

ISSN 1303-3107

GIDA VE YEM BİLİMİ - TEKNOLOJİSİ

JOURNAL OF FOOD AND FEED SCIENCE - TECHNOLOGY

Yıl/Year : 19

Sayı/Number: 27

2022/1



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

Yıldırım İSTANBULLU

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

Dr. Nazan ÇÖPLÜ

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü (Editor in Chief)

Dr. Vesile ÇETİN

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

Dr. Hakan TOSUNOĞLU

Yardımcı Yazı İşleri Müdürü (Assistant Editor)

Ekrem KATMER

Yardımcı Yazı İşleri Müdürü (Assistant Editor)
Reklam ve Abone İşleri (Advertisement and Subscription)
Grafik Tasarım (Graphics Design)

Arzu YAVUZ

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

Dr. Banu AKGÜN

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

Filiz ÇAVUŞ

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

Erdoğan ALTINÇEKİÇ

Alan Editörü (Technical Editor), İstatistik Editörü (Statistical Editor)
ve Mizanpaj Editörü (Layout Editor)

Nagihan UĞUR

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

Şifa ÇALIŞKAN

Alan Editörü (Technical Editor), Dil Editörü (Language Editor)
ve İstatistik Editörü (Statistical Editor)

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. Behiç COŞKUN

Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Tarım ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Genetik ve Yaşam Bilimleri Programı

Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Esra ÇAPANOĞLU

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

Prof. Dr. Güzin KABAN

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. İbrahim AK

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Prof. Dr. Tülay ÖZCAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Ali İhsan ATALAY

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Doç. Dr. Cem KARAGÖZLÜ

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü

Doç. Dr. Çağrı Özgür ÖZKAN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Gökşun Meslek Yüksekokulu,
Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

Doç. Dr. Hasan CANKURT

Kayseri Üniversitesi, Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksek Okulu,
Gıda İşleme Bölümü

Doç. Dr. Köksal KARADAŞ

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

Doç. Dr. Senem KAMILOĞLU BEŞTEPE

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Associate Professor Mustafa Zafer ÖZEL, PhD.

Analytical Chemistry Lecturer, University of Hertfordshire,
School of Life and Medical Sciences, Department of Clinical
Pharmaceutical and Biological Sciences
Division of Pharmaceutical Chemistry

Dr. Öğr. Üyesi Oya Irmak ŞAHİN CEBEÇİ

Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Rahmi UYAR

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Sema KONYALI

Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Tuğba ÖZDAL

İstanbul Okan Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Öğr. Gör. Dr. Hacer AKPOLAT

Bayburt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Öğr. Gör. Dr. Yalçın GÜÇER

Ankara Üniversitesi, Kalemek Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü

* 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 : 19

Sayı/Number: 27

2022/1

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) ve İstatistik Editörü (Statistical Editor) (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü, Türkiye)

Dr. Hakan TOSUNOĞLU

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) ve İstatistik Editörü (Statistical Editor) (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Erdinç ALTINÇEKİÇ

Alan Editörü (Technical Editor), İstatistik Editörü (Statistical Editor) ve Mizanpaj Editörü (Layout Editor) (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Nagihan UĞUR

Alan Editörü (Technical Editor) ve İstatistik Editörü (Statistical Editor) (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye)

Şifa ÇALIŞKAN

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

Prof. Dr. Abdulkadir ÇILTAŞ

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Abdullah ÖKSÜZ

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Ahmet İNCE

Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye

Prof. Dr. Ali GÜNDOĞDU

Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Alper ÇİFTÇİ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye

Prof. Dr. Behiç COŞKUN

Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Tarım ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Türkiye

Prof. Dr. Belgin İZGİ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Belgin SIRIKEN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye

Prof. Dr. Betül GÜROY

Yalova Üniversitesi, Merkez Araştırma Laboratuvarı, Türkiye

Prof. Dr. Bilgen OSMAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Canan Ece TAMER

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

Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Derya YEŞİLBAG

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. Fahrettin GÖĞÜŞ

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

YAYIN KURULU * (Editorial Board)

Prof. Dr. Faruk BALCI

Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye

Prof. Dr. Fatih ŞEN

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Gülden BAŞYİĞİT KILIÇ

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

Prof. Dr. Gürbüz GÜNEŞ

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

Prof. Dr. Güzin KABAN

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Hale ŞAMLI

Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye

Prof. Dr. Harun DIRAMAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Hasan 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 Onyediy Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. İbrahim AK

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN

Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN

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

Prof. Dr. M. Haluk TÜRKDEMİR

Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Mehmet YÜCEER

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU

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

Prof. Dr. Muhammet ARICI

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Murat TAŞAN

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

Prof. Dr. Nurgül ÖZBAY

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya ve Süreç Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Osman KOLA

Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Osman TİRYAKİ

Çanakkale Onsekiz Mart, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Türkiye

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

YAYIN KURULU * (Editorial Board)

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. Tanay BİLAL

İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye

Prof. Dr. Tuba YILDIRIM

Amasya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Tülay ÖZCAN

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

Prof. Dr. Ufuk KARADAVUT

Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Ufuk. Tansel ŞİRELİ

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Uğur GÜNŞEN

Bandırma Onyedi 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. Zeki GÜRLER

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye

Prof. Dr. Zerrin ERGİNKAYA

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Zeynel DALKILIÇ

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Ali İhsan ATALAY

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Ahmet Levent İNANÇ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

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

Doç. Dr. 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. Çağrı Özgür ÖZKAN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Gökşun Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Derya KOÇAK YANIK

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Dilek DEMİRBÜKER KAVAK

Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Emine BUDAKLI ÇARPICI

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. 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

YAYIN KURULU * (Editorial Board)

Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Köksal KARADAŞ

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Türkiye

Assoc. Professor Liliana MIHALCEA

Universitatea Dunarea de Jos Galati, Department of Food Science, Food Engineering and Applied Biotechnology, Romania

Assoc. Professor. Mustafa Zafer ÖZEL

Green Chemistry, Department of Chemistry, University of York, UK

Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Mustafa Yaman

İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Oktay YERLİKAYA

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ

Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Özlem ESMER

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Rasim Alper ORAL

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

Doç. Dr. Salih KARASU

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Doç. Dr. Senem KAMILOĞLU BEŞTEPE

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

Doç. Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY

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

Doç. Dr. Şebnem PAMUK

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye

Doç. Dr. Tuba ŞANLI

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Adnan Fatih DAĞDELEN

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

Dr. Öğr. Üyesi Aşkın BİRGÜL

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Neslihan DÜNDAR

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

Dr. Öğr. Üyesi Çağla YILDIRIM ÖZBEK

Toros Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Çisem BULUT ALBAYRAK

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Dilek Dülger ALTINER

Kocaeli Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Fatma CEBECİ

Bayburt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Fatma Kübra SAYIN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Gamze TOYDEMİR ŞEN

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan İNAT

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi 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

YAYIN KURULU * (Editorial Board)

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 Rahmi UYAR

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Sema KONYALI

Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım
Ekonomisi, Türkiye

**Dr. Öğr. Üyesi Sümeyra Sultan TİSKE
İNAN**

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Tuğba ÖZDAL

İstanbul Okan Üniversitesi, Mühendislik ve
Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Oya Irmak CEBECİ

Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Kimya Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Öğr. Gör. Dr. Cumhur BERBEROĞLU

Bursa Uludağ Üniversitesi, Karacabey Meslek
Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Türkiye

Öğr. Gör. Dr. Engin YILMAZ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Teknik Bilimler
Meslek Yüksek Okulu, Türkiye

Öğr. Gör. Dr. Hacer AKPOLAT

Bayburt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri
Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,
Türkiye

Öğr. Gör. Dr. Hüseyin Can ALPSOY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Yenişehir İbrahim
Orhan Meslek Yüksek Okulu, Türkiye

Öğr. Gör. Dr. Kader ÇETİN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Karacabey Meslek
Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Türkiye)

Lecturer Dr. Qiaofen Cheng

University of Reading, Food and Nutritional
Sciences, İngiltere

Öğr. Gör. Dr. Yalçın GÜÇER

Ankara Üniversitesi, Kalecik Meslek Yüksek
Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Türkiye

Dr. Angel Martinez

Sanmartin, Food and Canning Industry,
National Technological Centre, CTC, İspanya

Dr. Deniz KİRAZ

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

Dr. Fatma GÜNGÖR BOYNUEYRİ

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

Dr. Gülnur F. BİRİCİK ŞAHİN

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

Dr. İlker DEMİRKESEN MERT

Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal
Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü,
Türkiye

Dr. Şafak ANDİÇ

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

Azat AKBAL

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

Esmâ KORKMAZ

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

Halil Rıza AVCI

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

İbrahim Emre TOKAT

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

Nurdan AKBAŞ

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

Pınar MANARGA BİRLİK

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye

İÇİNDEKİLER

Sayfa

Derleme/Review

Yemlerin kalite kontrolünde mikroskopik analiz tekniğinin kullanım alanları

Usage areas of microscopy analysis technique in quality control of feeds

Habil Umur, Erdinç Altınçekiç, Hülya Hanoğlu Oral, Figen Kütükoğlu, Pınar Manarga Birlik

1

Kokumi tat algısı üzerine bir değerlendirme

An evaluation of kokumi taste perception

İlkay Yılmaz, Nuray Altuntaş

13

Özgün Araştırma/Original Article

Fruktooligosakkarit ve aljinat ile enkapsüle edilmiş *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 suşunun kurumaya karşı direncinin saptanması

*Determination of resistance to drying of *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 encapsulated with fructooligosaccharide and alginate*

Kübra Küçükönder Kurt, Özlem Turgay

20

Organik gıda tüketim davranışlarına etki eden faktörlerin CHAID algoritması ile incelenmesi

Investigation of factors affecting organic food consumption behaviors with CHAID algorithm

Tuğçe Meryem Kılıç, Şule Turhan

26

Kombine güneş enerjisi destekli hava ve sıcak hava destekli radyo frekans kurutma sistemiyle kurutulan kayısıların nem içeriği, tekstürel ve duyuşsal özellikleri üzerine depolamanın etkisi

Effects of storage on moisture content, textural and sensory properties of apricot dried by combined solar energy assisted air-drying and hot air assisted radio-frequency drying system

Aysel Elik, Hatice Neval Özbek, Melis Sever, Şakire Ecem Bulut, Büşra Işınay, Derya Koçak Yanık, Ali Coşkun Dalğıç, Ferruh Erdoğan, Fahrettin Göğüş

36

Fermente sucuk üretiminde kekik ve reyhan uçucu yağları kullanılarak olgunlaştırma ve raf ömrüne etkisinin araştırılması

Investigation of the effects of thyme and basil essential oils on ripening and shelf life in fermented sausage production

Kader Çetin, Arzu Akpınar Bayizit, Ertürk Bekar, Muhammet Alpgiray Çelik, Özüm Özoglu, Nalan Çırak

47

Alkalilerle işlemenin mısır samanının besin madde bileşimi, *in vitro* gaz üretimi ve yem değeri üzerine etkisi

*Effect of alkali treatment on nutrient composition, *in vitro* gas production and feed value of corn straw*

Önder Canbolat

61

Mihaliç peynirinden izole edilen laktik asit bakterilerinin farklı gruplarda yer alan bazı pestisitlerin yıkımı üzerine etkilerinin incelenmesi

Investigation of the effects of lactic acid bacteria isolated from Mihalic cheese on the degradation of some pesticides from different groups

Yıldırım İstanbullu, Mete Yılmaz, Ergün Ayanoğlu, Sema Demir, Vesile Çetin, Hakan Tosunoğlu

68

Çocuklar için üretilen bazı süt ve süt ürünlerinin selenyum (Se) düzeyleri ve risk değerlendirmesi

Selenium (Se) levels and risk assessment of some milk and dairy products produced for children

Burhan Başaran

78



Derleme Makale/Review Paper

Yemlerin kalite kontrolünde mikroskopik analiz tekniğinin kullanım alanları

Usage areas of microscopy analysis technique in quality control of feeds

Habil Umur^{1*}, Erdinç Altınçekiç¹, Hülya Hanoğlu Oral², Figen Kütükoğlu¹, Pınar Manarga Birlik¹

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

²Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, MUŞ, TÜRKİYE

(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID:0000-0002-9824-1165, Ziraat Yük. Müh.

ORCID ID:0000-0002-8728-3044, Ziraat Yük. Müh.

ORCID ID:0000-0003-3626-9637, Dr. Öğr. Üyesi

ORCID ID:0000-0002-3360-6485, Dr. Vet. Hek.

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

*Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: habil.umur@tarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi: 05.11.2021

Kabul Tarihi: 18.01.2022

Özet

Amaç: Yemlerin kalite kontrolünde kullanılan analiz tekniklerinden birisi mikroskopik analiz tekniğidir. Mikroskopik analiz tekniği, yem hammaddelerinin karakteristik özelliklerinin tanımlanmasında, hayvanlara zararlı veya toksik olan yabancı ot tohumlarının varlığının tespitinde, karma yemlerde etiket beyanının uygunluğunun doğrulanmasında ve hayvansal proteinlerin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu makalede, mikroskopik analiz tekniğinin yemlerin kalite kontrolünde kullanım alanları tartışılmıştır.

Sonuç: Bu teknikle yapılan 'hayvansal proteinler' ve karma yem içerisinde % bileşeni analizlerinin prosedürleri detaylı olarak anlatılmıştır. Analiz prosedürleri içerisinde, yem materyallerinin karakteristik özelliklerini tanımlamaya yardımcı olabilecek görsellere yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: hayvan yemleri, kalite kontrol, yem maddeleri, hayvansal protein, mikroskopik analiz

Abstract

Objective: One of the analysis techniques used in the quality control of feeds is the microscopic analysis technique. The microscopic analysis technique is used to describe the characteristic features of feedstuffs, to detect the existence of weed seeds that are harmful or toxic for animals, to verify the conformity of the label declaration in compound feeds and to determine animal proteins. In this article, the usage areas of the microscopic analysis techniques in the quality control of feeds were discussed.

Conclusion: The procedures of the analyses of the 'animal proteins' and the 'percentage ingredients of the components' in the compound feed analyzed via this technique were explained in detail. Within the analysis procedures were given visuals which might help describe the characteristic features of feed materials.

Keywords: animal feeds, quality control, feedstuffs, animal protein, microscopic analysis

1. Giriş

Yemlerin kalite özelliklerinin belirlenmesinde duyuşal, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler kullanılmaktadır (Akyıldız, 1968; Khajarern ve Khajarern, 2008). Kimyasal analizler ile yem hammaddelerindeki besin madde içerikleri ve yararlanabilirlikleri doğru ve hassas olarak belirlenebilmektedir. Ancak bu analizler genellikle zaman alıcı ve oldukça masraflıdır. Oysaki büyük yem fabrikalarında yem hammaddelerinin kabul/ret işleminin yapılması, ürünün boşaltımı ve üretim

hatlarına alınması hızlı hareket edilmesini gerektirmektedir (Islam vd., 2015; Islam vd., 2018).

Mikroskopik analiz tekniği; karma yemler içerisindeki yem hammaddelerinin türünü ve miktarını, yabancı madde, toksik ve yabancı ot tohumlarının varlığını ve bazı hayvan gruplarının yemlerine katılması yasak olan hayvansal proteinleri belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (Islam vd., 2018). Bu teknik ayrıca Türkiye'de yemlerde ve yem hammaddelerinde mevcut standartlarda

(TS 316; TS 4715; TS 8596; TS 9278; TS 9281; TS 9310; TS 9311; TS 9312; TS 9699; TS 9979; TS 9984; TS 10052; TS 10053; TS 10428; TS 10432; TS 10433 gibi) tanımlanan yabancı maddeler ile toksik bir madde olan ürenin (TS 8477) belirlenmesi amacıyla da kullanılabilir (TSE 2015a; TSE 2014; TSE 2015b; TSE 2017b; TSE 2017c; TSE 2017d; TSE 2016a; TSE 2016b; TSE 2018; TSE 2015c; TSE 2015d; TSE 2015e; TSE 2015f; TSE 2015g; TSE 2013; TSE 2017e. TSE 2017a).

Özellikle yem fabrikalarında yem hammadde alımı sırasında iyi bir mikroskopist bu analiz tekniğini kullanarak çok kısa sürede ürünün kalitesi ile ilgili karar verebilmektedir. Mikroskopik analiz tekniğinde, güvenilir sonuçlar alabilmek için konu üzerinde uzun yıllar çalışmış ve deneyim kazanmış personel tarafından bu tekniğin kullanılması gerekmektedir (Islam vd., 2018). Ayrıca yem hammaddelerinin mikroskopik özelliklerinin tanımlandığı yem mikroskopi atlasının hazır olması yem mikroskopisi üzerine çalışacak personel için bir rehber oluşturmaktadır (Khajarein ve Khajarein, 2008).

Sığırlarda deli dana olarak bilinen bovine spongiform encephalopathy (BSE) hastalığı 1986 yılında İngiltere'de ortaya çıkmıştır. Daha sonraki yıllarda Belçika, Danimarka, Fransa, Hollanda gibi birçok Avrupa Birliği (AB) ülkesinde BSE vakalarına rastlanılmıştır. Bu hastalığın etkeni, kontamine ürünlerin tüketimi ile insanlara geçebilmekte ve Creutzfeldt-Jakob olarak bilinen hastalığa sebep olmaktadır. Bu hastalık insanlarda her zaman ölümcül değildir, fakat tedavisi de yoktur. AB ülkelerinde BSE'nin varlığı hayvansal gıda üretim zincirinde büyük bir risk oluşturmuş ve hayvan beslemede kullanılan hayvansal proteinlere yasaklama getirilmiştir (Van Raamsdonk vd., 2004; Liu vd., 2011). Ayrıca BSE sorunu ile ilgili olarak 2001 yılında yemlerde hayvansal proteinlerin tespitine yönelik metod geliştirilmesi amacıyla AB ülkeleri tarafından finanse edilen STRATFEED projesi başlatılmıştır. Bu proje kapsamında, hayvansal proteinlerin klasik mikroskopi, Real-time PCR, Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA), Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) ve Near Infrared Reflectance Microscopy (NIRM) teknikleri ile belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Anonim, 2022). Proje sonuçları AB direktifi olarak 'Commission Regulation (EU) No 51/2013'te yayınlanmış ve direktifte sadece mikroskopik analiz tekniği ve Real-time PCR teknikleri ile ilgili yöntem ve protokollere yer verilmiştir.

Bu konu ile ilgili olarak, AB'ye uyum çerçevesinde Türkiye'de de mevzuatlar değiştirilmiştir. Türkiye'de, 'Yemlerin Piyasaya Arzı ve Kullanımı Hakkında Yönetmelik' ekinde yer alan hayvan besleme amacıyla kullanımı ve piyasaya sunumu yasaklanan ve kısıtlanan maddeler listesi, 'hayvansal proteinler (et-kemik unu, kemik unu, kan unu ve diğer kan ürünleri, tavuk unu, balık unu, hidrolize protein ve benzeri) ile hayvansal orijinli organik DCP (Dikalsiyum Fosfat) ve TCP (Tirikalsiyum Fosfat)'nin, sığır, koyun, keçi gibi geviş getiren (ruminant) hayvanlarda kullanılması ve yemlerine katılması yasaktır' şeklinde değiştirilmiştir (Anonim, 2011a). Ayrıca 'İnsan Tüketimi Amacıyla Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliği' 'a) Kürk hayvanları hariç karasal hayvanların, aynı türden hayvanların gövdeleri veya parçalarından elde edilen işlenmiş hayvan proteinleri, b) Geviş getiren hayvanların, süt ürünlerinden elde edilen ürünler hariç olmak üzere hayvansal proteinler, c) Çiftlik balıklarının aynı türden balık gövdeleri ve gövde parçalarından elde edilmiş işlenmiş proteinler ve d) Kanatlı hayvanların ve çiftlik balıklarının kendi türünden ve ayrıca domuzlardan elde edilen hayvansal proteinler ile beslenmesi yasaktır' şeklindedir (Anonim, 2011b).

Yemlerin mikroskopik analiz tekniğiyle incelenmesinin bir diğer kullanım alanı, yemlerin etiket beyan kontrolü ve kalite özelliklerinin belirlenmesidir. Türkiye'de 'Yemlerin Piyasaya Arzı ve Kullanımı Hakkında Yönetmelik'te, karma yemler için zorunlu özel etiketleme kuralları 'karma yemi oluşturan yem maddelerinin isimleri bileşiminin belirtildiği kısımda, karma yemdeki nem içeriği üzerinden hesaplanmış ağırlıklarına göre büyükten küçüğe doğru listelenir, bu liste yüzde miktarları üzerinden de verilebilir' şeklindedir (Anonim, 2011a).

Karma yemler içerisindeki '% bileşen' analizi, mikroskopik analiz tekniği kullanılarak yapılmaktadır (Islam vd., 2015; Islam vd., 2018). Etiket beyan kontrolünün belirlenmesinde, International Association of Feedingstuff Analysis-Section Feedingstuff Microscopy (IAG) tarafından belirtilen 'Method for the Identification and Estimation of Constituents in Animal Feedingstuff IAG-Method A2' kaynağı kullanılmaktadır (Anonim, 2007a). Bu metotta öğütülmüş karma yem örneği, üç elek fraksiyonuna ayrılmaktadır. Üstteki iki fraksiyonda yem hammaddelerinin her biri stereo mikroskop ile ayrılmakta ve ayrı ayrı tartılmakta,

alttaki elek fraksiyonunda ise Fehling indikatörü ile boyama yapılarak preparat hazırlanmaktadır. Bu preparatta da her yem hammaddesi ayrı ayrı belirlenmekte ve sayımı yapılmaktadır. Tartılan üstteki iki fraksiyon ve sayım yapılan alttaki fraksiyondan yararlanılarak karma yem içerisindeki '% bileşeni' belirlenmektedir.

2. Yemlerin kalite kontrolünde mikroskopik analiz tekniği

Yem hammaddelerinin kalitelerinin doğru biçimde belirlenmesi, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle incelenmesi ile mümkündür (Islam vd., 2018). Kimyasal analizler hammaddelerin besin maddeleri içerikleri ve yararlanabilirlikleri hakkında, mikroskopik analiz tekniği ise yemlerin kaynağı, kontaminantların varlığı, karıştırılmış maddeler ve diğer görülebilir özellikler hakkında bilgi vermektedir. Hammaddelerin kalitelerini belirlemek için iyi bir mikroskopist uygulanacak basit ya da bileşik test işlemlerinin seçimini yapar. Seçilen test yöntemlerinin taşıdığı ya da kontaminantların etkisine bakılmaksızın yapılması önem taşımaktadır (Khajare, 2008).

Yem hammaddeleri çok farklı özellikte olabilmekte ve bu nedenle de kaliteleri çok sayıda faktöre bağlı olarak değişebilmektedir (Islam vd., 2018). Farklı kalitedeki hammaddeler ile hazırlanan karma yemlerin besin madde içeriklerinde de farklılıklar meydana gelebilmektedir. Bitkisel kökenli yem hammaddelerinin protein, selüloz ve diğer besin maddeleri içerikleri yetiştirildikleri coğrafi bölge, iklim, toprak yapısı gibi birçok etmene bağlı olarak değişmektedir (Ravn vd., 2015). Bitkilerin tohumlarındaki besin maddeleri değişimi vejetatif aksamlarından daha az olmaktadır. Hayvansal protein kaynaklarında ise bu değişim daha belirgin olabilmektedir (Islam vd., 2018). Özellikle balık unu üretiminde kullanılan balıkların türü, yaşı ve et-kemik oranı protein içeriğinin önemli ölçüde değişkenlik göstermesine neden olmaktadır (Islam vd., 2015). Et-kemik unlarının protein içerikleri ise hayvanın türü, içerdiği organ ve dokuların oranlarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Aynı şekilde kemik oranına bağlı olarak da kalsiyum ve fosfor içeriklerinde farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Khajare, 2008).

Karma yemlerin üretim aşamalarında hammaddelerin işleme tekniklerindeki farklılıklar, üretim sonrasında ambalajlama ve depolama işlemleri yemin kalitesinde farklılıklara neden olabilmektedir. Yemin üretim tekniğindeki

farklılıklar, mamul ya da yarı mamul olması kaliteyi etkilemektedir. Örneğin soya fasulyesi küspesinde, kabuğunun çıkarılması ve solvent ekstraksiyonu ile yüksek basınç altında üretilmesi daha yüksek ham protein ve yararlanılabilir lizin, düşük ham selüloz ve ham yağ içermesine neden olmaktadır. Islak rendering ile üretilen et unu ve kuru rendering ile parçalanarak üretilen et unu arasında renk, koku ve ham protein içeriği yönünden farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Hayvansal protein kaynaklarının içerdikleri besin maddelerinin miktarını ve kullanılabilirliğini ham madde oranı (kemik, et ve kafa), uygulanan kurutma sıcaklığı, mikrobiyal değişim, değirmende öğütme, peletlemeden önce uygulanan buhar basıncının miktarı, ekstrüzyon ve ekspansiyon gibi üretim farklılıkları etkilemektedir (Khajare, 2008). Yem hammaddeleri üretim sonrası uygunsuz ambalajlama ve depolama nedeniyle kalitelerini kaybederler ve bozulabilirler. Hammaddelerin bozulması yüksek sıcaklıkta depolama ya da taşıma sırasında olabilmektedir. Yüksek nem içeriğine sahip yemlerin depolanması bakteriyel ve fungal aktivitenin artmasına neden olabilmektedir (Islam ve Haque, 2016). Yemin üretimi aşamasında uygulanan sıcaklık, proteinlerin denatürasyonu, Maillard ya da Browning Reaksiyonu, yağların oksidasyonu gibi birçok reaksiyonun gerçekleşmesine neden olmaktadır (Khajare, 2008).

3. Yem numunesinin mikroskopik analiz tekniğine hazırlanması

Yem numunesinin mikroskopik incelemeye hazırlanması, IAG tarafından belirtilen 'Sample preparation for analysis, IAG-Method A1' kaynağına göre yapılmaktadır (Anonim, 2007b). Bu metodun prosedürü aşağıda belirtilmiştir.

3.1. Numunenin hazırlanması

Mikroskopik inceleme yapılacak numune, yem hammaddesini temsil edecek şekilde en az 100 g numune kullanılarak hazırlanmaktadır. Numuneler ürünün özelliğine göre el ile veya numune bölücü yardımıyla bölünür.

a) El ile bölme

Prosedür A

Homojen şekilde karıştırılmış numuneden birkaç ayrı noktadan spatül ya da kaşık yardımıyla küçük parçalar halinde alınır. Gerekirse birkaç analiz numunesi için bu şekilde muayene yapılabilir. Analiz numunesinden bir miktar inceleme için yedeklenir.

Prosedür B

İyice homojenize edilmiş numune düz bir zemin üzerine yayılır. Numune benzer büyüklükte dört bölüme ayrılır. Çapraz olarak konmuş bölümler birleştirilir. Bu sayede numune iki bölüme ayrılır. Gerekirse birkaç numune mikroskopik inceleme için bu şekilde elde edilebilir.

b) Örnek bölücü ile bölme

Laboratuvara gelen numune örnek bölücüye konarak istenilen sayıda örnek alınır. Bunlardan biri şahit numune olarak saklanabilir.

3.2. Numunenin küçük parçalara indirgenmesi

Mikroskopik inceleme için numunenin yapısına bağlı olarak, küçük parçalara ayrılması gerekir. Çok yağlı numunelerde aseton ile muamele edilir.

a) Peletlenmemiş yemler

İnce öğütülmüş numuneler için başka bir işlem gerekmez. Kaba numuneler en az 10 g olacak şekilde havanda dövülerek küçük parçalara ayrılır.

b) Peletlenmiş, preslenmiş yemler

Mikroskopik inceleme yapılacak ürün özelliğine göre en az 10 g olacak şekilde mekanik olarak havanda kırılır veya öğütülür.

3.3. Numunenin fraksiyonlara ayrılması

Numune materyali partikül büyüklüğü, çözünürlük veya yoğunluğa göre ayrıştırılabilir.

a) Parçacık boyutuna göre fraksiyona ayırma

Tanecik ebadına göre ayrıştırmak için elek 0,5 mm'den büyük ve küçük olmak üzere yem örneği ikiye ayrılır. Miktar verilecek çalışmalarda her birinin ağırlığı alınır.

b) Yoğunluğa göre fraksiyona ayırma

Numuneler sedimentasyon (çöktürme) ve flotasyon (yüzdürme) sıvıları ile ayrıştırılır.

4. Karma yemlerde hayvansal proteinlerin belirlenmesinde mikroskopik analiz tekniği

Karma yemlerde hayvansal proteinlerin belirlenmesi, 'Commission Regulation (EU) No 51/2013' direktifine göre yapılmaktadır (Anonim, 2013). Bu metodun prosedürü aşağıda belirtilmiştir.

4.1. Hayvansal proteinlerin mikroskopik incelenmesi

Hayvansal proteinlerde; kas lifleri ve diğer et parçaları, kıkırdak, kemik, boynuz, tüy, kan, kanat, yumurta kabuğu, balık kılçığı ve iskeleti, pul gibi tipik ve mikroskopik olarak ayırt edilebilen özellikler tanımlanmaktadır.

4.1.1. İşlemsiz mikroskopik inceleme

Hayvansal proteinlerin ön işlemsiz incelemesinde, yem materyalleri fiziksel özelliklerine göre kırma, ezme, parçalama, öğütme gibi işlemlere tabi tutulmadan 500 µ, 1 mm ve 2 mm'lik elek setinden elenerek 3 fraksiyona ayrılır. Bu fraksiyonlar, stereo mikroskop altında 10X, 20X ve 40X büyütmelerinde incelenir.

4.1.2. İşlemlili mikroskopik inceleme

Hayvansal proteinlerin ön işlemlili incelemesinde; yem materyalleri fiziksel özelliklerine göre kırma, ezme, parçalama, öğütme gibi işlemlere tabi tutularak flotasyon uygulanır.

