. Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta
- Okur, Ö.D. ve Seydim, Z.G. (2011a). Geleneksel Dolaz peynirinde bazı karakteristik özelliklerin belirlenmesi, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 48 (2): 113-117
- Okur, Ö.D. ve Seydim, Z.G. (2011b). Geleneksel Dolaz peynirinin üretim yönteminin, mikrobiyal ve uçucu aroma bileşen içerikleriyle duysal özelliklerinin belirlenmesi. *GIDA* 36 (2): 83-88
- Şimşek, B. ve Sağdıç, O. (2006). Isparta ve yöresinde üretilen Dolaz (Tort) peynirinin bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10-3: 346-351
- Talavera-Bianchi M., Chambers E., Chambers D.H. (2010). Describing flavor using fewer and simpler “HITS” (High Identity Traits) Profiling: An Example With Cheese. *Journal of Sensory Studies, (J Sens Stud)*, 25 (4): 481-493
- Tuncel, N.B., Güneşer, O., Engin, B., Yaşar, K., Zorba, N.N. ve Yüceer, Y.K. (2008). Ezine peyniri II. olgunlaşma süresince proteoliz düzeyi. *Gıda* 3: 2-6
- Yaşar, K. (2007). Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının ve olgunlaşma süresinin kaşar peynirinin özellikleri üzerine etkisi. Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana
- Yerli, Y., Şen, A. ve Özbay, M. (2018). Dolaz Peyniri üzerine nitel bir araştırma: Yalvaç örneği. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi* 2: 630-636
- Yıldız, O., Şahin, H., Kara, M., Aliyazıcıoğlu, R., Tarhan, Ö. ve Kolaylı, S. (2010). Maillard reaksiyonları ve reaksiyon ürünlerinin gıdalardaki önemi. *Akademik Gıda* 8(6): 44-51
- Yıldız, Ö. (2010). Peynirde aroma oluşumuna biyokimyasal bakış, Ege Üniversitesi, [https://sutdunyasicom/peynirde-aroma-olusumu-biyokimyasal-bakis/\(18.12.2010\)](https://sutdunyasicom/peynirde-aroma-olusumu-biyokimyasal-bakis/(18.12.2010))
- Yılmaz, İ., Akay, E. ve Er, A. (2021). Nörogastrofomi. *Aydın Gastronomy*, 2021, 5 (2): 143 – 156
- Yüceer, Y.K., İşleten, M. ve Mendes, M. (2009). Ezine Peyniri I. Aroma Karakterizasyonu, *Gıda*, 34 (6): 373-380



## Özgün Araştırma/Original Article

### Farklı Sirke Türleri ile Yapılan Hıyar Turşularının Bazı Kalite Parametrelerinin İncelenmesi

#### Investigation of Some Quality Parameters in Cucumber Pickles Prepared by Different Types of Vinegars

Ayşegül Diker<sup>1</sup>, Ebru Akar<sup>2</sup>, Rümeyza Akgün<sup>3</sup>, Özgür Tarhan<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Gıda Müh., Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, UŞAK, TÜRKİYE  
ORCID ID:0000-0001-6394-0727

<sup>2</sup> Gıda Müh., Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, UŞAK, TÜRKİYE  
ORCID ID:0000-0003-2143-0774

<sup>3</sup> Gıda Müh., Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, UŞAK, TÜRKİYE  
ORCID ID:0000-0002-5802-3809

<sup>4</sup> Dr.Öğr., Üyesi, Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, UŞAK, TÜRKİYE  
ORCID ID:0000-0001-7084-6253

\*:Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: ozgur.tarhan@usak.edu.tr

Geliş Tarihi:24.04.2021

Kabul Tarihi:26.07.2021

## Özet

**Amaç:** Bu çalışmada farklı sirke türlerinin fermantasyon sırasında hıyar turşusunun bir takım özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

**Materyal ve yöntem:** Kullanılan sirke türleri pirinç, nar, dut ve üzüm olup, sirkelerin özelliklerini belirlemek için asitlik, kuru madde ve kül tayini yapılmıştır. Sonrasında, belirli oranlarda (%45, v/v sirke, %45, v/v su ve %10, w/v tuz) oluşturulan salamura sıvıları kullanılarak hazırlanan hıyar turşularında 21 günlük fermantasyon sürecinde 1., 7., 14. ve 21. günlerde olmak üzere asitlik, tuz, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyu analizler yapılmıştır.

**Bulgular ve sonuç:** Elde edilen bulgular sirkelerin ve salamuraların pH, titrasyon asitliği, kuru madde, kül, gibi değerlerinin literatür ve TSE standartları ile uyumlu olduğunu göstermiştir. Fermantasyonun ilk haftasında tüm turşularda ölçüm yapılan parametrelerin hepsinde önemli değişiklik meydana geldiği tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede, kullanılan sirke çeşidinin hıyar turşularında tercih edilirliliği bir miktar etkilediği, nar ve pirinç sirkesi ile hazırlanan turşuların daha fazla beğeni aldığı belirlenmiştir. Farklı meyve sirkelerinin turşu yapımında başarı ile kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Sirke, Hıyar, Turşu, Salamura, Asitlik, Tekstür

## Abstract:

**Objective:** In this study, the effect of vinegar type on some properties of pickled cucumber during fermentation was investigated.

**Materials and methods:** The types of vinegars used are rice, pomegranate, mulberry and grape, and the properties of these vinegars were determined through acidity, dry matter and ash analyses. Afterwards, acidity, salt, microbiological, textural and sensory analyzes were made on brines and pickles prepared using the brines in definite proportions (45%, v/v vinegar, 45%, v/v water and 10%, w/v salt) on 1st, 7th, 14th, and 21th days during the 21-day fermentation process.

**Result and conclusion:** The findings obtained showed that the pH, titratable acidity, dry matter, ash contents of the vinegars and brines were compatible with the literature and TSE standards. In the first week of fermentation, it was determined that all the parameters measured in all pickles had serious changes. In the sensory evaluation, it was determined that the type of vinegar used affected the preference of cucumber pickles to a certain extent, and pickles prepared with pomegranate and rice vinegar received more appreciation. It was concluded that different fruit vinegars can be used successfully in pickling.

**Keywords:** Vinegar, Cucumber, Pickle, Brine, Acidity, Texture



## 1. Giriş

Tarih boyunca insanların gıdalarını muhafaza etmek ve bozulmalarını geciktirmek amacıyla uyguladıkları en eski yöntemlerden biri turşu yapımıdır. Turşu kelimesi Farsça bir kelime olan ve ekşi anlamına gelen "torsh" kelimesinden gelmektedir (Kazancı, 2008). Geleneksel ve endüstriyel olarak üretimi bulunan turşu, Türk yemek kültüründe önemli ve özel yere sahip olup garnitür olarak tüketilebilir bir fermente gıda ürünüdür. Sebze ve meyvelerin belirli miktarda tuz içeren salamura sıvısı içerisinde laktik asit bakterilerince fermente edilmesiyle dayanıklı hale gelmiş ürün olarak tanımlanabilir (Uyulaşer ve Erdem, 2004). Turşu yapımında en fazla kullanılan sebzelerin başında hıyar gelmektedir. TS 11112'ye göre Hıyar turşusu, *Cucumis sativus* L., türüne giren hıyar tiplerinin bütün olarak, sade salamura veya asetik asitli salamura içerisinde, gerektiğinde çeşni maddeleri de ilave edilerek laktik asit fermantasyonunda bekletilmesi ile elde edilen mamul olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2015a; Kazancı, 2008).

Hıyar (*Cucumis sativus* L.), *Cucurbitaceae* familyasında *Cucumis* cinsine bağlı Hindistan orijinli ve muhtemelen 2000 yıldır Doğu İran ve Çin'de evcilleştirildiğine inanılan, silindirik meyveler taşıyan sürünen asma yapılı bir bitki olup, 5000 yıldır var olduğu bilinmektedir. Birkaç hıyar çeşidi vardır, ancak yenilebilir hıyar çeşidi dilimleme ve dekapaj olarak gruplandırılmıştır (Uthpala vd., 2019; Minh, 2019). Taze formda tüketilmesine rağmen, fermente ürün olarak da dünya çapında büyük bir popülerliğe sahiptir. Hıyar meyvesinin yüzde doksandan fazlası sudur (Uthpala vd., 2019). Geleneksel yani doğal turşu üretiminde hıyar; belli oranda tuzlu salamura içerisinde kendi mikroflorası da dahil olarak fermente olur. Fermantasyon gerçekleşmesi için ortama laktik asit bakterilerinin (*Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus cerevisiae* ve *Lactobacillus plantarum*) hakim olması istenir (Saraçoğlu, 2013).

Geleneksel yöntemle yapılan turşularda salamura sıvısında; hammadde olarak genellikle belli oranlarda su, tuz ve sirke kullanılmaktadır. Karbonhidrat içeren farklı gıda maddelerinden, maya ve asetik asit bakterileri ile üretilen bir ürün olan sirke, turşu yapımında önemli yere sahiptir. FAO/WHO gıda standartlarında sirke tanımı, "iki fermantasyon aşaması ile yani etil alkol ve asetik asit fermantasyonu ile şeker ve/veya nişasta içeriği bulunan tarımsal hammaddelerden üretilen, insan tüketimine uygun olan bir sıvıdır", şeklindedir (Bayram vd., 2018). Sirke yapımında söz konusu olan birinci aşama alkol fermantasyonu, ikinci aşama ise asetik asit fermantasyonu olarak adlandırılmaktadır. Bu aşamalarda, yüzey kültür fermantasyon (geleneksel/yavaş) yöntemi, çabuk usul (jeneratör)

yöntemi ve derin kültür (submers/asetatör) yöntemi gibi yöntemler kullanılmaktadır (Gülcü, 2012; Budak, 2010). Turşuda kullanılan hammaddelerin özellikleri ve kalitesi, üretilen turşuların kimyasal, tekstürel ve duyuşal kalitesinde önemli rol almaktadır. Sirkenin hammaddesi, sirke bileşimini doğrudan etkilediği için kaliteyi belirleyen parametrelerden en önemlisidir. Bu nedenle, hammadde seçiminde, sirke üretimine uygun olan ürün/ürünler tercih edilmelidir. Sirke kalitesini etkileyen diğer önemli parametreler sıcaklık, alkol, hava (oksijen varlığı) ve kullanılan mikroorganizma çeşidi olup, bunlar sirkeleşmeyi etkileyen faktörlerdendir. Kaliteli sirke elde etmek için uygun parametrelerle ve kaliteli hammadde ile sirke üretimi yapılmalıdır.

Fermantasyon sürecinde önemli rol alan ve turşu kalitesini etkileyen önemli hammaddelerden birisi de tuzdur. Tuz fermantasyonu hızlandırmak için doğal olarak oluşan mikroorganizmalar üzerindeki seçici etkisini arttırarak depolama süresini uzatmaya yardımcı olur (Etchells vd., 1968). Tuz konsantrasyonu çok yüksek olan turşularda laktik asit bakterilerinin gelişimi durma düzeyinde olduğu için fermantasyon gerçekleşmeyebilir. Tam tersi bir şekilde ise yani çok düşük tuz konsantrasyonu olan turşularda ise bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişimi gözlenmekte ve sonucunda turşularda yumuşamaya sebep olabilmektedir (Saraçoğlu, 2013).

Dünyada sirke yapımında kullanılan hammaddeler; şarap, üzüm ve meyve-sebzelerin posaları, malt, şeker şurupları ve benzerleridir. Türk Standartları Enstitüsü (TSE)' ne göre sirke çeşitleri üzüm sirkesi, meyve sirkesi, alkol sirkesi, çeşnili sirkeler, diğer sirkeler ve balsam sirkesi olarak tanımlanmıştır. Sirke ile turşu yapımında genellikle kullanılan sirke çeşidi; elma veya üzüm sirkesidir. Son yıllarda ise kendine has özellikleri olan meyve ve sebze sirkeleri dünyanın birçok yerinde üretilmeye ve turşu yapımı dahil çeşitli amaçlarla tüketilmeye başlanmıştır. Örneğin pirincin bol olduğu Çin ve Japonya'da pirinç sirkesi, Türkiye' de çok bulunan dut ya da karadut meyvesinden yapılan dut sirkesi bu anlamda kullanılmaktadır (Şengün ve Kılıç, 2019). Sunulan bu çalışmada, üzüm, dut, nar ve pirinç gibi farklı sirke türleri kullanılarak hıyar turşusu yapılması ve elde edilen turşuların fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Çalışmada materyal olarak Yedier Doğal Ürünler (Niğde, Türkiye) firmasının katkısız olarak ürettiği şişelenerek satışa sunulan üzüm, nar, dut, pirinç sirkeleri kullanılmıştır. Turşu üretimi için kullanılacak olan hıyarlar mevsiminde Uşak Halk Pazarı'ndan temin edilmiştir. Ayrıca, yerel

marketlerden alınan salamura tuzu ve içme suyu kullanılmıştır. İlk olarak, turşu yapımında kullanılacak 4 çeşit sirkenin özelliklerini belirlemek üzere fizikokimyasal analizleri (kurumadde, kül, pH ve titrasyon asitliği) yapılmıştır. Fermantasyona bırakılan hıyar turşularında, analizler öngörülen tarihlerde yapıp elde edilen sonuçlar literatürden taranan bilgilerle ve TS 1880 EN 13188 sirke standardında belirtilen değerlerle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir (Anonim, 2003). Salamuralarda, asitlik, pH, mikrobiyolojik testler; hıyarlarda ise tekstürel ve duyuşsal analizler yapılmıştır. İlâveten 1. ve 21. günde kuru madde ve tuz analizi yapılmıştır. Tüm analizler iki tekrarlı yapılmış ve ortalama değerler dikkate alınmıştır.

### 2.1. Turşuların hazırlanması

Turşu üretimi dört farklı sirke türüyle ve geleneksel yöntemle gerçekleştirilmiştir. Hıyarlar ayıklanıp, temizlenmiş ve %45 (v/v) içme suyu, %45 (v/v) sirke ve %10 (w/v) tuz içeren salamura sıvısı hazırlanmıştır. Kavanozun dibine fermantasyonun hızlı şekillenmesi için ortalama beşer adet nohut, aroma için sarımsak ve hıyar turşularının doku yumuşamasını önlemek için iz miktarda limon tuzu ilavesi yapılmıştır. Son olarak aynı boyutlardaki hıyarlar kavanozlara yerleştirilip üzerine hazırlanan salamura sıvıları ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 21 gün fermantasyona bırakılmıştır. Salamurada 1., 7., 14. ve 21. günlerde belirtilen analizler yapılmıştır.

### 2.2. Fizikokimyasal analizler

#### 2.2.1. Kuru madde analizi

Dört farklı sirke türünün her birinden sabit tartıma getirilmiş kapların içerisine 10 gram alınmış ve 105 °C'de etüvde örnekler sabit tartıma gelene kadar kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Aynı işlem belirlenen günlerde salamura örnekleri için de yapılmış, örneklerden nemin tamamen uzaklaştırılmasının ardından kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

% Kuru Madde = ((Son tartım) – (İlk tartım) / (Örnek miktarı)) \* 100

#### 2.2.2. Kül tayini

Kül fırını 550 °C'ye ayarlandıktan sonra, yakma işlemi için kullanılacak olan krozelere içerisine yerleştirilmiş, 550 °C'ye geldiğinde krozelere alınıp önce desikatörde bekletilmiş ve sonra tartımları alınmıştır. İçerisine konulan 25 ml sirke örnekleri ön ısıtma ile suyun uzaklaştırılmasından sonra 550 °C'de 6 saat yakılmıştır. Sonrasında desikatörde bekletilip son tartım değerleri alınmış ve kül miktarı hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

% Kül Tayini = ((Son tartım) – (İlk tartım) / (Örnek miktarı)) \* 100

#### 2.2.3. Asitlik tayini

Asitlik tayini hem pH ölçümü hem de titrasyon asitliği analizleri ile yapılmıştır. Sirke ve salamura örneklerinde pH ölçümü kalibre edilmiş pH metre probunun örnek içerisine daldırılması ile yapılmıştır. Titrasyon asitliği analizinde, 10 ml örnek sirke için 25 ml saf su, salamurada ise 100 ml saf su ile seyreltilerek her ikisine de indikatör olarak 2-3 damla fenolftalein eklenmiştir. Sirke için 1N NaOH, salamura için 0,1N NaOH ile örnek pembe renk elde edene kadar titre edilmiştir. Sirkede titrasyon asitliği, harcanan 1N NaOH'in miktarı (ml) 0,6 faktörü ile çarpılarak örnekteki asetik asit miktarı g/100ml olacak şekilde hesaplanmıştır. Salamurada ise titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden, harcanan NaOH miktarını 0,0576 faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

#### 2.2.4. Tuz analizi

Salamura örneklerinde fermantasyonun yedinci ve yirmibirinci günlerinde tuz tayini yapılmıştır. Bunun için, 10 ml salamura örneği 100 ml saf su ile seyreltilmiş ve seyreltilen salamuradan 10 ml alınarak bir erlen içerisine aktarılmıştır. Daha sonra üzerine %5'lik K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> çözeltisi damlatılıp 0,1 N'lik AgNO<sub>3</sub> çözeltisi ile titre edilmiştir. Titrasyon, kiremit kırmızısı renk görüldüğünde sonlandırılmış, harcanan AgNO<sub>3</sub> miktarından % tuz oranı hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

% Tuz = ((V\*N\*0.0585\*Seyreltme Faktörü) / (Örnek miktarı)) \* 100

V: titrasyonda harcanan AgNO<sub>3</sub> hacmi (ml)

N: AgNO<sub>3</sub> çözeltisinin normalitesi

#### 2.2.5. Mikrobiyolojik analizler

##### 2.2.5.1. Spektrofotometrik ölçüm

Salamura içerisinde bulunan biyokütle artışını izlemek üzere UV-Spektrofotometrede 215 ve 263 nm dalga boylarında absorbans ölçümleri alınmış ve değerler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

##### 2.2.5.2. Toplam canlı, maya & küf ve laktik asit bakteri sayımları

Salamura örneklerinde toplam canlı miktarını öğrenmek amacıyla PCA agar (Plate Count Agar) üzerine dökme plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Salamuralar peptonlu su ile seyreltilerek 1., 7., 14. ve 21. günlerde sırasıyla -2, -3, -3 ve -4. dilüsyonlardan ekim yapılmıştır. Tüm plakalar 28-30 °C' de 48 saat inkübasyona bırakılmış ve süre sonunda toplam canlı sayımı yapılmıştır (Cemeroğlu, 2013).

Birinci gün ve 21. gün salamuralarında maya-küf sayımı yapmak amacı ile PDA (Patato Dekstroz Agar) besiyeri üzerine yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Mayalar için 28-30°C'de 72 saat

süreyle, küfler için ise 28-30 °C'de 5 gün inkübasyona bırakılmış, süre sonunda maya ve küf kolonilerinin sayımı yapılmıştır (Cemeroğlu, 2013).

Salamura içerisinde laktik asit bakteri miktarını belirlemek için MRS agar (*Lactobacillus* Agar acc.to De Man, Rogosa and Sharpe) kullanılarak dökme plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Salamura sıvılarından ekim için kullanılacak dilüsyon oranları 1. günde -2, 7. ve 14. günlerde -3 ve 21. günde ise -4 olarak ayarlanmıştır. Hazırlanan tüm plakalar 30 °C'de 48 saat inkübe edilmiş, inkübasyon sonucu gelişen koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/ml olarak verilmiştir (Cemeroğlu, 2013).

### 2.2.6. Tekstürel analizler

Farklı sirke türleriyle hazırlanan turşuların 1. gün çiğ hıyarlar olmak üzere 7., 14. ve 21. günlerde ise salamura içinden hıyar örnekleri alınarak Brookfield CT3 (AMETEK, ABD) tekstür cihazında sertlik değerleri ölçülmüştür. TA9 delici uç probu kullanılarak, her salamura içerisinden alınan iki örneğin üç noktasına cihaz tarafından kuvvet uygulanmış ve alınan yanıtlar kaydedilmiştir. Farklı sirkelerle gelişen fermantasyon süresince hıyar turşularında yumuşama olup olmadığı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

### 2.2.7. Duyusal analiz

Dört farklı sirke çeşidi ile kurulan hıyar turşularının renk, doku, lezzet ve tüm izlenimleri açısından

değerlendirmeleri eğitimsiz gönüllü panelistlerin katılımıyla literatürde örneği olan bir test formu kullanılarak yapılmıştır (Ova, 2002). Panelistlerin kullanılan sirke türlerinden etkilenmelerini önlemek amacıyla turşu örnekleri rastgele numaralar verilerek panelistlere sunulmuştur. Değerlendirme 1 – 5 puan aralığında yapılmıştır. Buna göre '1: beğenmedim', '2: az beğendim', '3: orta seviyede beğendim', '4: beğendim' ve '5: çok beğendim' olarak tanımlanmıştır. Renk için ise '1: beğenmedim', '2: orta seviyede beğendim', '3: beğendim' olarak tanımlanmıştır.