Hayvansal proteinlerin mikroskopik incelenmesinde kullanılan kimyasal madde ve ekipmanların özellikleri Çizelge 1 ve Çizelge 2'de, indikatör çözeltileri ve hazırlanışları ise Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 1. Mikroskopik incelemede kullanılan kimyasal maddeler ve özellikleri

Kimyasal Adı	Formül	Katalog No	Özellikleri
Kloral hidrat	C ₂ H ₃ Cl ₃ O ₂	M.102425	%99.5 saflıkta
Tetrakloroetilen	C ₂ Cl ₄	M.100965	%99.5 saflıkta
Potasyum iyodat	KIO ₃	M.105050	%99.8 saflıkta
Alizarin kırmızı1	C ₁₄ H ₇ NaO ₇ S	M.106278	
Kurşun asetat trihidrat	C ₄ H ₆ O ₄ Pb. 3 H ₂ O	M.107372	
Sodyum hidroksit	NaOH	M.106462	%98 saflıkta
Potasyum iyodür	KI	M 105043	%99.5 saflıkta
Potasyum sodyum tartarat tetrahidrat	C ₄ H ₄ KNaO ₆ .4 H ₂ O	M. 108087	%99.0 - 102.0 saflıkta
Gliserol	C ₃ H ₈ O ₃	M.356350	%99 saflıkta
Parafin		M.107160	Vizkozitesi %34.5
Aseton	C ₃ H ₆ O		Teknik
Hidroklorik asit	HCl	M.1.00317	%37.38 saflıkta, d=1.19
Etil alkol	C ₂ H ₅ OH		Teknik %99.5 saflıkta
İyot	I ₂	M.104763	
Sodyum hipoklorit	NaOCl	M.105614	%9-14 aktif klor
Norland Optik Yapıştırıcı 65			Vizkozite:1.200
Fenol	C ₆ H ₅ OH	M. 100206	%99.0 - 100.5 saflıkta
Coomassie Brilliant blue	C ₄₅ H ₄₄ N ₃ NaO ₇ S ₂	M.112553	
Fosforik asit	H ₃ PO ₄	M. 100573	%85saflıkta
Sudan III	C ₂₂ H ₁₆ N ₄ O	M. 111747	

4.1.2.1. Sediment ve flotat hazırlama

Öğütülmüş yem materyali numunesinden 3-10 g'lık kısmı 250 ml'lik ayırma hunisine alınır ve 50 ml tetrakloroetilen eklenir. Karışım kuvvetli bir şekilde en az 30 saniye kadar çalkalanır. Çalkalama esnasında huninin iç yüzeyine yapışan parçacıklar sonradan eklenecek olan en az 50 ml tetrakloroetilen ile sıvı içine indirilir. Karışımından sedimentin ayrılması için ayırma hunisinin kapağı açılmadan en az 5 dakika beklemeye bırakılır. Bu süre sonunda sediment ve flotat 2 fraksiyona ayrılır:

1) Sediment (ayırma hunisinin dip kısmına çöken kısım) teflon musluk açılarak tüp içerisine aktarılır. Tüp içerisine ayrılan sediment etüvde kurutulur. Kurutulduktan sonra,

a) Fenol-gliserin indikatörü ile incelemede 200 ve 500 µ'luk eleklerden elenerek 200 µ elek altı ve elek üstü 2 fraksiyonda preparat hazırlanarak,

b) Alizarin kırmızısı ile boyama yapıldıktan sonra 200 ve 500 µ'luk eleklerden elenerek 200 µ elek altı ve 500 µ elek altı 2 fraksiyonda preparat hazırlanarak, ışık mikroskobunda incelenir.

2) Ayırma hunisinde tetrakloroetilen içerisindeki flotat (yüzen yem materyali) ise bir huni vasıtasıyla kaba filtre kağından süzölür. Ayrılan flotatın buharlaşmayla çeker ocak altında hava yolu ile kurutulması yapılır. Kurutulan flotat, 250 µ, 500 µ ve 1 mm'lik elek setinden elenerek 3 fraksiyona ayrılır. Ayrılan fraksiyonlar,

a) 500 µ ve 1 mm elek üstü fraksiyonları stereo mikroskopta makroskobik olarak,

b) 250 µ ve 500 µ elek altı fraksiyonları Fehling, Lye, Logol ve Sistin indikatörleri ile boyama yapıp preparat hazırlanarak ışık mikroskobunda histolojik olarak incelenir.

Çizelge 2. Mikroskopik incelemede kullanılan bazı ekipmanlar ve özellikleri

Ekipman Adı	Özellikleri
Hassas terazi	0.001 g hassasiyette
Öğütücü ekipman	Havan, değirmen
Elek seti	200 µ, 250 µ, 500 µ, 1 mm ve 2 mm gözenek çaplı
Stereo mikroskop	En az 6,5X-40X büyütme oranına sahip, fotoğraf ve video çekebilen
Işık mikroskobu	En az 40X-400X büyütme oranına sahip, polarize ışık verebilen, fotoğraf ve video çekebilen
Ayırma hunisi	250 ml hacimli, teflon musluklu
Standart laboratuvar cam malzemeleri	Lam, lamel vb.

4.1.2.2. Sedimentin alizarin kırmızısı ile boyanması

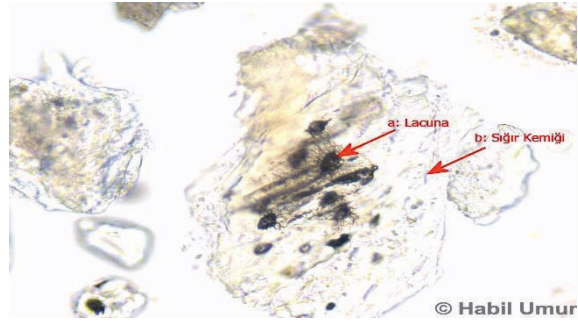
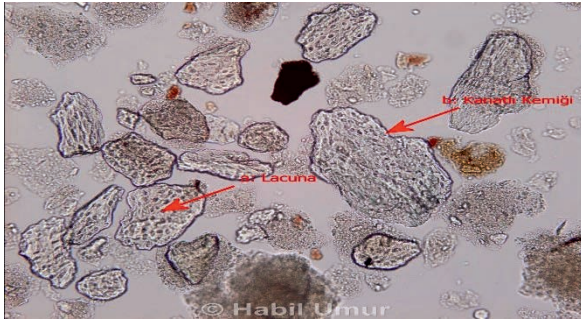
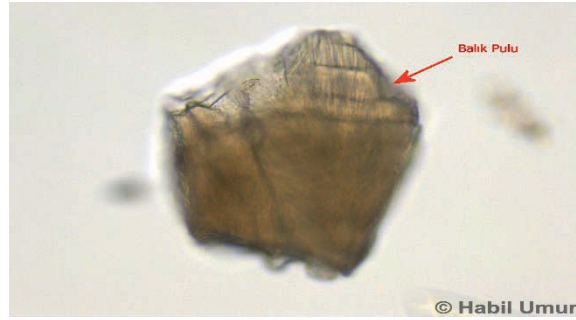
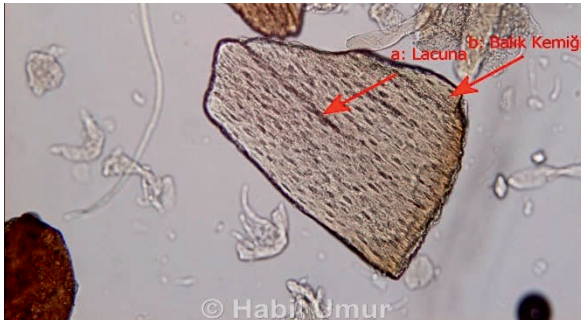
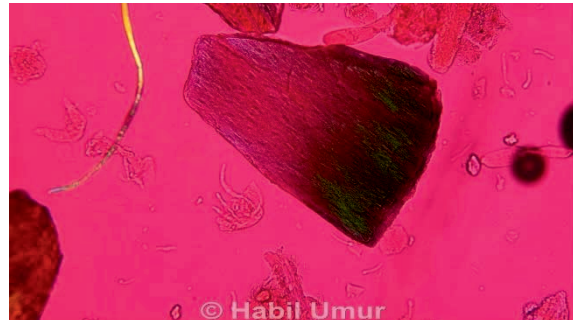
Kurutulmuş sediment test tüpüne aktarılır ve yıkama işlemi için yaklaşık 5 ml etanol ilave edilir (her seferinde 30 saniyelik bir süre vortekslenmeli ve etanolün 1,5 dakika durulması beklenmeli ve boşaltılmalıdır). Sediment en az 1 ml sodyum hipoklorid ilave edilerek ağartılır, reaksiyon gerçekleşmesi için 10 dakika beklenir. Süre sonunda test tüpü saf su ile doldurularak 2-3 dakika bekletilir, su ve yüzen parçalar nazikçe dökölerek boşaltılır. Sediment 10 ml saf su ile en az iki kere daha yıkanır (en az 30 saniye vortekslenir, çökmesi beklenir, yıkama suyu boşaltılır). Yıkanan sedimente 2 ile 10 damla arasında alizarin kırmızısı çözeltisi eklenir ve karışım vortekslenir. Reaksiyonun oluşması için 30 saniye beklenir ve boyanmış sediment yaklaşık 5 ml etanol ile iki kere yıkanır, daha sonra bir defa aseton ile yıkanır. En az 30 s vortekslenerek, 1 dakika

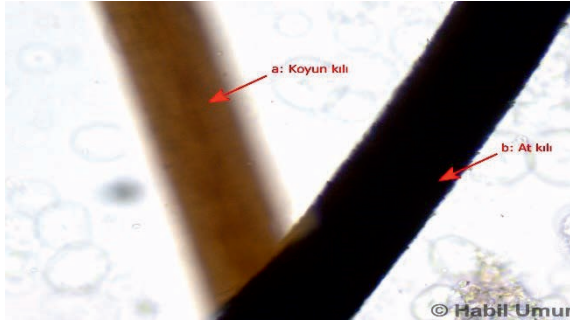
beklenir ve süre sonunda aseton boşaltılır. Boyanmış sediment etüvde kurutulur.

Karma yemlerde hayvansal proteinlerin mikroskopik analiz tekniğiyle tanımlanmasında kullanılan bazı görseller Şekil 1 - 10'da verilmiştir. Bu görseller 'TAGEM/HSGYAD/Ü/21/A3/P1/2319' numaralı 'Türkiye'de Bazı Yem Hammaddelerinin Karakteristik Özelliklerinin Mikroskopik Yöntemle Belirlenmesi ve Yem Mikroskopi Atlasının Oluşturulması' isimli projeden elde edilmiştir (Umur vd., 2021). Görsellerin üretilmesinde; LED aydınlatma sistemine sahip, alttan ve üstten beyaz ışık veren, 0,61-5,5X zoom aralığında, 10 megapiksel görüntü çözünürlüğünde kameralı görüntü sistemine sahip Leica S9 i stereo mikroskop ile 5X, 10X, 20X, 50X zoom büyütme oranına sahip, polarize ışık verebilen, 10 megapiksel görüntü çözünürlüğünde kameralı görüntü sistemine sahip Leica DM750 P polarize ışık mikroskobu kullanılmıştır.

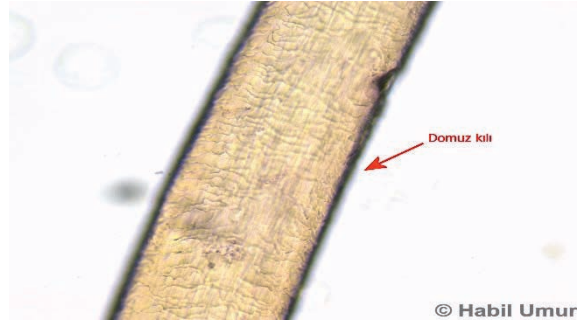
Çizelge 3. Mikroskopik incelemede kullanılan indikatör çözeltileri ve hazırlanışı

İndikatör Adı	Hazırlanışı
Alizarin kırmızısı çözeltisi	2.5 ml 1M HCl çözeltisi 100 ml saf su ile seyreltilir ve bu çözeltiye 200 mg alizarin kırmızısı eklenir
Lye	%2.5 NaOH çözeltisi (w/v)
Lugol	2 g potasyum iyodür 100 ml su ile çözülür ve sürekli çalkalanarak 1 g iyot eklenir
Fehling	A ve B stok çözeltilerinden 1/1 oranında kullanım öncesi hazırlanır. Çözelti A: 100 ml suda 6.9 g demir(II) sülfat pentahidrat çözülür. Çözelti B: 34.6 g potasyum sodyum tartarat tetrahidrat ve 12 g NaOH 100 ml saf suda çözülür.
Sistin	10 g NaOH 100 ml saf su ile çözülür, çözeltiye 2 g kurşun asetat eklenir
Fenol-gliserin	100 g fenol 20 ml gliserin içerisinde oda sıcaklığında çözülür.
Bradford reaktifi	25 mg Coomassie brilliant blue G-250, 12.5 ml %95 etanolde çözündürülüp, 25 ml %85 fosforik asit (H ₃ PO ₄) eklenir. Bu boya çözeltisi 250 ml'ye tamamlanır. Kullanılacağı zaman 5 kat sulandırılır. Whatman No:1 filtre kağıdından geçirilir ve bir cam şişede, oda sıcaklığında saklanır.
Sudan-gliserin reaktifi	Sudan III (Aminoazobenzen-betanaphtol) %96'lık sıcak alkolde doyuncaya kadar çözülür, süzülür. Eşit hacimde gliserin ilave edilir.

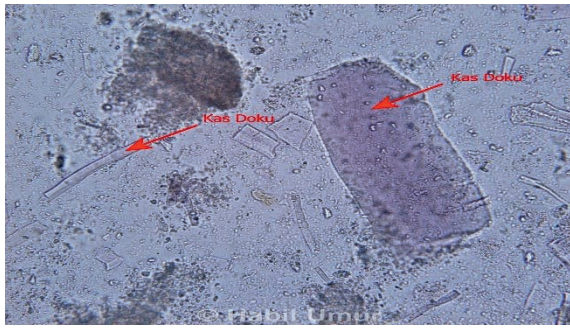
**Şekil 1.** Et-kemik ununun stereo mikroskop görüntüsü, 10X (a: et parçaları, b: kıl, c: kemik)**Şekil 2.** Alizarin kırmızısı ile boyanmış sığır kemiğinin ışık mikroskopundaki görüntüsü, 200X (a: lacuna, b: sığır kemiği)**Şekil 3.** Alizarin kırmızısı ile boyanmış kanatlı kemiğinin ışık mikroskopundaki görüntüsü, 200X (a: lacuna, b: kanatlı kemiği)**Şekil 4.** Balık pulunun ışık mikroskopundaki görüntüsü, 200X**Şekil 5.** Alizarin kırmızısı ile boyanmış balık kemiğinin ışık mikroskopundaki görüntüsü, 200X (a: lacuna, b: balık kemiği)**Şekil 6.** Balık kemiğinin ışık mikroskopunda polarize ışıktaki görüntüsü, 200X



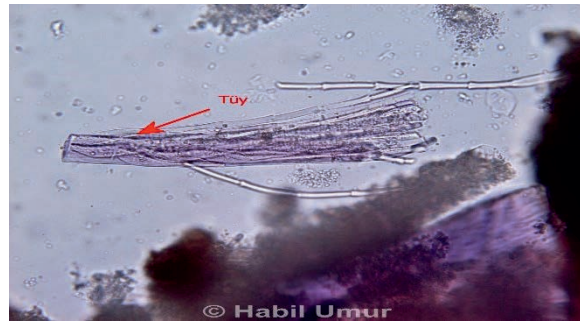
Şekil 7. Farklı türlere ait kılların ışık mikroskopundaki görüntüsü, 300X (a: koyun kılı, b: at kılı)



Şekil 8. Domuz kılının ışık mikroskopundaki görüntüsü, 400X



Şekil 9. Fehling indikatörü ile boyanmış kas dokularının ışık mikroskopundaki görüntüsü, 200X



Şekil 10. Fehling indikatörü ile boyanmış tavuk tüyünün ışık mikroskopundaki görüntüsü, 200X

5. Karma yemlerde % bileşen belirlenmesinde mikroskopik analiz tekniği

Karma yemlerde % bileşenin belirlenmesinde, IAG tarafından belirtilen 'Method for the Identification and Estimation of Constituents in Animal Feedingstuff IAG-Method A2' kaynağı kullanılmaktadır (Anonim, 2007a). Bu metodun

prosedürü aşağıda belirtilmiştir.

Karma yemlerde % bileşenin belirlenmesinde kullanılan kimyasal madde ve ekipmanların özellikleri Çizelge 1 ve Çizelge 2'de, indikatör çözeltileri ve hazırlanışları Çizelge 3'te, mikroskopik incelemede kullanılan indikatörün etkilediği bileşenler ise Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Mikroskopik incelemede kullanılan indikatörün etkilediği bileşenler

Reaktif	Boyanan Bileşen	Renk
Bradford reaktif	Protein ihtiva eden hayvan ve bitki bileşenleri	Mavi renklenme
Lugol çözeltisi	Protein ihtiva eden hayvan ve bitki bileşenleri, maya, bakteri	Kahverengi renklenme
	Boynuz içeren hayvan parçaları, bağ doku, tüyler	Kahverengi-sarı renklenme
	Nişasta	Mavi- menekşe renklenme
	Hidrolize nişasta	Mavi renklenme
Sudan-gliserin reaktifi	Sıvı yağlar ve katı yağlar	Turuncu-kırmızı renklenme

Karma yemlerde % bileşenin belirlenmesi, yemlerde bulunan bileşenlerin tanımlaması ve yüzdeler tahmini için kullanılır. Yemlerde bulunan bileşen maddeler, standardize yöntem kullanılarak hazırlanan temsili bir örnek ile tanımlanır. Tanımlama tipik makroskopik ve mikroskopik özelliklere dayanır. Farklı optik yöntemler ve boyama işlemi, tanımlama işlemine yardımcı olur. % bileşenin tahminlenmesi şu şekilde yapılır:

5.1. Analiz prosedürü

5.1.1. Tanımlama

IAG-Method A1 analiz hazırlama prosedürüne göre hazırlanmış bir örnek kullanılır. Kaba elek fraksiyonlarından (> 0,5 mm) alınan parçalar, stereo mikroskop kullanarak sistematik olarak taranır ve tanımlanır. Tanımlanmamış fragmanlar ayrılır ve ışık mikroskobu veya boyama reaktifleri kullanılarak

incelenir. Gerekirse bileşenler teşhis edilebilir, özelliklerini ortaya çıkarmak için parçalanabilir. İnce elek fraksiyonlarından ($\leq 0,5$ mm) oluşan parçalar, cam lamel üzerine gliserin ile slayt hazırlanır ve ışık mikroskobu yardımı ile tanımlanır.

Bileşen maddeler, görsel ve yazılı açıklamalar kullanılarak ve referans malzeme ile karşılaştırılarak tanımlanır. Mikroskopik inceleme sırasında, iletilen ışık, polarize ışık, faz kontrastı gibi farklı optik yöntemler kullanılabilir.

5.2. Bileşenlerin tahmini

5.2.1. Ağırlığa göre belirleme

Kaba elek fraksiyonlardan ($> 0,5$ mm), stereo mikroskop kullanılarak bileşenlerin parçaları (veya bir bütün parça) tek tek seçilir ve tartılır. Kalansız tam bölünen bütün bir parça fraksiyonu kullanıldığında her bir bileşen en az 0,01 g ile temsil edilmelidir. İnce elek fraksiyonları ($\leq 0,5$ mm) ile en az iki slayt hazırlanır. Bunlar, bileşik mikroskop kullanılarak incelenir ve örnek içindeki benzer parçacıkların oranı tahmin edilip, ağırlıkları hesaplanır.

5.2.2. Görsel tahminle belirleme

Her bir elek fraksiyonu içindeki özgün bileşenlere ait karakteristik parçalar hem stereo hem de bileşik mikroskop yardımıyla tahmin edilir. İnce elek fraksiyonlarından ($\leq 0,5$ mm) en az iki slayt hazırlanır. Bileşen içeriği referans materyali yardımıyla tahmin edilebilir.

5.3. Hesaplama ve rapor

5.3.1. Hesaplama

Madde 5.2.1.'de açıklanan ağırlığın belirlenmesi yöntemi kullanılarak bileşenlerin tek tek yüzde içeriği belirlenir ve Çizelge 5'te verilen örneğe göre hesaplama yapılır. Sonuçlar %5'lik artışlarla raporlanır. Madde 5.2.2'de açıklanan görsel tahminleme yöntemi ile her bir bileşenin yüzde içeriği belirlenir ve Çizelge 6'da verilen örneğe göre hesaplama yapılır. Sonuçlar %5'lik artışlarla raporlanır.

Çizelge 5. Ağırlığa göre belirlemeye dayalı hesaplama örneği (Anonim, 2007b).

Numune Miktarı: 10g = %100	Fraksiyon 1 > 1 mm 4.550 g	Fraksiyon 2 $\leq 1.0-0.5$ mm 1.570 g	Fraksiyon 3 ≤ 0.5 mm 3.880 g	Toplam bileşen miktarı 10.000 g			
Bileşen	Fraksiyon 1 ^{*)}	Fraksiyon 2 ^{*)}	Fraksiyon 3 ^{**)}	Toplam bileşen miktarı		Sonuçlar ^{***)}	
Mısır	2.550	0.630	%5 – 0.194	3.374	- %33.74	%35	%30-35
Buğday	1.200	0.440	%5 – 0.194	1.843	- %18.34	%20	%15-20
Soya Fasulyesi	0.800	0.500	%5 – 0.194	1.494	- %14.94	%15	%10-15
Pirinç unu	-	-	%30 – 1.164	1.164	- %11.64	%10	%10-15
Manyok unu	-	-	%40 – 1.552	1.552	- %15.52	%15	%15-20
Patates nişastası	-	-	%15 – 0.582	0.582	- %5.82	% 5	%10
Toplam	4.550	1.570	%100 – 3.880	10.000	- %100	%100	

Not : Tablo bir örnektir ve elek fraksiyonlarının numarasına, sayısına ve boyuta göre değiştirilebilir.

*)seçilmiş

**) Tahmin edilen(%), g/fraksiyon'dan hesaplanan

***) yuvarlanmış tahmini değer (%), belirtilen yüzde, tahmin aralığı olarak belgelenebilir.

5.3.2. Rapor

5.3.2.1. Bildirimde bulunulmadan

'Bir mikroskop kullanılarak görülebilir olduğu kadarıyla aşığıdaki bileşenler gönderilen örnekte bulundu' ifadesi kullanılır. Analistin deneyimine bağlı olarak, örnekteki bileşenler ve bunların miktarları ile ilgili ek açıklamalar yapılabilir.

5.3.2.2. Kısmen açık beyan (azalan dizi)

'Mikroskop kullanılarak görülebilir olduğu kadarıyla, gönderilen örnekteki bileşenler bildirilen diziler içinde bulundu' ifadesi kullanılır.

5.3.2.3. Açık beyan (yüzelik beyanı)

'Bir mikroskop kullanılarak görüldüğu kadarıyla, bildirilen bileşenler beyan edilen miktarlarda gönderilen örnekte bulunmuştur' ifadesi kullanılır. Analistin deneyimine bağlı olarak, örnekteki bileşenler ve bunların miktarları ile ilgili ek açıklamalar yapılabilir.

Çizelge 6. Görsel tahminle belirlemeye dayalı hesaplama örneği (Anonim, 2007b).

Numune Miktarı: 10g = %100	Fraksiyon 1 > 1 mm 4.550 g	Fraksiyon 2 ≤ 10-05 mm 1.570 g	Fraksiyon 3 ≤ 0.5 mm 3.880 g	Toplam bileşen miktarı 10.000 g	
Bileşen	Fraksiyon 1*)	Fraksiyon 2*)	Fraksiyon 3**)	Toplam bileşen miktarı **)	
					Sonuçlar
	% * 45.5	% * 15.7	% * 38.8	%	%
Mısır	50 22.75	50 7.85	5 1.94	32.54	30-35
Buğday	30 13.65	25 3.93	5 1.94	19.52	15-20
Soya Fasulyesi	20 9.10	25 3.93	5 1.94	14.97	10-15
Pirinç unu	-	-	30 11.64	11.64	10-15
Manyok unu	-	-	40 15.52	15.52	15-20
Patates nişastası	-	-	15 - 5.82	5.82	5-10
Toplam	%100	%100	%100	%100	

Not: Tablo bir örnektir ve elek fraksiyonlarının numarasına, sayısına ve boyuta göre değiştirilebilir.

*) Fraksiyon miktarı üzerinden hesaplanan tahmin (%)

***) % olarak yuvarlanmış tahmini değer, tahmin aralığı olarak belgelenebilir.

5.3.2.4. Olumsuz sonuç

'Bir mikroskop kullanılarak görüldüğü kadarıyla, belirtilen bileşen [isim], gönderilen örnekte bulunamadı' ifadesi kullanılır.

5.3.2.5. Ek sonuç

'Gönderilen örneğin bildirilen bileşenlerine ek olarak, bileşen [isim] mikroskopik inceleme ile bulundu' ve 'Mikroskop kullanılarak görülebildiği kadarıyla gönderilen örnekteki % [sayı] miktar tahmin edildi' ifadeleri kullanılır. Tanımlanan bileşenlere bağlı olarak, %2'den düşük miktarlar iz miktar olarak rapor edilir.

5.3.2.6. Bir bileşenin beyan edilen miktarının eksikliği

'Bileşen [isim], mikroskopik inceleme ile gönderilen örnek içerisinde beyan edilen değerden sapan bir miktarda bulundu' ve 'Mikroskop kullanılarak görülebildiği kadarıyla gönderilen örnekteki % [sayı] miktar tahmin edildi' ifadeleri kullanılır. Tanımlanan bileşenlere bağlı olarak, %2'den düşük miktarlar iz miktar olarak rapor edilir.

5.3.2.7. Ek açıklamalar

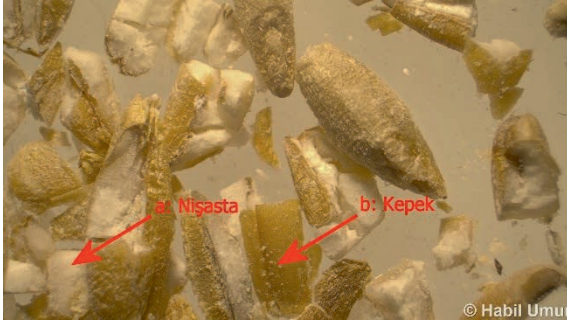
Mikroskopi ile yapılan miktar belirlemede, özellikle peletlenmiş yemlerde önemli varyasyonlar görülebilir. Katı ve sıvı yağ, melas, balık kaynakları ve karakteristik morfolojik yapılardan yoksun diğer maddeler gibi bileşenler mikroskopik olarak belirlenemeyebilir. Bu nedenle tahmin edilen sonuçlarda varyasyon olabilir.

5.4. Validasyon

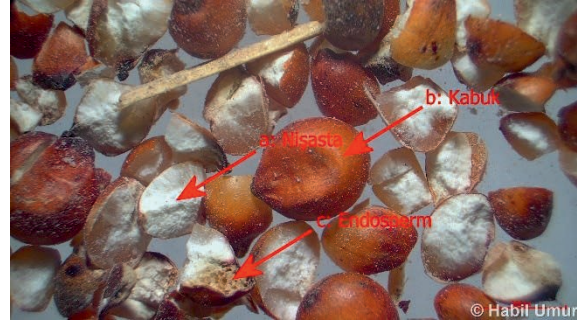
Mikroskopik incelemeyle yem bileşenlerinin yüzde tahmininin doğruluğu, yem mikroskopistinin kontrolü dışında olan çeşitli faktörlerden çok fazla etkilenir. Bu faktörler, bileşenlerin özgün yapısı, yem üretiminde kullanılan yöntemler ve hammadde seçimi olarak sıralanabilir. IAG tarafından yürütülen kapsamlı ring testi çalışmaları sonucunda aşağıda belirtilen belirsizlik aralıkları geliştirilmiştir:

> %2 – 5	+/- 100 r
> %5 – 10	+/- 5 a
> %10 – 20	+/- 50 r
> %20 – 50	+/- 10 a
> %50	+/- 20 r

Karma yemlerde % bileşimin mikroskopik analiz tekniğiyle belirlenmesinde kullanılan bazı görseller Şekil 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 ve 18'de verilmiştir. Bu görseller 'TAGEM/HSGYAD/Ü/21/A3/P1/2319' numaralı ve 'Türkiye'de Bazı Yem Hammaddelerinin Karakteristik Özelliklerinin Mikroskopik Yöntemle Belirlenmesi ve Yem Mikroskopi Atlasının Oluşturulması' isimli projeden elde edilmiştir (Umur vd., 2021). Görsellerin üretilmesinde; LED aydınlatma sistemine sahip, alttan ve üstten beyaz ışık veren, 0,61-5,5X zoom aralığında, 10 megapiksel görüntü çözünürlüğünde kameralı görüntü sistemine sahip Leica S9 i stereo mikroskop kullanılmıştır.



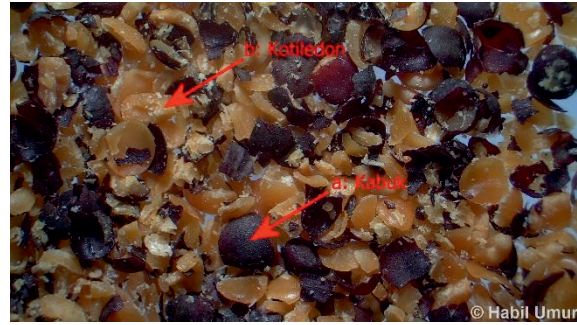
Şekil 11. Buğday danelerinin stereo mikroskop görüntüsü, 20X (a: nişasta, b: kepek)



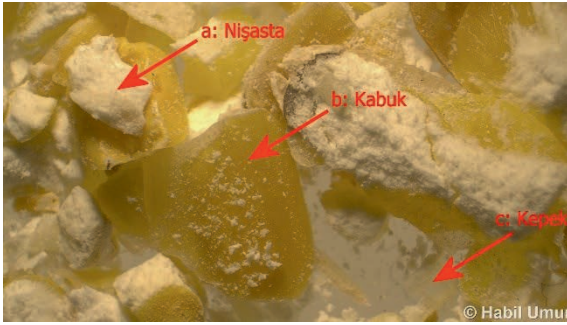
Şekil 12. Sorgum danelerinin stereo mikroskop görüntüsü, 20X (a: nişasta, b: kabuk, c: endosperm)



Şekil 13. Ayçiçeği tohumu küspesinin stereo mikroskop görüntüsü, 20X (a: kabuk, b: kotiledon)



Şekil 14. Kanola danelerinin stereo mikroskop görüntüsü, 20X (a: kabuk, b: kotiledon)



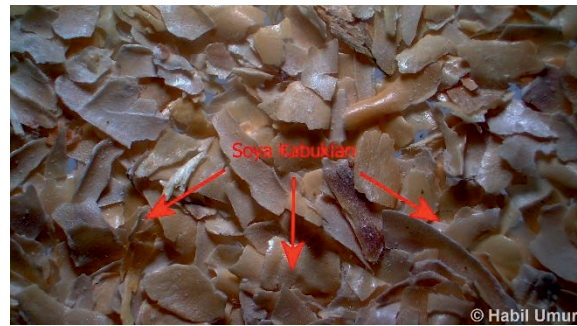
Şekil 15. Kırık mısır danelerinin stereo mikroskop görüntüsü, 30X (a: nişasta, b: kabuk, c: kepek)



Şekil 16. Mısır gluteninin stereo mikroskop görüntüsü, 10X (endosperm)



Şekil 17. Soya küspesinin stereo mikroskop görüntüsü, 20X (a: kabuk, b: hilum, c: kotiledon)



Şekil 18. Soya kabuklarının stereo mikroskop görüntüsü, 20X

6. Tartışma ve sonuç

Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda, deneyimli bir mikroskopist yem fabrikalarına hammadde alımı başta olmak üzere üretimin her aşamasında yemlerin kalite kontrolünde mikroskopik analiz tekniğinden yararlanabilir. Böylece yemlerin kalitesi ile ilgili çok kısa sürede ve az masrafla fikir sahibi olunabilir.

Mikroskopik analiz tekniğiyle yemlerde hayvansal proteinlerin incelenmesi, ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından yayınlanan mevzuatlarda belirtilen standartlara uygun olarak yapılmaktadır. Karma yemlerde hayvansal proteinlerin mikroskopik analiz tekniği ile belirlenmesinde tek geçerli yöntem EU 51/2013 (Anonim, 2013)'te belirtilen resmi yöntemdir (Momcilovic ve Rasooly, 2000; Van Raamsdonk vd., 2007). Bu yöntem, ağırlıklı olarak kemik dokunun varlığı üzerinde yoğunlaşmış olup 1 g/kg tespit düzeyinde yanlış veya yanlış/pozitif sonuçlar vermemektedir (Van Raamsdonk vd., 2007). Karma yem içerisinde balık unu varlığı, karasal hayvanlardan gelen et ve kemik ununun doğru tespit edilmesinde mikroskopik analiz tekniğinin hassasiyetini azaltmaktadır (Prado vd., 2004; Fumiere vd., 2006). Bununla birlikte memeli hayvan grubuna ait hayvansal proteinler ile kanatlı hayvan grubuna ait hayvansal proteinler arasında güvenilir ayırım sağlanamamakta, fakat balık ürünleriyle olan ayırım kesin sınırlarla belirgin bir şekilde yapılabilmektedir (Van Raamsdonk vd., 2004).

7. Kaynaklar

Akyıldız, A.R. (1968). Yemler bilgisi laboratuvar kılavuzu. *A. Ü. Zir. Fak. Yayınları*, No. 358, Ankara.

Anonim (2007a). Method for the identification and estimation of constituents in animal feedingstuff IAG-Method A2. *International Association of Feedingstuff Analysis-Section Feedingstuff Microscopy*, Version 1, 1-9.

Anonim (2007b). Sample preparation for the macroscopic and microscopic analysis IAG-Method A1. *International Association of Feedingstuff Analysis*, Section Feedingstuff Microscopy. Version 1, 1-7.

Anonim (2011a). Yemlerin piyasaya arzı ve kullanımı hakkında yönetmelik. *Resmi Gazete*. 27.12.2011 tarih 28155 sayı.

Anonim (2011b). İnsan tüketimi amacıyla kullanılmayan hayvansal yan ürünler yönetmeliği. *Resmi Gazete*, 24.12.2011 tarih 28152 sayı.

Anonim (2013). Commission Regulation (EU) No 51/2013. *Amending Regulation (EC) No 152/2009 as regards the methods of analysis for the determination of constituents of animal origin for the official control of feed*.

Türkiye'de ticarete konu olan yem fabrikalarının ürettikleri karma yemlerin resmi kontrollerinde etiket beyanlarının doğruluğu, mikroskopik analiz tekniği kullanılarak % bileşen olarak adlandırılan analiz yöntemi ile yapılabilmektedir. Bu analiz yöntemi, karma yemin etiket beyanında belirtilen yem hammaddelerin tanımlanması ve yüksekten düşüğe doğru % olarak sıralanmasında kullanılan tek geçerli yöntemdir.

Türkiye'de bugüne kadar yemlerin mikroskopik analiz tekniği ile incelenmesi konusuna gerekli önem verilmemiştir. Bu tekniğin kullanımını bilen ve uygulayan mikroskopist sayısı sayılabilecek kadar azdır. Ayrıca bu konuda yapılan bilimsel ve akademik çalışma sayısı da oldukça sınırlıdır. Sonuç olarak, Türkiye'de mikroskopik analiz tekniğinin kullanımının yaygınlaşması için yem fabrikalarında yemlerin kalite kontrolünü yapan kişilerin, kamu ve özel sektör laboratuvarlarında ise ilgili personelin eğitilmesi gerekmektedir. Bu konudaki eğitim açığı, kamu laboratuvarlarında Tarım ve Orman Bakanlığı'nın hizmet içi eğitim programları ile yem fabrikaları ve özel laboratuvarlarda ise özel eğitim programları ile giderilebilir. Ayrıca üniversitelerdeki akademik çalışma açığını gidermek için lisansüstü tez çalışmalarında mikroskopik analiz tekniğine dayalı konulara yer verilmesi gerekmektedir.

Anonim (2022). https://stratfeed.cra.wallonie.be/page/description_projet.php. Erişime Tarihi: 18/01/2022.

Fumiere, O., Dubois, M., Baeten, V., Von Hols, C. and Berben, G. (2006). Effective PCR detection of animal species in highly processed animal byproducts and compound feeds. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 385, 1045–1054.

Islam, S., Haque, M. and Hossain, S. (2015). Estimation of moisture and crude protein content of locally available raw materials for poultry feed. *International Journal of Pharma Sciences and Research*, 6(5), 1000-07.

Islam, S. and Haque, M. (2016). Quality control of raw materials for poultry feed. *Journal of Poultry Science and Technology*, 06(02), 19-27.

Islam, S., Haque, M. and Hossain, S. (2018). Studies on microscopic compositions of poultry feed and raw materials. *Journal of Poultry Science and Technology*, 06(04), 56-63.

Khajarern, J. ve Khajarern, S. (2008). Yem mikroskopisi ve kalite kontrol el kitabı. Türkiye Yem Sanayicileri Birliği, American Soybean Association ve United Soybean Board, Üçüncü Basım, Çeviri:2008, 208.

Liu, X., Han, L., Veys, P., Baeten, V., Xunpeng Jiang, X. and Dardenne, P. (2011). An overview of the legislation and light microscopy for detection of processed animal proteins in feeds. *Microscopy Research and Technique*, 74, 735–743.

Momcilovic, D. and Rasooly A. (2000). Detection and analysis of animal materials in food and feed. *Journal of Food Protection*, 63(11), 1602–1609.

Prado, M., Jose' Casqueiro, J., Iglesias, Y., Cepeda, A. and Barros-Vela' zquez, J. (2004). Application of a polymerase chain reaction (PCR) method as a complementary tool to microscopic analysis for the detection of bones and other animal tissues in home-made animal meals. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 505–512.

Ravn, J.L., Martens, H.J., Pettersson, D. and Pedersen, N.R. (2015). Enzymatic solubilisation and degradation of soybean fibre demonstrated by viscosity, fibre analysis and microscopy. *Journal of Agricultural Science*, 7(9), 1-13.

TSE. (2013). TS 10432, Hayvan yemleri- pirinç kepeği, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2014). TS 4715, Mısır özü (embriyo) küspesi, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2015a). TS 316, Ayçiçeği tohumu küspesi, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2015b). TS 8596, Hayvan yemleri- mısır kepeği, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2015c). TS 9979, Hayvan yemleri- sığır besi yemi, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2015d). TS 9984, Hayvan yemleri- konsantre sığır besi yemi, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2015e). TS 10052, Hayvan yemleri- kuzu başlangıç yemi, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2015f). TS 10053, Hayvan yemleri- sığır süt yemi, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2015g). TS 10428, Hayvan yemleri- buzağı büyütme yemi, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2016a). TS 9311, Hayvan yemleri- hindi piliç büyütme yemi, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2016b). TS 9312, Hayvan yemleri- hindi geliştirme yemi, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2017a). TS 8477, Hayvan yemi- yemlik üre, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2017b). TS 9278, Hayvan yemleri- buğday kepeği, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2017c). TS 9281, Hayvan yemleri- hindi civciv yemi. Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2017d). TS 9310, Hayvan yemleri- damızlık hindi yemi, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2017e). TS 10433, Hayvan yemleri- damızlık etçi (et tipi) piliç geliştirme yemi, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

TSE. (2018). TS 9699, Hayvan yemleri- tavuk yumurta yemi, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 20/12/2021.

Umur, H., Küttükoğlu, F., Çetin, V., Manarga Birlik, P., Kara, S., Altınçekiç, E... ve Hanoğlu Oral, H.fts 2021. Türkiye'de bazı yem hammaddelerinin karakteristik özelliklerinin mikroskopik yöntemle belirlenmesi ve yem mikroskopi atlasının oluşturulması. T A G E M / H S G Y A D /Ü/21/A3/P1/2319 (Devam eden proje).

Van Raamsdonk, L.W.D., Vancutsem, J., Zegers, J., Frick, G., Jorgenson, J., Pinckaers, V... and Paradies-Severin, I. (2004). The microscopic detection of animal proteins in feeds. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*. 8(4), 241–247.



Derleme Makale/Review Paper

Kokumi tat algısı üzerine bir değerlendirme

An evaluation of kokumi taste perception

İlkay Yılmaz^{1*}, Nuray Altuntaş²

¹Başkent Üniversitesi, , Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, ANKARA, TÜRKİYE

²İstanbul Ayyansaray Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, İSTANBUL, TÜRKİYE

(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID: 0000-0001-5938-3112, Dr. Öğr. Üyesi

ORCID ID: 0000-0002-4635-0343, Yüksek Lisans Öğrencisi

*Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: ilkayyilmaz@baskent.edu.tr

Geliş Tarihi: 05.11.2021

Kabul Tarihi: 29.12.2021

Özet

Amaç: Japonca bir kelime olan kokumi, “zengin tat” veya “lezzetli” anlamına gelmektedir. Altıncı tat olarak adlandırılrsa da genel olarak lezzet artırıcı özellik göstermektedir. 1980'lerde kokumi bileşiklerini Japon bir şirket izole etmiştir. Tanımlanabilir bir etkiye sahip olmasına rağmen, kokuminin belirsiz bir tanımı vardır. Tat bileşeni olarak, bilim adamlarının tek bir molekülle elde edilmediği için, tam olarak tespit etmekte zorlandıkları bir bileşendir. Fermente gıdalarda doğal olarak bulunan glutamil peptitleri tarafından aktive edilmektedir. Ayrıca bira, ekme ve tavuk çorbası gibi yiyeceklerde de doğal olarak ortaya çıkabilir. Yeniliklere ve yeni tatlara yönelik birçok gıda üreticisi için bu tat ilgi çekici hale gelmiştir. Bu makalenin amacı; kokumi hakkında bilgilerin derlenmesi ve gelecek vaat eden lezzet olarak görülen kokumi ile tattan vazgeçmeden sağlıklı yemekler yaratma amacıyla olan araştırmacılara ışık tutmaktır.

Sonuç: Kokumi üzerinde yapılacak Ar-Ge çalışmaları ile gıda üreticilerinin; tüketicilerin gerçekten keyif alacağı tada sahip, sağlıklı gıda seçenekleri oluşturabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: kokumi, gıda, lezzet, glutamil peptitleri

Abstract

Objective: The Japanese word kokumi means “rich taste” or “delicious”. Although it is called the sixth taste, it generally shows flavor enhancing properties. In the 1980s, a Japanese flavor company isolated kokumi compounds. Although it has an identifiable effect, kokumi has an ambiguous definition. As a flavor component, it is a component that scientists have difficulty in identifying precisely because it is not obtained with a single molecule. It is a sense activated by glutamyl peptides naturally found in fermented foods. It can also occur naturally in foods such as beer, bread, and chicken soup. This taste has become interesting for many food manufacturers who turn to innovations and new flavors. The aim of this article is to compile information about kokumi and to shed light on researchers who aim to create healthy meals without giving up taste with kokumi, which is seen as a promising flavor. For this purpose, a literature review was conducted.

Conclusion: It is thought that food product developers will be able to create healthy food options with great taste that consumers will really enjoy, with R & D studies on kokumi.

Keywords: kokumi, food, taste, glutamyl peptides

1. Giriş

Kokumi kavramının anlaşılmasında özellikle tat konusu ele alınırken başvurulan kavramsal çerçeve önem arz etmektedir. Altı temel tat olduğu iyi bilinmektedir, bunlar: tuzlu, tatlı, ekşi, acı, umami (Hartley vd., 2019) ve metalik tatlardır (TS ISO 8587, 2006; Gaillard ve Kinnamon, 2019; Pires vd., 2020; Pirkwieser vd., 2020; Rhyu, vd., 2020). Ancak tadı nasıl algıladığımızla ilgili bu basit gerçeğin önerdiğinden daha fazlası var gibi görünmektedir. Örneğin, bir çorba veya yahni birkaç saat kaynatıldığında daha zengin bir lezzet alır veya örneğin peynirin olgunlaşmasına izin verildiğinde tadı daha karmaşık ve kalıcı hale gelmektedir (Ajinomoto Group, 2021).

Kokumi kelimesi, yiyeceklerdeki zengin, güçlü lezzet karmaşıklığını tanımlamak için kullanılmaktadır. Kokumi bazen “içtenlik” veya “ağız doluluğu” olarak çevrilir, ancak kelime tam anlamıyla “zengin” (koku) “tat” (mi) olarak tercüme edilmektedir. 1980'lerden itibaren bilim insanları kokuminin tanımlanması üzerine çalışmalar yapmaktadır. Kokumi tat maddelerini sarımsak ve soğanda tespit eden araştırmacılar glutasyon üzerinde çalışmaya başlamışlar ve bu molekülün bir kokumi maddesi olarak yiyeceklerin lezzetini artırdığını tespit etmişlerdir (Ueda vd., 1990; Leijon vd., 2019).

Japonlar, yiyeceklerde kendi lezzetlerine sahip olmayan, ancak birleştirildiklerinde lezzetleri artırıcı bileşiklere “Kokumi” adını vermişlerdir. Bu bileşikler arasında kalsiyum, protamin (Japonya ve Rusya'da tüketilen milt veya balık sperminde bulunur), L-histidin (bir amino asit) ve glutasyon (maya ekstraktında bulunur) yer almaktadır (Bramen, 2010). Ayrıca kokumi peynir, süt, deniz tarağı, maya, fasulye, sarımsak ve soğan gibi gıdalarda da bulunabilmektedir. Kıvamı yoğun, aroması zengin ve ağızda iyi bir his bırakan dengeli yiyecekler kokumi olarak nitelendirilmiştir (Stephens, 2019).

Kokumi, bir tat olmaktan başka daha çok bir lezzet artırıcı olarak işlev görmektedir, özellikle tatlı, umami ve tuzlu olmak üzere diğer temel tatların algısını yükseltmektedir. Kokumi aroması, amino asitler veya küçük peptitler tarafından aktive edilmektedir (Amino vd., 2016). γ -glutamil-valil-glisin, bilinen en güçlü kokumi bileşiklerinden biridir ve balık sosu, maya, soya sosu, karides ezmesi, peynir ve birada bulunmaktadır. Ayrıca kokumi peptitleri, daha yüksek protein kaynaklarına sahip gıdalarda doğal olarak yer almaktadır. Kokumi, dildeki kalsiyum reseptörlerini güçlendirerek daha yoğun, dengeli ve ağız kaplama hissi yaratarak çalışmaktadır.

Kokuminin dünya çapında sağlık bilincine sahip bireyler için gelişmiş faydalar sağlaması hedeflenmiştir. Kokuminin birçok uygulaması, diğer tatları arttırmanın yanı sıra tatları değiştirmek, gıda

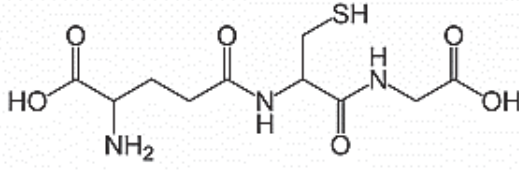
dengesini ve ağız hissini iyileştirmek, yetersiz beslenen insanlara verilen besleyici gıdalardaki lezzeti arttırmak ve yaşlandıkça iştahı uyarmak gibi faydaları bulunmaktadır.

Kokumi daha çok yeni olduğundan endüstriyel alanda pek yer almasa da konuyla ilgili çalışmalar halen devam etmektedir. Bu makalenin amacı kokumi hakkında bilgilerin derlenmesi ve gelecek vaat eden lezzet olarak görülen kokumi ile lezzetten vazgeçmeden sağlıklı yemekler yaratma amacıyla olan araştırmacılara ışık tutmaktır.

2. Kokumi kavramı ve tarihçesi

Kokumi tat duyusunun bilimsel kaynaklarda ilk kez tanımlanması, 1990 yılında Ajinomoto adlı Japon gıda şirketine ait laboratuvarlarda yapılan bir çalışma sonucunda, sarımsaktan elde edilen birtakım maddelere dayanarak ortaya çıkmıştır (Ueda vd., 1990; Leijon vd., 2019). Araştırmacılar, sarımsak ve soğanı suda ezdikten sonra kaynatmışlar ve posasını attıktan sonra arta kalan suyunu yoğunlaştırıp kurutmuşlardır. Koku gidermek için çözeltiye aktif kömür eklemişler ve 30 dakika orta derecede karıştırarak kömür kokusunu uzaklaştırmışlardır. Suyun buharlaşmasının ardından geriye beyazımsı bir toz kalmıştır. Elde edilen bu toz tekrar suda çözüldüğünde tek başına bir tadı bulunmamaktadır. Fakat bu toz tatlı, tuzlu ve umami içeren başka çözeltilere eklendiğinde, o tatların algılanışında bariz bir artış kaydedilmiştir. Bu ekstrakt Çin ve Köri çorbası gibi çorbalara katıldığında çorbalar damak tadına uygun hale gelerek daha lezzetli bir hal almıştır (Ueda vd., 1990). Devam eden araştırmalarda Ueda vd. (1994), sarımsakta bulunan kokumi maddelerinin soğanda da olduğunu tespit edilmişlerdir. PeCSO ve y-Glu-PeCSO, her biri %0,05 (a/h) monosodyum glutamat ve disodyum inosinat içeren bir umami çözeltilinde duyusal bir testle karakteristik bir kokumi aroması (süreklilik, kalınlık ve ağız doluluğu) olduğu gösterilmiştir.

Kokumi maddesi olarak tanımlanan bileşikler içerisinde canlılarda yaygın olarak var olan bir peptid yani glutasyon bulunmaktadır. Glutasyon, insan diyetinin büyük bir bölümünü oluşturan bitki ve hayvan dokularında bulunan bir antioksidan ve antikanserojendir. Mitokondrilerin sağlıklı çalışmasını sağlar. Yaşlanma, kanser, kalp damar hastalıkları, bunama (demans) ve başka birçok kronik/dejeneratif hastalığın önlenmesinde önemli olan glutasyon vücutta doğal olarak üretilir. Glutasyon, “ana antioksidan” olarak adlandırılmaktadır (Jones vd., 1992). Kokumi, amino asitler ve peptitler gibi et türevli bileşiklerin lezzetini yönlendiren önemli bileşiktir (Laffitte vd., 2021).



Şekil 1: Glutasyon'un kimyasal yapısı

Şekil 1'de kimyasal yapısı gösterilen Glutasyon (Glutathione) (γ -glutamyl-L-sisteinilglisin), bir L-glutamik asit, L-sistein ve glisin molekülünden oluşan küçük bir amino asit içeren moleküldür. Burada antioksidan olarak işlev gören molekül, gıda kaynaklarında ve insan vücudunda bulunmaktadır (Supplement Ansiklopedisi, 2016).

Kokumi tat maddelerini sarımsak ve soğanda tespit eden Ueda vd. (1997) bu kez glutasyon üzerinde çalışmaya başlamışlardır. Canlılar dünyasında yaygın olarak bulunan glutasyonun çiğ veya pişmiş birçok gıdada bulunduğunu ve bu molekülün bir kokumi maddesi olarak gıdaların tadını getirdiğini tespit etmişlerdir.

Alman gıda bilimcileri yaptıkları araştırmalar sonucunda fasulye içerisinde doğal olarak bulunan bazı maddelerin kokumi tadı etkisi gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmada fasulyeden (*Phaseolus vulgaris* L.) izole edilen tatsız sulu ekstraktın tavuk suyuna eklenmesi ile ağız doluluğunu ve karmaşıklığı artırarak dilde çok daha uzun süreli lezzetli bir tat hissi uyandırmıştır. Fasulye içerisindeki maddeler, glutasyon benzeri tripeptit değil fakat iki aminoasitli γ -glutamyl dipeptit içermektedir. Ham ve ısıtılmış fasulyelerde tanımlanan peptitlerin (ağızda dolgunluk, kalınlık ve tuzlu gıdaların sürekliliğini artıran tatsız moleküllerin) kokumi bileşikler olarak kabul edilmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir (Dunkel vd., 2007).

Kokumi tat duyusuna neden olan kimyasal maddeler (γ -glutamyl peptitler) peynirde de bulunmuştur. Yapılan karşılaştırmalı duyu analizi, 44 haftalık olgunlaştırılmış bir Gouda peynirinin (GC44), sadece 4 hafta olgunlaştırılmış genç bir Gouda peynirine (GC4) kıyasla çok daha belirgin bir ağız doluluğu ve uzun süreli tat karmaşıklığı sergilediğini ortaya çıkarmıştır (Toelstede vd., 2009). İsviçre Gravyerinde, beklemiş keçi peynirinde (eriyip tatlanan peynir) ve mavi damarlı bir peynir olan Blue Shropshire küflü peynirinde de yüksek miktarda γ -glutamyl peptit konsantrasyonu (3590 $\mu\text{mol/kg}$) tespit edilmiştir (Toelstede ve Hofman, 2009).

Japon araştırmacılar (Ohsu vd., 2010), dil üzerindeki kalsiyum kanallarının kokumi bileşiklerinin hedefleri olduğunu gösteren bir çalışmanın sonuçlarını yayınlamışlardır. Dilde kalsiyum kanallarının olduğu bu zamana kadar bilinmemekteydi. Derginin yaptığı basınç açıklamasına göre, "bu kanallar vücuttaki

kalsiyum seviyelerini hissediyor ve düzenliyor ... kalsiyum kanallarının tatlı ve umami (tuzlu) tatları algılayan reseptörlerle yakından ilişkili olduğu ve glutasyonun kalsiyum kanallarıyla etkileşime girdiği bilinmektedir" denilmiştir (Bramen, 2010).

İnsan duyu analizleriyle yapılan testler sonucunda, çeşitli hücre dışı kalsiyum algılayıcı reseptör (CaSR) agonistlerinin, kendilerinin tadı olmamasına rağmen, tatlı, tuzlu ve umami tadını artırdığı bulunmuştur. GSH (γ -Glu-Cys-Gly) ve γ -Glu-Val-Gly dahil olmak üzere çok sayıda CaSR agonisti γ -glutamyl peptidi olarak tanımlanmış ve bu peptitlerin kokumi tadı ortaya çıkardığı saptanmıştır (Ohsu vd., 2010). Daha sonra kokumi maddelerinin arka dildeki tat hücrelerinde bir Ca^{2+} iyonunun tepkisini indüklediği gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar, kokumi maddelerinin CaSR ifade eden tat hücreleri tarafından tespit edildiğini göstermektedir. Sonuçlarda kokumi maddesine duyarlı tat hücrelerinin hem presinaptik (Tip III) hem de presinaptik olmayan tat hücreleri olduğu gösterilmektedir. Ayrıca sonuçlar, belirli uyarıcıların hem presinaptik hem de presinaptik olmayan tat hücrelerinde hücre içi depolardan salıverilme yoluyla Ca^{2+} iyonunun tepkisini uyandırdığını göstermiştir. Kokumi maddesine duyarlı tat hücrelerinin kesin sınıflandırılması henüz belirlenmemiştir (Maruyama vd., 2012).

In vivo konfokal Ca^{2+} görüntüleme kullanılarak kokumi maddelerinin oral uygulamasının farelerin trigeminal somato-sensoriyel ganglion nöronlarında tepkiler oluşturup oluşturmadığının araştırıldığı bir çalışmada elde edilen verilere göre, kokumi bileşiklerine verilen tepkilerin belirli fizyolojik ve farmakolojik özelliklerinin, yaşayan farelerin trigeminal gangliyonundaki duyu nöronlarından kaydedilebileceği gösterilmektedir. Böylece, somato-sensoriyel trigeminal gangliyonlardaki duyu nöronları, kokumi maddelerinin uyandırdığı duyuların bir parçası olan doku algılarını oluşturmak için ağız boşluğundan merkezi sinir sistemine sinyal iletebilmektedir (Leijon vd., 2019). Trigeminal sinir (*nervus trigeminus*) on iki kranial sinirden beşincisi ve en büyüğü olup ağız hissi (*mouthfeel*) adı verilen tat duyusunu ileten sistemdir (Moore ve Dalley, 2018).

3. Kokumi tat algısı

Besinlerin aşırı tüketilmesine neden olan çok sayıda ve çeşitli etkenler bulunmaktadır. Bu etkenlerden biri de tat alma duyusudur. Tatlı, ekşi, tuzlu ve acıdan oluşan temel tatlar listesine umami ve yağ da dahil olmak üzere yeni tatlar eklenmiştir. Ancak bunlar, temel tatların algısal bağımsızlığı ve belirginliğinden yoksundur. Yağın, yağ tadı ve ağızda bıraktığı his bulunurken karbonhidratın tatlı tadı vardır, proteinde ise umami ve kokumi tadı bulunmaktadır. Bu yeni tatlar ağız boşluğunda hissedilebilirken yutmadan

sonra daha fazla etkiye sahip olmaktadır (Li vd., 2020).

Tat algısı ağızda başlamaktadır. Ağıza alınan lokmanın tat özünü ait uyumu beyne iki ana sinir tarafından iletilmektedir. Bunlardan fasiyal sinir (*nervus facialis*) özellikle temel tatların iletilmesindeki rolü ile öne çıkmaktadır. Trigeminal sinir (*nervus trigeminus*) ise ağız hissi olarak bilinen duyumun iletilmesine aracı olmaktadır. Ağız hissi (mouthfeel) tattan farklı olarak, yiyecek veya içeceğin neden olduğu ağızdaki fiziksel hisleri ifade etmekte olup tat ve koku ile birlikte bir gıda maddesinin genel lezzetini belirleyen temel bir duyusal özelliktir (Mouritsen ve Styrbæk, 2017). Kokumi, ağız hissi üzerinden çalışmaktadır. Gıdanın içinde kokumi maddesi bulunursa bu madde ağızda oluşan tadı artırarak bu tadın damağı kavramasını ve ağızda kalıcı olmasını sağlamaktadır (Çınar, 2019).

4. Kokuminin bileşenlerinin sağlığa ve lezzete faydaları

Kokumi maddelerinin lezzet değiştiriciler olarak kullanılmasının sağlık açısından faydası, diyetteki yağı, tuzu ve şekeri azaltırken tadı artırmasıdır (Anijomoto Group, 2021). Bununla birlikte kokuminin birçok uygulaması, diğer tatları artırmanın yanı sıra değiştirmeyi, gıda dengesini ve ağız hissini iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Bazı kaynaklar kokuminin, yetersiz beslenen insanlara verilen besleyici gıdalardaki lezzeti artırmak için kullanılabileceğini öne sürmektedir (Carpetti, 2021). Kokuminin bir diğer faydası da yaşlandıkça iştahı uyarmaktır. Yaşlı insanlar koku ve tat duyularını kaybetme eğilimi göstermektedirler. Bu da gıda alımının azalmasına ve daha kötü beslenmeye yol açmaktadır. γ -EVG gibi kokumi maddesinin çok küçük miktarları bile lezzeti önemli ölçüde artırarak gıda kaynaklarını korumamıza olanak tanıdığından, potansiyel sürdürülebilirlik faydaları da bulunmaktadır (Anijomoto Group, 2021).

Tuz, insan sağlığı ve yemeklerin lezzetlendirilmesi açısından çok önemlidir. Son zamanlarda, doğal gıda ürünlerinden izole edilen birkaç peptidin, tuzlu bir tat veya tuzluluğu artırıcı bir işlev sergilediği rapor edilmiştir. Yapılan araştırmalarda, ticari Çin fermente soya fasulyesinde meydana gelen tat aktif peptitler izole edilmiş ve ultrafiltrasyon, jel geçirgenlik kromatografisi, iyon değişim kromatografisi ve nano-LC/Q-TOF-MS/MS kullanılarak tanımlanmıştır. Hedef fraksiyonların tuzlu tadı artırıcı işlevi bir fare tat hücreleri modeli ve insan duyusal değerlendirmesi ile doğrulanmıştır. Tat aktif bileşikler olarak dört dekapeptit bulunmuştur. Bunlar arasında, peptit E en güçlü tuzluluğu artırıcı peptit olmuştur. 0,50 mmol/L NaCl çözeltisi içinde 4 mg/mL, tuz algısını 63 mmol/L NaCl referans çözeltisinin tuz seviyesine eşdeğer olarak artırabilmektedir.

Peptidin dizisi, β -konglisininin α '-alt biriminde glisin-maks bulunmuştur. Kalan peptitler; umami ve kokumi tatlarının yanı sıra zayıf bir tuzluluk artırıcı duyum göstermiştir. Bu bulgular, dekapeptitin tuzluluktan ödün vermeden sodyum alımı miktarını kısmen azaltmak için olası bir alternatif olabileceğini düşündürmektedir (Chen vd., 2021).

Son zamanlarda, γ -glutamil peptitleri, özellikle γ -glutamil dipeptitleri ve birkaç γ -glutamil tripeptidi, ağız doluluğu ve gıda tadı algısının sürekliliği gibi arzu edilen kokumi verici özellikleri nedeniyle daha popüler hale gelmiştir. γ -glutamil peptitlerinin umami artırıcı etkisinin moleküler mekanizmalarını değerlendirmek için yapılan bir çalışmada tipik kokumi-aktif γ -glutamil peptitlerinin umami artırıcı etki sergilediği saptanmıştır (Yang vd., 2021).

Yapılan çalışmalar insanlarda farklı konsantrasyon aralıklarında amiloride duyarsız tuz tadı ve umami tadını modüle ettiğini göstermektedir. Kükürt içeren amino asitler dahil amino asitlerin ve peptitlerin türevleri, N-asil-Tyr türevleri, N-asetillenmiş amino asitler ve Maillard reaksiyon ürünleri (MRP'ler) de kokumi artırıcılar olarak çalışmaktadır (Rhyu vd., 2020).

Tüketicilerin temiz etiketli gıda ürünlerine olan talebi, yeşil süreçleri benimsemek için geleneksel katkı maddelerinin değiştirilmesine ve üretim yöntemlerinin yeniden tasarlanmasına yol açmaktadır. Birçok araştırmacı, doğal olarak oluşan tat ve lezzet artırıcıların tanımlanması ve izolasyonu üzerine odaklanmıştır. "Tat artırıcı" terimleri sırasıyla umami ve kokumi bileşenlerine atıfta bulunmakta ve bunların kullanımı, etki mekanizmalarının incelenmesini ve doğal kaynaklarının tanımlanmasını gerektirmektedir. Bitkiler, mantarlar ve süt ürünleri, yüksek miktarlarda doğal olarak oluşan tat ve lezzet artırıcılar sağlayabilmektedir. Hammaddelerin termal veya enzimatik işlemleri, tat ve aroma özelliklerini yoğunlaştırarak tat ve lezzet artırıcı olarak kullanımları, tanımlanmalarına ve izolasyonlarına dayanmaktadır. Ayrıca, gıda endüstrisi tarafından bu tür bileşenlerin kullanılmasına ilişkin gelecekteki eğilimler, araştırmacıları temiz etiketli gıda üretimi için yeni yöntemler araştırmaya ve tüketicilerin taleplerine cevap verebilmek için gıda endüstrisine daha fazla bilgi sağlamaya motive edebilmektedir (Vasilaki vd., 2021).

5. Kokumi maddelerinin algılanma mekanizması ve duyusal özellikleri

Kuroda ve Miyamura (2015) yaptıkları, amino asitleri ve peptitleri algılayan bir G-proteinine bağlı reseptör (GPCR) çalışması sırasında, GSH'nin kalsiyum algılayıcı reseptörün (CaSR) agonistlerinden biri olduğu bulunmuştur.