## 3. Bulgular ve tartışma

### 3.1. Sirkelerin fizikokimyasal özellikleri

Turşu yapımında kullanılacak pirinç, dut, üzüm ve nar sirkelerinin standartlara uygunluklarını belirlemek amacıyla yapılan analizlerin bulguları Çizelge 1'de verilmiştir. En düşük pH değerleri 2,92 olarak dut sirkesinde, en yüksek ise 3,26 olarak pirinç sirkesinde ölçülmüştür ve literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür. Şengün ve Kılıç (2017), dut sirkesi üzerine yapmış oldukları çalışma sonucunda pH değerinin ev yapımı dut sirkesi için 2,87 iken, ticari olarak üretilende ise 3,30 olduğunu tespit etmişlerdir. Bayram vd. (2018), pirinç sirkesinin pH değerini 3,28, üzüm sirkelerinin pH değer aralığını ise 2,78 ile 3,38 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 1.** Sirkelerin fizikokimyasal analizlerine ait bulgular

Analizler Sirke	pH	Asitlik (g/100ml)	Kül (%)	Kuru Madde (%)
Nar	3,09	4,20	0,12 ± 0,05	0,84 ± 0,07
Dut	2,92	3,36	0,10 ± 0,02	0,94 ± 0,21
Pirinç	3,26	4,20	0,24 ± 0,00	1,29 ± 0,07
Üzüm	2,97	4,30	0,14 ± 0,14	0,74 ± 0,14

Nar, dut, pirinç ve üzüm sirkelerinde yapılan titrasyon asitliği analizine göre % asitlik değerleri 3,36 ile 4,30 arasında değişkenlik göstermiştir. TS 1880 EN 13188/T1 sirke standardına göre ülkemizde üretilen sirkelerin toplam asit içeriğinin (suda serbest asetik asit cinsinden) 40g/L den (4g/100ml) az olmaması gerektiği belirtilmektedir (Anonim, 2004). Bu çalışmada, turşu üretiminde kullanılacak olan sirke türlerinden dut sirkesi dışında kalanların asitlik değerlerinin belirtilen standart değer ile uyumlu olduğu görülmüştür. Budak (2015) tarafından yapılan bir çalışmada dut sirkesinin toplam asetik asit değeri %5,72 olarak tespit edilmiştir. Bayram vd. (2018), pirinç sirkesinin asitliğini 44,89 g/L olarak, üzüm sirkelerinin ise 39,34 g/L ve 30,76 g/L arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Kullanılan sirkelerin kuru madde miktarlarının %0,74 ile %1,29 arasında değiştiği tespit edilmiştir. 2003 yılı sirke standardında (TS 1880 EN 13188) kuru madde ile ilgili herhangi bir sınır değer belirtilmemiştir (Anonim, 2003). Budak (2015) dut sirkesinin kuru madde miktarını % 2,90 olarak rapor ederken, Bayram vd. (2018) pirinç sirkesinde %2,10, üzüm sirkesinde ise %1,77 ile %2,32 değerler arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Pirinç, dut, nar ve üzüm sirkelerinde tespit edilen % kül miktarı 0,1 ile 0,239 arasında değişkenlik göstermiştir. 2003 yılı sirke standardında (TS 1880 EN 13188) sirkelerin kül içerikleri ile herhangi bir sınır belirtilmemiştir. Bayram vd. (2018) pirinç sirkesinin % kül miktarını 2,33, üzüm sirkesinin ise 1,96 ile 3,74 arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

### 3.2.Salamuraların fizikokimyasal özellikleri

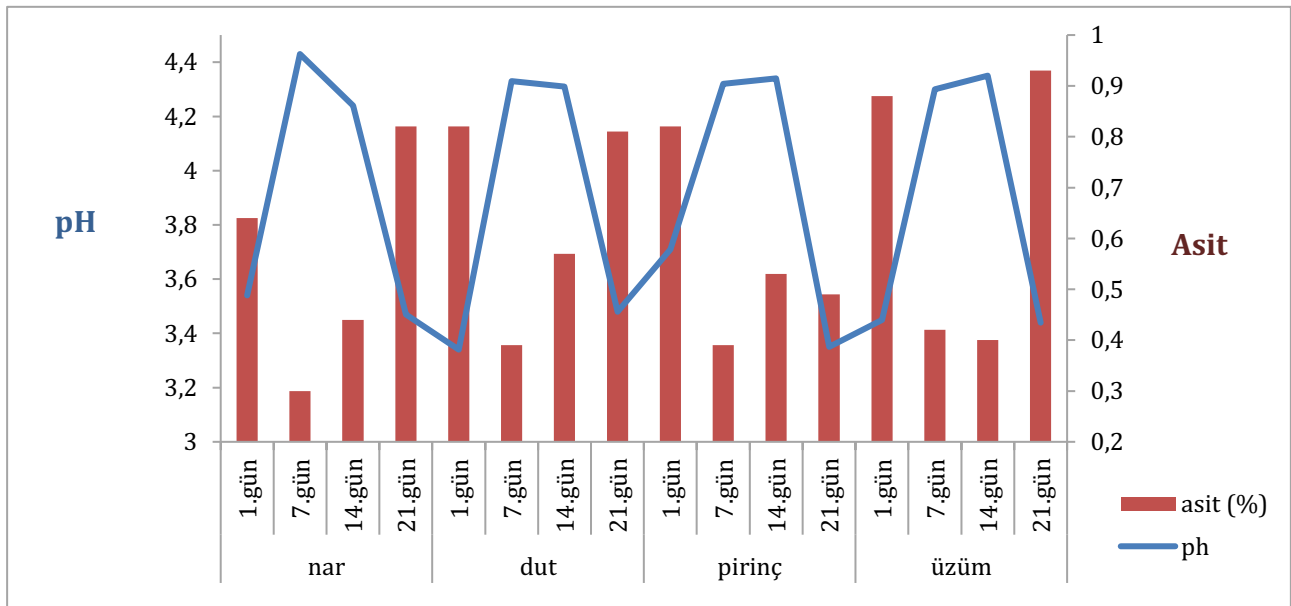
Pirinç, dut, üzüm ve nar sirkeleri kullanılarak hazırlanan turşularda 21 günlük (4 hafta) fermentasyon süresi boyunca birer hafta aralıklarla yapılan pH ve titrasyon asitliği ölçüm değerleri Çizelge 2 ve daha iyi değerlendirme yapabilmek adına Şekil 1'de verilmiştir. Salamura örneklerinde

ölçülen pH değerlerinin 1. günde 3,34 ile 3,71 arasında, 7. günde 4,30 ile 4,43 arasında, 14. günde 4,24 ile 4,35 arasında, 21. günde ise 3,35 ile 3,48 arasında değiştiği gözlenmiştir. Tüm salamura örneklerinde pH değerlerinin 1. ile 7. gün arasında arttığı daha sonraki günlerde ise düştüğü görülmüştür.

**Çizelge 2.** Fermentasyon boyunca turşularda yapılan pH ve asit (%) ölçümleri

	Nar				Dut			
	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
pH	3,54±0,00	4,43±0,02	4,24±0,02	3,47±0,02	3,34±0,00	4,33±0,02	4,31±0,02	3,48±0,03
asit (%)	0,64±0,00	0,3±0,00	0,44±0,10	0,82±0,03	0,82±0,00	0,39±0,01	0,57±0,24	0,81±0,03
	Pirinç				Üzüm			
	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
pH	3,71±0,00	4,32±0,00	4,34±0,01	3,35±0,007	3,45±0,00	4,3±0,01	4,35±0,007	3,44±0,04
asit (%)	0,82±0,00	0,39±0,00	0,53±0,19	0,49±0,55	0,88±0,00	0,42±0,007	0,4±0,007	0,93±0,02

**Şekil 1.** Fermentasyon süresince salamuralardaki pH ve titrasyon asitliği değerleri



Bu süreç fermantasyonda rol oynayan laktik asit bakterilerinin ortama adapte olup çoğalması ve akabinde laktik asit üretiminin artmasıyla pH düşüşünün ve fermantasyonun gerçekleştiğini göstermektedir. Nar, pirinç, üzüm sirkesi ile hazırlanan turşu salamuralarının 21. gün pH değerlerinin 1. gün değerlerine göre daha düşük fakat dut sirkesi ile hazırlanan turşu örneğinde ise tam tersi olduğu görülmüştür, bu da dut sirkesi ile fermantasyonun diğer sirkelere kıyasla daha yavaş şekillenmiş olabileceğini işaret etmiştir. Uylaşer ve Erdem (2004), hıyar turşusu salamuralarının pH değerlerini 3,64/3,74 olarak bulmuşlardır. İç vd. (1999), hıyar turşusu fermantasyonu sonundaki pH değerini 3,4 olarak tespit etmişlerdir.

Üç hafta fermantasyona bırakılan hıyar turşularının fermantasyonun 1. gününde toplam asitlik değerleri %0,64-0,88 arasında iken, 7. gününde düşüş göstermiş, daha sonra tekrar artmaya başlamıştır. Fermantasyonun son gününde ise nar ve üzüm sirkeleri ile hazırlanan turşularda toplam asitlik değerlerindeki artış değerlerine göre daha fazla olmuştur. Bunun sebebi, bu sirkelerin laktik asit bakterilerinin gelişimini daha fazla desteklemeleri ve dolayısıyla asit üretimini daha fazla gerçekleştirmeleri olabileceği yönünde değerlendirilmiştir. TS 11112'e göre hıyar turşusunda toplam asitlik (laktik asit veya asetik asit cinsinden) %0,5 ile 2 arasındadır (Anonim, 2015a). Fermantasyonun sonunda ölçtüğümüz salamura asitlik değerlerimiz bu standartlara uygunluk göstermektedir. Özçelik vd. (2000) %3 ve %4 gibi düşük tuz konsantrasyonlarına sahip hıyar turşularını 20 °C'de üç ay depolama sonucunda, %3 tuz konsantrasyonuna sahip turşuların asitlik değerlerinin %0,77 ile %1,62 arasında, %4 tuz konsantrasyonuna sahip turşuların asitlik değerleri ise %0,78 ile %1,49 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Farklı pH değerlerinin depolamada hıyar turşularının asitliği üzerindeki etkisini araştırdıkları bir başka çalışmada Özçelik ve Ulu (2002), bir ve oniki günlük fermantasyonda turşu salamuralarının % titrasyon asitliğinin 0,35 ile 1,04 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Pirinç, nar, dut ve üzüm sirkeleri ile hazırlanan turşuların fermantasyon boyunca belirlenen günlerde yapılan tuz ve kuru madde analiz bulguları Çizelge 3'de verilmiştir. Fermantasyonun 1. günü %10 tuz konsantrasyonuyla hazırlanan salamuralarının tuz konsantrasyonlarının 21. günde %2,6 ile %5,25 arasında bir değişim gözlemlenmiştir. En düşük tuz

içeriğine nar sirkesi, en yüksek tuz içeriğine ise üzüm sirkesi ile hazırlanan turşuların sahip olduğu belirlenmiştir. Tuz miktarının fermantasyonun son gününde azalma göstermesinin sebebi, ozmatik basınç etkisiyle hıyarda bulunan besin maddeleri ve suda eriyebilen maddeler salamura sıvısına geçerken, ortamda bulunan tuzun da hıyarlara geçmesi olarak değerlendirilmiştir. TS 11112/T1'e göre hıyar turşularında tuz miktarının %5,5'den fazla olmaması gerektiği belirtilmiş, yapılan analiz sonuçlarına göre salamuralardaki tuz miktarı standarda uygunluk göstermiştir (Anonim 2015b). Özçelik ve İç (2000) %3-4'lük tuz oranlarına sahip turşuların 20 °C'de 3 ay ve 6 ay depolama sonucunda tuz oranı %3,16 ile %3,98 arasında aynı yüzdelik miktarda değiştiği gözlemlenmiştir. Fakat 4 °C'de depolandığında tuz oranının 3 ay sonunda %3,16-3,96 arasında, 6 ay sonunda ise %3,16-4,04 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bunun yanısıra, Uylaşer ve Erdem (2004), üç farklı formülasyonla hazırladıkları salamura bileşiminde, birinci grup turşuların tuz oranları %3,46 ile %3,60 arasında, ikinci grup turşuların tuz miktarı %4,51 ile %4,60 arasında, üçüncü gruptaki tuz oranı %2,07-%2,69 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Özçelik ve Ulu (2002) ise başlangıç tuz oranları aynı olan turşuları 12 gün boyunca fermantasyona bırakmış, başlangıç tuz miktarının salamuralardaki madde alışverişi nedeni ile ilk günlerde hızlı bir şekilde düştüğü daha sonra dengeye ulaştığı görmüşlerdir.

Fermantasyonun 1. ve 21. günlerinde salamura sıvılarından alınan örneklerdeki kuru madde miktarları birinci günde %10,12 ile %11,7 arasında değişirken, 21. günde ise %13,11 ve %14,68 arasında değişiklik göstermiştir. Hıyarlardaki ve turşu yapımında kullanılan diğer maddelerdeki (sarımsak, nohut) besin unsurlarının salamura sıvılarına geçtiği ve biyokütle artışının kuru madde de artışa neden olduğu düşünülmektedir. Bu konu ile ilgili literatür çalışmalarında ise turşularda farklı kuru madde miktarları rapor edilmiştir. Örneğin, Akbudak ve Özer (2003) yaptıkları bir çalışmada farklı turşuluk hıyar çeşitlerini kullanarak hazırladıkları turşuları farklı sıcaklıklarda depolamışlar ve kuru madde değerlerinin %3,30 ile %7,87 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Uylaşer ve Erdem (2004) ise farklı salamura formülasyonları kullanarak 20 °C'de 6 ay depoladıkları turşulardaki kuru madde miktarlarının %5,67 ile %8,82 arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

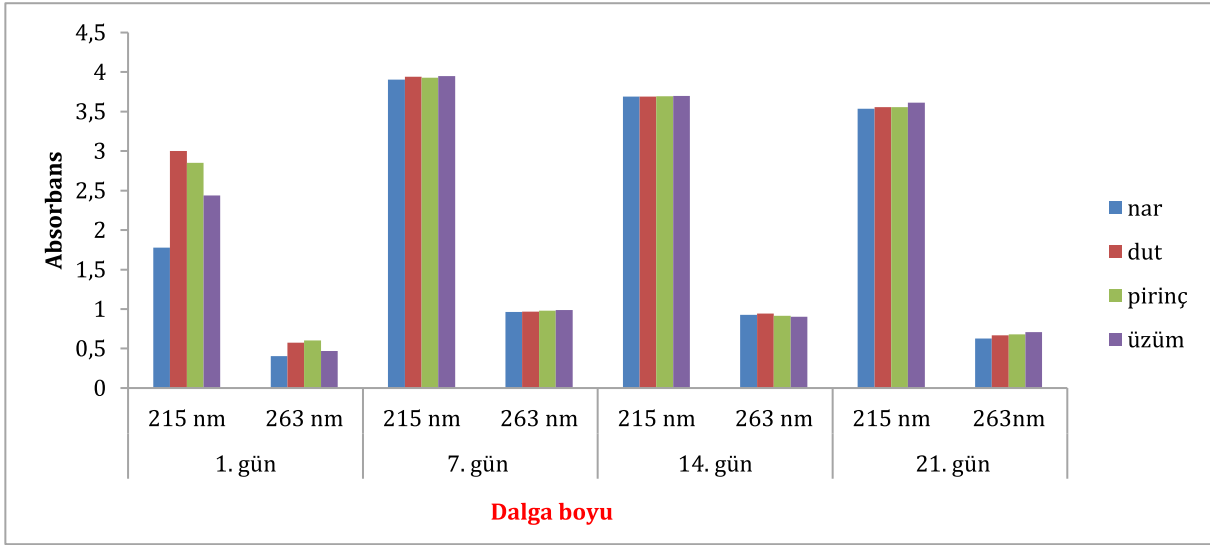
**Çizelge 3.** Fermantasyon süresince salamura örneklerindeki tuz ve kuru madde miktarları

	Nar		Dut		Pirinç		Üzüm	
	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün
<b>Tuz (%)</b>	9,94±0,0	2,6±0,42	10,53±0,0	4,1±0,0	10,53±0,0	3,8±1,55	9,5±0,0	5,25±0,35
<b>Kuru Madde (%)</b>	10,12±0,1	13,11±0,5	10,75±0,8	14,5±0,3	11,7±0,4	14,68±0,1	10,29±0,01	14,58±0,5

### 3.3.Salamuraların mikrobiyolojik özellikleri

Hıyar turşularına ait salamura örneklerinden 1., 7., 14. ve 21. günlerde mikrobiyolojik ekim için seyreltilen salamura sıvılarından (1. günde -2., 7. gün ve 14. günde -3., ve 21. günde ise -4. dilüsyonlardan) UV-spektrofotometrede 215 nm ve 263 nm dalga boylarında alınan absorbands ölçümleri şekil 2' de verilmiştir. Ölçüm için seçilen dalga boyları spektrofotometrede ilgili örneklerde tespit edilen maksimum absorbandsın gerçekleştiği dalga

boylarıdır. Üzüm, nar, dut ve pirinç sirkeleri ile hazırlanan turşularda birer hafta aralıklarla yapılan spektrofotometrik ölçümlerde alınan absorbands değerlerinde; 1. gün 215 nm' de 1,778 ve 2,999 arasında, 263 nm' de ise 0,403 ve 0,601 arasında; 7. günde 215 nm' deki ölçümler, 3,905 ve 3,947 arasında, 263 nm' de ise 0,965 ve 0,987 arasında; 14. günde 215 nm' de 3,690 ile 3,695 arasında, 263 nm' de 0,904 ile 0,944 arasında ve 21. günde 215 nm' de 3,535 ve 3,611 arasında; 263 nm' de ise 0,627 ve 0,709 arasında değiştiği gözlenmiştir.



**Şekil 2.** Seyreltilmiş salamura örneklerinin UV-spektrofotometrede belirlenen dalga boylarında ölçülen absorbands değerleri. Seyreltme oranları: -2 (1. gün), -3 (7. ve 14. gün), -4 (21. gün)

Fermentasyon boyunca birer hafta aralıklarla mikrobiyolojik ekim için seyreltilmiş salamura sıvılarından hücre yoğunluğunun fermentasyon sonuna doğru artması beklenmektedir. Aynı seyreltme oranlarının (-3) kullanıldığı 7. ve 14. günlerde absorbands değerlerinde az da olsa bir miktar azalma gözlemlenmiştir. Bunları izleyen 21. günlük örneklerde de yakın absorbands değerleri ölçülmüş fakat bu örnekler 10 kat daha seyreltik (-4) salamura sıvıları olduğundan, beklendiği gibi biyokütle yoğunluğunun arttığı yönünde değerlendirilmiştir. Bu veriler genel olarak, 1. günden 7. güne kadar salamura sıvısının içerisinde gelişen bakterilerin log fazda olduğu, 7. günden sonra durağan faza geçip asit üretmeye odaklandığı ve artan biyokütlenin absorbands değerlerini bir miktar daha artırdığı şeklinde yorumlanabilir. Bununla birlikte, 215 nm ve 263 nm değerlerinde ve farklı fermentasyon evrelerinde aldığımız ölçüm sonuçlarına göre farklı sirke türleriyle kurulan turşu salamuralarının absorbands değerlerinin hemen hemen benzer sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir.

Farklı sirke türleri ile kurulan turşularda yirmibir günlük fermentasyon süreci boyunca belirlenen günlerde mikrobiyolojik ekimler yapılarak toplam canlı ve maya-küf gelişimleri izlenmiş elde edilen

bulgular Çizelge 4'te verilmiştir. Fermentasyonun birinci gününde turşularda toplam canlı, maya-küf ve laktik asit bakteri sayımı yapılmıştır. Buna göre 1. günde dut, pirinç ve üzüm sirkeleri salamuralarında toplam canlı ve maya-küf sayımı 100 kob/ml, nar ve pirinç sirkeleri salamuralarında ise laktik asit bakteri sayımı ise  $2 \times 10^2$  kob/ml ve  $42 \times 10^2$  kob/ml olarak bulunmuştur. Sadece toplam canlı sayımı yapılan 7. ve 14. günlerde, elde edilen değerler  $1 \times 10^3$  kob/ml ile  $17 \times 10^3$  kob/ml arasında değişiklik göstermiştir. Fermentasyonun son günü olan 21. günde yapılan toplam canlı sayımı  $6 \times 10^4$  kob/ml'ye, maya-küf miktarı  $31 \times 10^4$  kob/ml'ye ulaşmıştır. Laktik asit bakteri sayısı ise  $31 \times 10^4$  kob/ml ile  $>300$  kob/ml arasında değişiklik göstermiştir. Fermentasyonu başlatmak için herhangi bir starter kültür ilavesi yapılmamış, doğal yolla gerçekleşen fermentasyon sürecinde mikroorganizma sayısında belirli seviyede seyreden bir artış gözlenmiştir. Çizelgede gösterilen ND ölçüm alınmadığını ifade etmektedir. Bu durum, ilgili dilüsyonlarda canlı koloni bulunmadığı anlamına gelmektedir. Bunun sebebi ise alınan salamura sıvısı örneklerinin yeterince homojen olmaması ve/veya uygulanan seyreltme oranının ilgili salamura sıvıları için fazla olması olarak değerlendirilebilir. Bu veriler genel anlamda

absorbans verileriyle de uyumlu olarak değerlendirilmiştir.

Özçelik ve Ulu (2002) çalışmalarında aktif starter (*L. plantarum*) ilavesiyle başlattıkları fermantasyon sürecinin 1. gününde laktik asit bakteri sayımını  $7,4 \times 10^4$  kob/mL, 12. gününde ise  $4,1 \times 10^7$  kob/mL olarak vermişlerdir. Aynı çalışmada maya sayısı ise birinci günde  $<10$  kob/ml ve on ikinci günde  $1,1 \times 10^5$  kob/ml olarak belirlenmiştir. Ayrıca, bütün örneklerdeki küf sayısının fermantasyon süresince  $<10^1$  kob/ml düzeyinde kaldığını belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada hıyar turşularında toplam canlı bakteri sayısını  $1,28 \times 10^4$  kob/mL ile  $1,63 \times 10^6$  kob/mL aralığında bulunurken (İç vd. 1999), farklı bir çalışmada 1. ve 21. gün depolama sonucunda  $1,43 \times 10^4$  ile  $1,86 \times 10^7$  kob/mL aralığında toplam canlı rapor edilmiştir (Özçelik ve İç, 2000).

Hıyar turşularındaki titrasyon asitliği değerleri fermantasyonun son gününde yükselirken pirinç sirkesi ile kurulan turşulardaki asitlik değerlerinin turşu standardında belirtilen değer sınırında olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre pirinç sirkesi ile kurulan turşudaki titrasyon asitliğinin yeteri kadar artmaması sonucunda fermantasyonun son gününde özellikle küflerin üreyebilecekleri ortamın sağlanmamış olabileceği düşünülmüştür. Bununla birlikte, genel olarak fermantasyonun onördüncü gününden itibaren özellikle laktik asit bakterilerinin ortamı domine edip asitliği fazlasıyla artırarak diğer mikroorganizmalar üzerinde baskı oluşturmuş olabilecekleri de rapor edilmiştir (Al-Azzawi ve Al-Abdullah, 2019).

**Çizelge 4.** Fermantasyon süresince toplam canlı, maya-küf ve Laktik asit bakterisi sayımları

Gün	1.Gün			7.Gün	14.Gün	21. Gün		
Ekim Sirke	Toplam canlı kob/mL	Maya- küf kob/mL	Laktik asit bak. kob/mL	Toplam canlı kob/mL	Toplam canlı kob/mL	Toplam canlı kob/mL	Maya- küf kob/mL	Laktik asit bak. kob/mL
Nar	<10	<10	$2 \times 10^2$	$1 \times 10^3$	$11 \times 10^3$	$1 \times 10^4$	$31 \times 10^4$	>300
Dut	<10	$1 \times 10^2$	<10	ND	$2 \times 10^3$	$6 \times 10^4$	$1 \times 10^4$	$31 \times 10^4$
Pirinç	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^2$	$42 \times 10^2$	$1 \times 10^3$	$17 \times 10^3$	ND	ND	>300
Üzüm	$1 \times 10^2$	<10	<10	$1 \times 10^3$	$3 \times 10^3$	ND	$1 \times 10^4$	>300

### 3.4. Tekstürel analiz

Hıyar turşularının yirmibir günlük fermantasyonları boyunca birer hafta aralıklarla yapılan tekstür analizlerinden elde edilen sertlik değerleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Nar, dut, pirinç ve üzüm sirkeleri ile hazırlanan turşu örneklerinden ilk hafta çiğ hammaddenin sertlik değeri ölçülmüştür. Fermantasyonun 7. ve 14. günlerinde salamuralar içerisinde hıyar örnekleri alınarak sertlik değerleri ölçülmüştür. Dut ve pirinç sirkesi ile hazırlanan turşuların sertlik değerlerinde fermantasyonun 7. gününde azalış, 21. gününe kadar ise artış gözlenmiştir. Üzüm sirkesi ile hazırlanan turşulardan alınan hıyar örneklerinin sertlik değerlerinde ise diğerlerinden farklı olarak 7. günde azalış, 14. günde artış ve 21. günde ise bir miktar azalış gözlenmiştir. Nar sirkesi kullanılanlarda ise sertlik değerlerinde 14. günde düşüş, 21. günde artış gerçekleşmiştir. Salamura içerisinde alınan hıyarların haftalık ölçülen sertlik değerleri dikkate alındığında, özellikle ilk hafta önemli bir düşüş olduğu yani hıyarlarda ciddi bir yumuşama meydana

geldiği, fakat sonraki haftalarda alınan ölçümler arasında çok ciddi bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir. Çünkü salamura sıvılarına başta eklenen %10 tuz oranı hıyarların tamamen yumuşamalarını engellemiş, sertliğini belirli bir seviyede korumuştur. Farklı sirkeler ile kurulan hıyar turşuları karşılaştırıldığında, nar ve üzüm sirkelerindeki sertlik değerlerinin birbirine yakın ve benzer şekilde dut ve pirinç sirkelerinde elde edilen sertlik değerlerinin birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. İlk gruptakilerin ikincilerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Gorzelany vd. (2016) fermantasyon süresi boyunca hıyar turşularındaki delinme gücünün azaldığını tespit etmişler ve bunun nedeninin hammaddenin su içeriği ile ilgili olduğunu veya hammadde boyutundan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Fermantasyonlarını tamamlamış turşuların 2 ve 4 ay depolamaları sonunda pH' sı düşük salamura içindeki turşuların sertlik kaybının daha yüksek olduğu, ancak ısıl işlem uygulanmış turşularda depolama sonundaki sertlik değerini korunduğu hatta arttığı gözlemlenmiştir (Özçelik ve Ulu, 2002).

**Çizelge 5.** Hıyar turşularının sertlik değerleri (g)

Sirke Gün	Nar	Dut	Pirinç	Üzüm
1.gün	283,33±0,00	283,33±0,00	283,33±0,00	283,33±0,00
7.gün	103,5 ±20,50	96,99 ±0,94	98,24 ± 11,19	94,08 ± 10,71
14.gün	81,16 ± 2,35	97,33 ±12,72	103,66 ± 8,03	115,66 ± 1,54
21.gün	85,4 ± 10,46	110,4 ± 2,68	114,25 ± 21,56	88,65 ± 8,98

**3.5.Duyusal analiz**

Yirmibir gün süren fermantasyon sonunda hazırlanan hıyar turşularının duyuşsal analizleri 7 deneyimsiz panelistin katılımıyla yapılmıştır. Her bir özelliğe uygun puanlama sistemi kullanılarak renk, doku, lezzet ve tüm izlenim verileri Çizelge 6'da verilmiştir. Farklı sirke türleriyle hazırlanan turşularda renk olarak en çok nar sirkesi ve ardından pirinç sirkesi ile hazırlanan turşular beğenilmiştir. Doku özelliği bakımından pirinç ve nar sirkesi ile hazırlanan

turşular diğerlerinden daha yüksek beğeni almıştır. Nar sirkesi ile hazırlanan turşular lezzet özelliğine göre en beğenilen, dut sirkesi ile kurulan turşular ise en beğenilmeyen olmuştur. Tüm izlenim olarak pirinç, üzüm ve nar sirkesi ile kurulan turşular için elde edilen duyuşsal değerlendirme verileri birbiri ile benzerlik gösterirken dut sirkesi ile kurulan turşular ise daha düşük değerlendirme puanı almıştır. Dut sirkesi ile hazırlanan turşu ise genel beğenide en düşük puana sahip olmuştur.

**Çizelge 6.** Farklı sirke türleri ile kurulan turşuların duyuşsal değerlendirme verileri

Örnek	Renk (1-3)	Tekstür (1-5)	Lezzet(1-5)	Tüm İzlenim (1-5)
<b>Pirinç</b>	2,55± 0,60	4,00±0,70	4,10±0,90	3,70±0,70
<b>Dut</b>	1,75±0,07	3,05±0,07	2,45±0,07	2,30±0,10
<b>Üzüm</b>	2,25±0,20	3,40±0,40	3,55±0,20	3,40±0,00
<b>Nar</b>	2,60±0,10	4,00±0,00	4,25±0,20	3,80±0,00

**4.Sonuç**

Son yıllarda tüketicilerin beğenisine sürekli yeni lezzetler sunulmaya başlanmıştır. Bu yüzden çalışmamızda herkesin severek tükettiği fermente gıdalardan biri olan turşunun farklı sirke türleri ile üretimi gerçekleştirilerek hem yeni lezzetlerin keşfedilmesi hem de farklı sirke türleri ile hazırlanan turşuların bir takım özelliklerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi hedeflenmiştir.

Bulgularımıza göre üzüm, pirinç ve nar sirkesi ile hazırlanan turşuların fermantasyonunun birçok yönden başarılı şekilde gerçekleştiği görülmüştür. Sirke türü önemli olmaksızın, fermantasyon sürecinin ilk haftasının oldukça önemli olduğu,

asitlik ve biyokütle artışı ile ciddi tekstürel değişimin özellikle ilk 7 gün içinde gerçekleştiği ve fermantasyonun bu süreçte şekillendiği tespit edilmiştir. Üzüm ve nar sirkesiyle hazırlanan turşuların dut ve pirinç sirkesi ile hazırlananlara göre daha yumuşak olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, doku ve lezzet değerlendirmesinde tüketici beğenisi hem pirinç hem nar sirkesi ile kurulan turşulara öne çıkarmıştır. Dut sirkesi ile kurulan turşular tüm turşular içerisinde en az beğeni alan turşular olmuştur. Bu çalışma bulguları farklı meyve sirkelerinin birtakım farklılıklarıyla birlikte turşu yapımında başarıyla kullanılabileceğini ortaya koymuştur.



## 5.Kaynaklar

- Akbudak, B. ve Özer, M.H. (2003). Farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen turşuluk hıyarlarda meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler. *Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 17(1), 33-46.
- Al-Azzawi, A.A.J. and Al-Abdullah, B.Y. (2019). Study of physico-chemical and nutritional properties of some processed pickles. *Tikrit Journal of Agricultural Science*, 19(2), 45-54.
- Anonim (2003). TSE - Sirke-tarım kökenli sıvılardan elde edilen ürün-tarifler, özellikler ve işaretleme, TS 1880 EN 13188, Türk Standartları Enstitüsü Necatibey Cad. 112, Ankara.
- Anonim (2004). TSE - Sirke-tarım kökenli sıvılardan elde edilen ürün-tarifler, özellikler ve işaretleme, TS 1880 EN 13188/T1, Türk Standartları Enstitüsü Necatibey Cad. 112, Ankara.
- Anonim (2015a). TS 11112 Türk Standardı (Nisan): Hıyar turşusu, s.11, Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. 112, Ankara.
- Anonim (2015b). TS 11112/T1 Türk Standardı (Aralık): Hıyar turşusu, s.2, Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. 112, Ankara.
- Bayram, M., Kaya, C., Yücel, E.E., Er, B., Gülmez, E. ve Terzioğlu, E. (2018). Pirinç sirkesi ve çeşitli ticari sirkelerin bazı kalite özellikleri. *Akademik Gıda*, 16(3), 293-300.
- Budak, H.N. (2010). Elma ve üzümünden üretilen sirkelerin bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri üzerine araştırma. *Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora Tezi*, Isparta.
- Budak, N. (2015). Dut sirkesi oluşum sürecinde ileri analitik tekniklerle toplam antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşenleri. *Meyve Bilimi*, 2(2), 27-31.
- Cemeroğlu, B.S. (2013). *Gıda analizleri* (3. Baskı) Bizim Büro Basımevi, Ankara, Türkiye
- Etchells, J. L., Borg, A. F., and Bell, T. A. (1968). Bloat formation by gas-forming lactic acid bacteria in cucumber fermentations. *Applied Microbiology*, 16(7), 1029-1035.
- Gorzalany, J., Migut, D., Matłok, N. and Kuźnar, P. (2016). Assessment of mechanical properties of fresh fruit and brine pickles obtained from selected varieties of field cucumber, depending on the chemical composition of brine, duration of pickling and additional starting cultures. *Teka Komisji Motoryzacji Energetyki Rolnictwa*, 16(4), 7-12.
- Gülcü, M. (2012). Sirke üretim tekniği. Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu Müdürlüğü.
- İç., E., Özçelik, F. ve Denli, Y. (1999). Hıyar turşularının depolanması üzerine kalsiyum asetat ve pastörizasyonun etkisi. *Gıda*, 24(4), 243-250.
- Kazancı, Y.T. (2008). Hıyar turşusu üretiminde farklı asit ve pH'nın renk stabilitesi üzerine etkisi. Uludağ Üniversitesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Bursa.
- Minh, N.P. (2019). Production of pickled baby cucumber (*Cucumis sativus*), *J. Pharm. Sci. & Res.*, 11(4), 1493-1496.
- Ova, G. (2002). Hıyar turşularında duyu kalite karakteristiklerinin irdelenmesi. *Gıda*, 27 (4), 315-319.
- Özçelik, F. ve İç, E. (2000). Hıyar turşularının düşük tuz konsantrasyonlarında depolanması üzerine bazı koşulların etkileri. *Tarım Bilimler Dergisi*, 6(4), 115-119.
- Özçelik, F. ve Ulu, T. (2002). Depolanmış hıyar turşularının sertliği ve duyu özellikleri üzerine pH'nın etkisi. *Gıda*, 27 (6), 521-527.
- Saraçoğlu, İ., O. (2013). Turşuluk hıyarların meyve kalitesinin belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Haziran. Afyonkarahisar.
- Şengün, İ. ve Kılıç, G. (2017). Dut sirkesinin mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal, antiradikal ve antimikrobiyal özellikleri. *Akademik Gıda*, 16(2), 168-175.
- Şengün, İ. ve Kılıç, G. (2019). Farklı sirke çeşitlerinin mikroflorası, biyoaktif bileşenleri ve sağlık üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 17(1), 89-101.
- Uthpala, T.G.G., Marapana, R.A.U.J., Rathnayake, A.R.M.H.A. and Maduwanthi, S.D.T. (2019). *Cucumber vegetable as a brine fermented pickle*. Today & Tomorrow's Printers and Publishers, New Delhi - 110 002, India, 447-462.
- Üyler, V. ve Erdem, F. (2004). Stoklanmış hıyarlardan farklı uygulamalarla turşu üretimi. Uludağ Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 81-92.



## Özgün Araştırma/Original Article

### Ozon Gazının Antifungal Ajan Olarak Etkinliğinin Belirlenmesi

### Determination of Ozone Gas Effectiveness as Antifungal Agent

Beyza Arda<sup>1\*</sup>, Elif Onbaşı<sup>2</sup>, Ayşe Öztürk<sup>3</sup>, Aycan Cınar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Yüksek Lisans Öğrencisi, Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, BURSA, TÜRKİYE  
ORCID ID:0000-0003-3193-0270

<sup>2</sup>Doktora Öğrencisi, Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, BURSA, TÜRKİYE  
ORCID ID:0000-0002-5169-7392,<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Yüksek Lisans Öğrencisi, Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, BURSA, TÜRKİYE  
ORCID ID:0000-0001-8286-706X,<sup>4</sup>

<sup>4</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, BURSA, TÜRKİYE  
ORCID ID:0000-0003-2038-725X

\*: Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: beyzaarda96@gmail.com

Geliş Tarihi:07.05.2021

Kabul Tarihi:26.07.2021

## Özet

**Amaç:** Gıda işletmelerinde ortam havasında baskın olarak bulunan küf ve mayalar, hava kaynaklı kontaminasyon yoluyla gıdalara bulaşmakta ve mikrobiyal bozulmalara neden olmaktadır. Küfler gıda kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerinin ötesinde, insanlar ve hayvanlar üzerinde toksik etkiye sahip mikotoksin adı verilen ikincil metabolitler üretmektedir. Günümüzde ozon (O<sub>3</sub>) uygulamaları gıda sanayinde küf önleyici ve detoksifikasyon yöntemi olarak kullanılan yeşil teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada kontrollü hava ortamında O<sub>3</sub> gazının antifungal etkinliği belirlenmiştir.

**Materyal ve yöntem:** 0,5 McFarland'a ayarlanmış maya (*Candida parapsilosis*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces cerevisiae*) ve küf sporu (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum*, *Penicillium roqueforti*) süspansiyonu 250 L hava sızdırmaz özellikteki test kabini içine püskürtülerek; 3, 5 ile 10 dk ozon gazına (10.000 mg/saat) maruz bırakılmıştır. Ozon uygulama öncesi ve sonrası aktif ve pasif örnekleme yapılarak mikroorganizma sayıları kıyaslanarak antifungal etkinlik belirlenmiştir.

**Bulgular ve sonuç:** 3 dk ozon uygulaması ile test edilen tüm mikroorganizmalarda gelişmenin %100 engellendiği tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ozon, Hava, Maya, Küf, Antifungal Aktivite, Gıda Bozulmaları.

## Abstract

**Objective:** Molds and yeasts which are predominant microorganisms in the air of food facility, contaminate foods through airborne and cause microbial spoilage. In addition to their adverse effects on food quality, molds produce mycotoxins which have toxic effects on humans and animals. Nowadays, ozone (O<sub>3</sub>) applications appear as a green technology used mold prevention and detoxification method in food industry. In this study, the antifungal activity of O<sub>3</sub> gas was determined in a controlled air environment.

**Material and methods:** 0,5 McFarland yeast (*Candida parapsilosis*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces cerevisiae*) and mold spore (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum*, *Penicillium roqueforti*) suspensions were sprayed into 250 L airtight test cabin and exposed to ozone gas (10.000 mg/hour) for 3, 5, 10 min. Antifungal activity was determined by comparing the number of microorganisms by active- passive sampling before and after ozone application.

**Results and conclusion:** 100% antifungal effect was detected in all tested microorganisms with 3 minutes of ozone application.

**Key words:** Ozone, Air, Yeast, Mold, Antifungal Activity, Food Spoilage.

## 1.Giriş

Gıda işletmelerinde ortam havası; bakteri, küf sporları, virüsler ve onların bileşenlerini içinde barındıran ve bioaerosol olarak adlandırılan mikrobiyal etkenleri içermektedir (Yalçın ve Alçay, 2015). Bu mikroorganizmaların arasında baskın olan küf ve mayalar, hava kaynaklı kontaminasyon yoluyla gıdalarda mikrobiyal bozulmalara, raf ömrünün azalmasına, ürün kayıplarına, müşteri şikayetlerine, geri çağırılmalara, önemli ekonomik kayıplara ve hatta üretici markaların prestij kaybına neden olmaktadır. Küresel gıda arzının yaklaşık %25'i mikrobiyal bozulma nedeniyle boşa gitmekte ve kaybedilmektedir (Snyder ve Worobo, 2018a). Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'daki meyve suyu üreticileriyle yapılan bir ankette ise bozulan ürünlerin %92'sinin küf veya maya kaynaklı olduğu bildirilmiştir (Snyder ve Worobo, 2018b).

Günümüzde, üretilen gıdaların yaklaşık üçte birinde kayıplar yaşandığı veya israf edildiği bilinmektedir (Leyva vd., 2017). Bu durum artan dünya nüfusu ve tüketim miktarı nedeniyle dünya çapında global bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne (FAO) göre her yıl tahminen 1,3 milyar ton gıda kaybedilmekte ve/veya israf olmaktadır. Tüm gıda kategorilerinde yer alan kayıplar değerlendirildiğinde ise meyve ve sebze ürünlerinin bu kayıpların %40-50'sini oluşturduğu bildirilmiştir (FAO, 2017). Gelişmekte olan ülkelerde gıda kayıpları (%30-40) genelde hasat sırasında, sonrasında veya ürün işleme aşamasında meydana gelirken, gelişmiş ülkelerde benzer kayıp yüzdeleri (%30) perakende satış veya tüketici noktasında oluşmaktadır (Kitinoja vd., 2011; Günaydın ve Karaca, 2015).

Olumsuz ve zorlu çevre koşullarına karşı direnci yüksek olan ve bu ortamlarda kolayca gelişebilme kabiliyetine sahip olan maya ve küfler, gıda üretim zincirinin herhangi bir aşamasında en önemli mikrobiyal bozulma etmeni olarak karşımıza çıkmaktadır (Cınar ve Onbaşı, 2020). Meyve ve sebze ürünlerinin zengin besin bileşenlerine sahip olması, su aktivitesi ( $a_w$ ) ve pH değerlerinin küf ve mayaların gelişimine uygun olması nedeniyle bu mikroorganizmalar için ideal bir ortam oluşturmaktadır. Özellikle küf ile kontamine olmuş gıdaların tüketilmesi mide bulantısı, kusma, ishal vb. gıda zehirlenmesi semptomlarına yol açmaktadır (WHO, 2018). Bunlara ilaveten alerjik reaksiyonlara ve solunum problemlerine de neden olabileceği bildirilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) raporuna göre 2017-2021 yılları arasında 10 farklı gıda markası piyasaya sürdüğü ürünlerde küf bulaşı potansiyeli olması nedeniyle ürünlerini geri çekme ve piyasadan toplama kararı almıştır (FDA, 2021).