CaSR'nin kokumi maddelerinin algılanmasında rol oynadığı varsayılmıştır. İlk olarak, çeşitli CaSR agonistlerinin kokumi yoğunluğu araştırılarak Ca^{2+} , protamin, polilizin, L-histidin ve γ -glutamil peptitler gibi test edilen tüm CaSR agonistlerinin, umami-tuzlu çözeltilerin tat yoğunluğunu arttırdığı gösterilmiştir. İkincisi, GSH (γ -Glu-Cys-Gly) güçlü bir kokumi olduğundan madde, γ -Glu-Ala, γ -Glu-Val, γ -Glu-Cys, γ -Glu-Abu-Gly (Abu: α -aminobütirik asit) ve γ -Glu-Val-Gly gibi çeşitli γ -glutamil peptitler sentezlenmiştir. γ -glutamil peptitlerin CaSR aktivitesinin duyuşal değerlendirme ile ölçülen kokumi yoğunluğu ile anlamlı ve pozitif ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır ($r=0,81$, $p<0,05$). Üçüncüsü, güçlü bir kokumi peptidi olan GSH ve γ -Glu-Val-Gly'nin kokumi yoğunlukları, CaSR'ye özgü antagonist NPS-2143 tarafından önemli ölçüde azaltılmıştır. Bu nedenle, bu sonuçlar CaSR'nin kokumi maddelerinin algılanmasında rol oynadığını kuvvetle göstermektedir. Ek olarak, farelerde tat hücrelerinin kokumi maddelerine tepkisini araştırmışlar bazı tat hücrelerinin kokumi maddelerinin uyarısına cevap verdiğini ve bu cevabın CaSR'ye özgü antagonist NPS-2143 tarafından önemli ölçüde bastırıldığını göstermişlerdir. Bu sonuçlar, güçlü kokumi maddesinin γ -Glu-Val-Gly'nin çeşitli gıdaların lezzetini arttırmak için kullanılabileceğini göstermektedir.

6. Kokuminin endüstriyel alanda kullanımı

İlgi çekici geçmişine rağmen kokumi, yiyecek içecek üretimi alanında çok kullanılmamaktadır. Sektörde öncü firma yöneticileri ile yapılan röportajda “kokuminin, yeniliklere ve yeni tatlara yönelen birçok gıda üreticisi için bir ilgi noktası olmasına rağmen henüz emekleme aşamasında olduğu” belirtilmiştir. Başka bir firmanın “2018 ABD Lezzet Eğilimleri Araştırması”nda kokumiye, gelecek vadeden “en uçta” birincil lezzet olarak sıralamıştır. Raporda, kokuminin özellikle iyi konumlandığını, çünkü iş lezzetler söz konusu olduğunda, yaratıcılığın bir “kimyayı geliştirme meselesi” haline geleceğini ve şirketlerinin “tattan vazgeçmeden sağlıklı yemekler yaratmak” ile ilgilendiğini belirtmişlerdir.

Toz haline getirilmiş fermente soya fasulyesi ve maltodekstrinden kendi kokumi tozunu üreten bir yemek servisi şirketi yetkilisi de “kokuminin bir tabakta gerekli olan sodyum ve şekeri azaltma kabiliyeti nedeniyle yeni olduğunu” söylemiştir.

Kokumi lezzetiyle ilgilenen başka bir restoran sahibi verdiği demeçte, kokuminin gıdalara “tatmin edici bir his” verme yeteneğinden dolayı etkilendiğini söylemiştir. Yaptıkları uygulamalara değinmiştir.

Yalnızca burbon fıçıda eskitilmiş balık sosu ve fermente pirinç sosu, shio-koji gibi geleneksel kokumi açısından zengin gıdalar sunmak yerine Schewe, kokumi açısından doğal olarak zengin olmayan yemeklere bu hissi tetikleyen gıdaları kullanarak sınırları zorladıklarını söylemiştir. Dudaklarda kalan muhteşem bir tereyağlı tadı yaratmak için shio-koji ile pişirilen ayran bisküvilerine miso ve siyah sarımsaklı tereyağı eklendiğini belirtmiştir. Başka bir firmanın iş geliştirme direktörü, şirketinin kokumi ürünlerine yönelik talepte bir artış gördüğünü söylemiştir. Tüketiciler daha iyi tatlar ve daha temiz etiketler talep etmeye devam ederken, aynı zamanda yeni malzemeleri denemeye açık oldukları için popülaritesinin arttığını bildirmiştir (Devenyns, 2019).

Kokumi maddeleri çorba stokları ve işlenmiş gıdalar dahil olmak üzere çok çeşitli ürünlerde kullanılmaktadır. 2017'de γ -EVG tabanlı bir lezzet değiştirici piyasaya sürülmüştür. Bu ürün tatlılar için mükemmeldir çünkü zamanla yiyeceklerde kalsa bile kokusu yoktur. Ayrıca narenciye aromalarını daha taze hale getirmekte ve gıdalardaki acılığı veya burukluğu maskeleymektedir. γ -EVG'nin diğer umut verici uygulamaları arasında az yağlı kremler ve salata sosları da bulunmaktadır (Ajinomoto Group, 2021).

7. Sonuç

Kokumi yiyeceklere ekleyeceğimiz yeni, sentetik bir bileşik sınıfı değildir. Gıdalarda zaten doğal olarak bulunabilmektedir. Bu yüzden izole etmek ve daha yüksek konsantrasyonlarda elde etmek bilim insanlarını zorlamaktadır. Kokumi ile gıda üreticilerinin, tüketicilerin gerçekten keyif alacağı tada sahip, sağlıklı gıda seçenekleri oluşturulabileceği belirtilmektedir. Pek çok gıda geliştiricisinin gündeminde tuzun azaltılması, birçok reformülasyon çabası, başka yollarla lezzet etkisini vurgulamaya çalışılmıştır. Kokumi, çeşitli uygulamalarda diğer tatların algılanmasını artırır ve bu nedenle, tuzu ve yağı azaltılmış gıdaların lezzetini arttırmak için giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Kokuminin tüketicileri gerçekten etkileyip etkilemediği konusundaki araştırmalar eksik kalmıştır. Kokumi çok faydalı olabilir, ancak tokluk ve duyuşlar üzerindeki etkileri, eklenebileceği yiyecek türleri, porsiyon boyutu ve araştırılması gereken diğer etkenlerde de araştırma boşlukları bulunmaktadır. İnsanlarda kokumi tat maddelerinin lezzetinin fizyolojik etkilerinin aydınlatılması için daha ayrıntılı çalışmalar yapılmalıdır.

- Ajinomoto Group (2021). Kokumi substances <https://www.ajinomoto.com/innovation/action/kokumi-substances>. Erişim Tarihi: 28/10/2021.
- Amino, Y., Nakazawa, M., Kaneko, M., Miyaki, T., Miyamura, N., Maruyama, Y. and Eto, Y. (2016). Structure–CaSR–activity relation of kokumi γ -glutamyl peptides. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 64(8), 1181-1189.
- Bramen, L. (2010). The kokumi sensation <https://www.smithsonianmag.com/arts-culture/the-kokumi-sensation-78634272>. Erişim Tarihi: 22/10/2021.
- Carpetti, L. (2021). What is kokumi and where can you find it? <https://www.mashed.com/410549/what-is-kokumi-and-where-can-you-find-it>. Erişim Tarihi: 27/10/2021.
- Chen, Y.P., Wang, M., Blank, I., Xu, J. and Chung, H.Y. (2021). Saltiness-enhancing peptides isolated from the chinese commercial fermented soybean curds with potential applications in salt reduction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(35), 10272–10280.
- Çınar, H. (2019). Sarımsaklı yoğurt: kokumi tad duyusunun peşinde <https://hulusicinar.wordpress.com/2020/04/21/sarimsakli-yogurt-kokumi-tad-duyusunun-pesinde>. Erişim Tarihi: 22/10/2021.
- Devenyns, J. (2019). Kokumi: The sensation that makes tasting better. <https://www.fooddive.com/news/kokumi-the-sensation-that-makes-tasting-better/553761>. Erişim Tarihi: 23/10/2021.
- Dunkel, A., Köster, J. and Hofmann, T. (2007). Molecular and sensory characterization of γ -glutamyl peptides as key contributors to the kokumi taste of edible beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(16), 6712-6719.
- Gaillard, D. and Kinnamon, S.C. (2019). New evidence for fat as a primary taste quality. *Acta Physiol. (Oxf. Engl)*. 226, e13246. <https://doi.org/10.1111/apha.13246>.
- Hartley, I.E., Liem, D.G. and Keast, R. (2019). Umami as an “alimentary” taste. A new perspective on taste classification. *Nutrients* <https://doi.org/10.3390/nu11010182>.
- TS ISO. (2006). TS ISO 8587. Sensory analysis – methodology – ranking. International Organization for Standardization, Geneva.
- Jones, D.P., Coates, R.J., Flagg, E.W., Eley, J.W., Block, G., Greenberg, R.S., Gunter, E.W. and Jackson, B. (1992). Glutathione in foods listed in the national cancer institute's health habits and history food frequency questionnaire. *Nutrition and Cancer*, 17(1), 57–75.
- Kuroda, M. and Miyamura, N. (2015). Mechanism of the perception of “kokumi” substances and the sensory characteristics of the “kokumi” peptide, γ -Glu-Val-Gly. *Flavour*, 4(1), 1-3.
- Laffitte, A., Gibbs, M., Hernangomez de Alvaro, C., Addison, J., Lonsdale, Z.N., Giribaldi, M.G., Rossignoli, A., Vennegeerts, T., Winnig, M., Klebansky, B., Skiles, J., Logan, D.W. ve McGrane, S.J. (2021). Kokumi taste perception is functional in a model carnivore, the domestic cat (*Felis catus*). *Scientific Reports*, 11(1), 10527.
- Leijon, S.C., Chaudhari, N. and Roper, S.D. (2019). Mouse trigeminal neurons respond to kokumi substances. In *Koku in Food Science and Physiology*, 171-187. Springer, Singapore.
- Li, Q., Zhang, L. and Lametsch, R. (2020). Current progress in kokumi-active peptides, evaluation and preparation methods: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–12. Erişim Tarihi: 23/10/2021.
- Maruyama, Y., Yasuda, R., Kuroda, M. and Eto, Y. (2012). Kokumi substances, enhancers of basic tastes, induce responses in calcium-sensing receptor expressing taste cells. *PLoS One*, 7(4), e34489.
- Moore, K.L. and Dalley, A.F. (2018). Clinically oriented anatomy. Wolters kluwer india Pvt Ltd.
- Mouritsen, O. and Styrbæk, K. (2017). Mouthfeel: how texture makes taste. Columbia University Press. 353s.
- Ohsu, T., Amino, Y., Nagasaki, H., Yamanaka, T., Takeshita, S., Hatanaka, T. and Eto, Y. (2010). Involvement of the calcium-sensing receptor in human taste perception. *Journal of Biological Chemistry*, 285(2), 1016-1022.
- Pires, M.A., Pastrana, L.M., Fuciños, P., Abreu, C.S. and Oliveira, S.M. (2020). Sensorial Perception of astringency: Oral mechanisms and current analysis methods. *Foods* (Basel, Switzerland) 9(8), 1124 <https://doi.org/10.3390/foods9081124>.
- Pirkwieser, P., Behrens, M. and Somoza, V. (2020). Metallic sensation-just an off-flavor or a biologically relevant sensing pathway?. *J. Agric. Food Chem.* 69,6. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c06463>.
- Rhyu, M.R., Song, A.Y., Kim, E.Y., Son, H.J., Kim, Y., Mummalaneni, S., Qian, J., Grider, J. R. and Lyall, V. (2020). Kokumi taste active peptides modulate salt and umami taste. *Nutrients*, 12(4), 1198.

Stephens, T. (2019). The influences of kokumi on emotions and satisfaction. The University of Maine. <https://digitalcommons.library.umaine.edu/etd/3109>. Erişim Tarihi: 15/12/2021.

Supplement Ansiklopedisi. (2016). Glutathione (glutatyon) nedir ve ne işe yarar? <https://supplementansiklopedisi.com/glutathione-glutatyon-nedir>. Erişim Tarihi: 23/10/2021.

Toelstede, S., Dunkel, A. and Hofmann, T. (2009). A series of kokumi peptides impart the long-lasting mouthfulness of matured Gouda cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(4), 1440-1448.

Toelstede, S. and Hofmann, T. (2009). Kokumi-active glutamyl peptides in cheeses and their biogenesis by *Penicillium roquefortii*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(9), 3738-3748.

Ueda, Y., Sakaguchi, M., Hirayama, K., Miyajima, R. and Kimizuka, A. (1990). Characteristic flavor constituents in water extract of garlic. *Agricultural and Biological Chemistry*, 54(1), 163-169.

Ueda, Y., Tsubuku, T. and Miyajima, R. (1994). Composition of sulfur-containing components in onion and their flavor characters. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 58(1), 108-110.

Ueda, Y., Yonemitsu, M., Tsubuku, T., Sakaguchi, M. and Miyajima, R. (1997). Flavor characteristics of glutathione in raw and cooked foodstuffs. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 61(12), 1977-1980.

Vasilaki, A., Panagiotopoulou, E., Koupantsis, T., Katsanidis, E. and Mourtzinos, I. (2021). Recent insights in flavor-enhancers: Definition, mechanism of action, taste-enhancing ingredients, analytical techniques and the potential of utilization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-17.

Yang, J., Huang, Y., Cui, C., Dong, H., Zeng, X. and Bai, W. (2021). Umami-enhancing effect of typical kokumi-active γ -glutamyl peptides evaluated via sensory analysis and molecular modeling approaches. *Food Chemistry*, 338, 128018.



Özgün Araştırma/Original Article

Fruktooligosakkarit ve aljinat ile enkapsüle edilmiş *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 suşunun kurumaya karşı direncinin saptanması

Determination of resistance to drying of *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 encapsulated with fructooligosaccharide and alginate

Kübra Küçükönder Kurt¹, Özlem Turgay^{2*}

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, KAHRAMANMARAŞ, TÜRKİYE

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, KAHRAMANMARAŞ, TÜRKİYE
(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID:0000-0002-3238-9669, Yüksek Lisans Öğrencisi

ORCID ID:0000-0003-2286-833X, Prof. Dr.

*Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: ozlem@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.05.2021

Kabul Tarihi: 11.10.2021

Özet

Amaç: Probiyotik mikroorganizmalar son zamanlarda sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı dikkat çekmektedir. Bu çalışmada *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 suşu emülsiyon polimerizasyon yöntemi kullanılarak enkapsüle edilmiş ve kurumaya karşı direnci araştırılmıştır.

Materyal ve yöntem: Bu amaçla %2 aljinat kaplama materyali olarak kullanılmış ve dört farklı konsantrasyonda (%0; %0,5; %0,75 ve %1,5) fruktooligosakkarit (FOS), kaplanan mikroorganizmanın dayanıklılığını arttırmak amacı ile kaplama materyaline eklenmiştir. Liyofilizatörde bir gece kurutulmuş enkapsüle mikroorganizmalar, steril ortamda 9 g kuru bebek mamasına 1 g eklenerek 4°C ve 25°C'de depolanmış ve 0, 2, 4, 6, 8 ve 10. günlerde 3 paralel olacak şekilde, canlı mikroorganizma sayımı yapılmıştır.

Tartışma ve sonuç: İstatistiksel analiz sonucunda kurumaya karşı canlılığı en iyi koruyan kaplama materyalinin 4°C'de depolanan %0,75 FOS ilaveli %2 aljinat olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 4°C'de depolamanın istatistiki olarak canlılık üzerine olumlu etkisi saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Lactobacillus reuteri*, enkapsülasyon, aljinat, fruktooligosakkarit, FOS

Abstract

Objective: Probiotic microorganisms had been recently noted for their positive effects on health. In this study, *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 strain was encapsulated using emulsion polymerization method and its resistance to drying was investigated.

Material and method: For this purpose, the strain was coated with 2% alginate and four different concentrations (0, 0.5, 0.75, and 1.5%) of fructooligosaccharide (FOS). Encapsulated microorganisms were dried for one night in the lyophilizer and stored at 4°C and 25°C by adding 1 g microorganism to 9 g of dry baby food in sterile medium. Survived microorganisms were counted in three parallels at 0, 2, 4, 6, 8 and 10th days.

Results and conclusion: It was found that the coating material protected the vitality against drying stored at 4°C, 2% alginate with 0.75% FOS. Additionally, the positive effect of storage at 4°C on vitality was determined statistically.

Keywords: *Lactobacillus reuteri*, encapsulation, alginate, fructooligosaccharide, FOS

1. Giriş

Günümüzde tükettiğimiz gıdaların besin değeri ve lezzetinin yanında fonksiyonel özelliklerine de dikkat edilmektedir. Son zamanlarda tüketicilerin fonksiyonel gıdalara ilgilerinin ve taleplerinin artması sonucu bilim adamlarının fonksiyonel gıdalar üzerine yaptığı çalışmalar hız kazanmıştır. Bu çalışmalarda probiyotik mikroorganizma içeren gıdalar ayrı bir öneme sahiptir. Ancak probiyotik mikroorganizmaların gerekli faydayı sağlaması için belirli bir sayının üstünde (10^6 - 10^7 kob/mL) vücuda alınmaları gerekmektedir. Fakat kullanılan ilaçlar, stres, hastalıklar, beslenme alışkanlıkları probiyotik mikroorganizmaların azalmasına neden olmaktadır (Ünal ve Erginkaya, 2010). Probiyotik mikroorganizmaların sağlığa faydalı olması ve gerekli olan miktarda bulunmasını sağlamak için bu mikroorganizmaların taşıyıcı gıdalarla alınması gerekmektedir. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafınca hazırlanan rapora göre probiyotik mikroorganizmalar düşük pH değerine sahip mide asidine ve safra tuzlarına karşı dayanıklı olmalı ve bunun yanında sindirim sisteminde canlı kalabilme özelliğine sahip olmalıdır (FAO, 2002).

Probiyotik bakteriler, asidik koşullara dayanıklı, antimikrobiyal maddeler üreten, bağışıklık sistemini iyileştiren, hızlı bir şekilde metabolize olan ağız yoluyla yeterli miktarda alındığında insanlarda bağırsak florasını düzenleyen, antimikrobiyal, antikanserojen ve immün modülatör etkileri olan ve patojen olmayan canlılardır (Yaşlı, 2010; Sedefoğlu, 2014). Başlıca probiyotik mikroorganizmalar arasında bazı *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Bacteriodes* ve *Propionibacterium* türleri ile bazı mayalar ve küfler gelmektedir. İnsanlar probiyotik mikroorganizmaları fermente gıdalardan, paketlenmiş veya kapsül halindeki takviye edici gıdalardan almaktadır (Ertem, 2016).

Lactobacillus türleri arasında bulunan *L. reuteri* bebeklerde ve yeni doğanlarda farklı hastalıkların tedavisinde kullanılmasından dolayı önemlidir. Son yıllara kadar *L. reuteri*, *L. fermentum* olarak tanımlanmıştır (Casas ve Dobrogosz, 2000). *L. reuteri* heterofermentatif bir bakteri olup karbonhidratları laktik aside ve bunun yanında asetik asit gibi kısa zincirli yağ asitlerine çevirir. *L. reuteri*'nin heterofermentasyonunda H_2O_2 ve bakteriyosinler, laktik ve asetik asit üretilmektedir. Fermantasyon sonucu oluşan asitler sayesinde bağırsak pH değeri, çoğu patojenik bakterinin gelişmesini engelleyecek şekilde düşmektedir. *L. reuteri* hücre yüzeyi proteinlerini (AggH, CnBP ve Mub) üretmektedir. Bu hücre yüzeyi proteinleri kolonizasyon faaliyetleri göstermektedir ve aynı zamanda intestinal mukozal hücrelerin bakterilere tutunmasında da etkisi vardır (Casas ve Dobrogosz, 2000).

Yapılan çalışmalar *L. reuteri*'nin bulunduğu ortamda kolonize olarak, bulunduğu metabolizmanın belirli mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal rahatsızlıklara karşı savunma mekanizmasını güçlendirici, geliştirici etkiye sahip olduğunu göstermiştir. *L. reuteri*'nin gastrik asit ve safra tuzlarına karşı dayanıklılığı yüksektir. Mideden geçip gastrointestinal bölgede koloni oluşturabilmesi bu özelliğiyle mümkün olur (Tonguç vd., 2012).

Gıdalarda kullanılacak olan *L. reuteri*'nin üretim süresi boyunca canlılığını yüksek oranda koruması önemli bir kriterdir. *L. reuteri* kültürü ticari fermentörlerde üretilip liyofilize veya dondurulmuş preparatlar oluşturulup ticari kullanıma hazırlanmıştır. *L. reuteri* ilk kez 1991 yılında İsveç'te fonksiyonel bir markette BRA sütü ve BRA fermente sütü (*Bifidobacterium animalis*, *L. reuteri*, *L. acidophilus*'un baş harflerinden türetilmiştir) olarak insanlara sunulmuştur. *L. reuteri* içeren süt ürünleri, meyve suları ve diğer birçok probiyotik içeren gıda ürünleri ABD ile Finlandiya ve diğer bazı İskandinav ülkelerinin marketlerinde bulunabilmektedir. Üretim aşamasında "lifetop" olarak adlandırılan bir sistem kullanılarak ısı işlem gerektiren UHT süt ve meyve suları gibi ürünlerde *L. reuteri* kültürü liyofilize edilip üründeki şişenin alt kısmına yerleştirilerek şişenin çalkalanmasıyla ürünün içerisine kültür karışmaktadır. Japonya'da bir gıda firması *L. reuteri* kültürü bulunan %2,5 yağ oranlı, %8 toplam yağsız kuru madde içeren sade, çilekli ve yaban mersinli olmak üzere üç çeşit 80 gramlık ambalajlardaki yoğurtları satışa sunmuştur. Ayrıca firma *L. reuteri* kültürü içeren kahvaltılıkarda ve diyet ara öğün olarak kullanılacak yoğurt içeceğini de satışa sunmuştur. Canlı *L. reuteri* kültürleri eklendikleri gıdalara koruyucu ve besleyici özellikler katarken aynı zamanda sağlığa faydalı özellikler kazandırır ve bu geniş bir fonksiyonel aralığına sahip olmasını sağlamaktadır (Tonguç vd., 2012).

Enkapsülasyon; katı, sıvı veya gaz halindeki gıda maddelerinin veya karışımlarının genelde protein veya karbonhidrat bazlı kaplama materyaliyle uygun yöntemler kullanılarak maddenin veya karışımın hapsedilmesidir. Enkapsülasyon uygulamaları; gıda maddelerinin yanı sıra ziraat, tıp, eczacılık, biyoteknoloji gibi diğer alanlarda da yaygındır ve bunun yanında gıda katkılarında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Enkapsülasyon uygulamaları 40-50 yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Yatırımları incelendiğinde enkapsülasyon teknolojisinde özellikle nano-enkapsülasyon tekniğine yapılan yatırım gün geçtikçe artmaktadır. ABD ve İngiltere enkapsülasyon teknolojisinde kullanılan gıda bileşenlerini üreten firmaların merkezidir. Gam arabik kullanılarak kapsüleleştirilmiş aroma tozu üretilmiştir. İngiltere'de kullanılan püskürterek kurutma tekniği, gıda sanayisinde önemli uygulamalardan biri olmuştur. Püskürterek kurutma

teknolojisi bir dehidrasyon prosesi olarak görülse de koruyucu bir matriks oluşturduğu için enkapsülasyon tekniği olarak kullanılır (Gökmen vd., 2012).

Enkapsülasyon teknikleri sadece püskürterek kurutma yöntemi değildir. Enkapsülasyon yöntemleri; püskürterek kurutma, dondurarak kurutma, ekstrüzyon, koazervasyon ve emülsiyon polimerizasyonudur. Enkapsülasyon yöntemi seçilirken kullanılacak materyal ve membranın özelliklerine göre seçilmelidir. Probiyotik gıdalar için tercih edilen yöntemler püskürterek kurutma, emülsiyon polimerizasyonu ve ekstrüzyon yöntemleridir (Özcan ve Altun, 2013).

Emülsiyon polimerizasyonunda belli bir miktarda kültüre; sodyum aljinat, ayçiçeği yağı, kanola yağı, mısır yağı gibi bitkisel yağlar ilave edilerek, su-yağ emülsiyonu oluşana kadar karıştırılma işlemi yapılmaktadır. Emülsiyon oluşturulduktan sonra içerisine belirli miktarda $CaCl_2$ (kalsiyum klorür) püskürtülmekte, sodyum ve kalsiyum iyonları çapraz bağlanma sonucu yer değiştirerek kalsiyum-aljinat kapsülleri oluşmaktadır. Daha sonra filtreleme işlemiyle oluşan kapsüller sıvı ortamdan uzaklaştırılmaktadır (Sedefoğlu, 2014).

Bu çalışmada sağlık açısından faydalı, probiyotik özellik gösteren *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 suşunun kurumaya karşı direncinin enkapsülasyon ile artırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve metod

Bu çalışmada emülsiyon polimerizasyonu yöntemi kullanılarak *L. reuteri* DSM 17938 suşu (BioGaiA AB, Stockholm/İsveç), sodyum aljinat (Carl Roth) ve fruktooligosakkarit (FOS) (Sigma, Amerika) ile enkapsüle edilmiştir.

2.1. Enkapsülasyon işlemi

Bu çalışmada, Apichartsrangkoon vd. (2015), tarafından geliştirilen emülsiyon polimerizasyon yöntemi kullanılarak enkapsülasyon işlemi yapılmıştır. *L. reuteri* DSM 17938 suşu 37°C'de anaerobik koşullarda 18 ve 24 saat olmak üzere iki kez MRS broth (de MAN, ROGOSA and SHARPE - Acumedia) besiyerinde aktive edilmiştir. Daha sonra 4.500 rcf devirde 10 dakika 15°C'de santrifüj edilen

kültür %0,1'lik peptonlu su ile 10^{-10} kob/ml konsantrasyonuna seyreltilmiştir. 1 ml kültür, 4 ml aljinat, 20 ml tween-80 katkılı yağ ilave edilerek 450 rpm'de 20 dk. karıştırılarak emülsiyon oluşturulmuş sonra 0,1 M 20 ml $CaCl_2$ steril bir sprey yardımıyla karışıma ilave edilmiştir. $CaCl_2$ ilavesi sonrasında karışım manyetik karıştırıcıda 450 rpm'de 10 dk. daha karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi bittikten sonra enkapsülasyonun tamamlanması için 10-15 dk. dinlenmeye bırakılmıştır. Oluşan kapsüller vakum pompası yardımıyla karışımdan ayrılmıştır. Ayrılan kapsüller liyofilizatörde bir gece -70°C'de 0,02 atm basınç altında kurutulmuştur. Enkapsülasyon işleminde kaplama materyali olarak %0; 0,5; 0,75; 1; 1,5 (w/v) oranlarında FOS ilaveli %2 sodyum aljinat kullanılmıştır. Elde edilen kapsüller ışık mikroskobu ve SEM (Scanning Electron Microscope) görüntüleme tekniği ile incelenerek kapsül oluşumu tespit edilmiştir.

2.2. Enkapsüle hücrelerin depolama dayanımı

Liyofilizatörde bir gece kuruyan kapsüller steril ortamda 1 g olacak şekilde tüplere konulmuş ve 9 g kuru bebek maması ilave edilerek homojen bir karışım sağlanmıştır. Örnekler 4°C ve 25°C'de muhafaza edilmiş ve 0, 2, 4, 6, 8 ve 10. günlerde 3 paralel olacak şekilde, canlı mikroorganizma sayımı yapılmıştır. Enkapsülasyon sonrası bakteri sayısını belirlemek için 100 mg liyofilize kapsül üzerine 9 ml EDTA (Etilendiamin Tetra Asetik Asit) ilave edilerek 20 dk 450 rpm hızında karıştırılarak kapsüllerin çözünmesi sağlanmıştır (Champagne vd., 1996). Daha sonra %0,05 sistein ilave edilen MRS agara kültürel ekim yapılarak canlı kalan bakteri sayısı hesaplanmıştır.

2.3. İstatistiksel analiz

IBM SPSS Statistics Version 24 programı kullanılarak tek yönlü ANOVA testi uygulanmış TUKEY çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

Tukey sonuçlarına göre canlılığı en iyi koruyan kaplama materyalinin %0,75 FOS ilaveli %2 aljinat olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 1 ve 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Enkapsüle edilmiş mikroorganizmaların 4°C'de depolama sonucunda gösterdiği canlılık

Kaplama Materyali	Depolama Süresi Boyunca Canlı Kalan Mikroorganizma Sayısı (log kob/ml)					
	0. gün	2. gün	4. gün	6. gün	8. gün	10. gün
%2 aljinat	9,46 ^a	7,43 ^a	6,69 ^a	6,33 ^a	6,07 ^a	5,39 ^a
%2 aljinat+0,5 FOS	9,37 ^a	8,81 ^b	7,25 ^b	7,18 ^b	7,1 ^b	5,92 ^a
%2 aljinat+0,75 FOS	8,51 ^a	7,48 ^a	7,27 ^b	7,24 ^c	7,18 ^c	7,1 ^b
%2 aljinat+1,5 FOS	8,87 ^a	8,41 ^a	7,36 ^b	7,12 ^d	6,91 ^b	6,43 ^c

*Aynı sütunda farklı harflerle takip edilen değerler önemli ölçüde farklıdır ($p < 0.05$)

Çizelge 2. Enkapsüle edilmiş mikroorganizmaların 25°C'de depolama sonucunda gösterdiği canlılık

Kaplama Materyali	Depolama Süresi Boyunca Canlı Kalan Mikroorganizma Sayısı (log kob/ml)					
	0. gün	2. gün	4. gün	6. gün	8. gün	10. gün
%2 aljinat	9,46 ^a	7,71 ^a	6,46 ^a	6,02 ^a	5,62 ^a	5,43 ^a
%2 aljinat+0,5 FOS	9,37 ^a	7,75 ^a	7,01 ^b	6,79 ^b	5,82 ^a	4,98 ^a
%2 aljinat+0,75 FOS	8,51 ^a	7,48 ^b	7,11 ^c	7,04 ^c	6,80 ^b	5,65 ^b
%2 aljinat+1,5 FOS	8,87 ^a	7,22 ^a	6,98 ^c	6,44 ^b	6,04 ^c	5,36 ^a

*Aynı sütunda farklı harflerle takip edilen değerler önemli ölçüde farklıdır ($p < 0.05$)

Sıcaklığın canlılık üzerine etkisi değerlendirildiğinde 4°C'de ve 25°C'de depolanan örnekler arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$), 4°C'de depolanan mikroorganizmaların canlılığını daha iyi koruduğu saptanmıştır. Oluşturulan kapsüller arasında canlılığı en iyi koruyan kapsül %0,75 FOS katkılı aljinat olup bunların 4°C'de muhafazasında 10 gün sonunda canlılık %83,4 oranında korunmuştur.