Gıdalarda gelişen *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* ve *Fusarium* küf cinslerine ait türlerin gıda kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra, insanlar ve hayvanlar üzerinde toksik etkiye sahip olabilen mikotoksin adı verilen ikincil metabolitleri sentezleme yeteneğine sahiptirler (Adebo ve ark, 2021). Mikotoksinler, insan ve hayvan sağlığını ciddi derecede tehdit eden ve gıda endüstrisinde yüksek ekonomik öneme sahip olan bir gıda güvenliği riskidir. Kümes hayvanları ve memelilerde yapılan birçok araştırmanın sonucuna göre mikotoksinler; kanserojen, mutajenik, teratojenik, hepatotoksik, nefrotoksik, immünosupresif ve embriyotoksik etkilere sahiptirler (Da Rocha vd., 2014; Escrivá vd., 2017; Silva vd., 2021; Loncar vd., 2021). Amerika Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) raporlarına göre, mikotoksinlerin her yıl dünyadaki mahsullerin yaklaşık %25'ini etkilediği ve milyarlarca dolarlık tarımsal ürün ve endüstriyel kayıplara neden olduğu tahmin edilmektedir (Alshannaq ve Yu, 2017). Amerika Birleşik Devletleri'nde küf ve mikotoksinlerin neden olduğu yıllık zararın yaklaşık 0,5-1,5 milyar dolar olduğu bildirilmektedir (Oğuz, 2017).

Türkiye'de hızlı alarm ve geri çekme sistemleri üzerine yapılan bir çalışmada, 2009-2016 yılları arasında sınır iadeleri ve alarm olarak gösterilen yüzlerce bildirim olduğu ifade edilmiştir. Bu bildirimlerdeki tehlike unsurlarının; mikotoksin (993 adet), pestisit (468 adet), ağır metaller (106 adet), patojen mikroorganizmalar (135 adet) ve migrasyon (49 adet) olduğu belirtilmiştir (Çınar vd., 2017). Çalışma verileri değerlendirildiğinde; Türkiye'de iade edilen ve/veya şikâyet sebepleri olan etkenler arasında mikotoksinlerin açık ara birinci olduğu görülmektedir. Ayrıca bu tip tehlikelerin en fazla görüldüğü ürün grupları arasında meyve ve sebzeler ve kuruyemişlerin yer aldığı bildirilmiştir. İhracat grubu ve iç piyasa ürünlerinde erken önlem alınmadığı ve gerekli tetkiklerin yapılmadığı durumlarda ürünlerin ihraç edilmesi konusunda problemlerin yaşandığı, ürünlerin geri çağırılabilirdiği, sağlık problemlerinin yaşandığı ve büyük ekonomik kayıplara neden olduğu görülmektedir. Bu olumsuzluklardan dolayı gıda işleminin tüm aşamalarında küf gelişimi ve mikotoksin oluşumunun engellenmesi, halk sağlığı ve ekonomik açıdan kaçınılmaz bir gerçektir.

Mikotoksijenik küflerin doğada yaygın olarak bulunmaları nedeniyle, önlenmesi ve kontaminasyonunun kontrol edilmesi oldukça zordur. Küflerin gıdalara kontaminasyonu; hasat öncesi, hasat zamanı, depolama ve üretim aşamaları olmak üzere dört ana başlık altında tanımlanabilmektedir (Ferrão vd., 2017; Fernandes, 2017). Ürünlerin depolama aşamalarında uygun olmayan sıcaklık, nem, havalandırma koşullarına

maruz kalması küf gelişimine ve mikotoksinlerin sentezine neden olan önemli etkenler olarak karşımıza çıkmaktadır (Chukwudi vd., 2021). Günümüzde, fiziksel yöntemler (temizlik, öğütme, vb.), biyoteknolojik ajanların uygulanması, detoksifikasyon/bozunma, fermantasyon teknikleri, depolama sırasında kontrollü atmosfer kullanımı ve ozon uygulamaları yoluyla biyolojik kontrollerin sağlanması küf bulaşı ve gelişiminin önlenmesi veya gelişen küflerin eliminasyonu noktasında önem arz etmektedir. Son yıllarda, özellikle ozonun da içinde yer aldığı oksitleyici ajanlar, gıda depolama ve üretim sırasında etkili bir küf önleyici ve detoksifikasyon yöntemi olarak tercih edilmektedir.

Ozon, FDA tarafından güvenilir ajanlar (GRAS) kategorisinde değerlendirilen, özellikle 2001 yılında alınan kararlarla 'gıdalarla doğrudan temasında sakınca olmayan' güvenli bir antimikrobiyal ve dezenfektan maddesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Çatal ve İbanoğlu, 2010; Asokapandian vd., 2018). Ozonun herhangi bir kalıntı veya tehlikeli atık olmaksızın gaz veya sulu formda üretim ve depolama ortamlarında kullanımı, diğer kimyasal oksidantlara kıyasla gıda güvenliği için umut veren yeşil bir teknoloji olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır (Pandiselvam vd., 2019). Ozonlamanın gıda sanayinde; sebze ve meyvelerde kullanımının yanı sıra et, kümes hayvanları, deniz ürünleri ve süt ürünlerinde meydana gelen mikrobiyal bozulmaların ortadan kaldırılmasında önerilen en etkili yöntemlerden biri olarak belirtilmiştir.

Literatürde ozonun gıda sanayinde kullanımı üzerine yapılmış birçok çalışmada, ozonun antifungal etkinliğe sahip olduğu belirtilmiştir. Zorlugenç vd. (2008) kuru incire 15 dakika süre ile 13,8 mg/L ozon gazı uygulamasının, *A. flavus* ve *A. parasiticus*'un gelişimini engellediği ve aflatoksin B1 içeriğinin

azaltıldığını bildirmiştir. Aflatoksin B1 içeren fıstık taneleri ve ezmesinin ozon gazına (60 saat, 50 mg/L) maruz bırakıldığı başka bir çalışmada ise her iki ürün içinde aflatoksin B1'de önemli bir azalma (%89,4) olduğu tespit edilmiştir. Ozon uygulamaları ile yapılmış araştırmaların çoğunluğunun ozonun sulu fazına odaklandığı, gaz halindeki ozon kullanımına ilişkin sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir.

Literatürde yapılan çalışmalar ozonun güvenli ve etkili bir antifungal ajan olduğunu göstermekle birlikte gaz formundaki ozon kullanımına ilişkin yayınlanmış az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada, 250 L hava sızdırmaz (pleksiglas) kabinin ortam havası, seçilen maya ve küf sporu süspansiyonları ile kontamine edilmiş ve 3, 5 ile 10 dk ozon gazına (20 ppm) maruz bırakılıp aktif ve pasif örnekleme ile mikroorganizma sayıları karşılaştırılarak antifungal etkinlik düzeyi belirlenmiştir. Çalışmada ozonun gaz formunun maya (*Candida parapsilosis*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces cerevisiae*) ve küf (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum*, *Penicillium roqueforti*) spor süspansiyonlarına karşı etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Deneme kabini ve kullanılan cihazlar

Bu çalışmada, 51x70x70 cm ölçülerinde 250 L hacimli, hava sızdırmaz pleksiglas kabin kullanılmıştır. Kabin içi hava sirkülasyonunun sağlanması amacıyla kabin içine 1400 d/dk akış hızındaki mini pervane yerleştirilmiştir.

Kabin içinde uygulanması istenen ozon gazının üretiminde; 10.000 mg/saat ozon kapasiteli EDF marka ozon jeneratörü (EDF-A10K, Türkiye) kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. EDF-A-10 ozon jeneratörü

Hava örneklerinin alınmasında; pasif örneklemenin yanı sıra mikroorganizma yükünün etkin bir şekilde belirlenmesi amacıyla, hava örnekleme cihazı (MERCK Mas-100, Almanya) ile aktif örnekleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. MERCK hava örnekleme cihazı

Şeffaf yapıdaki pleksiglas deneme kabini çeker ocak içerisine yerleştirilmiş ve çalışmanın yapılacağı analiz ortamı Şekil 3'te verildiği gibi hazırlanmıştır.



Şekil 3. Deneyin gerçekleştirildiği ortam ve kullanılan cihazların görüntüsü

## 2.2. Mikroorganizmaların hazırlanması

Belirli bir hacimdeki hava ortamına uygulanacak olan ozon gazının antifungal etkinliğinin belirlenmesinde; test mikroorganizmaları olarak Çizelge 1'de yer alan 3 maya ve 5 küf türü kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan mikroorganizmaların tamamı, Bursa Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan temin edilmiştir.

Küfler ana stoktan bir öze dolusu örnek alınarak Sabouroud Dekstroz Agar (SDA; Oxoid)'a inoküle edilmiştir. Küflerin sporlanması için 28°C'de 7 günlük inkübasyon süresinin ardından sporlar, %0,1'lik Tween-80 ile yıkanarak toplanmıştır. Daha sonra elde edilen spor süspansiyonu Sabouraud Dekstroz Broth (SDB; Oxoid) kullanılarak 0,5

McFarland'a ayarlanmıştır (Rodriguez-Tudela vd., 2003; Arendrup vd., 2014; The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing, EUCAST; 2015). Uygulamadaki 0.5 McFarland'a denk gelen başlangıç küf yükünü belirlemek amacıyla, FTS kullanılarak 10<sup>7</sup>'ye dek seri dilüsyonlar hazırlanmış ve yayma plak yöntemiyle ekimler yapılmıştır. Maya örneklerinin 24-48 saat önceden SDB içerisinde gelişmesi sağlanmıştır. Gelişen maya örnekleri SDB içerisinde 0,5 McFarland bulanıklığa ayarlanmıştır. NCCLS M27-A2 kılavuzuna (2002) göre 0,5 McFarland değerinin 2x10<sup>4</sup> kob/mL maya içerdiği kabul edilmiştir. Ayarlanan küf ve maya süspansiyonları, püskürtmenin etkin olarak yapılması amacıyla steril parfüm şişelerine aktarılmıştır (Eryılmaz, 2015).

### Çizelge 1: Test mikroorganizmaları

Küf	Maya
<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Candida parapsilosis</i>
<i>Aspergillus paraciticus</i>	<i>Schizosaccharomyces pombe</i>
<i>Penicillium digitatum</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>Penicillium expansum</i>	
<i>Penicillium roqueforti</i>	

## 2.3. Analizin gerçekleştirilmesi

Analize başlamadan önce deneme kabini içi havası ozon gazı ile 5 dakika muamele edilerek, işlem öncesi kabin içinin dezenfeksiyonu sağlanmıştır. Sonrasında, uygulanan ozon gazının deneme kabininden uzaklaşması için 45 dakika çeker ocak içinde bekletilmiştir. Süre sonunda deneme kabininin başlangıç maya küf yükünü belirlemek üzere hava örnekleme yapılmıştır. Böylece deneme öncesinde test kabininin dezenfekte edilip edilmediğinden emin olunmuştur. Pasif örnekleme ortama 2,5 dakika süre boyunca açık petri yerleştirilerek yapılmış, aktif örnekleme için ise hava örnekleme cihazı

(2,5 dakika) kullanılmıştır. Kabin içi dezenfeksiyonundan sonra, ilk olarak test mikroorganizması kabin içine yaklaşık 0,4 mL püskürtülmüştür. Püskürtmeyi takiben 1 dakika sonra hava örnekleme cihazı çalıştırılarak havaya aşılana mikroorganizmanın başlangıç yükü belirlenmiştir. Eş zamanlı olarak pasif örnekleme de gerçekleştirilmiştir. Örnekleme işlemi 3 kez tekrarlanmıştır. Test mikroorganizmaları ile aşılana havaya sırasıyla 3, 5 ve 10 dakika süreyle ozon uygulanmıştır. Deneme süreleri sonunda hava örnekleri alınarak, ozonun antifungal etkinliğinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Petriler maya örnekleri için 28 °C'de 24-48 saat, küf örnekleri için 72 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası mikroorganizma sayımı gerçekleştirilmiştir. Çalışmada her bir mikroorganizma uygulaması farklı günlerde gerçekleştirilmiştir ve çapraz bulaşmanın önlenmesi amacıyla deneme sonrası tüm laboratuvar dezenfekte edilmiştir.

$$\% \text{Antifungal etkinlik} = ((A-B) \times 100) / A$$

olarak hesaplanmıştır (Alwi ve Ali, 2014) (Formül 1)

A: Ozon uygulaması öncesi canlı mikroorganizmaların sayısıdır.

B: Ozon uygulaması sonrası canlı mikroorganizmaların sayısıdır.

### İstatistiksel analizler

Çalışmada, test maya ve küfleri üzerine 3 farklı süre (3, 5 ve 10 dk) ozon uygulamasının antifungal etkisi IBM SPSS Statistics Version 22 (IBM, New York,

NY, USA) kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Her bir veri seti için öncelikle histogram, varyasyon katsayısı ve Shapiro-Wilk testi kullanılarak normallik dağılımına bakılmıştır. Normal dağılıma uyan veriler için parametrik bir test olan Oneway-ANOVA ile Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak %95 güven aralığında kontrol grubu ile ozonun (3, 5, 10 dk) uygulama dakikaları arasında anlamlı fark olup olmadığı belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

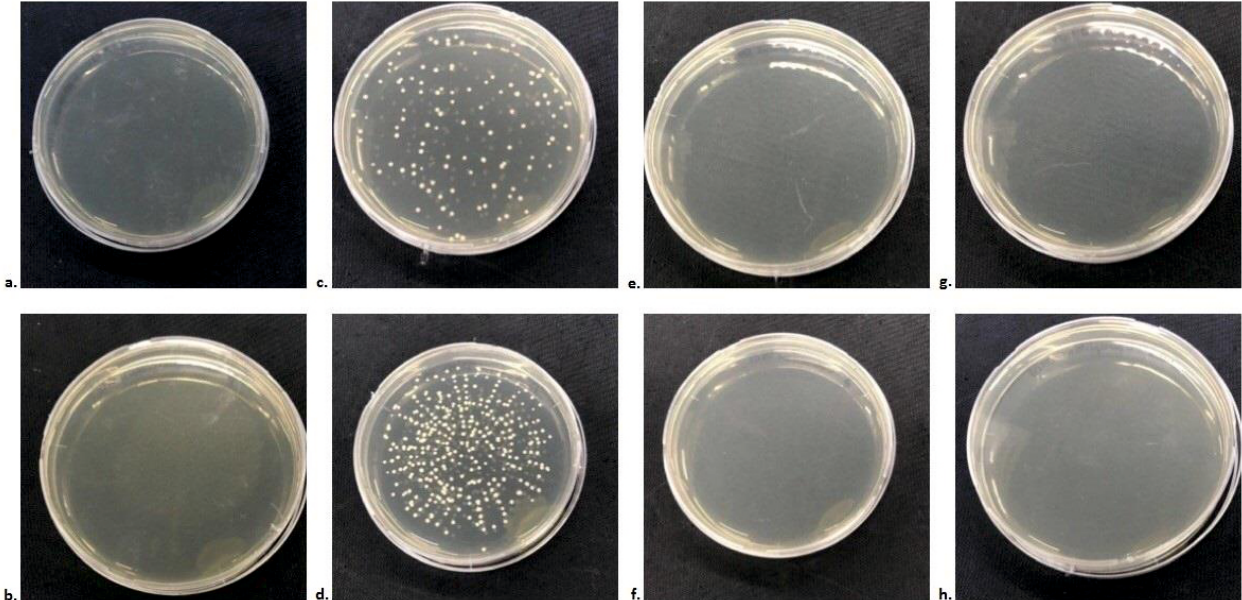
### 3. Tartışma ve sonuç

Bu çalışma, ortam havasına aşılınmış test maya ve küflerine belli sürelerde (3, 5 ve 10 dk) ozon gazı uygulamasının antifungal etkinliğinin belirlenmesi amacıyla planlanmıştır. Test mikroorganizmaları hava ortamına inoküle edilmeden önce 0,5 McFarland'a ayarlanmıştır. 0,5 McFarland bulanıklığına sahip küf süspansiyonlarının küf sayımı Çizelge 2'de verilmiştir.

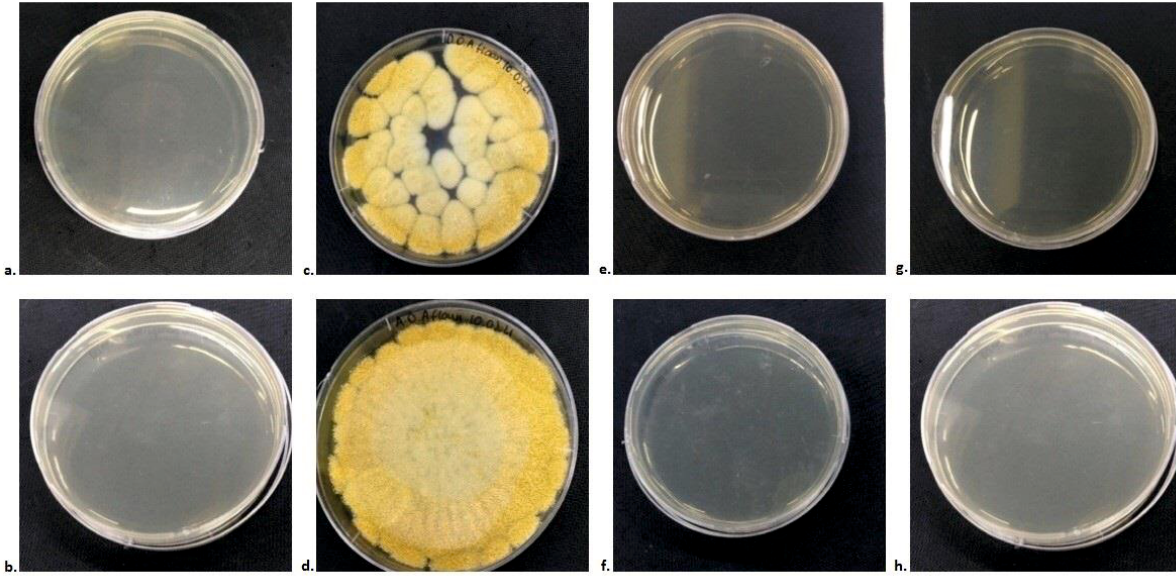
**Çizelge 2:** 0.5 McFarland'a ayarlanan küf türlerine ait sayım sonuçları

Küf türleri	Sayım sonucu (kob*/m <sup>3</sup> )
<i>Aspergillus flavus</i>	2,57×10 <sup>6</sup>
<i>Aspergillus parasiticus</i>	1,46×10 <sup>6</sup>
<i>Penicillium digitatum</i>	2,49×10 <sup>6</sup>
<i>Penicillium expansum</i>	1,06×10 <sup>6</sup>
<i>Penicillium roqueforti</i>	1,94×10 <sup>6</sup>

\*kob: koloni oluşturan birim



**Şekil 4.** a. Kontrol pasif hava örneği, b. Kontrol aktif hava örneği, c. *C. parapsilosis* püskürtüldükten sonra pasif hava örneği, d. *C. parapsilosis* püskürtüldükten sonra aktif hava örneği, e. 3 dakikalık ozon uygulanması sonrası pasif hava örneği, f. 3 dakikalık ozon uygulanması sonrası aktif hava örneği, g. 5 dakikalık ozon uygulaması pasif hava örneği, h. 5 dakikalık ozon uygulaması aktif hava örneği.



**Şekil 5.** a. Kontrol pasif hava örneği, b. Kontrol aktif hava örneği, c. *A. flavus* püskürtüldükten sonra pasif hava örneği, d. *A. flavus* püskürtüldükten sonra aktif hava örneği, e. 3 dakikalık ozon uygulanması sonrası pasif hava örneği, f. 3 dakikalık ozon uygulanması sonrası aktif hava örneği, g. 5 dakikalık ozon uygulaması pasif hava örneği, h. 5 dakikalık ozon uygulaması aktif hava örneği.

Şekil 4 ve Şekil 5'te görüldüğü üzere aktif hava örneklerindeki mikroorganizma yoğunluğunun pasif numunelere göre kantitatif olarak fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma ile aktif ve pasif örnekleme birbiri ile kıyaslanması sağlanarak, aktif örnekleme havanın mikroflorasını belirlemede daha etkin olduğu belirlenmiştir.

Ozon uygulamaları sonunda elde edilen maya ve küf sayım sonuçları (aktif ve pasif örnekleme sayımı) doğrultusunda antifungal etkinlik (%) değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 3).

**Çizelge 3:** Farklı sürelerde ozon uygulaması (3, 5 ve 10 dk) sonrasında antifungal (kob/m<sup>3</sup>) (%) etkinlik değerleri

Mikroorganizma	Tür	Kontrol		3, 5 ve 10 dakika (%) etkinlik değerleri	
		Aktif	Pasif	Aktif	Pasif
Küf	<i>A. flavus</i>	>300 <sup>a</sup>	57 <sup>c</sup>	0 (100) <sup>b</sup>	0 (100) <sup>d</sup>
	<i>A. parasiticus</i>	>300 <sup>a</sup>	57 <sup>c</sup>	0 (100) <sup>b</sup>	0 (100) <sup>d</sup>
	<i>P. digitatum</i>	>300 <sup>a</sup>	39 <sup>c</sup>	0 (100) <sup>b</sup>	0 (100) <sup>d</sup>
	<i>P. expansum</i>	>300 <sup>a</sup>	47 <sup>c</sup>	0 (100) <sup>b</sup>	0 (100) <sup>d</sup>
	<i>P. roqueforti</i>	>300 <sup>a</sup>	150 <sup>c</sup>	0 (100) <sup>b</sup>	0 (100) <sup>d</sup>
Maya	<i>C. parapsilosis</i>	>300 <sup>a</sup>	120 <sup>c</sup>	0 (100) <sup>b</sup>	0 (100) <sup>d</sup>
	<i>S. pombe</i>	>300 <sup>a</sup>	3 <sup>c</sup>	0 (100) <sup>b</sup>	0 (100) <sup>d</sup>
	<i>S. cerevisiae</i>	>300 <sup>a</sup>	15 <sup>c</sup>	0 (100) <sup>b</sup>	0 (100) <sup>d</sup>

\*a,b,c,d: Aynı satırdaki farklı harfler ozon maruziyet dakikaları arası istatistiki olarak farklılığı göstermektedir ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 3'te yer alan *A. flavus* ve *A. parasiticus* değerleri doğrultusunda; aktif kontrolde sırasıyla 10<sup>7</sup> ve 10<sup>6</sup> kob/m<sup>3</sup> (Çizelge 1) tespit edilen mikroorganizmaların 3, 5 ve 10 dakika ozon uygulaması sonucunda, gelişimlerinin tamamen engellendiği saptanmıştır. Pasif kontrolde ise 57 kob/m<sup>3</sup> gelişen küf sporlarının 3, 5 ve 10 dakika ozon maruziyeti ile gelişiminin durdurulduğu belirlenmiştir. Pasif örnekleme başlangıç küf

sayıları dikkate alındığında, bu yöntemin hava numunesini temsil etmede yetersiz olduğu görülmüştür. Literatürde yapılan bir çalışmada; Brezilya fıındığındaki *A. flavus*'un ozon gazı muamelesi (240 dakika, 8,88 mg/L) ile 3.10 log azaldığı bildirilmiştir (De Oliveira vd., 2020). Ozon gazına (60 µmol/mol) farklı dakikalarda maruz kalmanın (40, 60, 90, ve 120 dak.) *Fusarium*, *Aspergillus* ve *Penicillium* toksijenik türleri

üzerindeki etkilerinin *in-vitro* olarak incelendiği çalışmada; *F. graminearum* ve *P. citrinum*'un 120 dakikalık ozon maruziyeti ile tamamen inhibe edildiği saptanmıştır. Diğer yandan bu çalışmada *A. parasiticus* ve *A. flavus* gelişmelerinin önemli ölçüde azaldığı fakat tamamen inhibe edilmediği ifade edilmiştir (Savi ve Scussel, 2014). Mevcut çalışma ile kıyaslandığında, sonuçlar arasındaki farklılıkların ozon doz/süre, uygulama yöntemi farklılıkları ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

*P. digitatum* ve *P. roqueforti* sonuçları incelendiğinde; aktif kontrolde  $10^6$  kob/m<sup>3</sup> tespit edilen mikroorganizmaların 3 dakika ozon uygulaması ile tamamen elimine edildiği belirlenmiştir. Ames vd., (2013) 150 nL/L, yaklaşık 100 gün ozon maruziyeti sonucunda *P. digitatum* sporlanmasının yaklaşık %50'ye düştüğünü bildirilmiş olup, çalışmamızdan daha düşük etki göstermesi uygulanan doz ve yöntem farklılığı ile ilişkilendirilmiştir. Peynir olgunlaşma odalarının ozonla dezenfeksiyonun etkinliğini belirlemek amacıyla yapılan bir başka çalışmada; Serra vd. (2003) başlangıç olarak olgunlaştırma odalarının hava yükünü belirleyerek, mevcut küflerin tanımlamalarını yapmışlardır. Ozon uygulaması öncesi depo havasının, *A. flavus*, *P. digitatum*, *P. expansum*'un da içinde yer aldığı 69 küf türünü barındırdığı bildirilmiştir. Ortam havası ozon gazı (8 g/h) ile muamele edilmiş ve antifungal etkinliğin 20 hafta boyunca (geceleri, mesai dışı) takip edildiği bildirilmiştir. Çalışma sonunda küf sayısında 10 kat azalış (<50 kob/m<sup>3</sup>) olduğu ifade edilmiştir.

Mevcut çalışmadaki *P. expansum* sonuçlarına göre; aktif kontrolde  $10^6$  kob/m<sup>3</sup> ve pasif kontrolde 47 kob/m<sup>3</sup> olan küf yükünün 3 dakika ozon uygulaması ile 0 kob/m<sup>3</sup> değerine düştüğü saptanmıştır. Hasat sonrası kivi'nin depolama ortamında, 0°C'de 7 gün (1 saat boyunca) 79,44 ppm dozunda ozon gazına maruz bırakıldığı bir çalışmada ise *P. expansum*'un %36 oranında inhibe edildiği bildirilmiştir (Luo vd., 2018). Pratikte yapılan bu uygulamada depo koşulları ile *in-vitro* uygulama farklılıklarından kaynaklanan bir durum olabileceği düşünülmektedir.

Test mayaları üzerindeki etki Çizelge 3'te incelendiğinde, aktif kontrolde başlangıçta yaklaşık  $10^6$  kob/m<sup>3</sup> olan maya yüküne sahip havanın 3, 5 dakika ve 10 dakika ozon maruziyeti sonucunda, maya gelişiminin tamamen engellendiği (0 kob/m<sup>3</sup>) gözlenmiştir. Pasif kontrolde ise sırasıyla; 15, 120, 3 kob/m<sup>3</sup> olarak belirlenen maya yükünün 5 dakika ve 10 dakika ozon uygulaması ile aktif kontrolle benzer şekilde inhibe edildiği belirlenmiştir. Et üretim tesisinde gerçekleştirilen bir çalışmada ise; *Aspergillus niger*, *P. roqueforti*, *Mucor racemosus*, *S.*

*cerevisiae* ile inoküle edilmiş yüzeylerin 20 ppm, 4 saat ozon gazına maruz bırakıldığında, çalışmada test edilen mikroorganizmalardan sadece *S. cerevisiae*'nin gelişiminde 2.8 log azalma olduğu bildirilmiştir (Vallone ve Stella, 2014). Çalışmamızda ozonun havaya uygulaması ve kullanılan test mikroorganizmalardaki muhtemel suş farkları sonuçların farklılığına etken olabilir. Masotti vd. (2019) bir mandıranın paketleme odasının ozon gazı ile dezenfeksiyon olanaklarını incelemiştir. Ortam havasına uygulanan ozon gazının (40 L/dk) etkinliği 5 hafta boyunca takip edilmiş ve bu süreç sonunda bakterilerin tamamen engellendiği, sayısının da %98 oranında engellendiği ifade edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar çalışmamızı destekler niteliktedir.

Çalışma bulguları doğrultusunda ortalama  $10^6$  kob/m<sup>3</sup> mikroorganizma ile kontamine edilmiş havanın, 250 L hacminde kapalı alanda 3, 5 ve 10 dakika ozon uygulaması ile test edilen tüm mikroorganizmaların gelişimini tamamen engellediği tespit edilmiştir. Aktif ve pasif kontrol grupları kıyaslandığında, pasif örneklemenin hava yükünü belirlemede doğru bir yöntem olmadığı göstermiştir. Sonuç olarak, havaya 3 dakika ozon uygulamasının test mikroorganizmaları üzerinde %100 engelleyici etki gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca hava örnekleme cihazının özellikle ortam havasındaki küf ve mayaları absorbe etmede başarılı olduğu ve hava mikroflorasını doğru yansıtması açısından kullanımının gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Yenilikçi teknoloji olarak bilinen ozon gazının son yıllarda gıda endüstrisinde depolama ortamlarında, ekipman hijyen-sanitasyonunda ve hammaddelerin dezenfeksiyonunda kullanımı yaygınlaşmaktadır. Gaz formunun antifungal etkinliği bu çalışmada 3 dakika uygulama ile, kontrollü bir kabin sistemindeki hava ortamında kontamine edilen küf (*A. flavus*, *A. parasiticus*, *P. digitatum*, *P. expansum*, *P. roqueforti*) ve mayaları (*C. parapsilosis*, *S. pombe* ve *S. cerevisiae*) tamamen engellemede başarı gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında, ozon gazının uygun doz ve dakikalarda antifungal ajan olarak kullanılması önerilmektedir.

Çalışmada aynı zamanda aktif (hava örnekleme cihazı) ve pasif hava örnekleme cihazları kullanılarak havadaki maya ve küf ölçümleri nicel olarak karşılaştırmış ve aktif yöntemin pasif yöntemden daha iyi bir izleme aracı olduğu tespit edilmiştir. Günümüzde, gıda endüstrisinde standart kalite kontrol uygulamalarında (HACCP, ISO 22000 vb.) ve çevresel izleme programlarında aerosollerin periyodik izlenmesi güvenli gıda üretiminin sağlanmasında zorunluluk haline gelmektedir.



#### 4. Kaynaklar

- Adebo, O.A., Molelekoa, T., Makhuvele, R., Adebisi, J.A., Oyedeji, A.B., Gbashi, S. and Njobeh, P.B. (2021). A review on novel non-thermal food processing techniques for mycotoxin reduction. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(1):13-27.
- Alshannaq, A. and Yu, J.H. (2017). Occurrence, toxicity, and analysis of major mycotoxins in food. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6):632.
- Alwi, N.A., and Ali, A. (2014). Reduction of *Escherichia coli* O157, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* sv. Typhimurium populations on fresh-cut bell pepper using gaseous ozone. *Food Control*, 46: 304-311.
- Ames, Z.R., Feliziani, E., and Smilanick, J.L. (2013). Germination of fungal conidia after exposure to low concentration ozone atmospheres. *Postharvest Biology and Technology*, 83:22–26.
- Arendrup, M.C., Howard, S., Lass-Florl, C., Mouton, J.W., Meletiadis, J. and CuencaEstrella, M. (2014). EUCAST testing of isavuconazole susceptibility in *Aspergillus*: Comparison of results for inoculum standardization using conidium counting versus optical density. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 58: 6432-6436.
- Asokapandian, S., Periasamy, S., and Swamy, G.J. (2018). Ozone for fruit juice preservation. In *Fruit Juices*. Academic Press, s. 511-527.
- Chukwudi, U.P., Kutu, F.R., and Mavengahama, S. (2021). Mycotoxins in Maize and Implications on Food Security: A Review. *Agricultural Reviews*, 42(1).
- Çınar, A., and Onbaşı, E. (2020). Mycotoxins: The hidden danger in foods. In *Mycotoxins and food safety*. IntechOpen, s. 43-65, London, UK.
- Çatal, H. ve İbanoğlu, Ş. (2010). Gıdaların Ozonlanması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5: 47-55.
- Çınar, S., Yılmaz, S.N., Aydın, E. ve Yorulmaz, A. (2017). Gıda ve Yem İçin Hızlı Alarm Sistemi (RASFF) 2009-2016 Türkiye Raporu. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(8) : 873-882.
- Da Rocha, M.E.B., Freire, F.D.C.O., Maia, F.E.F., Guedes, M.I.F. and Rondina, D. (2014). Mycotoxins and their effects on human and animal health. *Food Control*, 36(1): 159-165.
- De Oliveira, J.M., de Alencar, E.R., Blum, L.E.B., de Souza Ferreira, W.F., Botelho, S.D.C.C., Racanicci, A.M.C. and da Silva, C.R. (2020). Ozonation of Brazil nuts: Decomposition kinetics, control of *Aspergillus flavus* and the effect on color and on raw oil quality. *LWT*, 123 :109106.
- Eryılmaz, D. (2015). Mikrobiyal Hava Toplayıcı ve Okuyucu Sistemi Tasarımı ve Prototip Üretimi. *Biyomühendislik Bölümü, Ankara*. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>, (Accessed: 06.05.2021)
- Escrivá, L., Oueslati, S., Font, G. and Manyes, L. (2017). *Alternaria* mycotoxins in food and feed: An overview. *Journal of Food Quality*, 1–20.
- EUCAST (2015). Method for susceptibility testing of moulds; For the determination of broth dilution minimum inhibitory concentrations of antifungal agents for conidia forming moulds. Copenhagen, Denmark.
- FAO (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Save Food: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction—Key Findings. <http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/> (Accessed 20.04.2021).
- FDA (2021). Recalls, Market Withdrawals, & Safety Alerts. <https://www.fda.gov/safety/recalls-market-withdrawals-safety-alerts> (Accessed 01.05.2021).
- Fernandes, T.H. (2017). Mycotoxins, food and health mycotoxins, food and health. *Journal of Nutritional Health & Food Science*, 5(7) :1-10.
- Ferrão, J., Bell, V., Chabite, I.T. and Fernandes, T.H. (2017). Mycotoxins, food and health mycotoxins, food and health. *Journal of Nutritional Health & Food Science*, 5(7) :1-10.
- Günaydın, Ş. ve Karaca, H. (2015). Küf gelişimi ve mikotoksin oluşumunun kontrolünde doğal bitki ekstraktlarının kullanımı. *Akademik Gıda*, 13(2) :173-182.
- Kitinoja, L., Saran, S., Roy, S.K. and Kader, A.A. (2011). Postharvest technology for developing countries: Challenges and opportunities in research, outreach and advocacy. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91: 597–603.
- Leyva Salas, M., Mounier, J., Valence, F., Coton, M., Thierry, A. and Coton, E. (2017). Antifungal microbial agents for food biopreservation—a review. *Microorganisms*, 5(3) :37.
- Loncar, J., Bellich, B., Parroni, A., Reverberi, M., Rizzo, R., Zjalić, S. and Cescutti, P. (2021). Oligosaccharides Derived from Trimesan: Their Structure and Activity on Mycotoxin Inhibition in *Aspergillus flavus* and *Aspergillus carbonarius*. *Biomolecules*, 11(2) :243.
- Luo, Y., Liu, X. and Li, J. (2018). Updating Techniques on Controlling mycotoxins-A Review. *Food Control*, 89 :123–132.

- Masotti, F., Vallone, L., Ranzini, S., Silveti, T., Morandi, S. and Brasca, M. (2019). Effectiveness of air disinfection by ozonation or hydrogen peroxide aerosolization in dairy environments. *Food Control*, 97 :32-38.
- NCCLS, (2002). National Committee for Clinical and Laboratory Standards. M27-A2 Reference Method for Broth Dilution Antifungal Susceptibility Testing of Yeasts. 22 :15.
- Oğuz, H. (2017). Mikotoksinler ve Önemi. *Türkiye Klinikleri Veterinary Sciences Pharmacology and Toxicology*, 3(2) :113-119.
- Pandiselvam, R., Subhashini, S., Banuu Priya, E., Kothakota, A., Ramesh, S. and Shahir, S. (2019). Ozone Based Food Preservation: A Promising Green Technology for Enhanced Food Safety. *Ozone: Science and Engineering*, 41(1) :17-34.
- Rodriguez-Tudela, J.L., Chryssanthou, E., Petrikkou, E., Mosquera, J., Denning, D.W. and Cuenca-Estrella, M. (2003). Interlaboratory evaluation of hemacytometer method of inoculum preparation for testing antifungal susceptibilities of filamentous fungi. *Journal Clinic Microbiology*, 41 :5236-5237.
- Savi, G.D. and Scussel, V.M. (2014). Effects of Ozone Gas Exposure on Toxigenic Fungi Species from *Fusarium*, *Aspergillus*, and *Penicillium* Genera. *Ozone: Science & Engineering*, 36(2) :144-152.
- Serra, R., Abrunhosa, L., Kozakiewicz, Z., Venâncio, A. and Lima, N. (2003). Use of ozone to reduce molds in a cheese ripening room. *Journal of Food Protection*, 66(12) :2355-2358.
- Silva, J.V.B.D., Oliveira, C.A.F.D. and Ramalho, L.N.Z. (2021). An overview of mycotoxins, their pathogenic effects, foods where they are found and their diagnostic biomarkers. *Food Science and Technology, (AHEAD)*.
- Snyder, A.B. and Worobo, R.W. (2018a). The incidence and impact of microbial spoilage as reported by juice manufacturers. *Food Control*, 85 :144-150.
- Snyder, A.B. and Worobo, R.W. (2018b). Fungal spoilage in food processing. *Journal of food protection*, 81(6) :1035-1040.
- Vallone, L. and Stella, S. (2014). Evaluation of antifungal effect of gaseous ozone in a meat processing plant. *Italian Journal of Food Safety*, 3(2).
- World Health Organization (WHO), (2018). Mycotoxins. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>, (Accessed 20.04.2021).
- Yalçın, S. ve Alçay, A. Ü. (2015). İç Ortam Havası Biyoaerosolleri ve mikrobiyal hava kalitesi ölçüm metodları. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, (37) :17-30.
- Zorlugenç, B., Zorlugenç, F.K., Öztekin, S. and Evliya, I.B. (2008). The influence of gaseous ozone and ozonated water on microbial flora and degradation of Aflatoxin B1 in dried figs. *Food and Chemical Toxicology* 46(12) :3593-3597.



## Özgün Araştırma/Original Article

### Fonksiyonel Nitelikteki Yenilebilir Bazı Çiçeklerin Yağ Asidi Profilinin Gaz Kromatografi-Alev İyonizasyon Dedektörü (GC-FID) ile Belirlenmesi

#### Determination of the Fatty Acid Profile of Some Functional Edible Flowers by Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (GC-FID)

Ertürk Bekar<sup>1</sup>, Arzu Akpınar Bayizit<sup>2\*</sup>, Kader Çetin<sup>3</sup>, Taha Turgut Ünal<sup>4</sup>, Perihan Yolcu Ömeroğlu<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Araş. Gör., Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, BURSA, TÜRKİYE  
ORCID ID- 0000-0001-8783-921X

<sup>2</sup>Doç. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, BURSA, TÜRKİYE  
ORCID ID- 0000-0003-1898-1153

<sup>3</sup>Öğr. Gör., Bursa Uludağ Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, BURSA, TÜRKİYE  
ORCID ID- 0000-0001-5369-0728

<sup>4</sup>Araş. Gör., Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, BURSA, TÜRKİYE  
ORCID ID- 0000-0002-7826-6322

<sup>5</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, BURSA, TÜRKİYE  
ORCID ID- 0000-0001-8254-3401

\*: Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author: abayizit@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi:24.05.2021

Kabul Tarihi:26.07.2021

#### Özet

**Amaç:** Tüketilen gıda ile sağlık arasındaki ilişkinin farkındalığının artması sonucunda, ürün çeşitlenmesi ve pazar talebinin çoğalmasıyla; fonksiyonel ürün pazarı sürekli büyüme göstermektedir. Bu bağlamda yenilebilir çiçekler; besin değerleri ve biyoaktif bileşenleri ile gün geçtikçe daha fazla ilgi çekmektedir. Bu çalışmada, fonksiyonel özellikleri nedeniyle popülerliği son zamanda artış gösteren yenilebilir çiçeklerden “kadife” ve “şebboy” çiçek çeşitlerinin yağ asidi profilinin incelenmesi amaçlanmıştır.

**Materyal ve yöntem:** Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'nün seralarından temin edilen çiçekler, soğuk ekstraksiyona tabi tutulup yağ eldesi gerçekleştirildikten sonra IUPAC yöntemine göre soğuk esterleşmeleri yapılmıştır. GC-FID ile elde edilen sonuçlar w/w (%) toplam yağ asidi olarak ifade edilmiştir.

**Bulgular ve sonuç:** Doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi miktarları, 6 kadife çiçeği (*Tagetes erecta*) çeşidi ile 2 şebboy çiçek (*Matthiola incana*) çeşidi için belirlenmiştir. Şebboy çiçeği çeşitlerinin daha yüksek oranda tekli ve çoklu doymamış yağ içeriğine sahip olduğu, doymuş yağ asidi bakımından ise kadife çiçeklerinin oldukça yüksek içeriğe sahip oldukları görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Yağ Asitleri, *Tagetes erecta*, *Matthiola incana*, GC-FID, Soğuk Ekstraksiyon

#### Abstract

**Objective:** The functional product market is constantly growing as a result of the increased awareness of the relationship between consumed food and health. In this context, edible flowers attract more and more attention with its nutritional values and bioactive components. In this study, its aimed to investigate the fatty acid profile of marigold and gillyflower varieties, which are among the edible flowers, whose popularity has recently increased due to their functional properties.

**Material and method:** Flowers, grown under greenhouse conditions, obtained from Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture were subjected to cold extraction, and subsequently the extracts were cold esterified with IUPAC method. Results obtained with GC-FID is expressed as w/w (%) total fatty acids.

**Results and conclusion:** The amounts of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids were determined for 6 marigold (*Tagetes erecta*) and 2 gillyflower (*Matthiola incana*) varieties. It was observed that the varieties of gillyflower have higher mono- and polyunsaturated fat content, whilst marigolds display higher content in terms of saturated fatty acids.