3.1. Kaplama materyallerinin 4°C'de canlılık üzerine etkisi

Enkapsüle edilmiş tüm örnekler 10 gün boyunca 4°C'de depolanmış ve 2 günde bir kültürel ekim yapılarak canlı mikroorganizma sayısı tespit edilmiştir. %2 aljinat ilaveli enkapsüllerde başlangıçta 9,46 log kob/ml olan mikroorganizmalar 10. günün sonunda 5,39 log kob/ml olarak tespit edilmiştir. %2 aljinat %0,5 FOS ilaveli enkapsüllerdeki başlangıç mikroorganizma sayısı 9,37 log kob/ml olup, 10. günde kalan mikroorganizma sayısı 5,92 olarak saptanmıştır. %0,75 FOS ilaveli %2 aljinatlı enkapsüllerde 8,51 log kob/ml olan mikroorganizma sayısı 10. günün sonunda 7,10 log kob/ml olarak belirlenmiştir. %1,5 FOS ilaveli %2 aljinatlı enkapsüllerde başlangıçtaki mikroorganizma sayısı 8,87 log kob/ml olarak tespit edilmiş olup 10. gün sonunda canlı kalan mikroorganizma sayısı 6,43 log kob/ml olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Depolama sıcaklığı 4°C'deki örnekler değerlendirildiğinde 10 gün süresince mikrobiyal canlılık en fazla %2 aljinat %0,75 FOS ilaveli kaplama materyali kullanılarak enkapsüle edilen mikroorganizma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca %2 aljinata FOS ilavesinin depolama boyunca mikroorganizmanın canlılığını artırdığı tespit edilmiştir.

3.2. Kaplama materyallerinin 25°C'de canlılık üzerine etkisi

%2 aljinat enkapsülleri 25°C'de 10 gün boyunca depolanmış ve 2 günlük periyotlarla ekim yapılmıştır. Başlangıçtaki mikroorganizma sayısı 9,46 log kob/ml iken 10. günde canlı kalan mikroorganizma sayısı 5,43 log kob/ml olarak tespit edilmiştir. %0,5 FOS ilaveli %2 aljinat enkapsüllerinin başlangıçta 9,37 log kob/ml olan canlı mikroorganizma sayısı 10 gün sonunda 4,98 log kob/ml olmuştur. %0,75 FOS ilaveli %2 aljinatlı enkapsüllerde başlangıçta canlı

mikroorganizma sayısı 8,51 log kob/ml iken 10 günün sonunda 5,65 log kob/ml olarak bulunmuştur. %1,5 FOS ilaveli %2 aljinatlı enkapsüllerde başlangıç mikroorganizma sayısı 8,87 log kob/ml iken 10 günün sonunda 5,36 log kob/ml olarak bulunmuştur. 25°C'de depolanan örnekler değerlendirildiğinde %2 aljinat %0,75 FOS ilaveli kaplama materyaliyle enkapsüle edilmiş olan mikroorganizmanın 10 gün süresince mikrobiyal olarak canlılığını daha iyi koruduğu tespit edilmiştir. 25°C'de depolanan enkapsüle mikroorganizmada da FOS ilavesinin depolama süresince canlılığı koruduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

4°C ve 25°C'de depolanan enkapsüle edilmiş canlı mikroorganizma sayıları kıyaslandığında enkapsüle mikroorganizmaların depolama süresince 4°C'de 25°C'ye göre daha iyi canlılığı koruduğu tespit edilmiştir. Her iki sıcaklıktaki depolanmış %2 aljinat, %2 aljinat + %0,5 FOS, %2 aljinat + %0,75 FOS, %2 aljinat + %1,5 FOS kaplama materyalleriyle kaplanmış canlı mikroorganizma sayıları kıyaslandığında en iyi kaplama materyalinin %2 aljinat + %0,75 FOS olduğu tespit edilmiştir.

Muthukumarasamy ve Holley (2007) yaptıkları çalışmada aljinatla enkapsüle edilmiş *L. reuteri*'de 0,5 log kob/ml azalırken; kapsüllenmemiş kontrol örneğinde 3,6 log kob/ml faz azalma tespit etmişlerdir. Yaptığımız bu çalışmada %2 aljinatla yapılan kapsülasyonda 4°C'de 4,07 log kob/ml azalırken %0,75 FOS ilaveli %2 aljinatla yapılan kapsülasyonda 4°C'de 1,41 log kob/ml azalma tespit edilmiştir. Mikroorganizmaların canlılıklarını koruması, kullanılan kaplama materyalleriyle ilişkilidir. Bizim bulgularımız ile bu çalışmanın bulguları benzemektedir. Yapmış olduğumuz çalışmada aljinat ile yapılan kapsülleme işleminde canlılık FOS ilavesiyle yapılmış kapsülleme işlemine göre daha düşüktür.

Çelik (2017), yaptığı çalışmada *L. reuteri*'yi aljinat ve FOS ilaveli aljinat kaplama materyalleriyle kapsüllemiştir. Çalışmanın sonucunda aljinat içerisine FOS ilavesinin gastrointestinal sistemde canlılığını daha iyi koruduğunu saptamıştır. Çelik (2017), %0,75 FOS ilaveli %2 aljinatla yapılan enkapsülasyon işleminde 1,29 log kob/ml azalma tespit etmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada 4°C'de muhafazada %0,75 FOS ilaveli %2 aljinat ile kapsülasyonda 1,40 log kob/ml azalma saptanmıştır.

Sonuç olarak aljinat içerisinde FOS ilavesinin kurumaya karşı canlılığı daha iyi koruduğu tespit edilmiştir.

Martin vd. (2013), yaptıkları çalışmada *L. fermentum* CECT5616 suşunu aljinat ve mısır nişastası ilaveli aljinat kaplama materyalleriyle kapsüllemişler ve sonucunda nişasta+aljinat karışımıyla yapılan kapsüllemenin sadece aljinatla yapılan kapsüllemeye göre canlılığı daha iyi koruduğunu tespit etmişlerdir. Yaptığımız bu çalışmada sadece aljinatla yapılan enkapsülasyonda 4°C'de muhafazada 4,07 log kob/ml azalma görülürken farklı oranlarda ilave edilen FOS'un canlılığı daha iyi muhafaza ettiği tespit edilmiştir. Bu çalışma, mikroorganizmanın enkapsüle edilmesinin çevresel koşullara karşı pozitif etkisinin olduğunu göstermiştir.

Sultana vd. (2000), yaptıkları çalışmada *L. acidophilus* ve *B. bifidum* kültürlerini kalsiyum aljinata mısır nişastası eklenmesiyle oluşan kaplama materyaliyle ve sadece aljinatla kapsüllemişlerdir. Çalışma sonucunda mısır nişastasının kaplama materyaline eklenmesiyle yapılan kapsülleme işleminde sadece aljinatla kapsüllemeye göre canlılığı daha iyi koruduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca kapsüle edilmiş mikroorganizma ve kapsüllememiş mikroorganizma 8 haftalık depolama sürecinde kapsüllemiş mikroorganizmada canlılık 0,5 log kob/ml azalma gösterirken kapsüllememiş mikroorganizmada 1 log kob/ml azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Her iki çalışmada da kapsüle edilme işleminin mikroorganizma canlılıklarını daha iyi koruduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Sultana vd. (2000), yaptıkları çalışmada aljinat içerisinde ilave edilen prebiyotik özellik gösteren mısır nişastası ve bizim yaptığımız çalışmada prebiyotik özellik taşıyan FOS kaplama materyaline eklenmesinin mikroorganizmaların canlılıklarını korumalarında olumlu katkılarının olduğu gözlemlenmiştir.

Özer vd. (2009), yaptıkları çalışmada *Bifidobacterium bifidum* bb-12 ve *L. acidophilus* LA-5 suşlarını, emülsiyon yöntemini kullanarak κ-karragenan ile ve ekstrüzyon yöntemini kullanarak aljinat ile enkapsüle etmişler ve salamura beyaz peynire katarak canlılıkları incelemişlerdir. Sonuç olarak, enkapsüle edilmiş mikroorganizmaların enkapsüllememiş mikroorganizmalara göre canlılıklarını daha iyi koruduğu tespit edilmiştir.

Khalida vd. (2000), *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium spp.*'yi kalsiyum-aljinat-nişasta karışımını kullanarak enkapsüle etmişlerdir.

Kapsüllenen mikroorganizmaları set yoğurtlarına (pihtısı kırılmamış yoğurt) ilave etmişler ve 8 hafta boyunca 4°C'de depolamışlardır. Sonuç olarak, enkapsüle edilmiş mikroorganizmaların kapsüllememiş olanlara göre canlılıklarını daha iyi koruduklarını tespit etmişlerdir.

4. Sonuç ve öneriler

Günümüzde prebiyotik içerikli besinlerin tüketimi gerek sağlık faydaları gerekse ürün kalitesine kattığı katma değerden dolayı oldukça artmıştır. Fakat bu ürünlerin tüketilmesindeki en büyük sorun prebiyotik mikroorganizmaların canlılıklarını uzun süre muhafaza edememeleridir. Prebiyotik içerikli gıdaların raf ömürlerinin daha uzun süre korunmaları için enkapsülasyon yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Genellikle yapılan çalışmalar laboratuvar ölçeklidir.

Yapılan bu çalışmada enkapsülasyon uygulamasının sonucunda canlılığı en iyi koruyan kaplama materyalinin 4°C'de muhafaza edilen %0,75 FOS ilaveli %2 aljinat olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca FOS ilaveli tüm kapsüller aljinat kapsülüne göre canlılığı daha iyi korumuştur. Bu sonuçlardan yola çıkıldığında prebiyotik özellikte olan FOS ilavesinin kaplama materyali içerisinde kullanımının canlılığın korunumunda yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber uygulanan iki farklı depolama sıcaklığından 4°C'nin 25°C'ye göre canlılığı daha iyi koruduğu belirlenmiştir.

Yaptığımız bu çalışmada *L. reuteri*'yi enkapsüle ederek bebek maması içerisindeki raf ömrü gözlemlenmiştir. Farklı kaplama materyalleriyle yaptığımız bu enkapsülasyon işleminde kaplama materyaline eklenen prebiyotik ilavesinin *L. reuteri*'nin canlılığını korumasında etkili bir faktör olduğu tespit edilmiştir.

Enkapsülasyon teknolojisiyle yapılan çalışmalara bakıldığında kullanılan kaplama materyallerine prebiyotik maddenin ilave edilerek kapsülasyon uygulamalarının yapıldığı görülmektedir. Farklı prebiyotik maddelerin kapsülasyon işleminde canlılığının değerlendirilmesi, dondurma, meyve suyu, peynir gibi farklı ürünlerde enkapsüle edilen kültürlerin bileşime eklenerek ürüne sağlayacağı katma değer, ileride çalışılması düşünülen konular olarak sıralanabilir.

5. Teşekkür

Bu çalışma, KSÜ BAP tarafından 2016/3-6 YLS proje numarası ile desteklenmiştir.

6. Kaynaklar

Apichartsrangkoon, A., Chaikham, P., Pankasemsuk, T. and Baipong, S. (2015). In vitro experiment on *Lactobacillus casei* 01 colonizing the digestive system in the presence of pasteurized longan juice. *Acta Alimentaria*, 44 (4):493-500.

Casas, I.A. and Dobrogosz, W.J. (2000). Validation of the probiotic concept: *Lactobacillus reuteri* confers broad-spectrum protection against disease in humans and animals. *Microbiol Ecology in Health and Disease*, 12: 247-285.

Champagne, C.P., Mondou, F., Raymond, Y. and Brochu, E. (1996). Effect of immobilization in alginate on the stability of freeze-dried *Bifidobacterium longum*. *Bioscience and Microflora*, 15: 9-12.

Çelik, E. (2017). Emülsiyon polimerizasyonu ile *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 suşunun enkapsülasyonu ve gastrointestinal dayanımı. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Yüksek Lisans Tezi-50s.

Ertem, H. (2016). Probiyotik kültür ve gobdin ilavesiyle üretilen yoğurtların probiyotik raf ömrü ve bazı kalite özelliklerinin tespiti. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Yüksek Lisans Tezi-102s.

FAO. (2002). Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. World Health Organization Food and Agriculture Organization of The United Nations, London, Ontario, Canada.

Gökmen, S., Palamutoğlu, R. ve Sarıçoban, C. (2012). Gıda endüstrisinde enkapsülasyon uygulamaları, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1:36-50.

Khalida, S., Godward, G., Reynolds, N., Arumugaswamy, R., Peiris, P. and Kailasapathy, K. (2000). Encapsulation of probiotic bacteria with alginate-starch and evaluation of survival in simulated gastro-intestinal conditions and in yoghurt. *International Journal of Food Microbiology*, 62: 47-55.

Martin, M.J., Lara-Villoslada, F., Ruiz, M.A. and Morales, M.E. (2013). Effect of unmodified starch on viability of aljinate-encapsulated *Lactobacillus fermentum* CECT5716. *LWT - Food Science and Technology*, 53 (2):480-486.

Muthukumarasamy, P. and Holley, R.A. (2007). Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in dry fermented sausages containing micro-encapsulated probiotic lactic acid bacteria. *Food Microbiology*, 24(1): 82-88.

Özcan, T. ve Altun, B. (2013). Süt ürünlerinde probiyotik bakterilerin mikroenkapsülasyonu I:Enkapsülasyon Teknikleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2: 93-104.

Özer, B., Kırmacı, H. A., Şenel, E., Atamer, M. and Hayaloğlu, A. (2009). Improving the viability of *Bifidobacterium bifidum* BB-12 and *Lactobacillus acidophilus* LA-5 in white-brined cheese by microencapsulation. *International Dairy Journal*, 19: 22-29.

Sedefoğlu, S. (2014). Enkapsülasyon işleminin dondurma depolama periyodu boyunca probiyotik *Lactobacillus acidophilus* stabilitesi üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Yüksek Lisans Tezi-69s.

Sultana, K., Godward, G., Reynolds, N., Arumugaswamy, R., Peiris, P. and Kailasapathy, K. (2000). Encapsulation of probiotic bacteria with alginate-starch and evaluation of survival in simulated gastrointestinal conditions and in yoghurt. *International Journal of Food Microbiology*, 62: 47-55.

Tonguç, İ.E., Yerlikaya, O. ve Kınık, Ö. (2012). *Lactobacillus reuteri*: Fonksiyonel özellikleri ve probiyotik olarak kullanımı. Süt Dünyası Dergisi, 7:40, <https://dergi.sutdunyasi.com/makaleler/bilimsel/lactobacillus-reuteri-fonksiyonel-ozellikleri-ve-probiyotik-olarak-kullanimi/> (Erişim Tarihi: 7.4.2021)

Ünal, E. ve Erginkaya, Z. (2010). Probiyotik mikroorganizmaların mikroenkapsülasyonu. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4: 297-304.

Yaşlı, B. (2010). *Lactobacillus acidophilus* KPb1 ve *Lactobacillus reuteri* NRRL B-14171 probiyotik kültürlerinin koazervasyon yöntemi ile kaplanmasının ve dondurmaya ilavesinin kültürlerin canlılık düzeyleri üzerine etkisinin incelenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu, Yüksek Lisans Tezi-97s.



Özgün Araştırma/Original Article

Organik gıda tüketim davranışlarına etki eden faktörlerin CHAID algoritması ile incelenmesi

Investigation of factors affecting organic food consumption behaviors with CHAID algorithm

Tuğçe Meryem Kılıç^{1*}, Şule Turhan¹

¹Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, BURSA, TÜRKİYE
(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID: 0000-0001-5886-8230, Doktora Öğrencisi

ORCID ID: 0000-0001-9155-8170, Prof. Dr.

*Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: klctugce1@gmail.com

Geliş Tarihi: 16.06.2021

Kabul Tarihi: 12.11.2021

Özet

Amaç: Bu çalışma, sosyo-demografik özelliklerin organik gıda tüketim davranışı ve tutumu üzerindeki etkisini CHAID algoritması ile ortaya koymayı amaçlamıştır.

Materyal ve yöntem: Bu çalışma, İstanbul ili kentsel alanda yaşayan 600 tüketiciye anket çalışması uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Organik gıda tüketim davranışlarına etki eden faktörler karar ağacı yöntemlerinden olan CHAID (Otomatik Ki-Kare Etkileşim Belirleme Analizi) algoritması ile sınıflandırılmıştır.

Tartışma ve sonuç: Çalışmanın bağımlı değişkenleri organik gıda tüketim sıklığı, organik gıda tanımlaması, tüketilen organik gıdalar ve fazladan ödeme isteğidir. Buna göre tüketim sıklığı ve fazladan ödeme isteğini etkileyen önemli faktörün gelir düzeyi, organik gıdanın ne olduğu ile ilgili bilgi düzeyini etkileyen faktörün eğitim durumu ve tüketilen organik gıda türüne etki eden faktörün cinsiyet olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak, organik gıda fiyatlarının daha ucuz olması, daha fazla satış noktasının bulunması, tüketicilerin bilinçlenmesine yönelik çalışmalar organik gıda tüketimini artıracaktır. Ayrıca gelir düzeyi ve eğitim durumu gibi faktörler doğrudan organik gıda tüketim sıklığını etkilemektedir.

Anahtar kelimeler: organik gıda, karar ağacı, CHAID algoritması, tüketici davranışı

Abstract

Objective: In this study, it is aimed to reveal the effect of socio-demographic characteristics on organic consumption behaviour and attitude with the CHAID algorithm.

Material and method: This study was carried out by applying a questionnaire to 600 consumers living in the urban area of Istanbul. Factors affecting organic food consumption behaviours were classified using the CHAID (Chi-square automatic interaction detection) algorithm, which is one of the decision tree methods.

Results and conclusion: The dependent variables of the study are the frequency of organic food consumption, the definition of organic food, the organic food consumed and the willingness to pay extra. Accordingly, it was found that the important factor affecting the frequency of consumption and the willingness to pay extra was income level, the factor affecting the level of knowledge about what organic food is, the education level, and the factor affecting the type of organic food consumed was gender. As a result, cheaper organic food prices, more sales points and efforts to raise awareness of consumers will increase organic food consumption. In addition, factors such as income level and educational status directly affect the frequency of organic food consumption.

Keywords: organic food, decision tree, CHAID algorithm, consumer behaviour

1. Giriş

Dünyanın pek çok yerinde artan nüfusla birlikte kaynakların hızla tüketilmesi zaman içerisinde çevreye olan zararı gözler önüne sermekte ve bu tüketimin daha da şiddetlendiği bilinmektedir (Karaca, 2018). Küresel nüfus artışının ve ekonomik gelişmelerin getirdiği artan talep, 20. yüzyıldan bu yana doğal kaynakların tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalınmasına sebep olmuştur (Maggie ve Ajuruchukwu, 2014; Oral, 2020).

Geleneksel üretimin insan sağlığına, çevreye ve doğal kaynaklara verdiği olumsuz etkilere tepki olarak dünyada organik ya da bir diğer adıyla ekolojik tarım kavramı ortaya çıkmıştır (Dağistan vd., 2010; Torjusen vd., 2001). Organik tarım, kimyasal tarım ilaçları, hormon ve gübrelere kullanmadan, üretimin her aşamasının doğal yöntemlerle ve kontrollü yapılmasını amaçlayan sertifikalı bir üretim şekli olarak tanımlanmaktadır (Taşbaşı, 2003; Mintel International Group Mintel Araştırma Raporu, 2007; Anonim, 2021). Diğer taraftan organik tarım sadece sağlık ve çevre için değil aynı zamanda kırsal kalkınma ve istihdam gibi sorunların çözülmesinde de önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Tamuliene ve Mazrime, 2014). Dünya genelinde ise organik tarım hareketlerini bir çatı altında toplamak ve incelemek amacıyla 1974 yılında Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu (IFOAM) kurulmuştur. Bu teşkilat sayesinde üye ülkeler tüm gelişmeleri takip edebilmektedir. Türkiye için ise organik gıda pazarında gelişmekte olan ülkeler rakip pazarlar, gelişmiş ülkeler ise hedef pazarlar konumundadır (Orgüder, 2010; Sandallıoğlu, 2014).

Tüketicilerin gelir seviyelerinin giderek artışı göstermesi ve daha bilinçli toplumların oluşması, organik ürün tüketiminin dünyada ve Türkiye'de yayılmasına itici bir unsur olmuştur (Dağistan vd., 2010; Chen, 2007; Magnusson vd., 2003; Saba ve Messina, 2003). Tüketicilerin organik ve konvansiyonel ürünlere karşı satın alma davranış ve tutumlarında farklılık olabilmektedir. Organik ürünlerin, geleneksel ürünlere kıyasla tercih edildiği durumların en önemli sebepleri arasında insan sağlığına ve çevreye zarar vermemesi, hayvan refahını gözetmesi, kontrollü ve sertifikalı olmasıyla da güven sağlamasıdır (İnci vd., 2017; Kadirhanogulları vd., 2021). Böylelikle tüketici ve üreticiler gerek çevre gerekse sağlık sorunlarını göz önünde bulundurarak daha fazla organik gıda tüketmeyi, üreticiler de daha fazla üretmeyi istemektedir (Ustaahmetoğlu ve Toklu, 2015).

Çalışmada organik gıda tüketim davranışlarına etki eden faktörlerin karar ağacı yöntemlerinden olan CHAID algoritması ile sınıflandırılarak belirlenmesi ve yorumlanması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın ilk bölümünde İstanbul ili organik gıda tüketen

tüketicilerin organik gıda ürünleri tutum ve satın alma davranışları, tüketici beklentileri ve organik gıda ürünlerine olan bilgi düzeyleri incelenmiştir. Daha sonraki bölümde ise organik ürün tüketim tercih ve davranışlarını etkileyen faktörler, karar ağaçları yardımıyla gösterilmiş ve düğümler arasındaki ilişkiler yorumlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Çalışma, organik tüketimin en yoğun bir şekilde yapıldığı İstanbul ili kentsel alanda yaşayan tüketicilerle anket yoluyla gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda konuyla ilgili çok sayıda ulusal ve uluslararası çalışma incelenmiş ve ikincil veri olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan birincil veriler, kentsel alanda çeşitli ilçelerde yaşayan tüketicilerle yüz yüze görüşmeyle elde edilen 600 anket formundan oluşmaktadır. Örneklem hacmi, 500.000 kişiden daha büyük evren için %5 hata payı ve %95 güven düzeyi ile belirlenmiştir (Anonim, 2020). Araştırmada tesadüfi olmayan örnekleme yöntemlerinden “kolayda örnekleme” yöntemi kullanılmıştır. Örneklem büyüklüğüne aşağıdaki formülden ulaşılmıştır (Vural, 2012).

$$n = N t^2 pq / d^2 (N-1) + t^2 pq$$

N: Hedef kitledeki birey sayısı

n: Örnekleme alınacak birey sayısı

p: İncelenen olayın gerçekleşme olasılığı

q: İncelenen olayın gerçekleşmeme olasılığı

t: Belirli bir anlamlılık düzeyinde, t tablosuna göre bulunan teorik değer

d: Olayın görülüş sıklığına göre kabul edilen örnekleme hatasıdır.

Organik ürün tüketiminde tüketici tercih, tutum ve davranışlarını etkileyen faktörleri incelemek için karar ağacı algoritmalarından faydalanılmıştır. Karar ağacı algoritmaları, değişkenleri parçalayarak ağaç şeklini alan tahminsel bir modeldir (Çinko, 2006; Koyuncugil ve Özgülbaş, 2008; Özer vd., 2016). Bu çalışmada karar ağacı algoritmalarından biri olan CHAID analizi kullanılmıştır. CHAID analizi pek çok çalışmada tercih edilen, güvenilirliği yüksek, bağımlı değişkenin kategorik veya sürekli olması ile ilgili bir kısıtlaması olmayan pratik bir modeldir (Şata ve Çakan, 2018). Bu analiz yöntemi bağımlı değişkeni en iyi sınıflayacak şekilde homojen alt gruplara ayırmakta ve alt gruplar da daha küçük sınıflayıcı gruplardan oluşmaktadır. Benzer grupları bir araya getirme yani birleştirme işlemi değişkenlerin arasında daha fazla birleştirme sağlanamayacağına istatistiksel olarak karar verilinceye kadar, bir diğer anlatımla da analiz süreci, program tarafından bölünmeler sonlanıncaya kadar devam etmektedir (Doğan ve Özdamar, 2003).

Çizelge 1. Tüketicilerin demografik özellikleri ve tüketim davranışları

Değişkenler		N	%
Cinsiyet	Erkek	251	41,8
	Kadın	349	58,2
Yaş	18-29	229	38,2
	30-39	223	37,2
	40-49	134	22,3
	50-59	12	2
	60 Üstü	2	0,3
Eğitim durumu	İlkokul	12	2
	Ortaokul	8	1,3
	Lise	140	23,3
	Ön lisans	158	26,3
	Lisans	228	38
	Yüksek Lisans	50	8,3
	Doktora	4	0,7
Gelir düzeyi	501-2.500	20	3,3
	2.501-4.500	210	35
	4.501-6.500	243	40,5
	6.501 ve üstü	127	21,2
Organik gıda ne demektir?	Doğal olarak yetişen gıda	135	22,5
	Kimyasal katkı içermeyen sertifikalı gıda	414	69
	Sağlıklı gıda	51	8,5
Organik gıda tüketim sıklığınız nedir?	Her zaman	52	8,7
	Genellikle	208	34,7
	Bazen	298	49,7
	Nadir	42	7
Ne olsa organik gıdaları daha sık tüketirsiniz?	Daha lezzetli	73	12,2
	Daha uzun süre dayanıklı	123	20,5
	Daha ucuz	268	44,7
	Daha albenili	34	5,7
	Daha çok satış noktası	102	17
Hangi ürünü organik olarak tüketiyorsunuz?	Sebze ve Meyve	484	80,7
	Süt Ürünleri (yoğurt, peynir)	102	17
	Tahıl ve Bakliyat	4	0,7
	Kuru Yemiş ve Kuru Meyve	1	0,2
	Makarna	2	0,3
	Ekmek	1	0,2
	Bitkisel Yağlar	1	0,2
	Yumurta	5	0,8
Organik ürünleri genelde nereden alırsınız?	Organik/Doğal Ürün Mağazaları	154	25,7
	Organik Pazarlar	289	48,2
	Market	27	4,5
	Köy	129	21,5
	Özelleşmiş Dükkanlar (manav, kasap, şarküteri, fırın)	1	0,2
Organik beslenmek için daha fazla para öder misiniz?	Evet	163	27,2
	Belki	96	16
	Hayır	341	56,8

Araştırmada CHAID analizi, SPSS paket programında yapılmış ve sınıflandırma sonrasında sonuçların test geçerliliği, tahmin değerleri ve ROC (Receiver Operating Characteristics, Alıcı İşlem Karakteristikleri) eğrileri aynı şekilde SPSS programında elde edilmiştir.

3. Bulgular

İstanbul ilinde 600 organik tüketici üzerinde yapılan anket sonuçları frekans ve yüzde değerleri olarak Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1'e göre ilk olarak tüketicilerin demografik özelliklerine bakıldığında ankete katılan bireylerin %41,8' inin erkek, %58,2' sinin kadın olduğu belirlenmiştir. Yaş değişkeninde ise 18-29 ve 30-39

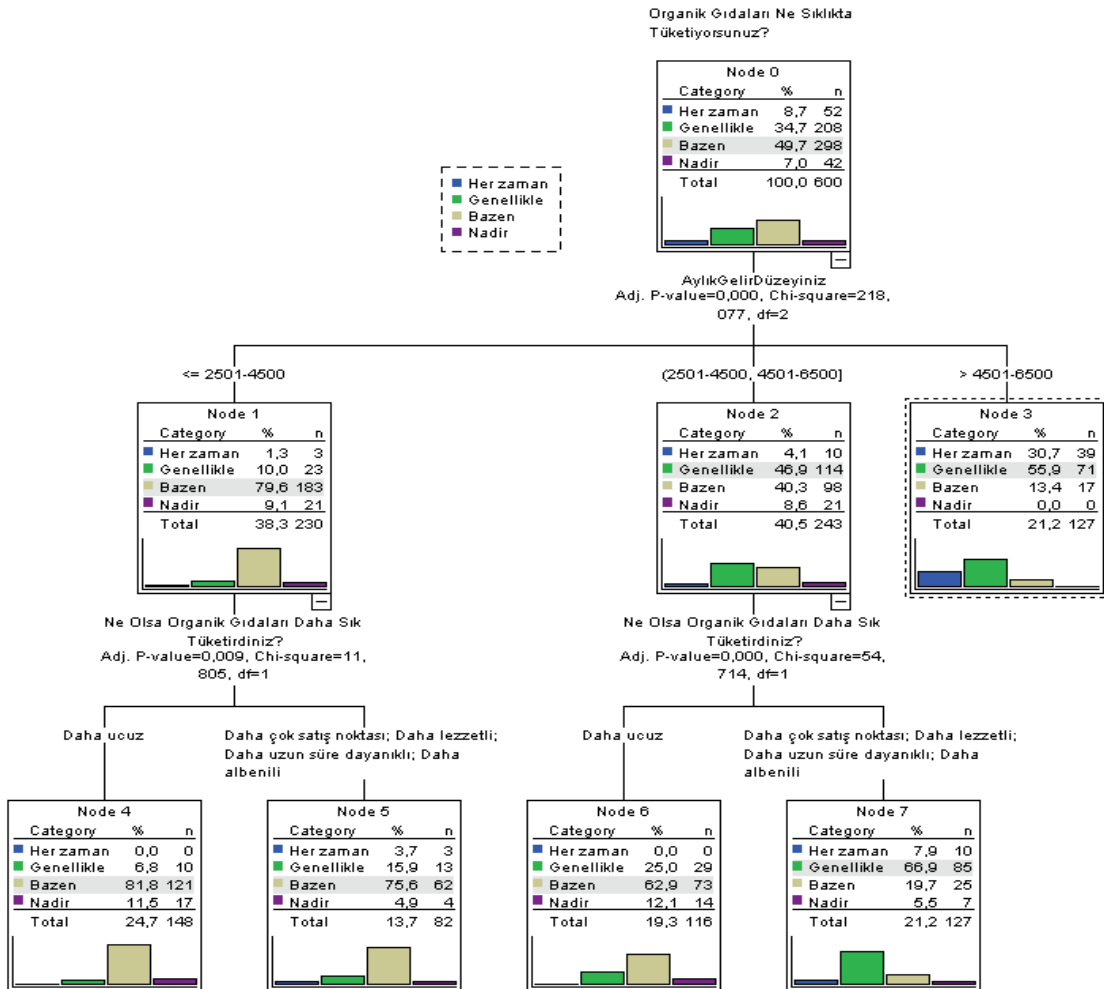
yaş grupları oldukça birbirine yakın olup sırasıyla %38,2 ve %37,2 olarak bulunmuştur. Tüketicilerin %2'si ilkököl, %1,3'ü ortaokul, %23,3'ü lise, %38'i lisans ve %9'u lisansüstü mezunu olarak bulunmuştur. Katılımcıların %3,3'ünün geliri 2500 TL'nin altındadır. Genel olarak değerlendirildiğinde ise gelir seviyesinin %61,7'si 4501 TL ve üstüdür.

Tüketicilerin organik gıda tüketim tutum ve davranışlarına bakıldığında ise organik gıdayı “Doğal olarak yetişen gıda” şeklinde tanımlayanların oranı %22,5'tir. “Kimyasal katkı içermeyen sertifikalı gıda” olarak tanımlayanlar %69 “Sağlıklı gıda” olarak tanımlayanlar ise %8,5 oranındadır. Katılımcıların organik gıda tüketim sıklığı incelendiğinde %49,7'si bazen cevabını verirken, %34,7'si genellikle, %8,7'si her zaman ve %7'si nadir cevabını vermiştir.