**Keywords:** Fatty Acids, *Tagetes erecta*, *Matthiola incana*, GC-FID, Cold Extraction

## 1.Giriş

Farklı, özgün lezzetleri, dokusu ve çekici renkleri ile yenilebilir çiçekler, gıdalara lezzet, aroma ve renk sağlamaları nedeniyle mutfak dünyasında yaratıcı ve yenilikçi bir bileşen olarak popülerlik kazanmıştır (Aquino-Bolaños vd., 2013). “Yenilebilir çiçek” sağlığa yararlı, toksik olmayan ve insan diyetinde güvenilir bir şekilde tüketilebilecek çiçek demektir (Alasalvar vd., 2013). Çeşitli yemekler, salatalar, yiyecek ve içeceklerde yasemin, gül ve mor menekşe gibi birçok çiçek kullanılmıştır. Son yıllarda yeni ekonomik ufuklara odaklanan nutrasötik araştırmalar da zengin pigmentasyona ve yüksek antioksidan aktiviteye sahip olan ve çok sayıda fitokimyasal içeren çiçeklerin insan beslenmesinde ve sağlığı üzerinde etkilerine yönelmiştir (Alzoreky ve Nakahara, 2003; Sowbhagya vd., 2004; Şivel vd., 2014; Pires vd., 2017; Fernandes vd., 2019; Pereira vd., 2020).

Tozlayıcıları çekmek için gelişmiş zengin pigmentasyonları ile polifenoller, vitaminler, mineraller, yağ asitleri gibi biyoaktif bileşikler içermeleri; yenilebilir çiçeklerin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilme alanlarının genişlemesine neden olmuştur. Yenilebilir çiçek türlerinin tüketimi, fenolik asitler, flavanoidler, antosiyaninler ve diğer birçok fenolik bileşikler gibi çeşitli doğal antioksidan kaynağı oldukları için sağlık açısından faydalı bulunmaktadır. Anti-oksidatif özelliklerinin ve antikanserijen etkilerinin yanı sıra, fenolik asitler ve flavanoidlerin uzun zamandır antialerjik, anti-enflamatuar ve antimikrobiyal aktivitelere sahip oldukları bilinmektedir (Kaur vd., 2006; Das vd., 2010; Kaisoon vd., 2011; Mlcek ve Rop, 2011; Bungihan ve Matias, 2013; Li vd., 2014; Zeng vd., 2014; Garzon vd., 2015; Navarro-González vd., 2015; Loizzo vd., 2016; Fernandes vd., 2017).

Yenilebilir çiçekler arasında bulunan, *Compositae* familyasına ait bir süs bitkisi olan kadife çiçeğinin Latince adı “*Tagetes*” dir. *Tagetes* cinsi, Meksika ve Orta Amerika'ya özgü bir türdür, ancak dünyada da geniş bir yayılım göstermektedir. *T. erecta*, *T. patula* ve *T. tenuifolia* gibi bazı türler süs bitkisi olarak yetiştirilirken, *T. minima* doğada da bulunmaktadır (Armas vd., 2012). *Tagetes* cinsi içerisinde 50'den fazla tür bulunmakla birlikte; bunlardan en çok yetiştirilen türler *T. erecta*, *T. patula*, *T. tenuifolia* ve *T. lunulata*'dır. Fonksiyonel gıdalara olan ilginin artması ile birlikte; kadife çiçeğinin, gıda ve yem katkı maddesi olarak kullanım oranı da artış göstermiştir.

Antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri yüksek olan kadife çiçeği alternatif tıp alanında ağrı kesici, yanık tedavi edici ve tansiyon dengeleyici olarak uzun yıllardır hem oral hem de topikal olarak kullanılmaktadır (Özkan, 2018). Soğuk algınlığı,

boğaz enfeksiyonları ve tahrişlere karşı bitki çayı olarak tüketilebilmektedir. Kadife çiçeği yağı ise; cildin nem dengesinin korunmasına yardımcı olmakta ve sivilce, çıban, mantar, egzama gibi cilt döküntüleri ile deri pigmentasyonlarında kullanılan kremlerin yapımında değerlendirilmektedir (Singh vd., 2003; Ingkasupart vd., 2015).

Kadife çiçeğinin kimyasal bileşimi, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri, uçucu yağları ve insektisit etkisi üzerine yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Singh vd., 2003; Moliner vd., 2018; Salehi vd., 2018; Nelson, 2019). Terpenoidler, flavonoidler, tiyofenler, politiyofenler ve piretroidler farklı *Tagetes* türleri için bildirilen bileşenler arasındadır. Bunlara ilave olarak, limonen, okimen, tageton, terpinolen, karvakrol, karvon,  $\beta$ -karyofilen, germacrene D ve  $\gamma$ -elemene gibi çeşitli mono- ve seskiterpenleri içeren uçucu yağ bileşimi ile de ön plana çıkmaktadır. Farklı türlerinin anti-bakteriyel, anti-depresif, anti-inflamatuar, antimikotik, larvasidal, böcek öldürücü, sivrisinek öldürücü ve nematoidal aktivite gibi farklı aktiviteler gösterdiği tespit edilmiştir (Dixit vd., 2013). Singh vd. (2003) *Tagetes erecta* yapraklarındaki uçucu yağları ile ilgili kimyasal ve biyosidal araştırmalar yapmışlardır. Kadife çiçeği yapraklarının uçucu yağında yüksek konsantrasyonda bulunan (Z)- $\beta$ -ocimene'nin insektisit ve antifungal özellik gösterdiğini bildirmişlerdir.

*Brassicaceae* familyasına ait şebboy bitkisi (*Matthiola incana*) Akdeniz havzası, Kuzeydoğu Afrika-Asya'da yaygın şekilde yetişen, yabani türlerine ise daha çok Avrupa'nın güney kesimindeki çayırılık ve kayalık alanlarda rastlanan, 48 otsu ve odunsu türden oluşan bir cinstir. Canlı renkleri ve kokusu nedeniyle peyzaj düzenlemede popüler bir süs bitkisi olan şebboy, kokusunun sinir yatıştırıcı özelliği olmasıyla da tercih edilmektedir. Ayrıca tohumlarının afrodisyak, diüretik ve uyarıcı etkilerinin olduğu bilinen şebboy çiçeğinin, tıbbi olarak kullanımı da mevcuttur. Çiçekleri çoğunlukla sebze olarak ya da tatlılarda süsleme amacıyla kullanılmaktadır.

Yenilebilir çiçeklerle ilgili yapılan çalışmalarda son yıllarda artış görülmekle birlikte (Yaniv vd., 1997; Karaman vd., 2011; Mahgoub vd., 2011), yağ asidi kompozisyonlarının belirlendiği çalışmalarda tohum, sap ve çiçek kısımlarındaki yağ asitlerine, metot modifikasyonlarıyla farklı ekstraksiyon uygulamalarının etkilerine, sağlık etkileri gözetilerek de özellikle esansiyel yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesine odaklanıldığı tespit edilmiştir (Miceli vd., 2019; Taviano vd., 2020). Lipidler, çeşitli metabolik süreçler için yapısal bütünlük ve enerji sağlayan tüm bitki hücrelerinin temel bileşenleridir.

**Çizelge 1.** Literatürde bazı yenilebilir çiçeklere ait lipit içeriği (g 100 g<sup>-1</sup> kuru ağırlık).

Bilinen Adı	Botanik Adı	Lipit içeriği	Referans
Agave	<i>Agave salmiana</i>	2,8	Sotelo vd., 2007
Aloe vera	<i>Aloe vera</i>	4,2	Sotelo vd., 2007
		0,28-0,43	Andrea vd., 2020
	<i>Arbutus xalapensis</i>	3,9	Sotelo vd., 2007
Artichoke	<i>Cynara scolymus</i>	2,8	Vieira 2013
Broccoli	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	2,0	Vieira 2013
Calendula (common/pot marigold)	<i>Calendula officinalis</i>	3,6–5,6	Vieira 2013 Miguel vd., 2016 Pires vd., 2017
Cauliflower	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	2,9	Vieira 2013
Centaurea	<i>Centaurea cyanus</i>	0,1	Pires vd., 2017
Common mallow	<i>Malva sylvestris</i>	2,8	Barros vd., 2010
Coral tree	<i>Erythrina americana</i> Mill.	2,3	Sotelo vd., 2007
	Cucurbita pepo	5,0	Sotelo vd., 2007
Erythrina	<i>Erythrina caribaea</i> Krukoff & Barneby	1,5	Sotelo vd., 2007
	<i>Erythrina americana</i>	2,3	
Garden nasturtium	<i>Tropaeolum majus</i>	3,1	Navarro-González vd., 2015
		3,6	Vieira 2013
Hibiscus	<i>Hibiscus esculentus</i> L.	19,0	Glew vd., 1997
	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	26,0	Glew vd., 1997
Mahua	<i>Madhuca indica</i> J.F.Gmel.	6,1	Patel ve Naik 2010
Mexican marigold	<i>Tagetes erecta</i>	1,9	Navarro-González vd., 2015
Moringa	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	2,9	Sánchez-Machado vd., 2010
Nasturtium	<i>Tropaeolum majus</i>	0,33	Navarro-González vd., 2015
Neem	<i>Azadirachta indica</i> L.	5,2	Rao vd., 2014
Pansies	<i>Viola × wittrockiana</i>	6,0	Vieira 2013
Pot marigold	<i>Calendula officinalis</i>	3,6	Vieira 2013
Pumpkin	<i>Cucurbita pepo</i>	5,0	Sotelo vd., 2007
Rugosa rose	<i>Rosa micrantha</i>	1,3	Guimarães vd., 2010
Texas madrone	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	3,9	Sotelo vd., 2007
Toothache plant (paracress, tingflowers, electric daisy)	<i>Spilanthes oleracea</i>	0,41	Navarro-González vd., 2015
Sechuan button	<i>Spilanthes oleracea</i> L.	2,2	Navarro-González vd., 2015
Snapdragon	<i>Antirrhinum majus</i>	4,2	Sotelo vd., 2007,
		8,5	González-Barrio vd., 2018
Sun spurge	<i>Euphorbia radicans</i> Benth.	4,9	Sotelo vd., 2007
Yucca	<i>Yucca filifera</i> Chabaud	2,1	Sotelo vd., 2007
Wild marigold	<i>Tagetes minuta</i>	0,9	Kumar ve Dayal 2012

Bitkilerde lipidler çoğunlukla triaçilgliserollerin depolandığı tohum dokularıyla ilişkilendirildiği için bitkilerin lipit bileşimi üzerine yapılan araştırmaların çoğu tohumlarından elde edilen ve yemeklik olarak değerlendirilen yağlar üzerinde yoğunlaşmıştır (Velasco ve Goffman, 1999; Younis vd., 2000; Rezig vd., 2012).

Yapraklar, çiçekler ve meyveler gibi dokular da lipidleri sentezlemektedir, ancak şimdiye kadar bu dokulardaki oluşum mekanizması ya da işlevi tam olarak anlaşılamamıştır. Bu nedenle, lipidler çiçeklerde en az çalışılan metabolitler arasında yer almaktadır.

Yağlar ve yağ asitleri metabolizmada etkin enerji kaynağı olmak, dış faktörlere karşı dayanıklılık sağlamak, hücre ve zarının temel yapı taşı olmak ve hormon benzeri eikozanoid bileşiklerin ön maddesi olarak görev yapmak gibi roller üstlenmişlerdir (Akpınar-Bayazit, 2003). Hormon benzeri bileşiklerin oluşumunda omega-3 ve omega-6 çoklu-doymamış yağ asitleri yer almaktadır. Linoleik asit (C18:2), gama-linolenik asit (GLA, C18:3) ve araşidonik asit (ARA, C20:4) en önemli omega-6 çoklu doymamış yağ asitleri iken, alfa-linolenik asit (ALA, C18:3) ve bunun metabolitleri olan eikozapentaenoik asit (EPA, C20:5) ve dokozahexaenoik asit (DHA, C22:6) omega-3 yağ asitleridir. İnsan vücudu doymuş ve tekli-doymamış yağ asitlerini tükettiği besinlerden sentezleyebildiği halde, sentezleyemediği linoleik asit ve alfa-linolenik asit gibi “mutlak esansiyel yağ” asitleri ile GLA, ARA, EPA ve DHA gibi “şartlı esansiyel yağ asitleri”ni besinler ile dışarıdan almalıdır. Tohum ya da meyvelerden elde edilen yemeklik yağlar bu yağ asitlerinin önemli kaynağıdır. Geleneksel tohum ve meyvelere ilave olarak etnofarmakolojide kullanılan çiçek yağları da esansiyel yağ asitleri için potansiyel teşkil etmektedir.

Yenilebilir çiçekler için literatürde bildirilen lipit içerikleri Çizelge 1'de özetlenmiştir. Lipit bileşiminin çiçeklerin organları ve dokuları arasında önemli ölçüde farklı olduğu bildirilmekle birlikte, çalışmaların çoğu fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) (Chalchat ve Ozcan, 2008; Joshi, 2014; Toncer vd., 2017), krizantem (*Chrysanthemum indicum* L.) (Choi ve Kim, 2011; Sassi vd., 2014; Han vd., 2019), kadife çiçeği (*Tagetes* ssp.) (Chamorro vd., 2008; Ali vd., 2013; Singh vd., 2016; Moliner vd., 2018; Rathore vd., 2018; Salehi vd., 2018), civanperçemi (*Achillea millefolium* L.) (Raal vd., 2012; Acar vd., 2020), nergis (*Calendula officinalis* L.) (Gazim vd., 2008a,b; Raal vd., 2016) ve gül (*Rosa × damascena* Herrm.) (Verma vd., 2011; Atanasova vd., 2016) gibi uçucu yağları kozmetik ve farmakolojik olarak değerli olan çiçeklere odaklanmıştır (Armas vd., 2012).

Yenilebilir çiçeklerden şebboy ve kadife çiçeği üzerine yapılmış çok sayıda çalışma bulunmakla birlikte; bu çiçeklerin toplam yağ asidi profilinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durumdan yola çıkarak; kadife çiçeğinin Bali Orange, Bali Yellow, Marvel Orange, Marvel Yellow, Narai ve Eagle, çeşitleri ile şebboy çiçeğinin Canetto White ve Noble çeşitlerinin yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### Materyal

Çiçekler Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde bulunan Bahçe Bitkileri Bölümü'nün seralarından temin edilmiştir. Her türden rastgele 25'er adet bitki toplanarak oda koşullarında kurutulmuş ve öğütülmüştür.

### Yöntem

Farklı çeşitlerdeki şebboy çiçeği taç yapraklarından sabit yağ eldesi için Folch vd. (1957)'nin soğuk ekstraksiyon metodu modifiye edilerek uygulanmıştır. Kurutulmuş kadife ve şebboy çiçeği taç yapraklarından 1 g tartılarak 150 mL kloroform/metanol (2:1, v/v) + 1,5 mL asetik asit karışımına aktarılmış ve 24 saat boyunca oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu süre sonunda organik fazın ayrılması için filtrasyon gerçekleştirilmiştir. Filtre edilen karışım, 500 mL'lik ayırma hunilerine aktarılmış ve iki defa 100 mL distile su ile yıkanmıştır. Her yıkama işleminin ardından anorganik faz ortamdaki uzaklaştırılmış, organik fazda kalan su ise susuz MgSO<sub>4</sub> yardımı ile bağlandıktan sonra çözücü vakum altında buharlaştırılmıştır.

Ekstrakte edilen yağda yağ asidi metil esterleri (FAMES) 6 Mayıs 2002 tarihli EC 796/2002 sayılı Avrupa Birliği Komisyon Yönetmeliği'nde açıklanan IUPAC (Uluslararası Uygulamalı ve Saf Kimya Birliği)'nin bildirdiği soğuk esterleştirme yöntemi uygulanarak elde edilmiştir (Anonymous, 1987).

Örneklerin yağ asidi profilleri gaz kromatografi cihazında (PerkinElmer Clarus 680) alev iyonlaşma dedektörü (FID) ve kapiler kolonlu Gaz Kromatografisi (Teknokroma TR-CN100 Capillary Column 100m x 0.25mm x 0,20µm) ile belirlenmiştir. Enjeksiyon ve dedektör sıcaklıkları 250°C'ye ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Gaz akış hızı 1 mL dak<sup>-1</sup>'dir. Örnek 9:1 split modunda enjekte edilmiştir ve enjeksiyon hacmi 0,5 µL'dir. Kolon fırın sıcaklığı 110°C'den başlayıp dakikada 5°C artarak 180°C'ye ulaşmış ve bu sıcaklıkta 8 dakika bekletilmiştir; ardından dakikada 2,5°C artarak 220°C'ye ulaşılmış ve bu sıcaklıkta 15 dakika bekletilmiştir. Pikler alıkonma zamanları ve aynı koşullarda analiz edilmiş yağ asidi metil ester standartları (CAT: CRM47885) esas alınarak tanımlanmıştır. Pik alanları ölçülmüş ve sonuçlar w/w (%) toplam yağ asidi olarak ifade edilmiştir.

### 3. Bulgular ve tartışma

Gıdaların estetik görünümünün artmasına katkıda bulunan ya da pişirme hazırlığı sırasında değerlendirilen yenilebilir çiçekler birçok agronomik araştırmaya da konu olurken, son yıllarda biyoaktif bileşenleri nedeniyle de ilgi çekmektedirler. Yetiştirme koşulları, morfoloji, stres koşullarına dayanım, fenolik bileşen profili ve antioksidan kapasitesinin kapsamlı bir şekilde incelendiği çalışmaların aksine

az miktarda çalışma yenilebilir çiçeklerin kimyasal kompozisyonunu ve stabilitesini değerlendirmiştir. Bu çalışmada farklı çeşitlerdeki kadife ve şebboy çiçeği taç yapraklarının yağ asidi kompozisyonu değerlendirilmiştir. Kadife çiçeğine ait yağ asidi kompozisyonu Çizelge 2'de ve doymuş ile doymamış yağ asidi kompozisyonu Çizelge 3'te verilirken; şebboy çiçeğine ait yağ asidi kompozisyonu Çizelge 4 ile doymuş ve doymamış yağ asidi kompozisyonu ise Çizelge 5'te sunulmuştur.

**Çizelge 2.** Kadife çiçek çeşitlerinin yağ asidi kompozisyonları (%).

Yağ Asitleri	Çiçekler	Bali Orange	Bali Yellow	Marvel Orange	Marvel Yellow	Narai	Eagle
Miristik asit (C14:0)		14,20	4,49	13,77	3,59	13,40	5,48
Palmitik asit (C16:0)		42,50	30,66	41,85	32,98	32,22	33,38
Palmitoleik asit (C16:1)		0,75	0,11	1,39	0,82	1,13	0,47
Stearik asit (C18:0)		20,48	38,87	27,06	26,40	21,88	20,89
Oleik asit (C18:1)		1,23	0,89	1,30	1,06	1,46	0,79
Linoleik asit (C18:2)		7,10	9,61	5,46	14,28	14,95	20,08
Linolenik asit (C18:3)		5,76	8,66	4,59	13,84	9,62	9,72
Gadoleik asit (C20:1)		0,57	0,85	0,35	0,77	0,38	0,46
Araşidonik asit (C20:4)		4,76	1,94	1,25	1,59	1,18	2,54
Behenik asit (C22:0)		1,38	1,69	1,10	1,49	1,44	2,36
Lignoserik asit (C24:0)		2,40	2,29	1,83	3,27	2,28	3,35

Kadife çiçeği çeşitleri arasında en yüksek miktarda belirlenen yağ asitleri palmitik (%30,66-42,50) ve stearik asit (%20,48-38,87) olmuştur. Bununla birlikte, linoleik asit Eagle (%20,08), Narai (%14,95) ile M. Yellow (%14,28) çeşitlerinde; linolenik asit M. Yellow (%13,84), Eagle (%9,72) ile Narai (%9,62) çeşitlerinde ve miristik asit ise B. Orange (%14,20), M. Orange (%13,77) ile Narai (%13,40) çeşitlerinde ön plana çıkan yağ asitleri olarak bulunmuşlardır. Minör olarak da araşidonik (%1,18-4,76), gadoleik (%0,35-0,85), behenik (%1,10-2,36), palmitoleik (%0,11-1,39) ve lignoserik (%1,83-3,35) asitler tespit edilmiştir.

Bu farklılıkların çeşit ve hasat zamanından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bunun yanında çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA: linoleik, araşidonik, linolenik asit) yüksek oranda çıkması da önemli bir çıktı olarak dikkat çekmiştir (Çizelge 3). PUFA değerleri %11,30-32,34 aralığında değişiklik göstermiştir. En yüksek değerlere Eagle (%32,34) ile M. Yellow (%29,71) çeşitlerinde rastlanırken; en düşük değer M. Orange (%11,30) çeşidinde görülmüştür. Doymuş yağ asitleri (SFA: palmitik, stearik, miristik, behenik, lignoserik) ise %65,46 (Eagle) ile %85,61 (M. Orange) aralığında tespit edilmiştir.