Tüketicilerin %44,7'si organik gıdaların daha ucuz olması halinde daha sık tüketebileceklerini belirtmiş, %20,5'i daha uzun süre dayanıklı olması halinde organik gıdaları daha sık tüketebileceklerini belirtmişlerdir. Katılımcılara “Hangi ürünü organik olarak tüketiyorsunuz?” sorusu sorulmuş ve %80,7 ile büyük çoğunluğu sebze ve meyveyi, %17'si ise süt ürünlerini organik olarak tükettiğini belirtmiştir.

Diğer organik gıdaların ise çok düşük oranlarda tüketildiği saptanmıştır. Tüketicilerin yaklaşık yarısı (%48,2) organik gıdaları organik pazarlardan, %25,7'si organik ürün mağazalarından, %21,5'i doğrudan üreticiden (köy) temin ettiğini belirtmiştir. Tüketicilerin %56,8'i ise organik gıdalarla beslenmek için daha fazla para ödemek istemediğini, %27,2'si daha fazla para ödeyebileceğini, %16'sı ise kararsız kaldığını ifade etmiştir.

Organik gıda tüketim sıklığını bağımlı değişken olarak aldığımızda oluşan CHAID karar ağacı Şekil 1'de gösterilmiştir. Buna göre tüketim sıklığına etki eden en önemli faktörün gelir düzeyi olduğu görülmektedir. Gelir düzeyi 2.501 TL'nin altında olan tüketicilerin %79,6'sı organik gıda tüketimlerini “Bazen” olarak cevaplamışlardır. 2.501-6.500 TL arası gelire sahip olanların %46,9'u ise “Genellikle” cevabını vermiştir. 6.500 TL üstü gelire sahip olan tüketicilerin %55,9'u da “Genellikle” olarak cevap vermiştir. Gelir düzeyindeki artışla organik gıda tüketim sıklığı arasında bir doğru orantı olduğu görülmüştür. Buna dayanarak organik ürünlere yönelik farkındalığın artması zamanla organik ürün fiyatlarının daha makul düzeylere gelmesine katkı sağlayacaktır. Böylelikle her gelir grubundan tüketicinin bu ürünlere ulaşması kolaylaşabilir.

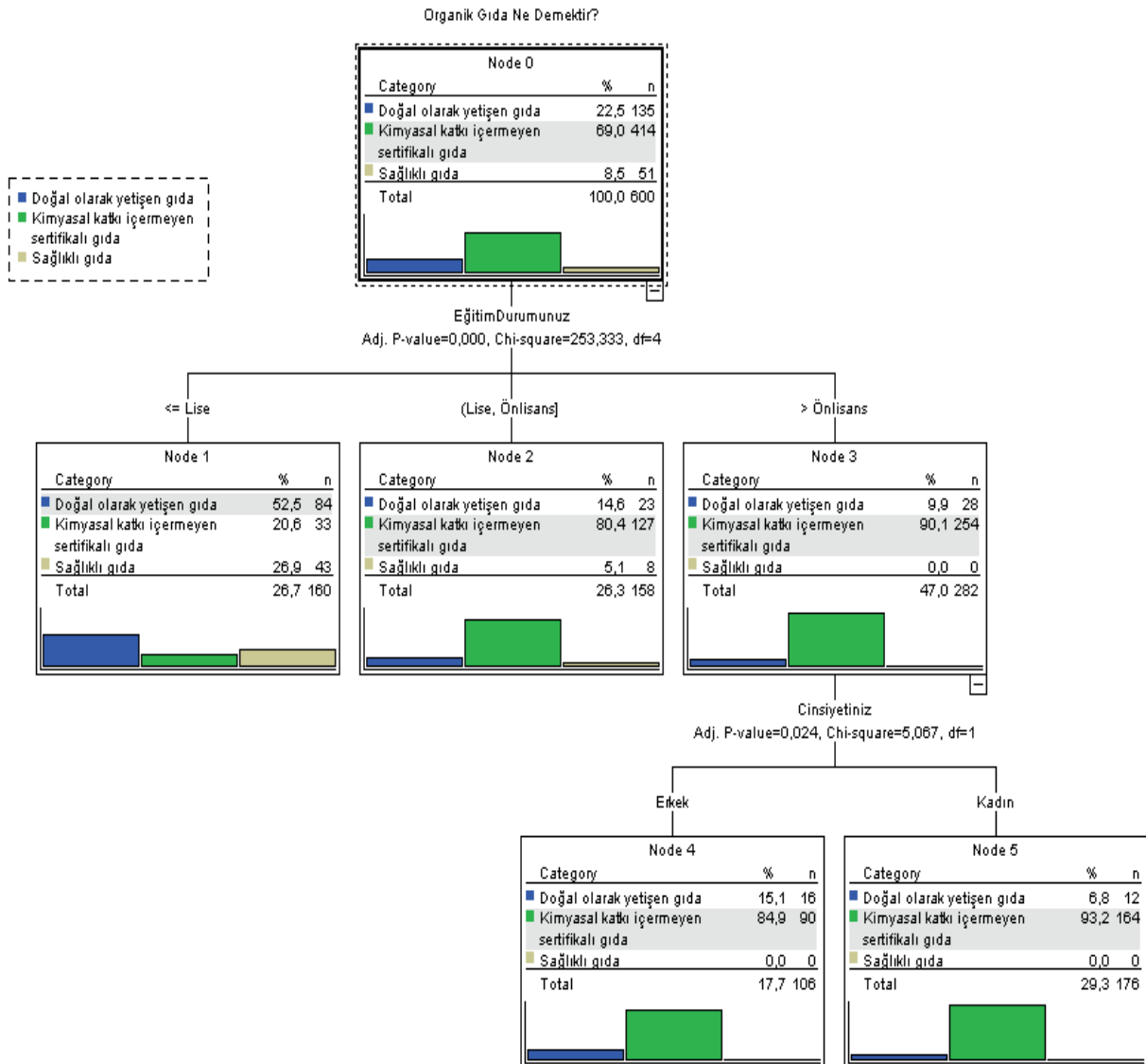


Şekil 1. Organik gıda tüketme sıklığı karar ağacı

Tüketim sıklığına etki eden bir diğer faktör ve ağacın ikinci düğümü Organik gıdalar nasıl olsa daha sık tükettirdiniz sorusudur ve gelir düzeyi üzerinden dallanmıştır. 2.501 TL'nin altında gelir düzeyi olan 230 kişiden 148'i (%64) bu soruya "Daha ucuz" cevabını vermiş ve daha ucuz olsaydı daha fazla tükettirdim diyenlerin %81'i organik gıdaları bazen tükettiklerini belirtmiştir. 2.501-6.500 TL arası gelire sahip olan 243 kişiden ise "Daha çok satış noktası, daha lezzetli, daha dayanıklı" cevabını verenlerin %67'si organik gıdaları "genellikle" tükettiklerini belirtmiştir. Özetle, "daha ucuz olsaydı organik gıdaları daha sık tükettirdim" diyenlerin oranı tüketicilerin gelir düzeyi yükseldikçe azalış göstermektedir (Şekil 1). Yani gelir düzeyindeki artışla beraber daha çok satış noktası bulunması ve organik gıdaların tüketicinin gelirine uygun gelmesi halinde tüketim sıklığında bir artış olacağını söylemek mümkündür.

Şekil 2'de "Organik gıda ne demektir?" sorusunu bağımlı değişken aldığımızda ortaya çıkan CHAID algoritmasına göre, bağımlı değişkeni etkileyen ilk faktörün eğitim durumu olduğu görülmektedir. Eğitim durumu liseye kadar olan tüketicilerin %52,5'i organik gıdayı, doğal olarak yetişen gıda olarak tanımlamışlardır. Lise ve ön lisans düzeyindeki tüketicilerin %80'i, lisans ve daha üstü olanların %90'ı ise organik gıdayı, kimyasal katkı içermeyen sertifikalı gıda olarak tanımlamışlardır. Buna göre eğitim durumu yükseldikçe organik gıda ile ilgili bilgi düzeyinin de artış gösterdiğini söyleyebiliriz.

Organik gıda tanımlamasına etki eden ikinci dallanma ise cinsiyet bağımsız değişkeninde görülmüştür. Lisans ve üstü eğitim düzeyine sahip 282 kişiden %37'si erkek ve %63'ü kadındır. Buna göre erkeklerin %85'i, kadınların ise %93'ü organik gıdayı kimyasal katkı içermeyen sertifikalı gıda olarak tanımlamışlardır. Buna göre kadınların organik gıdalar hakkında erkeklerden az da olsa daha fazla bilgiye sahip oldukları söylenebilir (Şekil 2).

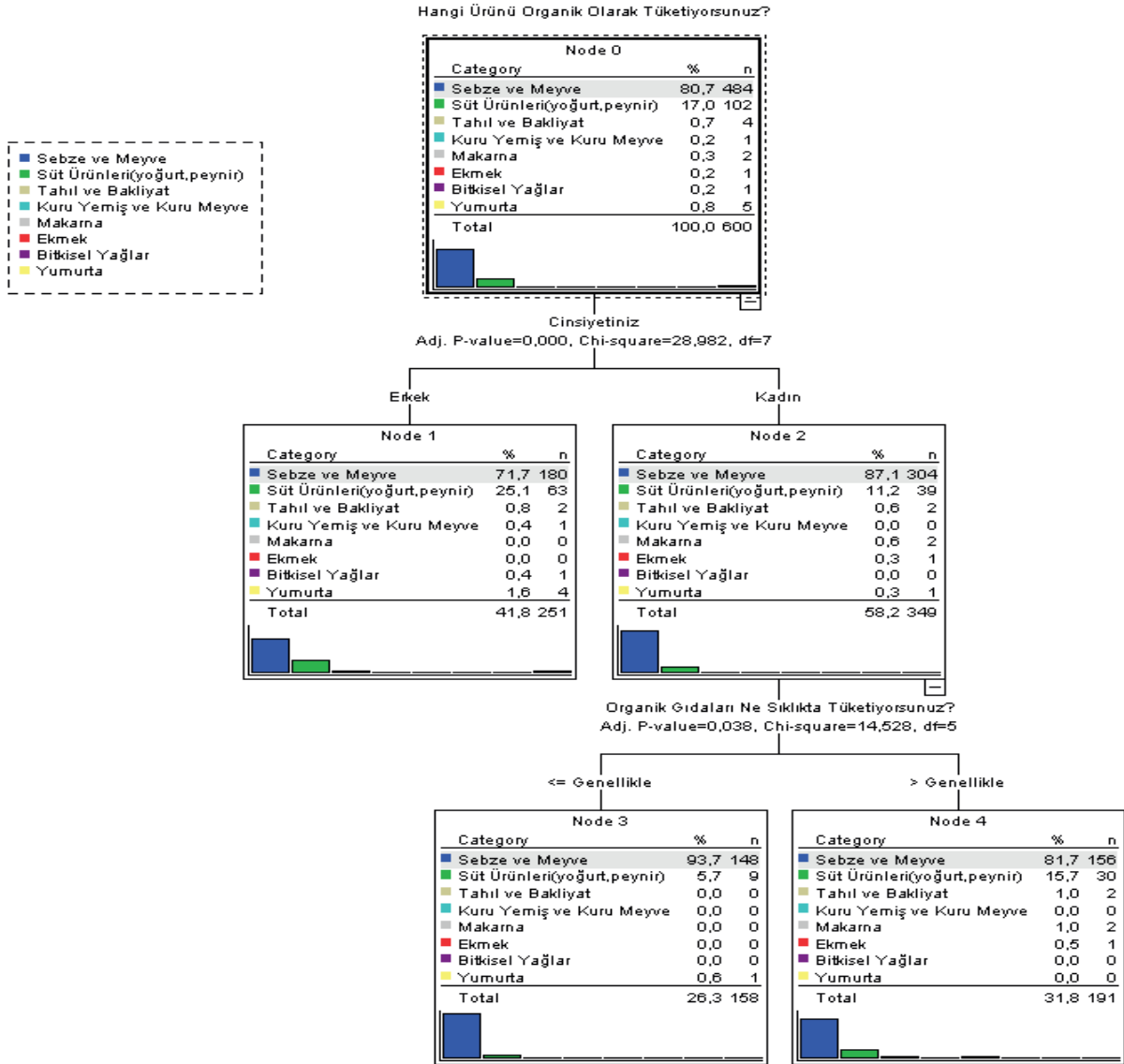


Şekil 2. Organik gıda tanımlaması karar ağacı

Şekil 3'te bağımlı değişken “Hangi ürünü organik olarak tüketiyorsunuz?” sorusu olarak alınmış ve bunu ilk etkileyen faktörün cinsiyet olduğu karar ağacı modelinde gösterilmiştir. Buna göre erkeklerin %72'si, kadınların ise %87'si organik olarak en çok sebze ve meyve tükettiklerini belirtmişlerdir. Diğer yandan erkekler %25 ile süt ve süt ürünlerini kadınlara oranla daha fazla tüketmektedirler.

Tüketilen organik ürün çeşidini etkileyen faktörlerden ikincisi de tüketim sıklığı olmuştur. Tüketim tercihi, buna göre değerlendirildiğinde 349 kadın katılımcının %82'si sebze ve meyve ürünlerini,

%16'sı da süt ve süt ürünlerini “her zaman” tükettiklerini belirtmiştir. Tüketim sıklığının azalmasıyla kadınlarda sebze ve meyve tüketimi artış göstermekle birlikte süt ve süt ürünlerinin tüketiminde bir azalma meydana gelmiştir. Sebze ve meyvelerin organik denildiğinde ilk akla gelen gıdalar olması tercih edilmesinde önemli bir sebeptir. Fakat tüketimdeki artış, tüketicileri diğer organik gıdalara özellikle süt ve süt ürünlerine yöneltmiştir. Tüketimin daha da yaygınlaştığı sonraki yıllarda “tahıl ve bakliyat, kuru yemiş, yumurta, bitkisel yağlar” gibi organik gıdalara da talebin artacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 3. Hangi ürünü organik olarak tüketiyorsunuz sorusu için karar ağacı

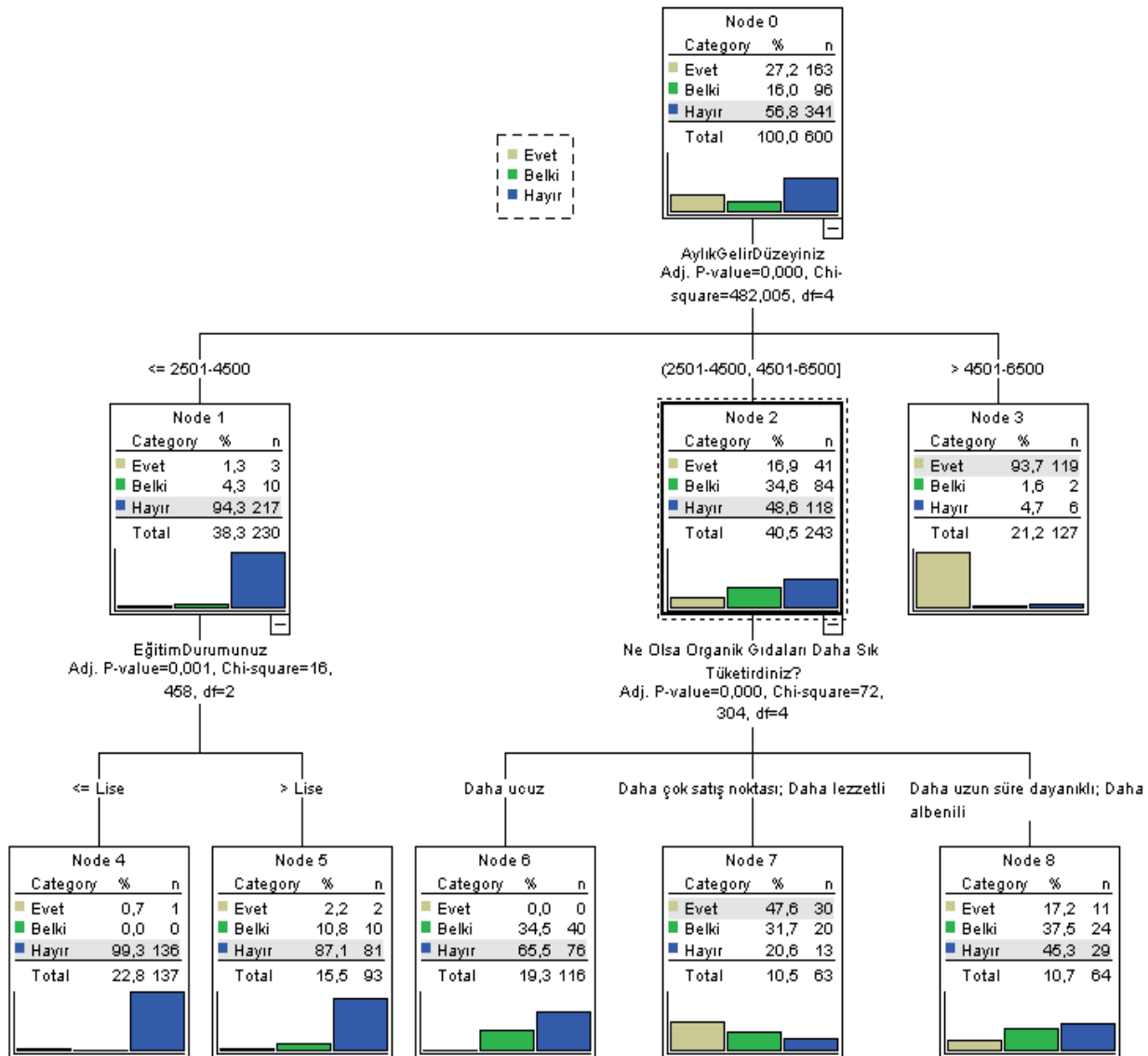
Bağımlı değişken olarak “Organik beslenmek için daha fazla para öder misiniz?” sorusu alınmış ve ilk dallanma gelir düzeyinde görülmüştür (Şekil 4). Buna göre 2.501 TL ve altı gelire sahip olanların %94'ü ve 2.501-6.500 TL arası gelire sahip olanların %47'si hayır cevabını, 6.500 TL üstü gelire sahip olanların ise %94'ü evet cevabını vermiştir. Görüldüğü üzere gelir düzeyi ile daha fazla ödeme

isteği arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Bağımlı değişkeni etkileyen ikinci faktör ise gelir düzeyi üzerinden iki farklı dallanma göstermektedir. Bu dallanmalardan biri eğitim durumudur. Buna göre Şekil 4'te 2.501-4.500 TL arası gelire sahip olan 230 kişiden lise ve altında eğitim seviyesinde olanların oranı %60 (137), lisans ve üstü eğitime sahip olanların oranı ise %40 (93) olarak bulunmuştur.

Lise ve altında eğitim seviyesine sahip olanların %99'u, liseden fazla eğitim seviyesine sahip olanların ise %87'si organik gıdalar için daha fazla ödemek istemediklerini belirtmişlerdir. Organik gıdaların hangi durumlarda daha çok tüketileceği beklentisi de gelir düzeyi üzerinden bir diğer dallanma olarak gösterilmiştir. 2.501-6.500 TL arası gelir düzeyine sahip (düşük ve orta gelir grubu) 243 tüketiciden

organik gıdaların daha çok satış noktası ve daha lezzetli olması durumunda %48'i organik gıda tüketmek için daha fazla para ödeyebileceklerini belirtmiştir. Özetle buradan eğitim durumunun ödeme isteği üstünde bir etkisi olduğunu fakat eğitim grupları arasında büyük bir fark olmadığını ve ödeme isteğini özellikle organik gıdaların daha çok satış noktası olması faktörünün artırdığını söylemek mümkündür.

Organik Beslenmek İçin Daha Fazla Para Öderirsiniz?

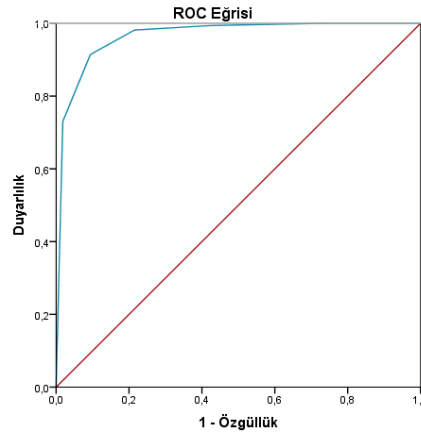


Şekil 4. Organik beslenme ödeme istekliliği için karar ağacı

Şekil 5'te ROC analizi eğrisinin altında kalan alan organik beslenmek için ödeme istekliliği (Evet, Belki ve Hayır) gücünü ifade eden yerdir. Eğrinin altında kalan alanın büyüklüğü tanı testinin ayırma gücünün istatistiksel açıdan önemini göstermektedir. Alan büyüklüklerinin yorumu bazı derecelendirmeler ile yapılmaktadır. Alan değeri 1'e yaklaştıkça organik gıda ürünleri için ödeme isteği artar. Alan değeri 1'e eşit olunca organik gıda ürünleri için ödeme isteği %100 olur. Buna göre Şekil 5'te gösterilen eğride 0,80

üzeri alan büyüklüğü çok iyi olarak kabul edilmektedir (Dirican, 2001).

Organik beslenmek için ödeme istekliliği gücünü ifade eden alan büyüklüğü, yapılan test sonucuna göre 0,96 olarak bulunmuş ve istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Çizelge 2'de kesim değeri 0,3240 olarak uygun bulunmuştur. Buradan organik beslenmek için daha fazla para ödemek isteyenlerin olasılığının arttığı anlamını çıkarmak mümkündür.



Şekil 5. Organik beslenme için ödeme istekliliği ROC eğrisi

Çizelge 2. Sınır değerlerinin duyarlılık ve 1-özgüllük değerleri

Eğrinin Koordinatları (Kesim Değeri)	Duyarlılık	1-Özgüllük
-1,0000	1,000	1,000
0,0036	1,000	0,735
0,0144	0,994	0,423
0,0967	0,982	0,215
0,3240	0,914	0,094
0,7066	0,730	0,018
1,9370	0,000	0,000

Çizelge 3'te bağımlı değişkenlerin karar ağacı sınıflandırma sonuçları gösterilmiştir. Buna göre organik gıdaları tüketim sıklığı değişkeninin sınıflandırma tahmini %68,7 olarak bulunmuştur. Yani %68,7 oranında doğru bir sınıflandırma yapılmıştır. Organik gıda tanımlaması, organik

tüketilen ürünler ve ödeme istekliliğinin sınıflandırma sonuçlarına baktığımızda da sırasıyla %77,5-80,7-78,5 oranında doğru sınıflandırıldığını söyleyebiliriz. Diğer bir ifadeyle bağımlı değişkene etki eden faktörler %68,7-77,5-80,7-78,5 oranında doğru tahmin edilmiştir.

Çizelge 3. CHAID analizi sınıflandırma sonuçları

Gözlemlenen Bağımlı Değişkenler	Tahmin Edilen Genel Yüzde (%)	Risk Tahmini (%)	Standart Hata Değeri
Organik gıdaları tüketme sıklığı nedir?	68,7	31,3	0,019
Organik gıda ne demektir?	77,5	0,225	0,017
Hangi ürünleri organik olarak tüketiyorsunuz?	80,7	0,193	0,016
Organik beslenmek için daha fazla para öder misiniz?	78,5	0,215	0,017

4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışma, sosyo-demografik özelliklerin organik tüketim davranışı ve tutumu üzerindeki etkisini CHAID algoritması ile ortaya koymayı amaçlamıştır. Yapılan anket çalışmasına katılan organik gıda tüketicilerinin %58,2'si kadın, %41,8'i erkektir. Çalışmaya göre kadınlar erkeklerden daha fazla organik gıda tüketmektedir. Aynı sonuç (İnci vd., 2017; Kadirhanogulları vd., 2021) tarafından da desteklenmiştir. Organik tüketim sıklığını etkileyen en önemli faktörün gelir düzeyi olduğu bulunmuş ve gelir düzeyi arttıkça organik tüketime olan ilginin de arttığı görülmüştür. Benzer sonuçlar, Dağıstan vd. (2010) ile Turhan vd. (2019) tarafından yapılan "Organik Ürün Tüketim Eğilimi" ve "Avrupa Birliği

Ülkeleri İle Türkiye'de Organik Ürün Tercihinde Tüketici Davranışları Üzerine Etkili Olan Faktörler: Bursa İlinde Bir Araştırma" isimli çalışmalarda da vurgulanmıştır. İnci vd. (2017)'nin yaptıkları "Organik Ürün Tüketimini Etkileyen Faktörler (Diyarbakır İli Örneği)" isimli çalışmada da ailelerin gelirleri arttıkça ortalama aylık gıda harcamalarının da arttığı saptanmıştır. Ayrıca organik ürünler harcamasının tüm gelir grupları itibarıyla aylık gıda harcamaları içerisinde yaklaşık %20 civarında olduğu belirtilmiştir. Gelir düzeyi daha düşük olan tüketiciler organik gıdaların daha ucuz olması durumunda, yüksek gelirli tüketiciler ise daha dayanıklı ve daha çok satış noktası olması halinde daha fazla tüketebileceklerini belirtmiştir. Diğer

yandan organik ürün farkındalığının artması, üretimi daha fazla teşvik ederek fiyatların her gelir grubu için makul hale gelmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Organik gıda ile ilgili bilgi düzeyinin belirlenmesinde eğitim durumu ve cinsiyet, belirleyici faktörlerdir. Eğitim düzeyi yükseldikçe tüketicilerin organik gıdaları tanımlaması daha doğru olmuştur. Bu doğrultuda kamu ve özel sektörün, sivil toplum kuruluşlarının ve eğitim kurumlarının teşvik etmeleri ve bilgilendirmeleri, tüketiciye organik ürün tüketim alışkanlığı kazandırması konusunda yardımcı olacaktır.

Tüketiciler organik gıda ürünlerinden en çok sebze, meyve, süt ve süt ürünlerini tercih ettiklerini belirtmiştir. Organik gıda ürünleri tercihlerinde ise cinsiyet ve tüketim sıklığı değişkenleri etkili olmuştur. Kadınların %87,1'i, erkeklerin %71,7'si organik ürünlerden en çok sebze ve meyveyi tercih ettiğini ifade etmiştir. Ayrıca tüketim sıklığındaki artış sebze ve meyve haricinde özellikle organik süt ve süt ürünlerinin de tüketimini artırdığını göstermektedir.

5. Kaynaklar

Anonim (2020). <http://www.bingol.edu.tr/media/210799/sayt-bolum12-Arastirma-Evreni-Orneklem-Secimi-ve-Olcum.pdf> (Erişim Tarihi: 15.10.2020).

Anonim (2021). <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Genel-Bilgiler> (Erişim Tarihi: 10.05.2021).

Chen, MF. (2007). Consumer attitudes and purchase intentions in relation to organic foods in Taiwan: moderating effects of food-related personality traits. *Food Quality and Preference*, 18(7):1008-1021.

Çinko, M. (2006). Kredi kartı değerlendirme tekniklerinin karşılaştırılması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5 (9): 143-153.

Dağıstan, E., Demirtaş, B., Yılmaz, Y. ve Tapkı, N. (2010). Organik ürün tüketim eğilimi. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, Şanlıurfa.

Dirican, A. (2001). Evaluation of the diagnostic test's performance and their comparisons. *Cerrahpaşa Medical Journal*, 32: 25-3

Doğan, N. ve Özdamar, K. (2003). CHAID analizi ve aile planlaması ile ilgili bir uygulama. *Türkiye Klinikleri Türk Bilimleri Dergisi*, 23, 392-397.

Ödeme istekliliğini ise ilk olarak gelir düzeyi, ikinci olarak eğitim durumu ve tüketim sıklığı etkilemiştir. Tüketicilerin geneline baktığımızda %56,8'i organik gıda tüketmek için ödediklerinden daha fazla para ödemek istemediklerini ifade etmiştir. Fakat gelir düzeyinde artış yaşandıkça ödeme istekliliği de artış göstermiştir. Ayrıca daha fazla satış noktası ve daha lezzetli olması halinde de 2.501-6.500 TL arası gelire sahip olanların %47,6'sı daha fazla ödeyebileceklerini belirtmiştir. Diğer yandan ödeme istekliliğinin ROC eğrisi çizilmiştir ve buna göre olasılık değeri 0,3240'a eşit veya büyükse organik beslenmek için daha fazla para ödemek isteyenlerin olasılığının arttığı belirlenmiştir. Buradan aslında tüketicilerin organik ürünlere talepleri olduğunu fakat daha çok tüketim için ek ödeme yapacak kadar gelire sahip olmadıklarını söylemek mümkündür.

Çalışmanın sonuçları incelendiğinde organik gıda fiyatlarının daha ucuz olması, daha fazla satış noktasının bulunması ve tüketicilerin bilinçlenmesine yönelik çalışmalar organik gıda tüketimini artıracaktır. Ayrıca gelir düzeyi ve eğitim durumu gibi faktörler doğrudan organik gıda tüketim sıklığını etkilediğinden gelir ve eğitim düzeyindeki artışın olumlu yansıma sağlayacağı tahmin edilmektedir.

İnci, H., Karakaya, E. ve Şengül, A.Y. (2017). Organik ürün tüketimini etkileyen faktörler (Diyarbakır ili örneği). *Tarım ve Doğa Dergisi*, 20(2), 137.

Kadirhanoğulları, İ.H., Karadaş, K., Özger, Ö. ve Konu, M. (2021). Karar ağacı algoritmaları ile organik ürün tüketici tercihlerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, Cilt 31, Sayı 1.

Karaca, Ş. (2018). Duygusal ve bilişsel güdülerin sürdürülebilir giysi tüketim davranışı üzerindeki etkisini incelemeye yönelik bir çalışma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 40(40), 254-268.

Koyuncugil, A.S. ve Özgülbaş, N. (2008). İMKB'DE işlem gören kobi'lerin güçlü ve zayıf yönleri: chaid karar ağacı uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1):1-21.

Maggie, KL. and Ajuruchukwu, O. (2014). Analysis of production and consumption of organic products in South Africa, Organic Agriculture towards Sustainability, Prof. Vytautas Pilipavicius (Ed.), ISBN: 978-953-51-1340-9, In Tech, DOI: 10.5772/58356.

Mintel International Group Mintel Araştırma Raporu. (2007).

Magnusson, M.K., Arvola, A., Hursti, U.K., Aberg, L. and Sjoden, P. (2003). Choice of organic foods is related to perceived consequences for human health and to environmentally friendly behaviour. *appetite*, 40: 109-117.

Oral, M. (2020). Sürdürülebilir tüketim davranışı olarak organik gıda satın alma niyeti: gençlerle bir araştırma. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Alanında Akademik Çalışmalar-2*, Cilt 1.

Orgüder. (2010). Organik Ürün Üreticileri ve Sanayicileri Derneği. www.orguder.org.tr (Erişim Tarihi: 04.06.2021).

Özer, O.O., Yavuz, G.G. ve Gül, U. (2016). Demografik faktörlerin balık eti tüketimindeki etkisi: Ankara İli Örneği. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(5): 356-364.

Saba, A. and Messina, F. (2003). Attitudes towards organic foods and risk/benefit perception as sociated with pesticides. *Food Quality and Preference*, 14(8): 637- 645.

Sandallıoğlu, A. (2014). Adana ilinde organik tarım ürünleri tüketimi ve tüketici eğilimleri. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.

Şata, M. ve Çakan, M. (2018). CHAID analizi ve lojistik regresyon analizi sonuçlarının karşılaştırılması. *Dicle Üniversitesi, Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, Sayı 33, 48-56.

Tamuliene, V. and Mazrime, A. (2014). Factors affecting consumption culture for organic products in Lithuania. *MTSRBID*, 36/3, 663-671, Doi:10.15544/mts.2014.063.

Taşbaşı, H. (2003). Türkiye'de Organik Tarım. Türkiye'de Biyoçeşitlilik ve Organik Tarım Çalıştay Raporu, FAO-BMTG, Ankara.

Torjusen, H., Lieblein, G., Wandel, M. and Francis, C.A. (2001). Food system orientation and quality perception among consumers and producers of organic food in hedmark county, Norway. *Food Quality and Preference*, 12(3): 207-216.

Turhan, Ş., Siamardov, M. ve Bardakçı, B. (2019). Avrupa Birliği Ülkeleri ile Türkiye'de organik ürün tercihinde tüketici davranışları üzerine etkili olan faktörler: Bursa İl'inde Bir Araştırma. *Çukurova Araştırmaları E-ISSN: 2458-7559*, 5 (1), 97-107.

Ustaahmetoğlu, E. ve Toklu, T.İ. (2015). Organik gıda satın alma niyetinde tutum, sağlık bilinci ve gıda güvenliğinin etkisi üzerine bir araştırma. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11 (1): 197-211.

Vural, H. (2012). Tarım Ekonomisi İstatistiği. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları: 107, Bursa.



Özgün Araştırma/Original Article

Kombine güneş enerjisi destekli hava ve sıcak hava destekli radyo frekans kurutma sistemiyle kurutulan kayısıların nem içeriği, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine depolamanın etkisi

Effects of storage on moisture content, textural and sensory properties of apricot dried by combined solar energy assisted air-drying and hot air assisted radio-frequency drying system

Aysel Elik^{1*}, Hatice Neval Özbek¹, Melis Sever¹, Şakire Ecem Bulut¹, Büşra Işınay¹, Derya Koçak Yanık¹, Ali Coşkun Dalgıç¹, Ferruh Erdoğdu², Fahrettin Göğüş¹

¹ Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, GAZİANTEP, TÜRKİYE.

² Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, ANKARA, TÜRKİYE
(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID: 0000-0003-4949-9108, Dr.Araştırma Görevlisi

ORCID ID: 0000-0001-6543-4086, Dr.Araştırma Görevlisi

ORCID ID: 0000-0003-2196-1241, Gıda Yüksek Mühendisi

ORCID ID: 0000-0002-1078-6583, Gıda Yüksek Mühendisi

ORCID ID: 0000-0001-9054-2775, Gıda Yüksek Mühendisi

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

ORCID ID: 0000-0001-6806-5917, Prof. Dr.

ORCID ID: 0000-0003-3047-4779, Prof. Dr.

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

*Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: aelik@gantep.edu.tr

Geliş Tarihi: 22.11.2021

Kabul Tarihi: 13.01.2022

Özet

Amaç: Bu çalışmada; kombine güneş enerjisi destekli hava ve sıcak hava destekli radyo frekans kurutma sistemiyle kurutulan kayısıların nem içeriği, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine depolamanın etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve yöntem: Çalışmada, kükürtlenmemiş, iki farklı konsantrasyonda kükürtlenmiş (1kg/ton ve 2kg/ton kükürt) ve Antep fıstığı kabuğu ekstraktı uygulanmış kayısılar, yenilikçi kombine güneş enerjisi destekli hava ve hava destekli radyo frekans sisteminde kurutulmuştur. Güneş enerjisi ile kurutulan kükürtlü ve kükürtsüz kayısılar kontrol grubu olarak seçilmiştir. Toplamda üretilen altı farklı üründe üç farklı depolama sıcaklığının (5, 20 ve 35 °C) nem içeriği, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Tartışma ve sonuç: Çalışma sonucunda; güneş enerjisi destekli havalı ön kurutmayı takiben radyo frekans (RF) kurutma sisteminin, geleneksel güneş altında kurutmaya kıyasla kuruma süresini önemli ölçüde düşürdüğü (6 günden 20 saate) ve depolama sıcaklığının ürünlerin nem, sertlik ve duyuşal özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: kayısı, güneş enerjisi destekli havalı kurutma, radyo frekans kurutma, duyuşal analiz, tekstürel analiz

Abstract

Objective: In this study; the effect of storage on moisture content, textural and sensory properties of apricots dried with combined solar energy assisted air and hot air assisted radio frequency drying system was investigated.

Materials and methods: In the study; non-sulfited, sulfited in two different concentrations (1 kg/ton and 2 kg/ton sulfur) and pistachio shell extract applied apricots were dried in an innovative combined solar energy assisted air and air assisted radio frequency system. Sulfited and non-sulfited apricots dried by solar energy were selected as the control group. The effects of three different storage temperatures (5, 20 and 35 °C) on moisture content, textural and sensory properties of six different products produced in total were investigated.

Results and conclusion: Results obtained from this study indicated that the radio frequency (RF) drying system following solar assisted air drying significantly reduces the drying time (6 days to 20 hours) compared to conventional sun drying, and the storage temperature has a significant effect on the moisture, hardness and sensory properties of the products.

Keywords: apricot, solar assisted air drying, radio frequency drying, sensory analysis, textural analysis

1. Giriş

Dünya kuru kayısı üretimi yaklaşık 150-200 bin ton arasında olup, Türkiye, dünya üretiminin %75'inden fazlası ile kayısı üretiminde en önde gelen ülkedir (FAOSTAT, 2018). Kayısı, Türkiye'de hasat dönemi (Haziran-Ağustos) sınırlı olan mevsimlik bir üründür. Kayısı hasat zamanında %80-85 (yaş bazda (yb)) nem içeriğine sahiptir. Yüksek nem içeriği sebebiyle kayısılar taze olarak uzun süre saklanamazlar ve bu sebeple hasat edilen kayıların büyük çoğunluğu kurutulmuş olarak depolanır. Türkiye'de kurutulmuş kayısı üretimi halen geleneksel kurutma yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Güneşte kurutma, kullanılan en yaygın geleneksel yöntem olmasına rağmen, kurutma süresinin uzun olması, kurutmanın iklim koşullarına bağlı olması ve hijyenik açıdan koşulların kontrol edilememesi bu tekniğin en büyük sorunlarıdır. Bu sebeple, uzun ve kontrolsüz üretim süreçlerine bağlı ürün kayıpları yaşanmakta ve ekonomik değeri düşük, kalitesiz, ihraç olanağı kısıtlı ürünler üretilmektedir. Kayısının hasat sonrası kayıplarının giderilmesi için hızlı ve uygun kurutma tekniklerine ihtiyaç vardır (Toğrul ve Pehlivan, 2003; Karataş ve Kamışlı, 2007; Cemeröğlu, 2009).

Radyo frekans (RF) ısıtma, bir dielektrik malzemede ısı üretmek için 1 ile 300 MHz arasındaki frekanslarda elektromanyetik enerjinin kullanılmasıyla meydana gelir (Kim vd., 2012). RF uygulaması, ürünlerde hızlı ve homojen sıcaklık dağılımı sağlaması ve enerji verimliliğinin yüksek olması sebebiyle son yıllarda gıda proseslerinde kullanımı giderek artan bir yöntemdir. Ancak, kurutma işlemi için doğrudan radyo frekansı işlemi uygulaması, ürünün yüksek nem içeriği ve suyun dielektrik özelliği nedeniyle kurutulacak ürün içerisinde absorbe edilen gücün ve sıcaklık değişiminin kontrolünü zorlaştırabilir. Yüksek nem içerikli ürün doğrudan RF ısıtmaya maruz bırakıldığında çok fazla enerji absorbe eder ve bu durum ürünü kurutmaktan ziyade pişmesine sebep olabilecek oldukça yüksek sıcaklıklara yol açar. Bu nedenle, güneş enerjisi destekli havalı ön kurutma ve RF kurutma yöntemlerinin kombinasyonu, hem nihai ürün kalitesini hem de kurutma ekonomisini iyileştirebilmesi açısından daha doğru bir yaklaşım

olarak görülebilir. Kombine güneş enerjisi destekli geleneksel kurutma ve sıcak hava destekli RF kurutma; meyve sebzelerin kurutulmasında oldukça hızlı ve verimli bir teknik olmasına rağmen literatürde yeterince çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda bu çalışmanın amaçları;

(i) Farklı ön işlem ve kurutma yöntemlerinin (geleneksel güneş enerjisiyle kurutma ve kombine güneş enerjisi destekli geleneksel kurutma ve sıcak hava destekli RF kurutma sistemi),

(ii) Üç farklı depolama sıcaklığının (5, 20 ve 35 °C) kurutulmuş kayıların nem içeriği, tekstürel ve duyu özellikleri üzerine etkisini incelemektir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü bahçesinden toplanan taze kayısılar (*Prunus armenica* L., Hacihaliloğlu çeşidi) klimalı araçlarda taşınarak aynı gün plastik kasalarda Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde soğuk hava depolarına yerleştirilmiştir. Olgunlaşmamış, aşırı olgunlaşmış, çürümüş ya da yaralı olan kayısılar ayıklandıktan sonra aynı boyutlarda ve renkte kayısılar seçilmiş ve kurutma deneylerinde kullanılabilecek kadar 3°C'de saklanmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Kükürtleme ve ekstrakt uygulanması

Taze kayısılar (15kg) 30x40 cm ebatlarındaki çelik sepetlere tek sıra olmak üzere yerleştirilmiştir. Kayısı sepetleri kayısılar birbirine temas etmeyecek şekilde (3 kat) kükürt kabine konulmuştur. Kükürt yakıldıktan sonra kükürt kabini kapısı kapatılmıştır ve oksijen ihtiyacı için küçük bir pompa ile içeriye hava sağlanmıştır. İki farklı konsantrasyon (1kg elemental kükürt/ton ve 2 kg elemental kükürt/ton) için belirtilen oranlarda kükürt yakılmış ve kayısılar 12 saat boyunca oda sıcaklığında (25°C) kükürt dumanına maruz bırakılmıştır. Kükürtlenen kayısılar doğrudan kurutma işlemine tabii tutulmuşlardır.

Taze kayısılar (15 kg) 30x40 cm ebatlarındaki çelik sepetlere tek sıra olmak üzere yerleştirilmiştir. Kayısı

sepetleri Antep fıstığı kabuğu ekstraktı ile hazırlanan solüsyonlara daldırılmıştır. Daldırma işlemi için %0,25-2,25 aralığında olmak üzere 5 farklı konsantrasyonda fıstık kabuğu ekstraktı solüsyonu kullanılmıştır. Esmerleşme değerleri açısından değerlendirildiğinde en uygun fıstık kabuğu ekstraktı solüsyonunun %1,75 derişimde olduğuna karar verilmiştir. Bundan sonraki uygulamalarda bu fıstık kabuğu ekstraktı konsantrasyonu kullanılmak suretiyle kayısılar 60 dakika boyunca oda sıcaklığında (25°C) bu solüsyon içerisinde bekletilmiştir. Ekstrakt solüsyonuna daldırılan kayısıların yüzey suyu 5 dakika elekte bekletilerek süzdürüldükten sonra kurutma işlemine tabii tutulmuştur. Fıstık kabuğu ekstraktı etanol/su (1:1v/v) ekstraksiyonunu takiben etil asetat ekstraksiyonu yoluyla elde edilmiştir. Ekstraktlı ürün tek konsantrasyonda (1 kg elemental kükürt/ton) yukarıda belirtilen metot uygulanarak kükürtlenmiştir. Ekstrakt ve kükürtleme işlemine tabii tutulan kayısılar doğrudan kurutulmuştur.

2.2.2. Geleneksel güneş enerjisi ile kurutma

Kükürtlü (15 kg) ve kükürtsüz (natürel) (15 kg) kayısılar çelik tepsilere yerleştirildikten sonra Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü terasında güneşe serilerek kurumaya bırakılmıştır. Kurumanın 3. günü sonrasında çekirdekleri çıkarılan kayısılar tekrar bütün olarak tepsilere yerleştirilmiştir. Ürün su içeriği %20-25 (yb) aralığına gelene kadar (6 gün) kurutulmaya devam edilmiştir. Geleneksel güneş enerjisiyle kurutulan kayısılar kontrol ürünler olarak seçilmiştir.

Çizelge 1. Depolama için kurutulmuş ürünler

Ürün kodu	Ürün detayı
GDH-RF	Kükürtleme işlemi uygulanmadan güneş destekli havalı kurutmaya takiben RF kurutma uygulanan kayısılar
GDH-RF/1S	1 kg/ton kükürt uygulaması yapılmış, güneş destekli havalı kurutmaya takiben RF kurutma uygulanan kayısılar
GDH-RF/2S	2 kg/ton kükürt uygulaması yapılmış, güneş destekli havalı kurutmaya takiben RF kurutma uygulanan kayısılar
GDH-RF/EX+1S	%1,75 fıstık kabuğu ekstraktı ve 1kg/ton kükürt uygulaması yapılmış, güneş destekli havalı kurutmaya takiben RF kurutma uygulanan kayısılar
GK/GK	Kükürtleme işlemi uygulanmadan geleneksel güneş altında kurutulmuş kayısılar
GK/2S	2 kg/ton kükürt uygulaması yapılmış geleneksel güneş altında kurutulmuş kayısılar

Paketleme öncesi her bir ürünün (Çizelge 1) kendi içerisindeki numuneler arasında muhtemel nem farklılıklarının giderilmesi için desikatörlerde saklanarak su dengesi sağlanmıştır. Ürünler polietilen (70 µm) torbalar içerisine paketlenmiş ve ağızları normal atmosfer şartlarında ısı yapıştırma ile kapatılmıştır. Paketlenen ürünler 5, 20 ve 35°C olmak üzere 3 farklı sıcaklıkta saklanmıştır. Saklanan kuru kayıslardan ilk etapta 15 günde bir, 2. ayın sonrasında her iki ayda bir kez olmak üzere numuneler alınarak analizler gerçekleştirilmiştir.

2.2.3. Kombine güneş enerjisi destekli havalı ön kurutma ve radyo frekans kurutma işlemi

Güneş enerji destekli havalı ön kurutma işlemi, kabin tipi kurutma sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir kurutma işlemi için 15 kg kayısı (her katta 5 kg olmak üzere 3 kat) krom sepetlere yerleştirilerek 63,5°C'de, 895 dk süreyle kurutma işlemine tabii tutulmuştur. Tüm işlemlerde hava hızı 5,5-6 m/s aralığına set edilmiştir.

Hava destekli RF kurutma, güneş destekli havalı ön kurutmaya takiben gerçekleştirilmiştir. Güneş destekli havalı kurutma sisteminde kurutulan 15 kg kayısının çekirdekleri çıkarıldıktan sonra hava destekli RF kurutma sisteminde kurutma işlemine devam edilmiştir. Hava destekli RF kurutma işlemi, 77 mm elektrot yüksekliğinde ve 385 dk süreyle gerçekleştirilmiştir. Uygulanan kombine kurutma işleminin ardından kayısıların nem içeriği %20-25 (yb) aralığına düşürülmüştür.

2.2.4. Paketleme ve depolama

Kükürtlenmemiş, iki farklı konsantrasyonda kükürtlenmiş (1kg/ton ve 2kg/ton kükürt) ve fıstık kabuğu ekstraktı (%1,75 derişimde hazırlanmış) güneş enerjisi destekli hava ve hava destekli RF sisteminde üretilen kuru kayıslardan birer parti, kontrol grubu olarak ise aynı hammaddeden temin edilen ve güneş altında geleneksel yollarla kurutulan kükürtlü (2kg/ton) ve kükürtsüz kayıslardan birer parti olmak üzere altı farklı ürün için depolama şartları çalışılmıştır. Paketlenip depolanan ürünlerin tanımlaması Çizelge 1'de yapılmıştır.

2.2.5. Nem içeriği

Kayısların nem içeriği AOAC 990.28 (1990)'e göre belirlenmiştir. Kayısı numuneleri vakumlu fırında 70°C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuş ve numunenin nem içeriği uzaklaştırılan suyun yüzdesi olarak hesaplanmıştır.

2.2.6. Tekstür analizi

Kuru kayısı örneklerinde sertlik, Link vd.(2018) uyguladığı metot ile 2 mm silindirik paslanmaz çelik prop kullanılarak TAXT2i Tekstürel Analiz cihazında

(Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, UK) maksimum kesme kuvvetinin ölçülmesi ile belirlenmiştir. Sertlik kuru kayısıyı %40 deforme etmek için ihtiyaç duyulan kuvvet (Newton) olarak tanımlanmıştır. Her bir ölçüm için toplamda 40 tekrar (10 meyvede alt ve üst yüzeylerin 4 farklı noktasından ölçüm alınarak) ile sertlik belirlenmiştir. Bu ölçümlerin ortalaması sonuç olarak verilmiştir.

2.2.7. Duyusal analiz

Duyusal analizler, Elmacı vd. (2008) tarafından önerilen prosedürde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Analizler, kişisel kabinlerin ve havalandırma sisteminin bulunduğu Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü duyusal analiz laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Her kayısı numunesi, 3 basamaklı rastgele seçilen numaralar ile numaralandırılmış ve oda sıcaklığında (20-23°C) beyaz porselen tabaklarda servis edilmiştir. Panelistlerin ana tatlara ve kokulara olan hassasiyeti ISO 3972 (1991)'ye göre test edilmiştir. Kurutulmuş kayısıların duyusal özellikleri, Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü personelinde seçilen ve tadım konusunda eğitilen 10 kişilik bir panelist grubu ile belirlenmiştir. Numuneler arasında panelistlere tuzsuz kraker ve su ikram edilmiştir.

Kayıslar için tanımlanan üç farklı duyusal özellik (görünüş, tat, çiğnenebilirlik) için kalite seviyeleri dokuz noktalı hedonik skala (1: Hiç beğenmedim, 5: Ne beğendim ne beğenmedim, 9: Fevkalade beğendim) kullanılmak suretiyle belirlenmiştir. Analize tabii tutulan kuru kayısıların farklı özelliklerde (kükürtlü, kükürtsüz, güneş kurutma veya kombine hava ve RF kurutma) olduğu, bu nedenle Çizelge 2'de verilen kriterler göz önünde bulundurularak panelistlere genel bir beğeni puanı vermeleri gerektiği belirtilmiştir. Panelistler kuru kayısının test edilecek duyusal özellikleri konusunda 1 saat eğitime alınmışlardır. Panelistler her bir özelliğe ilişkin olumlu ve olumsuz özellikler için zaman farklılıkları göz önüne alınarak her bir panel öncesi yeniden bilgilendirilmiştir.

2.2.8. İstatistiksel analiz

Tüm deneysel uygulamalar 3 tekrarlı yapılmış ve sonuçlar, ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. Elde edilen tüm veriler SPSS 22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) istatistiksel paket programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) ile %95 güven aralığında test edilmiştir. Ayrıca Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Böylelikle kalite parametreleri arasındaki farklılıkların anlamlı (önemli) olup olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 2. Duyusal analizde kullanılan her bir özelliğe ilişkin açıklayıcı terimler

Duyusal özellik	Açıklayıcı terimler
Görünüş	En iyi görünüş puanının (9) kükürtlü kayıslarda sarı, kükürtsüz kayıslarda açık kırmızımsı kahverengi renk ve pürüzsüz düzgün bir yüzey olduğu belirtilmiştir. Her iki ürün için de başlangıçta tanımlanan renklerin kahverengileşme eğilimi göstermesinin ve kahverengileşmenin artmasının (bölgesel veya bütünsel) olumsuz bir renk değişimi olduğu, siyaha yakın bir rengin ve tamamen kuru bir yüzeyin (1) oluşmasının en istenmeyen durum olduğu bildirilmiştir.
Tat	Kendine has kayısı tadının bulunması ve farklı tatların (kükürt, yanmış) olmamasının, ekşilik ve tatlılık dengesinin sağlanmasının en iyi tadı (9) ifade ettiği, kendine has kayısı tadının kaybolduğu ve çok belirgin yanmış tadının olmasının en kötü tadı (1) ifade ettiği belirtilmiştir.
Çiğnenebilirlik	Ne sert ne yumuşak olan ve çiğnenebilmenin rahatlıkla sağlandığı yapının en iyi çiğnenebilirlik (9) olduğu, çok sert veya çok yumuşak bir yapıya sahip olmanın ve buna bağlı olarak çiğnenebilirlik özelliğinin olmamasının en kötü çiğnenebilirlik (1) olduğu ifade edilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Farklı ön işlem ve kurutma teknikleriyle kurutulmuş kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında nem miktarlarındaki değişim

Güneş enerjisi destekli havalı ön kurutmayı takiben RF kurutucuda kurutulan GDH-RF, GDH-RF/1S, GDH-RF/2S, GDH-RF/EX+1S ve geleneksel yöntemle kurutulan GK/GK ile GK/2S kayısı örneklerinde ilk iki ayda 15 günde bir, 2. ayın sonrasında her iki ayda bir kez olmak üzere 48 hafta

boyunca analizler gerçekleştirilmiştir. Yapılan farklı depolama sıcaklıklarındaki (5, 20 ve 35°C) % nem sonuçları (yb) Çizelge 3'te verilmiştir. GDH-RF/1S, GDH-RF/EX+1S ve GK/2S ürünleri için farklı depolama sıcaklıklarında nem miktarının zamana bağlı olarak değişimleri Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir. Diğer ürünler de benzer davranış sergilemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre, kurutma sonrası nem değerleri %20,54-22,73 aralığında bulunmuştur.

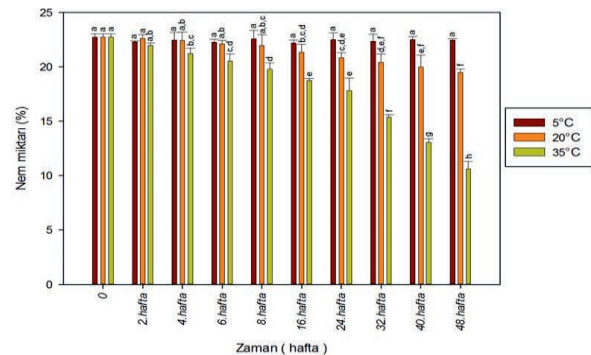
Güneş enerjisi destekli havalı ön kurutmayı takiben RF kurutma sistemi ile kurutulan ürünler arasında en düşük ve en yüksek neme sahip ürünler sırasıyla GDH-RF/2S ve GDH-RF/1S olarak bulunmuştur. Geleneksel yöntemle kurutulan ürünlerde ise GK/GK daha düşük bir neme sahiptir. Çizelge 3'deki sonuçlara göre 48 hafta boyunca 35°C ve 20°C'de depolanan ürünlerin nem içeriklerinde zamanla bir azalma gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Buna karşın, 48 hafta boyunca 5°C'de saklanan ürünlerin nem değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir değişim gözlemlenmemiştir ($p>0,05$). Türkyılmaz vd. (2013)

tarafından yapılan çalışmada kükürtlenerek güneş altında kurutulan ürünler 5, 10, 20 ve 30°C'de herhangi bir paketleme yapılmadan yığın halinde 351 gün boyunca saklanmış ve nem miktarları ölçülmüştür. Elde ettikleri sonuçlar 5°C'de depolanan kuru kayısıların buhar basıncının, depolama kabindeki havanınkinden daha düşük olması nedeniyle nem oranlarının arttığını göstermiştir. Ancak, 10, 20 ve 30°C'de depolanan ürünlerde depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça örneklerin nem miktarlarının da kademeli olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Farklı şartlarda kurutulmuş kayısıların nem içeriklerinin (%) depolama süreci boyunca değişimi

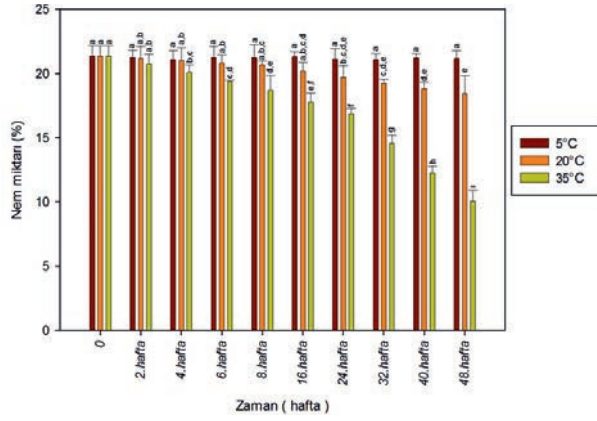
Zaman (Hafta)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)					
		GDH-RF	GDH-RF/1S	GDH-RF/2S	GDH-RF/EX+1S	GK/GK	GK/2S
0		21,31±1,02	22,73±0,29	20,54±0,97	21,35±0,80	20,62±0,94	21,64±0,60
2	5°C	21,04±0,40	22,31±0,08	20,31±0,74	21,25±0,57	20,52±0,47	21,05±0,62
	20°C	21,13±0,57	22,62±0,34	20,35±0,60	21,18±0,94	20,47±0,43	21,52±0,32
	35°C	20,62±0,38	21,96±0,24	19,83±0,40	20,72±0,79	19,97±1,10	21,04±0,77
4	5°C	21,27±0,66	22,46±0,69	20,43±1,20	21,09±0,70	20,58±0,80	21,43±1,00
	20°C	20,92±0,49	22,43±0,75	20,14±0,66	21,02±1,00	20,28±0,38	21,34±0,36
	35°C	19,95±1,08	21,23±0,50	19,11±0,54	20,07±0,59	19,28±0,60	20,40±0,48
6	5°C	21,18±0,85	22,26±0,26	20,23±0,62	21,24±0,90	20,53±0,96	21,46±0,95
	20°C	20,69±1,10	22,11±0,29	19,96±0,40	20,82±0,60	20,04±0,44	21,05±0,87
	35°C	19,28±0,16	20,51±0,68	18,41±1,13	19,41±0,07	18,64±0,87	19,78±1,05
8	5°C	21,15±0,64	22,56±0,79	20,51±0,74	21,22±1,00	20,36±0,92	21,20±0,35
	20°C	20,47±0,70	21,97±1,00	19,73±0,52	20,66±0,31	19,73±0,84	20,78±0,77
	35°C	18,60±0,23	19,77±0,58	17,69±0,22	18,72±1,14	17,98±0,93	19,13±0,90
16	5°C	21,05±0,22	22,17±0,29	20,46±0,81	21,30±0,41	20,60±0,56	21,06±0,20
	20°C	20,08±0,85	21,35±0,72	19,28±0,99	20,21±0,65	19,33±1,00	20,32±0,31
	35°C	17,83±0,68	18,76±0,17	16,81±0,89	17,77±0,69	17,08±0,74	18,22±0,37
24	5°C	21,12±1,00	22,48±0,62	20,34±0,16	21,13±0,80	20,35±1,00	21,40±0,90
	20°C	19,67±0,34	20,84±0,46	18,79±0,58	19,72±0,90	18,92±0,30	19,91±0,42
	35°C	17,02±0,62	17,82±1,14	15,91±0,77	16,86±0,40	16,22±0,71	17,16±0,50
32	5°C	21,28±1,18	22,35±0,65	20,42±0,85	21,09±0,47	20,47±0,61	21,38±0,43
	20°C	19,23±0,57	20,40±0,77	18,35±0,44	19,24±0,32	18,48±0,71	19,52±0,53
	35°C	14,88±0,35	15,37±0,23	13,73±0,33	14,54±0,68	14,16±0,44	14,95±0,82
40	5°C	21,04±0,69	22,51±0,24	20,47±1,34	21,21±0,35	20,24±0,30	21,12±0,72
	20°C	18,78±0,49	19,97±1,11	17,96±0,93	18,80±0,51	18,10±0,11	19,08±0,22
	35°C	12,58±0,42	13,04±0,38	11,57±0,28	12,24±0,54	12,14±0,88	12,72±0,32
48	5°C	21,10±0,10	22,47±0,10	20,33±0,40	21,15±0,64	20,37±0,73	21,42±0,61
	20°C	18,39±0,18	19,47±0,30	17,56±1,31	18,44±1,36	17,69±0,44	18,61±0,64
	35°C	10,25±0,13	10,60±0,70	9,38±0,79	10,07±0,82	10,20±1,12	10,45±1,23

Kurutma sisteminde kurutulan ürünlerde 48. hafta sonunda 20°C'de %13,6-14,5 aralığında bir azalma, 35°C'de ise %51,9-54,3 aralığında bir azalma belirlenmiştir. 20°C ve 35°C'de nem değerinde düşme oranı en fazla GDH-RF/2S'de gözlemlenmiştir. Geleneksel yöntemle kurutulan kükürtlü üründe 20°C'de %14 ve 35°C'de %51,7, kükürtsüz üründe ise 20°C'de %14,2 ve 35°C'de ise %50,5 azalma gözlemlenmiştir. Coşkun vd. (2013) yapmış olduğu benzer bir çalışmada, bir yıl boyunca 20°C ve 30°C'de sakladıkları üründe %14-63 nem kaybı gözlemlerken, bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer şekilde 5°C'de önemli bir değişim olmadığı rapor edilmiştir.



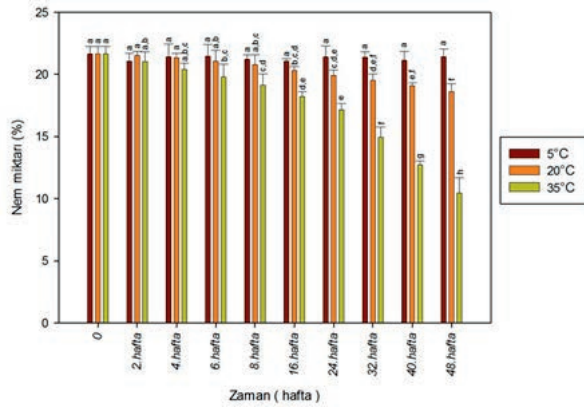
Şekil 1. GDH-RF/1S ürünü için farklı depolama sıcaklıklarında zamana bağlı nem miktarındaki değişim

Her sıcaklık değeri için, farklı harflere sahip sütunlar istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$).



Şekil 2. GDH-RF/EX+1S ürünü için farklı depolama sıcaklıklarında zamana bağlı nem miktarındaki değişim

Her sıcaklık değeri için, farklı harflere sahip sütunlar istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0,05$).



Şekil 3. GK/2S ürünü için farklı depolama sıcaklıklarında zamana bağlı nem miktarındaki değişim

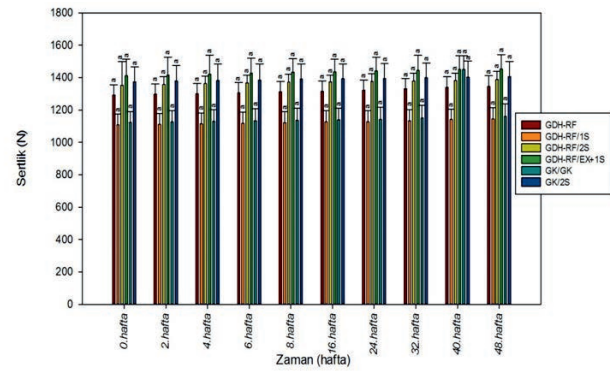
Her sıcaklık değeri için, farklı harflere sahip sütunlar istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0,05$).