**Çizelge 3.** Kadife çiçek çeşitlerinin doymuş ve doymamış yağ asidi kompozisyonları (%).

Yağ Asitleri	Çiçekler	Bali Orange	Bali Yellow	Marvel Orange	Marvel Yellow	Narai	Eagle
Doymuş (SFA)		79,81	78,00	85,61	67,66	71,22	65,46
Doymamış (UFA)		20,17	22,06	14,34	32,29	28,72	34,06
Tekli Doymamış (MUFA)		2,55	1,85	3,04	2,58	2,97	1,72
Çoklu Doymamış (PUFA)		17,62	20,21	11,30	29,71	25,75	32,34

Şebboy çiçeklerine bakıldığında ise; palmitik ve stearik asit en baskın doymuş yağ asidi iken oleik, linoleik ve linolenik asitler yüksek orandaki doymamış yağ asitleridir (Çizelge 4). Sabit yağın doymamışlık oranı yüksektir ve burada linolenik asit ve linoleik asit miktarları dikkat çekicidir. Önemli bir PUFA olan linolenik asidin, C. White (%51,33) ve N.

White (%42,65) çeşitlerinde en yüksek miktarda bulunan yağ asidi olduğu gözlenmiştir. Linolenik asidi, sırasıyla oleik (21,60:%25,92) ve linoleik asit (14,53:%15,92) takip etmiştir. En düşük miktarda tespit edilen yağ asitleri sırasıyla; lignoserik (%0,01:0,05), behenik (%0,04:0,11), gadoleik (%0,05:0,26), araşidonik (%0,02:0,12), palmitoleik (%0,03:0,23) ve miristik asit (%0,58:0,63) olmuştur.

**Çizelge 4.** Şebboy çiçek çeşitlerinin yağ asidi kompozisyonları (%).

Yağ Asitleri	Çiçekler	Canetto White	Noble White
Miristik asit (C14:0)		0,58	0,63
Palmitik asit (C16:0)		9,88	11,25
Palmitoleik asit (C16:1)		0,03	0,23
Stearik asit (C18:0)		1,82	2,79
Oleik asit (C18:1)		21,60	25,92
Linoleik asit (C18:2)		14,53	15,92
Linolenik asit (C18:3)		51,33	42,65
Gadoleik asit (C20:1)		0,05	0,26
Araşidonik asit (C20:4)		0,02	0,12
Behenik asit (C22:0)		0,11	0,04
Lignoserik asit (C24:0)		0,01	0,05

Şebboy çiçeklerinin SFA değerleri kadife çiçeklerine oranla daha az (%12,40-14,76) bulunmakla birlikte, özellikle PUFA içerikleri şebboy çiçek çeşitlerinde oldukça yüksek değerlerde (%58,69-65,88) tespit edilmiştir (Çizelge 5). Bu durum, şebboy çiçeklerinin belirtilen antioksidan özelliklerine ilave olarak aynı zamanda esansiyel yağ açısından da değerli bir

kaynak olduklarını işaret etmiştir. Linolenik asit, hem N. White (%42,65) hem de C. White (%51,33) çeşitlerinde baskın PUFA olarak belirlenmiştir. Şebboy çiçeklerinin SFA miktarlarının kadife çiçeklerine göre oldukça az olmasına karşın; palmitik asit (C. White: %9,88, N. White: %11,25) miktarının yüksek olması, SFA değerleri karşılaştırıldığında kadife çiçekleri ile benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 5.** Şebboy çiçek çeşitlerinin doymuş ve doymamış yağ asidi kompozisyonları (%).

Yağ Asitleri	Çiçekler	Canetto White	Noble White
Doymuş (SFA)		12,40	14,76
Doymamış (UFA)		87,56	85,10
Tekli Doymamış (MUFA)		21,68	26,41
Çoklu Doymamış (PUFA)		65,88	58,69

Fernandes vd., (2018) yenilebilir çiçeklerde 36 adet yağ asidi tanımlanmıştır. Çiçeklerde bulunan başlıca yağ asitlerinin palmitik asit (C16:0), linoleik asit (C18:2) ve  $\alpha$ -linolenik asit (C18:3) olduğu, bununla birlikte, bu çiçekler ve organları arasında çok farklılık bulunduğunu bildirmişlerdir. Örneğin, palmitik asit sırasıyla *Hibiscus sabdariffa* ve *Chrysanthemum morifolium* Ramat için %0,08 ila %53,9 olarak saptanırken; linoleik asit *Hibiscus sabdariffa* ve *Punica granatum* L. için % 0,05 ve %57,02 arasında değişmiştir;  $\alpha$ -linolenik asit ise *Hibiscus esculentus* ve *Calendula officinalis* için %0,02 ve %36,9 arasında gözlenmiştir.

Mahgoub vd. (2011), *Matthiola incana* bitkisinde bitki boyu, dal sayısı, bitkinin taze ve kuru ağırlıkları olarak ifade edilen vejetatif büyüme kriterlerinin ve fotosentetik pigmentler, protein, sabit yağ ve yağ asidi bileşimi, özellikle gama-linolenik asit miktarı, gibi kimyasal özelliklerin iki büyüme düzenleyicisi (stigmasterol ve difenilüre) uygulamalarından önemli ölçüde etkilendiğini belirtmişlerdir.  $\gamma$ -linolenik asit (%38,08-48,39), linoleik asit (%13,16-29,13) ve oleik asit (%13,12-26,22) en baskın

doymamış yağ asitleri iken, palmitik asit (%10,51-13,71) doymuş yağ asitlerinin en belirgin temsilci olarak kaydedilmiştir. Heuer vd. (2005) tuzlu su ile sulamanın oleik, linoleik ve linolenik yağ asitleri açısından zengin bir yağlı tohum bitkisi olduğu düşünülen şebboy (*Matthiola incana*) tohumlarında, alfa linolenik asidi içeriğinin önemli ölçüde arttığını ve %49,81 olan değerinin tuzluluk oranının artmasına paralel olarak artarak %54,42'ye yükseldiğini bildirmişlerdir. Karaman vd. (2011) Türkiye'de yetişen *Matthiola longipetala* ssp. *bicornis* tohumlarında ekim süresinin tohum yağı oranı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu, sonbahar ekimlerinde %21, kış ekimi ve yabancı bitkiler için %11 yağ veriminin olduğunu bildirmişlerdir. Tüm örneklerde palmitik, stearik, oleik, elaidik, linoleik, alfa-linolenik, gama-linolenik, arşidonik, 11-eikosenoik ve arşidonik asit tespit edilirken, yabancı tohumlarda bunlara ilave olarak pentadekanoik, heptadekanoik, cis-10-heptadekanoik, behenik ve lignoserik asitler belirlenmiştir. *M. incana* (Yaniv vd., 1997) ve *M. tricuspidata* (Heuer vd., 2002)'nin gama-linolenik asit içeriği sırasıyla %68 ve %43 olarak ifade edilmiştir. Olgunlaşma dönemine (Mayıs-



Haziran) denk gelen ve GLA birikiminde artışa neden olan düşük sıcaklıklar nedeniyle olgunlaşmanın 20°C'nin altındaki sıcaklıklarda gerçekleşmesinin daha etkili yağ birikimine neden olacağı vurgulanmıştır. Yaniv vd. (1997) *M. incana*'nın oleik ve linoleik asit oranlarının sırasıyla %13 ve %11 olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, Heuer vd. (2002) *M. tricuspidata*'nın oleik ve linoleik asit oranlarını %26,57 ve %12,44 olarak tespit etmişlerdir. Zorbaz (2020), C18:3 (gama), C18:1, C16:0 yağ asitlerinin şebboy çiçeği taç yaprak örneklerinde en fazla miktarda bulunan yağ asitleri olduğu bildirmiştir.

Kadife çiçeklerinin sabit yağına ait yağ asidi profili daha önce çalışılmamıştır. Araştırmalar daha çok esansiyel (uçucu) yağın bileşimi üzerinedir. Kadife ve şebboy çiçek türleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; C15:0, C17:0, C18:3 (gama) C20:0, C20:1, C20:2, C20:4 yağ asitleri 'Canetto' çeşidinde daha fazla bulunurken, diğer yağ asitleri bakımından 'Noble' çeşidinin daha yüksek içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir. Şebboy çiçeklerinin sabit yağlarının yağ asidi kompozisyonunun ise, Zorbaz (2020) ile benzer, ancak Heuer vd. (2005), Karaman vd. (2011) ile Mahgoub vd. (2011)'in bildirdiği değerlerden düşük olduğu bulunmuştur.

Literatür ile gözlenen farklılıkların yetiştirme koşulları (sıcaklık, nem, sulama, toprak yapısı), ekim ve hasat zamanı, olgunluk durumu, genetik yapı gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.Sonuç

Bir doğa harikası ve güzelliğin sembolü olan çiçekler, birçok insanın hayatının ayrılmaz bir parçasıdır. Çiçeklerin aroması, rengi, şekli ve güzelliği genellikle insanların moralini yükseltmektedir. Zambak, nilüfer, safran, gül ve kadife çiçeği gibi çevre düzenleme ya da kesme olarak değerlendirilen çiçeklerin çoğu yenilebilir niteliktedir ve etnik/alternatif tıp alanında kullanımı mevcuttur. Yenilebilir çiçekler, amino asitler, vitaminler, mineraller gibi besin öğelerinin yanı sıra sağlık üzerinde etkili çeşitli fitokimyasalları da

#### 5.Kaynaklar

Acar, M.B., İbiş Karadaş, E., Şimşek, A., Vural, C., Tez, C. and Özcan, S. (2020). Evaluation of *Achillea millefolium* essential oil compounds and biological effects on cervix cancer HeLa cell line. *The EuroBiotech Journal*, 4(1), 17-24.

Akpınar-Bayızit, A. (2003). Doymamış yağ asitlerinin beslenme ve sağlık açısından önemi. *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi*, 2(3), 28-31.

içermektedirler. Uzakdoğu'da yenilebilir çiçekler çay olarak sıklıkla tüketilmekte ve estetik özellik kazandırmak amacıyla yemeklerde, pastalarda ve sunumlarda kullanılmaktadır.

Son yıllarda gıda üretim ve pazarlarındaki en önemli eğilim, yaşlanmanın ve hastalık semptomlarını azaltacak/ortadan kaldıracak gıda ürünlerine olan tüketicinin artan ilgisi ve tercihidir. Bu nedenle günümüzde tüketiciler ve üreticiler, gıda maddelerinin kalitesi ile gıda bileşenlerinin içeriklerine giderek daha fazla önem vermektedir. Yüksek besin değeri, antioksidan kapasitesi ve çekici görünümü, yenilebilir çiçekleri insan beslenmesinde ve gastronomide gelecek vaat eden bir gıda türü olarak nitelemektedir.

Yenilebilir çiçeklerin sağlık ve estetik özellikleri niş bir pazarı temsil etmektedir. Stratejik bir bakış açısı olarak, yenilebilir çiçeklerin yemeklere, içeceklerle ve tatlılara dahil edilmesi, ürün farklılaştırılması, fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi ve ürün yelpazesinin genişletilmesi konusunda alternatif bir yol olabilir.

*Tagetes* ve *Matthiola* türleri gibi yenilebilir çiçekler üzerine yapılan araştırmalar farmakolojik özellikleri, uçucu yağları ya da biyoaktif bileşenleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Ancak sağlık açısından önemli esansiyel yağ asitleri bakımından zengin olan sabit yağın, yağ asitleri profili üzerine çok sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Özetle ve mevcut literatüre dayanılarak, yemeklik ve tedavi amaçlı kullanılan birçok yenilebilir çiçeğe ilişkin bilimsel bilgilerde geniş bir boşluğun olduğu gözlenmektedir. Biyoaktif bileşenlerce zengin, ucuz, yenilebilir ve güvenilir antioksidan kaynağı olan yenilebilir çiçeklerin oksidatif stresin neden olduğu hastalıkların önlenmesine ve tedavisine yardımcı olan fonksiyonel bir gıda/gıda bileşeni olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca doğal antioksidanların yanı sıra renklendirici olarak da uygulama alanı bulabilecektir. Bu nedenle, yenilebilir çiçeklerin lipit bileşiminin gıda endüstrisi ve sağlık uygulamalarını araştırmak için daha detaylı incelenmesi gerekmektedir.

Alasalvar, C., Pelvan, E., Özdemir, K.S., Kocadağlı, T., Mogol, B.A., Paslı, A.A., Özcan, N., Özçelik, B. and Gökmen, V. (2013). Compositional, nutritional, and functional characteristics of instant teas produced from low and high quality black teas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(31), 7529-36.

Ali, N.A.A., Sharopov, F.S., Al-kaf, A.G., Hill, G.M., Arnold, N., Al-Sokari, S.S., Setzer, W.M. and Wessjohann, L. (2013). Composition of essential oil from *Tagetes minuta* and its cytotoxic, antioxidant and antimicrobial activities. *Natural Product Communications*, 9(0), 1-4.

- Alzoreky, N.S. and Nakahara, K. (2003). Antibacterial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *International Journal of Food Microbiology*, 80(3), 223-230.
- Andrea, B., Dumitrița, R., Florina, C., Francis, D., Anastasia, V., Socaci, S. and Adela, P. (2020). Comparative analysis of some bioactive compounds in leaves of different Aloe species. *BMC Chemistry*, 14, 67-78.
- Anonymous (1987). IUPAC Standard Methods for Analysis of Oils, Fats and Derivatives. seventh ed. Blackwell Scientific Publications. IUPAC Method 2.301; Report of IUPAC Working Group WG 2/87.
- Aquino-Bolaños, E.N., Urrutia-Hernandez, T.A., Lopez del Castillo-Lozano, M., Chavez-Servia, S. and Verdalet-Guzman, I. (2013). Physicochemical parameter and antioxidant compounds in edible squash (*Cucurbita pepo*) flower stored under controlled atmospheres. *Journal of Food Quality*, 36(5), 302-308.
- Armas, K., Rojas, J., Rojas, L. and Morales, A. (2012). Comparative study of the chemical composition of essential oils of five *Tagetes* species collected in Venezuela. *Natural Product Communications*, 7(9), 1225-1226.
- Atanasova, T., Kakalova, M., Stefanof, L., Petkova, M., Stoyanova, A., Petkova, M., Damyanova, S. and Desyk, M. (2016). Chemical composition of essential oil from *Rosa Damascena* mill., growing in new region of Bulgaria. *Ukrainian Food Journal*, 5(3), 492-498.
- Barros, L., Carvalho, A.M. and Ferreira, I.C.F.R. (2010). Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of *Malva sylvestris*: A comparative study of the nutraceutical potential and composition. *Food Chemistry and Toxicology*, 48, 1466-1472.
- Bungihan, M.E. and Matias, C.A. (2013). Determination of the antioxidant, phytochemical and antibacterial profiles of flowers from selected ornamental plants in Nueva Vizcaya, Philippines. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 3, 833-841.
- Chalchat, J.C. and Ozcan, M.M. (2008). Comparative essential oil composition of flowers, leaves and stems of basil (*Ocimum basilicum* L.) used as herb. *Food Chemistry*, 110, 501-503.
- Chamorro, E.R., Ballerini, G., Sequeira, A.F., Velasco, G.A. and Zalazar, M.F. (2008). Chemical composition of essential oil from *Tagetes minuta* L. leaves and flowers. *Journal of the Argentine Chemical Society*, 96, 80-86.
- Choi, H.S. and Kim, G.H. (2011). Volatile flavor composition of gamguk (*Chrysanthemum indicum*) flower essential oils. *Food Science and Biotechnology*, 20(2), 319-325.
- Das, B.K., Choudhury, B.K. and Kar, M. (2010). Quantitative estimation of changes in biochemical constituents of mahua (*Madhuca indica* syn. *Bassia latifolia*) flowers during postharvest storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34, 831-844.
- Dixit, P., Tripathi, S. and Verma, K.N. (2013). A brief study on Marigold (*Tagetes* species). *International Research Journal of Pharmacy*, 4(1), 43-48.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J.A., Saraiva, J.A. and Ramalhosa, E. (2017). Edible flowers: a review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. *Journal of Food Composition and Analysis*, 60, 38-50.
- Fernandes, L., Ramalhosa, E., Pereira, J.A., Saraiva, J.A. and Casal, S. (2018). The unexplored potential of edible flowers lipids. *Agriculture*, 8(10), 146-168.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J.A., Saraiva, J.A. and Ramalhosa, E. (2019). An overview on the market of edible flowers. *Food Reviews International*, 36(2), 1-18.
- Folch, J., Lees M. and Stanley, G.H.S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- Garzon, G.A., Manns, D.C., Riedl, K., Schwartz, S.J. and Zakour-Padilla, O. (2015). Identification of phenolic compounds in petals of nasturtium flowers (*Tropaeolum majus*) by high-performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry and determination of oxygen radical absorbance capacity (ORAC). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63, 1803-1811.
- Gazim, Z.C., Rezende, C.M., Fraga, S.R., Filho, B.P.D., Nakamura, C.V. and Cortez, D.A.G. (2008a). Analysis of the essential oils from *Calendula officinalis* growing in Brazil using three different extraction procedures. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas (Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences)*, 44(3), 391-395.
- Gazim, Z.C., Rezende, C.M., Fraga, S.R., Svidzinski, T.I.E. and Cortez, D.A.G. (2008b). Antifungal activity of the essential oil from *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) growing in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 39, 61-63.
- Glew, R.H., VanderJagt, D.J., Lockett, C., Grivetti, L.E., Smith, G.C., Pastuszyn, A. and Millson, M. (1997). Amino acid, fatty acid, and mineral composition of 24 indigenous plants of Burkina Faso. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10, 205-217.
- González-Barrio, R., Periago, M.J., Luna-Recio, C., Javier, G.F. and Navarro-González, I. (2018). Chemical composition of the edible flowers, pansy (*Viola wittrockiana*) and snapdragon (*Antirrhinum*

*majus*) as new sources of bioactive compounds. *Food Chemistry*, 252, 373-380.

Guimarães, R., Barros, L., Carvalho, A.M. and Ferreira, I.C.F.R. (2010). Studies on chemical constituents and bioactivity of *Rosa micrantha*: an alternative antioxidants source for food, pharmaceutical, or cosmetic applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 6277-6284.

Han, X.B., Zhao, J., Cao, J.M. and Zhang, C.S. (2019). Essential oil of *Chrysanthemum indicum* L.: potential biocontrol agent against plant pathogen *Phytophthora nicotianae*. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 7013-7023.

Heuer, B., Yaniv, Z. and Ravina, I. (2002). Effect of late salinization of chia (*Salvia hispanica*), stock (*Matthiola tricuspidata*) and evening primrose (*Oenothera biennis*) on their oil content and quality. *Industrial Crops and Products*, 15, 163-167.

Heuer, B., Ravina, I. and Davidov, S. (2005). Seed yield, oil content, and fatty acid composition of stock (*Matthiola incana*) under saline irrigation. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56(1), 45-47.

Ingkasupart, P., Manochai, B., Song, W.T. and Hong, J.H. (2015). Antioxidant activities and lutein content of 11 Marigold cultivars (*Tagetes* spp.) grown in Thailand. *Food Science Technology*, 35(2), 380-385.

Joshi, R.K. (2014). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum basilicum* L. (sweet basil) from Western Ghats of North West Karnataka, India. *Ancient Science of Life*, 33(3), 151-156.

Kaisoon, O., Siriamornpun, S., Weerapreeyakul, N. and Meeso, N. (2011). Phenolic compounds and antioxidant activities of edible flowers from Thailand. *Journal of Functional Foods*, 3, 88-99.

Karaman, S., Gulseven, M., Comlekcioglu, N. and Ilcim, A. (2011). Fatty acid composition of *Matthiola longipetala* ssp. *bicornis* from Turkey. *International Journal of Agriculture & Biology*, 13(4), 581-585.

Kaur, G., Alam M.S., Jabbar, Z., Javed K. and Athar, M. (2006). Evaluation of antioxidant activity of *Cassia siamea* flowers. *Journal of Ethnopharmacology*, 108(3), 340-348.

Kumar, R. and Dayal, R. (2012). Chemical examination of fatty oil of *Tagetes minuta* seeds. *Journal of Livestock Science and Technologies*, 44(2), 57-59.

Li, A. N., Li, S., Li, H. B., Xu, D. P., Xu, X. R. and Chen, F. (2014). Total phenolic contents and antioxidant capacities of 51 edible and wild flowers. *Journal of Functional Foods*, 6, 319-330.

Loizzo, M.R., Pugliese, A., Bonesi, M., Tenuta, M.C., Menichini, F., Xiao, J. and Tundis, R. (2016). Edible flowers: a rich source of phytochemicals with antioxidant and hypoglycemic properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(12), 2467-2474.

Mahgoub, M.H., Aziz, N.G.A., Youssef, A.A. and Almselati, A.S.I. (2011). Growth parameters, yield and chemical composition of *Matthiola incana* plants as influenced by foliar spray with stigmasterol and diphenylurea. *Journal of Applied Sciences Research*, 7(11), 1575-1582.

Miceli, N., Cavò, E., Ragusa, S., Cacciola, F., Dugo, P., Mondello, L., Marino, A., Cincotta, F., Condurso, C. and Taviano, M.F. (2019) Phytochemical characterization and biological

activities of a hydroalcoholic extract obtained from the aerial parts of *Matthiola incana* (L.) R. Br. subsp. *incana* (Brassicaceae) growing wild in Sicily (Italy). *Chemistry & Biodiversity*, 16, e1800677.

Miguel, M., Barros, L., Pereira, C., Calhelha, R.C., Garcia, P.A., Castro, M.Á., Santos-Buelga, C. and Ferreira, I.C.F.R. (2016). Chemical characterization and bioactive properties of two aromatic plants: *Calendula officinalis* L. (flowers) and *Mentha cervina* L. (leaves). *Food & Function*, 7, 2223-2232.

Mlcek, J. and Rop, O. (2011). Fresh edible flowers of ornamental plants a new source of nutraceutical foods. *Trends in Food Science and Technology*, 22, 561-569.

Moliner, C., Barros, L., Dias, M. I., López, V., Langa, E., Ferreira, I.C.F.R. and Gómez-Rincón, C. (2018). Edible Flowers of *Tagetes erecta* L. as Functional Ingredients: Phenolic Composition, Antioxidant and Protective Effects on *Caenorhabditis elegans*. *Nutrients*, 10(12), 2002-2016.

Navarro-González, I., González-Barrio, R., García-Valverde, V., Bautista-Ortín, A.B. and Periago, M.J. (2015). Nutritional composition and antioxidant capacity in edible flowers: characterisation of phenolic compounds by HPLC-DAD-ESI/MS. *International Journal of Molecular Science*, 16, 805-822.

Nelson, S. (2019). The antibacterial activity of essential oils from *Tagetes erecta* and *Thuja occidentalis*. *Cantaurus*, 27, 29-33.

Özkan, Y. (2018). *Tagetes erecta* L. (Kadife Çiçeği)'nin Kimyasal Yapısı ve Antioksidan Kapasitesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, s. 80.

Patel, M. and Naik, S.N. (2010). Flowers of *Madhuca indica* J.F. Gmel, present status and future perspectives. *Indian Journal of Food Products and Resources*, 1, 438-443.

- Pereira, A.M., Cruz, R.R.P., Gadelha, T.M., Silva, A.G.F., Costa, F.B. and Ribeiro, W.S. (2020). Edible flowers: beauty, health and nutrition. *Research, Society and Development*, 9(7), 1-21.
- Pires, T.C.S.P., Dias, M.I., Barros, L. and Ferreira, I.C.F.R. (2017). Nutritional and chemical characterization of edible petals and corresponding infusions: valorization as new food ingredients. *Food Chemistry*, 220, 337-343.
- Raal, A., Orav, A. and Arak, E. (2012). Essential oil content and composition in commercial *Achillea millefolium* L. herbs from different countries. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 15(1), 22-31.
- Raal, A., Orav, A., Nesterovitsch, J. and Maidla, K. (2016). Analysis of carotenoids, flavonoids and essential oil of *Calendula officinalis* cultivars growing in Estonia. *Natural Product Communications*, 11(8), 1157-1160.
- Rao, G.N., Rao, P.G.P. and Satyanarayana, A. (2014). Chemical, fatty acid, volatile oil composition and antioxidant activity of shade dried neem (*Azadirachta indica* L.) flower powder. *International Food Research Journal*, 21, 807-813.
- Rathore, S., Walia, S. and Kumar, R. (2018). Biomass and essential oil of *Tagetes minuta* influenced by pinching and harvesting stage under high precipitation conditions in the western Himalayas. *Journal of Essential Oil Research*, 30(5), 360-368.
- Rezig, L., Chouaibi, M., Msaada, K. and Hamdi, S. (2012). Chemical composition and profile characterisation of pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed oil. *Industrial Crops and Products*, 37, 82-87.
- Salehi, B., Valussi, M., Morais-Braga, M.F.B., Pereira Carneiro, J.N., Leal, A.L.A.B., Coutinho, H.D.M., Vitalini, S., Kręgiel, D., Antoalk, H., Sharifi-Rad, M., Silva, N.C.C., Yousaf, Z., Martorell, M., Iriti, M., Carradori, S. and Sharifi-Rad, J. (2018). *Tagetes* spp. essential oils and other extracts: chemical characterization and biological activity. *Molecules*, 23, 2847-2882.
- Sánchez-Machado, D.I., Núñez-Gastélum, J.A., Reyes-Moreno, C., Ramírez-Wong, B. and López-Cervantes, J. (2010). Nutritional quality of edible parts of *Moringa oleifera*. *Food Analytical Methods*, 3, 175-180.
- Sassi, A.B., Skhiri, F.H., Chraief, I., Bourgougnon, N., Hammami, M. and Aouni, M. (2014). Essential oils and crude extracts from *Chrysanthemum trifurcatum* leaves, stems and roots: chemical composition and antibacterial activity. *Journal of Oleo Science*, 63(6), 607-617.
- Singh, G., Singh, O.P., Lampasona, M.P. & Catal, C.A.N. (2003). Studies on essential oils. Part 35: chemical and biocidal investigations on *Tagetes erecta* leaf volatile oil. *Flavour and Fragrance Journal*, 18: 62-65.
- Singh, P., Krishna, A., Kumari V., Krishna, S., Singh, K., Gupta, M. and Singh, S. (2016). Chemistry and biology of industrial crop *Tagetes species*: a review. *Journal of Essential Oil Research*, 28(1), 1-14.
- Šivel, M., Kráčmar, S., Fišera, M., Klejdus, B. and Kubáň, V. (2014). Lutein content in *Marigold* flower (*Tagetes erecta* L.) concentrates used for production of food supplements. *Czech Journal of Food Science*, 32(6), 521-525.
- Sotelo, A., López-García, S. and Basurto-Peña, F. (2007). Content of nutrient and antinutrient in edible flowers of wild plants in Mexico. *Plant Foods for Human Nutrition*, 62, 133-138.
- Sowbhagya, H.B., Sampathu, S.R. and Krishnamurthy, N. (2004). Natural colorant from marigold-chemistry and technology. *Food Reviews International*, 20(1), 33-50.
- Taviano, M.F., Miceli, N., Acquaviva, R., Malfa, G.A., Ragusa, S., Giordano, D., Cásedas, G., Les, F. and López, V. (2020) Cytotoxic, antioxidant, and enzyme inhibitory properties of the traditional medicinal plant *Matthiola incana* (L.) R. Br. *Biology*, 9(163), 1-12.
- Toncer, O., Karaman, S., Diraz, E. and Tansi, S. (2017). Essential oil composition of *Ocimum basilicum* L. at different phenological stages in semi-arid environmental conditions. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(8), 5441-5446.
- Velasco, L. and Goffman, F.D. (1999). Chemotaxonomic significance of fatty acids and tocopherols in Boraginaceae. *Phytochemistry*, 52, 423-426.
- Verma, R.S., Chandra, P.R., Amit, C., Anand, S. and Yadav, A.K. (2011). Volatile constituents of essential oil and rose water of damask rose (*Rosa damascena* Mill.) cultivars from North Indian hills. *Natural Product Research*, 25(17), 1577-1584.
- Vieira, P.M. (2013). Avaliação da Composição Química, dos Compostos Bioativos e da Atividade Antioxidante em seis Espécies de Flores Comestíveis. *Master's Thesis*, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brazil.
- Yaniv, Z., Schafferman, D., Zur, M. and Shamir, I. (1997). Evaluation of *Matthiola incana* as a source of omega-3-linolenic acid. *Industrial Crops and Products*, 6, 285-289.

Younis, Y.M.H., Ghirmay, S. and Al-Shihry, S.S. (2000). African *Cucurbita pepo* L.: Properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. *Phytochemistry*, 54, 71-75.

Zeng, Y., Deng, M., Lv, Z. and Peng, Y. (2014). Evaluation of antioxidant activities of extracts from 19 Chinese edible flowers. *SpringerPlus*, 3(1), 315-320.

Zorbaz, D. (2020). *Matthiola incana* L. (Şebboy Çiçeği)'nin Fizikokimyasal Yapısı ve Antioksidan Potansiyeli. *Yüksek Lisans Tezi*, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa. s. 74.

# 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 sunulacak 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, yayımlanmak 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 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. Dergide basılacak İngilizce makale sayısı toplam makale sayısının üçte birini geçemez.

Derleme makalelerde, en az %75'i son 10 yıla ait olmak üzere en az 50 kaynak olmalıdır.

Dergide yayımlanacak makaleler; gıda, yem, bunlara ait katkı maddeleri ve hammaddeler, su-atıksu, 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 dergimizde yayınlanması uygun olarak değerlendirilmiş makaleler sisteme yükleniş tarihine göre yayınlanmak üzere sıraya konulur. Hangi sayıda yayınlanacağı ile ilgili bilgi sorumlu yazara iletir.

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

### MAKALE GÖNDERİMİ

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. Yayın kurulu üyeleri tarafından incelenen makaleler için "Yayın Kurulu Değerlendirme Formu (BGA-FR-105)" doldurulur. Uygun bulunmayanlar için kabul edilmeme sebebi yazara bildirilir.

Uygun bulunanlar, "Hakemlik Görev Yazısı Formu (BGA-FR-107)" doldurmuş olan o alandaki üç hakeme "Hakem Makale İnceleme Yazısı Formu (BGA-FR-106)" ile birlikte gönderilir (Öncelikle iki hakeme 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 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.

<http://arastirma.tarimorman.gov.tr/bursagida> adresindeki “Telif Devir Hakkı Formu (BGA-FR-104)” doldurulup sorumlu yazar tarafından imzalandıktan sonra tarayıcıdan geçirilmeli ve elektronik dosya olarak [bursagida@tarimorman.gov.tr](mailto:bursagida@tarimorman.gov.tr) ve [dergi.bursagida@gmail.com](mailto:dergi.bursagida@gmail.com) adresine mail ile gönderilmelidir. Makale basım için kabul edilmezse, “Telif Devir Hakkı Formu (BGA-FR-104)”nun yasal bir önemi kalmaz ve hükümsüz olarak kabul edilir.

“Telif Devir Hakkı Formu (BGA-FR-104)”nun imzalanması ile yazar, makalenin "Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi" dergisinde basılması ve web sayfasında yayınlamasına ilaveten makalenin tamamı ya da bir kısmının yasal olarak çoğaltılması, yeniden basılması ve dağıtılması hakkını Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne devrederek, kendi haklarından feragat etmektedir.

## MAKALENİN HAZIRLANMASI

Dergiye başvuru sırasında gönderilecek makale, Microsoft Word yazılımıyla, A4 boyutundaki kağının tek yüzüne Times New Roman yazı tipi, 12 punto ve 2 satır aralıkla iki yana yaslanmış olarak yazılmalı; 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. Araştırma ve derleme makaleleri, çizelge ve şekiller dâhil toplam 22 sayfayı geçmemelidir. Editör ve yayın kurulu, makalenin kısaltılmasını isteyebilir. Ayrı kapak sayfası dışındaki tüm sayfalar numaralandırılmalı, ancak metin içinde belirli bir sayfa numarasına atıf olmamalıdır.

Makale; Başlık, İngilizce Başlık, Yazar İsimleri ve Adresleri ve ORCID ID, Özet, Türkçe Anahtar Kelimeler, Abstract, KeyWords, Ana Metin (Giriş, Materyal ve Yöntem, Tartışma ve Sonuç), Teşekkür (gerekliyse) ve Kaynaklar ana başlıkları altında hazırlanmalıdır. Kısaltmalar metin içerisinde 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 başlıklarda 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. Ünvan ve bağlı oldukları kurumlar yazar isimlerinin altında italik ve 8 punto olarak yazılmalıdır.

**Özet ve Abstract:** Türkçede 250 İngilizcede 300 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalıdır. Bölünmüş özet (Giriş, Materyal ve Yöntem, Tartışma ve Sonuç) olarak düzenleme yapılmalıdır

**Anahtar Kelimeler / KeyWords:** Özetlerin altına eser metnini ifade edebilecek en az 2 en çok 7 adet anahtar kelime belirtilmelidir.

**Metin:** 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 (ve gerekliyse şekiller) \*.jpg 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 italik olarak yazılmalıdır.

Metin içinde geçen kaynak bildirimleri ve Kaynaklar kısmı APA yazım stili kullanılarak hazırlanmalıdır. Kaynakların yazımında aşağıdaki örnek yazım biçimleri kullanılmalı ve makalelerin yayımlandığı dergi isimleri kısaltma kullanılmadan ve italik olarak yazılmalıdır. Web adreslerine atıf yapılacağıında (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 soyisime 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/pub/bursagida/issue/60450/886028>

#### **İki yazar:**

Ciniviz, M. ve Yılmaz Ersan, L. (2021). Süt Ürünleri Tüketiminin Kolorektal Kansere Üzerine Etkisi. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi, (25), 1-14. Retrieved from <https://dergipark.org.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 metod 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. ve Özçelik, F. (1999). Hıyar turşularının düşük tuzlu salamurada fermantasyonu üzerine bir araştırma. *Gıda*: 24 (2): 77-87. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği.

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.

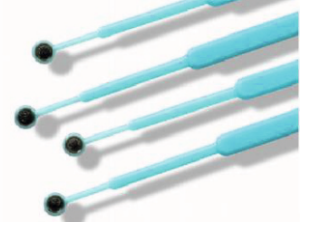
### **İnternet Kaynağı:**

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> (Accessed 15.12.2004).

**ThermoFisher**  
SCIENTIFIC



*Thermofisher'in Gıda Mikrobiyolojisi ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Alanında, Tek Yetkili Türkiye Distribütörü Olarak A'dan Z'ye Çözüm Ortağınız*



- ✓ Real-Time PCR System
  - QuantStudio 5
  - 7500 Fast
- ✓ Cihazsız Hızlı Patojen Çözümlerimiz
- ✓ QC Referans Kültürlerimiz
  - Culti Loops
  - Quanti-Culti Plus
- ✓ İdentifikasyon Sistemlerimiz
  - RapID System
- ✓ Su Analizi Çözümlerimiz
- ✓ Oxoid Kromojenik Besiyerleri
- ✓ Tani/Teşhis Kitleri, Antiserumlar
- ✓ Hızlı Patojen Çözümlerimiz
  - Membran Filtrasyon
- ✓ Dehidre Besiyerleri ve Supplementler
- ✓ Kullanıma Hazır Sıvı Besiyeri Çözümlerimiz
  - Dry bag
  - Fit bag
  - Quick bag
- ✓ İmmünomanyetik Ayırıştırma Teknolojisi
  - Pathatrix Cihazı
- ✓ Temel Mikrobiyoloji Laboratuvar Cihaz Çözümlerimiz
  - DiluFlux
  - Blender
- ✓ Çevresel Kontrol Çözümlerimiz
  - Air Sample

**Yenilikçi Ürünler, Akılcı Çözümler**

**İletişim Bilgilerimiz:**  
Tel: +90 (224) 211 5712  
Fax: +90(224) 211 5713  
[www.kromogen.com](http://www.kromogen.com)  
[info@kromogen.com](mailto:info@kromogen.com)



YENİLENEN  
Kjel Line  
**AZOT VE PROTEİN  
TAYİNİNİN  
YENİ STANDARDI**

### ■ Reaksiyon Sensörü

Sensör, numune tüpünü ve alkalileştirme adımındaki reaksiyonu izler.

En kısa sürede optimum alkali koşullara ulaşıldığında, sistem dozlamayı durdurur.

Reaksiyon algılama sensörü, standart yöntemlere kıyasla reaktif tüketiminde %30'a kadar tasarruf sağlayabilmektedir.

### ■ ON-LEVEL Sensör

OnLevel sensörü ile her ölçümde en yüksek doğruluğu sunuyoruz.

Damıtma hacmini dilediğiniz kap için ayarlıyor ve distilat hacminin çok önemli olduğu noktalarda tekrarlanabilir sonuçlar elde ediyoruz.

Bu özellik ile distilat hacminin önemli olduğu normlara özel uyumu karşılıyoruz.

### ■ Adımsal Programlanabilir Buhar Jeneratörü

Köpüren numuneler için buhar gücü 10 - 100% arasında ayarlanabilir ve adımlar halinde metot içinde programlanabilir.

### ■ AutoDist Fonsiyonu

AutoDist işlevi sayesinde, ölçümler cihaz içindeki sıcaklık farklılıklarından etkilenmez.

Bu işlev yoğunlaşma sürecini başlatır ve bireysel ölçümde damıtma başlangıç zamanını otomatik olarak ayarlar.



**ARIF MALYER**  
LIMITED ŞİRKETİ



**BÜCHI**  
SWITZERLAND

info@arifmalyer.com.tr

www.arifmalyer.com.tr

+90(224)2726800



LCMS/LCMSMS

GCMS/GCMSMS

GC/GC-HS

HPLC

UV-VIS

FTIR

AAS/ICP/EDX

Deneyimli kadromuz, teknolojik olanaklarımız, üstün hizmet anlayışımız ve geniş kapsamlı analitik ve laboratuvar çözümlerimizle gıda laboratuvarlarınıza doğru analiz ve güvenilir üretim olanakları sunuyoruz.

#### LCMS/LCMSMS

- Pestisit Analizleri ▪ Veteriner İlaç ve Hormon Analizleri
- Multivitamin Analizi ▪ Multitoksin Analizi ▪ Gıda Boyaları Analizi

#### GCMS/GCMSMS

- Pestisit Analizleri ▪ Yağ Asitleri Analizi ▪ Aroma ve Alkol Analizleri
- Koruyucu Analizleri ▪ Dioksin Analizleri ▪ Etilen Oksit Analizleri
- Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzeme Analizleri

#### GC/GC-HS

- Yağ Asiti Metil Ester (FAME) Analizleri ▪ Hekzan Analizi
- Sterol Bileşimi, Wax Esterleri ▪ Alifatik Alkol ▪ Mineral Yağ

#### HPLC

- Aflatoksin Analizleri ▪ Katkı ve Renklendirici Analizleri
- Fenolik Bileşikler, Antioksidan, Vitamin Analizleri
- ECN 42 Trigliserit Analizi ▪ PAH (Benzopiren vb.) Analizi
- HMF (Hidroksimetilfurfural) ve Patulin Analizi

#### UV-VIS Spektrofotometre

- HMF (Hidroksimetilfurfural) Analizi
- Krom +6 Analizi ▪ Özgül Absorbans Analizi

#### FTIR Spektrofotometre

- Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzeme Analizleri

#### AAS / ICP-OES/MS / EDX

- Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzeme Analizleri
- Ağır Metal Analizleri ▪ Yabancı Madde Analizleri

#### BioUV

- GDO Analizi

*Gıda analizlerinize  
yenilikçi çözümler*



**LCMS-8045**  
Sıvı Kromatografi Triple Kuadrupol  
Kütle Spektrometre



**GCMS-QP2020 NX**  
Gaz Kromatografi Kütle Spektrometre

- ▶ Analitik Cihazlar
- ▶ Endüstriyel Cihazlar
- ▶ Sarf Malzeme ve Aksesuarlar  
| Spektroskopi | • | Kromatografi |

THINK BIG, SEE BEYOND  
| antteknik.com |    

 **SHIMADZU**  
Excellence in Science

## Et ve Et Ürünleri Tür Tayin Kitleri

At Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Domuz Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Eşek Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Hindi Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Keçi Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Koyun Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Manda Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Martı Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Ördek Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Sığır Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Soya Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Tavuk Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Mısır Tür Tayin Real Time PCR Kit

## Balık Tür Tayin Kitleri

Alabalık Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Hamsi Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Çipura Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Levrek Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Palamut Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Somon Tür Tayin Real Time PCR Kit

## Süt ve Süt Ürünleri Tür Tayin Kitleri

Keçi Sütü Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Koyun Sütü Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Sığır Sütü Tür Tayin Real Time PCR Kit  
Manda Sütü Tür Tayin Real Time PCR Kit

# Gıda Allerjen Yönetimi - Test kitini doğru seçin

Kullanımı kolay, güvenilir ve amaca uygun test formatları



## RIDASCREEN® ELISA

Ham madde ve işlenmiş gıdalar için ELISA



## RIDA® QUICK, bioavid

Yüzeysel ve hijyen kontrolleri için hızlı testler



## SureFood®

Ham madde ve işlenmiş gıdalar için  
Real-time PCR

En geniş ürün yelpazesi:

- Kereviz
- Kabuklular
- Yumuşakçalar
- Balık
- Yumurta (bütün yumurta, lizozim)
- Gliadin/Gluten
- Lupin
- Süt (süt, kazein, B-laktoglobülin)
- Hardal
- Kuruyemişler  
(Badem, Brezilya cevizi, Kaju,  
Ceviz, Hindistan Cevizi, Fındık,  
Maçademiya, Antep fıstığı,  
Pecan)
- Yer fıstığı
- Susam
- Soya



Sincer Biyoteknoloji Ticaret ve Sanayi AŞ

Ziya Gökalp Bulvarı 17/5 Alsancak, İzmir 35220

Tel: +90(232)464-8006 Fax: +90(232)464-8007

bilgi@sincer.com.tr

www.sincer.com.tr