3.2.Farklı ön işlem ve kurutma teknikleriyle kurutulmuş kayısıların farklı depolama sıcaklıklarında sertlik değerlerindeki değişim

Üç farklı sıcaklıkta (5, 20 ve 35°C) depolanan kuru kayısıların yüzey sertlik değişimleri ilk 2 ay boyunca 15 günde bir, ardından 2 ayda bir olmak üzere zamana bağlı olarak takip edilmiş olup sonuçlar Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir.

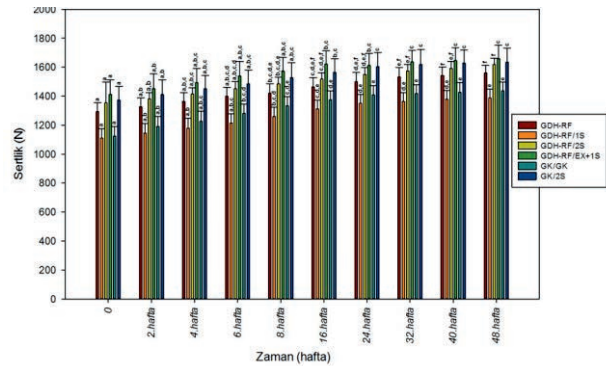
Şekil 4, 5°C'de depolanan kuru kayısıların zamana bağlı sertlik değişimini göstermekte olup yapılan istatistiksel analizler bu sıcaklıkta saklanan ürünlerin depolama boyunca sertlik değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir değişiklik olmadığını göstermiştir ($p > 0,05$). Kuru

meyvelerde depolama esnasında nem kaybı nedeniyle yüzey sertleşmesi beklenen bir durumdur. Ancak 5°C'de depolanan ürünlerin nem içerikleri incelendiğinde bir değişim gözlenmemiş olup, yüzey sertliğinde artış olmaması bununla açıklanabilir. Şekil 5 ve Şekil 6'da sırasıyla 20°C ve 35°C'de depolanan ürünlerin zamana bağlı sertlik değişimleri verilmiştir. 20°C ve 35°C'de saklanan ürünlerin depolama boyunca sertlik değerlerinde istatistiksel olarak önemli değişiklikler olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Bu sıcaklık değerlerinde saklanan bütün ürünlerin yüzey sertlikleri depolama esnasında artmıştır. Ürünlerin nem değişimleri göz önünde bulundurulduğunda 48. haftanın sonunda 20°C'de %13; 35°C'de ise %50'nin üzerinde nem kaybı söz konusudur (Çizelge 3).



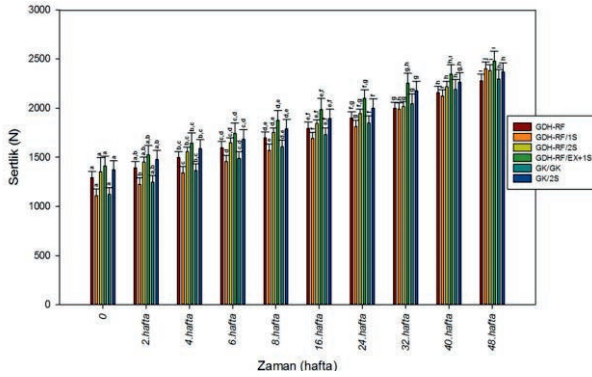
Şekil 4. 5°C'de depolanan kuru kayısıların zamana bağlı sertlik değişimi

Her ürün için, farklı harflere sahip sütunlar istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0,05$).



Şekil 5. 20°C'de depolanan kuru kayısıların zamana bağlı sertlik değişimi

Her ürün için, farklı harflere sahip sütunlar istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0,05$).



Şekil 6. 35°C'de depolanan kuru kayısıların zamana bağlı sertlik değişimi

Her ürün için, farklı harflere sahip sütunlar istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0,05$).

Şekil 5 ve Şekil 6 göz önünde bulundurulduğunda 20°C'de depolanan ürünlerin bir kısmının, 35°C depolanan ürünlerin ise tümünün sertlik değerleri 6. hafta sonunda, duyu analizler ile panelistler tarafından tercih edilen sertlik aralığının (1100-1450 N) dışına çıkmıştır. 48 haftalık depolama süresinde 20°C'de depolanan ürünlerin sertliklerinde %17 ile %28 arasında bir artış söz konusu iken, 35°C depolanan ürünlerin sertlik değerlerinde 2 katta yakın hatta GDH-RF/1S ve GK/GK ürünleri için 2 kattan da fazla bir artış olduğu saptanmıştır. 35°C'de depolanan ürünlerin yüzey sertliğinde diğer depolanan ürünlere nazaran daha fazla artış olması beklenen bir durumdur. Miranda vd. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada kuru kayısıların cam ve iki farklı film ile kapatılmış polipropilen tepsilerde dört farklı sıcaklıkta (5, 15, 25 ve 35°C) depolanması esnasında tekstür ve nem miktarlarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde, yüksek sıcaklıklarda (25 ve 35°C) depolanan ürünlerin daha fazla nem kaybettiğini ve sertliklerinin önemli miktarda değiştiğini, 5 ve 15°C'de ise hemen hemen aynı kaldığını göstermiştir. Rossello vd. (1994) kuru kayısının 4, 11°C ve oda sıcaklığında (20-25°C) depolanması esnasındaki değişimini incelemiş ve benzer şekilde depolama süresince sertlikte artış gözlemlemişlerdir. Şen vd. (2015) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise üç farklı paketleme malzemesi (ahşap kasalar, jüt çuvallar, PE torbalar) ile paketlenen kuru kayısıların soğuk (4±1°C) ve normal depolama esnasında değişimleri incelenmiştir. Benzer şekilde, normal depolama koşullarında ve PE torbalarda depolanan ürünlerde yüzey sertleşmesinin daha fazla olduğu görülmüştür. Depolama süresi boyunca yüzey sertliği açısından en büyük artış GDH-RF/1S ve GK/GK ürünlerinde gözlenmiştir. Bu ürünlerdeki artış 20°C'de sırasıyla %24,97 ve %27,90 iken 35°C'de ise iki kattan fazladır. Aynı ürünler için depolama sürecindeki nem kaybı 20°C'de sırasıyla %14,34 ve %14,21; 35°C'de ise %53,36 ve %50,53'tür. Sonuç olarak şimdiye

kadar elde edilen veriler doğrultusunda sertlik bakımından, kurutulan kayısıların 5°C'de muhafazasının daha uygun olduğu gözlenmiştir.

3.3. Farklı ön işlem ve kurutma teknikleriyle kurutulmuş kayısıların farklı depolama sıcaklıklarında duyu özelliklerindeki değişim

Farklı kurutma özelliklerine sahip ürünler için görünüş, tat ve çiğnenebilirlik skorları depolama süreci boyunca (48 hafta) üç farklı depolama sıcaklığı (5, 20 ve 35°C) için Çizelge 4, Çizelge 5 ve Çizelge 6'da verilmiştir. Tat ve çiğnenebilirlik özelliklerini gösteren tablolarda, GDH-RF/EX+1S ürününün fıstık kabuğu ekstraktı içermesi nedeniyle panelistlere tadım yaptırılmadığı için bu ürünün skorları bulunmamaktadır. 5°C depolama sıcaklığının ürünlerin görünüşleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ($p > 0,05$), özellikle GDH/RF sisteminde kurutulan kükürtlü ürünlerin görünüş özelliklerini 48 haftalık saklama süresi sonuna kadar korudukları gözlenmiştir (Çizelge 4). GK/GK örneği dışında 20°C'de saklanan ürünlerin de görünüşlerinde önemli bir değişiklik gözlenmezken ($p > 0,05$), depolama sıcaklığının 35°C'ye çıkartılması ürünlerin görünüş beğenileri üzerinde belirgin olumsuz bir etki yaratmıştır ($p < 0,05$). Bu durum yüksek depolama sıcaklıklarında karotenoidlerin bozunması nedeniyle renk kaybına bağlanabilir (Mir vd., 2009). Elmacı vd. (2008) Kükürtlenmemiş ve güneşte kurutulmuş kayısılarla yaptıkları çalışmada ürünlerin duyu özelliklerini 25°C'de saklanan ürünlerde 16. haftada kaybettiklerini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada geleneksel kurutulmuş kükürtsüz ürünler değerlendirildiğinde 20°C'de 32. hafta ve 35°C'de 4. hafta sonunda görünüş skorlarının önemli şekilde düştüğü Çizelge 4'de görülmüştür.

Çizelge 5'te görüleceği üzere tat duyu skorları açısından en beğenilen ürün GDH-RF/2S'dir. Bu ürünü tat beğenisi açısından sırasıyla GDH-RF/1S, GK/2S ve GDH/RF ürünleri takip etmektedir. GK/GK ise tat açısından en az beğeni gören ürün olmuştur. En yüksek beğeni alan GDH-RF/2S beğeni skorlarından anlaşılacağı üzere uygulanan kükürdün homojen dağılımı sağlandığında kayısıya özgün tatların korunduğu ve olumlu katkı sunduğu anlaşılmaktadır. Tat açısından da 5°C'de saklama, görünüş açısından elde edilen skorlara benzer şekilde önemli bir değişiklik göstermemiştir ($p > 0,05$). GDH-RF örneği dışında 20°C'de saklanan ürünlerin de tat skorlarında önemli bir değişiklik gözlenmezken ($p > 0,05$), 35°C'de saklama önemli bir beğeni kaybına neden olmuştur ($p < 0,05$). Özellikle 5°C'de depolama; GK/2S ürününün tat açısından beğeni skorunun 48. hafta sonunda değişmemesine, GDH-RF/1S'te ise çok düşük bir beğeni kaybına neden olmuştur. GK/2S için bunun en temel nedeni, 48 hafta boyunca nem kaybı olmadan çok az bir

kükürt kaybı ile var olan kükürdün paket içerisinde daha homojen dağılımı ve buna bağlı olarak tat beğenisinin değişmemesi olarak açıklanabilir. Mir vd. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada kükürt uygulamasının kayısların oda sıcaklığında 48 hafta boyunca saklanmaları sırasında duyuşal özellikleri (renk, tat ve tekstür) üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Elde ettikleri sonuçlar kükürt uygulamasının duyuşal özelliklerin korunmasında önemli bir etkiye sahip olduğunu ve kükürt ön işleme uygulanan ürünlerde 48. hafta sonunda dahi duyuşal özelliklerin kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermiştir.

Çizelge 6'da verilen çignenebilirlik duyuşal skorlarından görüleceği üzere depolama sıcaklığı ürünlerin çignenebilirlikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. 5°C'de GK/GK ürünü dışında diğer ürünler çignenebilirlik skorları açısından benzerlik gösterirken, 20°C'de en yüksek skoru GDH-RF ve GDH-RF/1S ürünleri almıştır. GDH-RF/2S ise bunları takip etmektedir. Bu sıcaklıkta her iki geleneksel kurutma ürününde de (GK/GK ve GK/2S) çignenebilirlik skorları düşük bulunmuştur. Bu

sonuçlara göre geleneksel kurutma, homojen olmayan bir nem dağılımına neden olduğu için ürün açısından arzu edilen çignenebilirlik özelliklerini taşımamaktadır. 35°C'de ise 48. hafta sonunda çignenebilirlik açısından en yüksek skoru GDH-RF/1S ürünü almıştır. Bu ürünü GDH-RF/2S, GK/GK ve GK/2S ürünleri takip etmiştir. 35°C'de en düşük çignenebilirlik skorunu ise GDH-RF ürünü almıştır. 35°C'de elde edilen bu sonuçlar tekstür cihazı ile bulunan sertlik değerleri ile de uyumludur. Duyuşal çignenebilirlik skorlarının 5°C'de depolama esnasında zamana bağlı önemli bir değişim göstermedikleri ($p>0,05$), benzer şekilde 20°C'de de GDH-RF/2S ürünü dışında zamana bağlı önemli bir değişiklik olmadığı ($p>0,05$) gözlemlenmiştir. Yalnızca GDH-RF/2S ürününde 20°C'de bir beğeni kaybı gözlenmiştir. Bu durum ürünün nem kaybı ve sertlik değerleri ile uyumlu bir davranış göstermektedir. 35°C'de tüm ürünlerde çignenebilirlik beğenisinin zamana bağlı olarak önemli şekilde değişerek ($p<0,05$), 48. hafta sonunda ciddi düşüş gösterdikleri belirlenmiştir.

Çizelge 4. Kurutulmuş kayıslarda görünüş özelliklerinin depolama süreci boyunca duyuşal değerlendirme sonuçları (G) ve standart sapmaları (SS_G)

Sıcaklık (°C)	Zaman (Hafta)	GDH/RF		GDH-RF/1S		GDH-RF/2S		GDHRF/ EX+1S		GK/GK		GK/2S	
		G	SS _G	G	SS _G	G	SS _G	G	SS _G	G	SS _G	G	SS _G
5	0	6,9 ^a	0,9	8,0 ^a	0,8	8,2 ^a	1,1	7,5 ^a	0,6	6,1 ^a	0,8	8,1 ^a	0,8
	4	6,8 ^a	0,8	8,0 ^a	0,9	8,2 ^a	0,8	7,4 ^a	0,7	5,6 ^a	0,6	8,0 ^a	0,9
	8	6,7 ^a	0,6	8,0 ^a	1,1	8,1 ^a	1,1	7,4 ^a	0,9	5,4 ^a	0,5	7,9 ^a	0,8
	16	6,5 ^a	0,9	7,9 ^a	1,1	7,9 ^a	1,0	7,3 ^a	0,5	5,3 ^a	0,7	7,7 ^a	0,6
	24	6,3 ^a	1,1	7,7 ^a	1,1	7,8 ^a	0,6	7,2 ^a	0,7	5,3 ^a	0,9	7,3 ^a	1,1
	32	6,2 ^a	0,9	7,7 ^a	0,6	7,8 ^a	0,5	7,2 ^a	0,9	5,1 ^a	0,8	7,1 ^a	0,7
	40	6,0 ^a	1,2	7,6 ^a	0,9	7,8 ^a	0,4	7,1 ^a	1,1	5,0 ^a	0,7	7,0 ^a	0,6
	48	5,9 ^a	0,6	7,5 ^a	1,0	7,7 ^a	0,6	7,1 ^a	0,8	5,0 ^a	0,6	6,8 ^a	0,9
20	4	6,8 ^a	1,3	7,8 ^a	1,0	8,0 ^a	0,7	7,4 ^a	0,5	5,8 ^{a,b}	0,8	7,9 ^a	0,3
	8	6,5 ^a	0,9	7,7 ^a	1,1	8,0 ^a	0,8	7,3 ^a	0,7	5,5 ^{a,b,c}	0,9	7,7 ^a	0,8
	16	6,3 ^a	0,5	7,7 ^a	0,7	7,9 ^a	1,0	7,2 ^a	0,9	5,3 ^{a,b,c}	0,6	7,3 ^a	0,9
	24	6,1 ^a	0,9	7,6 ^a	1,1	7,7 ^a	0,9	7,1 ^a	0,7	5,1 ^{a,b,c}	0,9	7,1 ^a	1,1
	32	5,9 ^a	1,2	7,5 ^a	0,6	7,6 ^a	0,5	7,1 ^a	0,6	4,9 ^{a,b,c}	0,4	6,9 ^a	0,4
	40	5,8 ^a	0,9	7,4 ^a	0,7	7,6 ^a	0,4	7,1 ^a	0,5	4,6 ^{b,c}	0,5	6,7 ^a	1,0
35	4	4,6 ^b	0,7	5,0 ^b	1,1	6,5 ^b	0,9	5,3 ^b	0,9	3,6 ^b	0,8	5,8 ^b	0,9
	8	3,9 ^b	0,6	4,3 ^{b,c}	0,9	5,8 ^b	0,9	4,1 ^{b,c}	0,8	2,9 ^{b,c}	0,8	3,0 ^c	0,9
	16	2,9 ^c	0,3	3,2 ^{c,d}	0,9	3,5 ^c	0,5	3,7 ^{c,d}	0,8	2,4 ^{b,c,d}	0,8	2,3 ^{c,d}	0,9
	24	2,1 ^{c,d}	0,3	2,0 ^{d,e}	0,7	2,4 ^{c,d}	0,5	2,4 ^{d,e}	1,1	2,0 ^{c,d,e}	0,8	2,1 ^{c,d}	0,5
	32	1,6 ^d	0,6	1,8 ^{d,e}	0,7	2,3 ^{c,d}	0,9	2,3 ^{d,e}	0,7	1,5 ^{d,e,f}	0,8	1,7 ^{c,d}	0,4
	40	1,1 ^{d,e}	0,5	1,6 ^e	0,5	2,1 ^{c,d}	0,7	2,2 ^e	0,7	1,0 ^{e,f}	0,5	1,4 ^d	0,7
	48	0,5 ^e	0,3	1,4 ^e	0,4	2,0 ^d	0,5	2,2 ^e	0,4	0,5 ^f	0,2	1,1 ^d	0,3

G: Görünüş; SS_G: Standart sapma

Her sıcaklık değeri ve örnek için her bir sütündeki farklı harfler istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0,05$).

4. Sonuç

Bu çalışmada farklı ön işlem ve kurutma teknikleri uygulanarak elde edilmiş kuru kayısların 3 farklı sıcaklık değerinde (5, 20 ve 35°C) 48 hafta boyunca saklanması sırasında nem, sertlik ve duyuşal

özelliklerinde meydana gelen değişim incelenmiştir. Sonuçlar depolama sıcaklığının ürünlerin nem, sertlik ve duyuşal özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, düşük sıcaklıkta (5°C) depolanan ürünlerin 48. haftaya kadar kalite

özelliklerini koruduğunu göstermiştir. 35°C'de depolanan ürünlerde nem miktarı önemli orandadırken sertlik değerleri artmış ve bu da ürünlerin çiğnenebilirlik gibi duyuşal özelliklerini olumsuz etkilemiştir. Ayrıca kükürtleme ön işleminde kükürdün homojen dağılımı sağlandığında kayısıya özgün tatların korunmasında olumlu katkı sunduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar güneş enerjisi destekli havalı ön kurutmayı takiben RF kurutma

sisteminin geleneksel güneş altında kurutmaya kıyasla kuruma süresini önemli ölçüde düşürürken (6 günden 20 saate) ürünlerin kalitesini koruyarak endüstride farklı meyve ve sebzelerin kurutulmasında alternatif bir teknoloji olabileceğini göstermiştir.

5. Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, Proje no: 118O026) tarafından desteklenmiştir.

Çizelge 5. Kurutulmuş kayısılarda tat özelliklerinin depolama süreci boyunca duyuşal değerlendirme sonuçları (T) ve standart sapmaları (SST)

Sıcaklık (°C)	Zaman (Hafta)	GDH/RF		GDH-RF/1S		GDH-RF/2S		GDHRF/EX+1S		GK/GK		GK/2S	
		T	SS _T	T	SS _T	T	SS _T	T	SS _T	T	SS _T	T	SS _T
5	0	7,5 ^a	0,8	7,7 ^a	0,9	8,5 ^a	0,8	-	-	5,9 ^a	0,7	7,0 ^a	0,6
	4	7,2 ^a	0,7	7,7 ^a	1,1	8,4 ^a	0,9	-	-	5,8 ^a	0,8	6,9 ^a	0,8
	8	7,1 ^a	0,4	7,7 ^a	0,7	8,3 ^a	0,6	-	-	5,8 ^a	0,4	6,9 ^a	0,7
	16	7,1 ^a	0,8	7,6 ^a	0,7	8,1 ^a	0,5	-	-	5,7 ^a	0,4	7,1 ^a	0,7
	24	7,0 ^a	0,7	7,6 ^a	0,4	7,8 ^a	0,7	-	-	5,5 ^a	0,7	7,2 ^a	0,6
	32	6,9 ^a	0,6	7,6 ^a	0,9	7,8 ^a	1,1	-	-	5,3 ^a	0,8	7,1 ^a	0,9
	40	6,8 ^a	0,6	7,6 ^a	0,8	7,7 ^a	0,3	-	-	5,2 ^a	0,4	7,0 ^a	0,5
	48	6,5 ^a	0,5	7,5 ^a	0,6	7,7 ^a	0,2	-	-	5,1 ^a	0,7	7,0 ^a	0,8
20	4	7,1 ^{a,b}	0,7	7,7 ^a	0,9	8,2 ^a	0,7	-	-	5,7 ^a	0,7	6,9 ^a	0,6
	8	6,9 ^{a,b}	0,3	7,6 ^a	0,7	7,9 ^a	0,3	-	-	5,7 ^a	0,4	6,8 ^a	0,7
	16	6,6 ^{a,b,c}	0,9	7,6 ^a	0,4	7,7 ^a	0,7	-	-	5,6	0,7	6,8 ^a	0,9
	24	6,4 ^{a,b,c}	0,4	7,5 ^a	0,7	7,6 ^a	0,5	-	-	5,4 ^a	0,6	6,6 ^a	0,7
	32	6,2 ^{b,c}	0,6	7,4 ^a	0,9	7,5 ^a	0,8	-	-	5,2 ^a	0,5	6,5 ^a	0,8
	40	6,0 ^{b,c}	0,5	7,4 ^a	0,8	7,5 ^a	0,4	-	-	5,0 ^a	0,3	6,3 ^a	0,6
	48	5,7 ^c	0,5	7,3 ^a	0,4	7,4 ^a	0,3	-	-	4,9 ^a	0,3	6,0 ^a	0,5
35	4	6,2 ^b	0,6	7,6 ^a	0,5	8,1 ^{a,b}	0,9	-	-	5,7 ^a	0,5	6,9 ^a	0,7
	8	3,7 ^c	0,5	7,5 ^a	0,7	7,1 ^b	0,6	-	-	4,0 ^b	0,9	4,4 ^b	0,7
	16	2,7 ^{c,d}	0,7	6,1 ^b	0,5	6,9 ^b	0,7	-	-	3,0 ^c	0,7	3,6 ^{b,c}	0,8
	24	2,4 ^d	0,6	3,4 ^c	0,7	3,5 ^c	0,8	-	-	2,3 ^{c,d}	0,4	2,7 ^{c,d}	0,6
	32	1,9 ^{d,e}	0,6	3,1 ^c	0,3	3,0 ^{c,d}	0,9	-	-	1,7 ^{d,e}	0,4	2,1 ^{d,e}	0,7
	40	1,1 ^{e,f}	0,5	2,6 ^{c,d}	0,4	2,3 ^{c,d}	0,5	-	-	1,1 ^{e,f}	0,3	1,5 ^{e,f}	0,4
	48	0,7 ^f	0,2	2,0 ^d	0,2	2,1 ^d	0,3	-	-	0,5 ^f	0,3	0,9 ^f	0,3

T: Tat; SS_T: Standart sapma

Her sıcaklık değeri ve örnek için her bir sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$).

Çizelge 6. Kurutulmuş kayısılarda çiğnenebilirlik özelliklerinin depolama süreci boyunca duyuşal değerlendirme sonuçları (Ç) ve standart sapmaları (SS_Ç)

Sıcaklık (°C)	Zaman (Hafta)	GDH/RF		GDH-RF/1S		GDH-RF/2S		GDHRF/EX+1S		GK/GK		GK/2S	
		Ç	SS _Ç	Ç	SS _Ç	Ç	SS _Ç	Ç	SS _Ç	Ç	SS _Ç	Ç	SS _Ç
5	0	8,5 ^a	0,6	7,8 ^a	0,4	8,4 ^a	0,5	-	-	6,0 ^a	0,6	7,4 ^a	0,7
	4	8,4 ^a	0,3	7,8 ^a	0,8	8,3 ^a	0,8	-	-	6,0 ^a	0,5	7,4 ^a	0,9
	8	8,3 ^a	0,5	7,7 ^a	0,6	8,3 ^a	0,7	-	-	6,0 ^a	0,3	7,4 ^a	0,6
	16	8,3 ^a	0,4	7,7 ^a	0,3	8,3 ^a	0,7	-	-	6,0 ^a	0,4	7,3 ^a	0,4
	24	8,2 ^a	0,7	7,7 ^a	0,7	8,2 ^a	0,6	-	-	5,9 ^a	0,5	7,4 ^a	0,9
	32	8,2 ^a	0,3	7,7 ^a	0,5	8,2 ^a	0,7	-	-	5,9 ^a	0,9	7,4 ^a	0,5
	40	8,2 ^a	0,2	7,6 ^a	0,4	8,1 ^a	0,6	-	-	5,9 ^a	0,6	7,4 ^a	0,9
	48	8,1 ^a	0,6	7,6 ^a	0,8	8,1 ^a	0,5	-	-	5,9 ^a	0,7	7,3 ^a	0,3
20	4	8,4 ^a	0,6	7,9 ^a	0,8	8,2 ^{a,b}	0,6	-	-	6,0 ^a	0,4	7,2 ^a	0,7
	8	8,2 ^a	0,5	7,9 ^a	0,9	7,9 ^{a,b,c}	0,6	-	-	6,0 ^a	0,5	7,1 ^a	0,8
	16	8,0 ^a	0,6	7,9 ^a	0,5	7,6 ^{a,b,c,d}	0,7	-	-	5,9 ^a	0,8	6,7 ^a	0,7
	24	7,8 ^a	0,8	7,8 ^a	0,7	7,1 ^{b,c,d}	0,4	-	-	5,8 ^a	0,7	6,3 ^a	0,9
	32	7,7 ^a	0,7	7,7 ^a	0,5	6,9 ^{c,d}	0,9	-	-	5,7 ^a	0,6	6,1 ^a	0,5
	40	7,5 ^a	0,9	7,5 ^a	0,6	6,8 ^{c,d}	0,6	-	-	5,6 ^a	0,8	6,0 ^a	0,6
	48	7,3 ^a	0,4	7,3 ^a	0,6	6,7 ^d	0,4	-	-	5,5 ^a	0,9	5,9 ^a	0,4
35	4	8,2 ^a	0,4	7,5 ^a	0,4	7,9 ^{a,b}	0,8	-	-	5,9 ^a	1,0	7,1 ^{a,b}	0,3
	8	7,9 ^a	0,3	7,3 ^{a,b}	0,7	7,3 ^b	0,7	-	-	5,8 ^a	0,9	6,8 ^{a,b}	0,8
	16	6,8 ^b	0,8	6,8 ^{a,b,c}	0,6	6,3 ^c	0,7	-	-	5,6 ^a	0,8	6,0 ^{b,c}	1,1
	24	5,8 ^c	0,3	6,4 ^{b,c}	0,6	5,4 ^{c,d}	0,6	-	-	4,9 ^{a,b}	0,6	5,4 ^{c,d}	0,9
	32	4,8 ^d	0,4	6,0 ^{c,d}	0,7	5,0 ^{d,e}	0,5	-	-	4,2 ^{b,c}	0,6	4,6 ^{d,e}	0,2
	40	3,4 ^e	0,3	5,3 ^{d,e}	0,5	4,1 ^{e,f}	0,2	-	-	3,6 ^c	0,4	3,8 ^{e,f}	0,4
	48	2,2 ^f	0,2	4,6 ^e	0,4	3,2 ^f	0,3	-	-	3,1 ^c	0,3	2,9 ^f	0,3

Ç: Çiğnenebilirlik; SS_Ç: Standart sapma

Her sıcaklık değeri ve örnek için her bir sütündeki farklı harfler istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p < 0.05)

6. Kaynaklar

AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1990). Official Methods of Analysis, 15th edn, Arlington, VA: AOAC. 1st supplement, Method 990.28.

Cemeroğlu, B. ve Özkan, M. (2009). Kurutma teknolojisi, meyve ve sebze işleme teknolojisi. Ankara: Başkent Klise Matbaacılık.

Coşkun, A. L., Türkyılmaz, M., Aksu, Ö. T., Koç, B. E., Yemiş, O., and Özkan, M. (2013). Effects of various sulphuring methods and storage temperatures on the physical and chemical quality of dried apricots. *Food Chemistry*, 141(4), 3670-3680. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.033>

Elmacı, Y., Altug, T., and Pazir, F. (2008). Quality changes in unsulfured sun dried apricots during storage. *International Journal of Food Properties*, 11(1), 146-157. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/10942910701279945>

FAOSTAT (2018). FAOSTAT statistical database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (Erişim Tarihi: 29.04.2020).

International Organization and for Standardization (1991). ISO 3972. Sensory Analysis—General guidance for the selection, training and monitoring of assessors —Part 1: Selected assessors (1st ed.). Geneva: ISO.

Karataş, F. and Kamışlı, F. (2007). Variations of vitamins (A, C and E) and MDA in apricots dried in IR and microwave. *Journal of Food Engineering*, 78(2), 662-668. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.10.040>

Kim, S. Y., Sagong, H. G., Choi, S. H., Ryu, S., and Kang, D. H. (2012). Radio-frequency heating to inactivate Salmonella Typhimurium and Escherichia coli O157: H7 on black and red pepper spice. *International journal of food microbiology*, 153(1-2), 171-175. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.11.004>

Link, J. V., Tribuzi, G., de Moraes, J. O., and Laurindo, J. B. (2018). Assessment of texture and storage conditions of mangoes slices dried by a conductive multi-flash process. *Journal of Food Engineering*, 239, 8-14. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.06.024>

Mir, M. A., Hussain, P. R., Fouzia, S., and Rather, A. H. (2009). Effect of sulphiting and drying methods on physico-chemical and sensorial quality of dried apricots during ambient storage. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(6), 1157-1166. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.01936.x>

Miranda, G., Berna, À., González, R., and Mulet, A. (2014). The storage of dried apricots: The effect of packaging and temperature on the changes of texture and moisture. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(1), 565-572. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/jfpp.12004>

Rossello, C., Mulet, A., Simal, S., Torres, A., and Cañellas, J. (1994). Quality of dried apricots: Effect of storage temperature, light and SO₂ content. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 65(1), 121-124. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740650118>

Şen, F., Karaçalı, İ., ve Eroğul, D. (2015). Effects of storage conditions and packaging on moisture content, water activity and tissue hardness of dried apricots. *Meyve Bilimi*, 2(2), 45-49.

Toğrul, İ.T. ve Pehlivan, D. (2003). Modelling of drying kinetics of single apricot. *Journal of Food Engineering*, 58, 23-32. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00329-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00329-1)

Türkyılmaz, M., Tağı, Ş., and Özkan, M. (2013). Changes in chemical and microbial qualities of dried apricots containing sulphur dioxide at different levels during storage. *Food and Bioprocess Technology*, 6(6), 1526-1538. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0884-8>



Özgün Araştırma/Original Article

Fermente sucuk üretiminde kekik ve reyhan uçucu yağları kullanılarak olgunlaştırma ve raf ömrüne etkisinin araştırılması

Investigation of the effects of thyme and basil essential oils on ripening and shelf life in fermented sausage production

Kader Çetin^{1*}, Arzu Akpınar Bayazit¹, Ertürk Bekar², Muhammet Alpgiray Çelik¹, Özüm Özoğlu², Nalan Çırak³

¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, BURSA, TÜRKİYE

²Bursa Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, BURSA, TÜRKİYE

³Bursa Uludağ Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, BURSA, TÜRKİYE

(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID: 0000-0001-5369-0728, Öğr. Gör. Dr.

ORCID ID: 0000-0003-1898-1153, Doç. Dr.

ORCID ID: 0000-0001-8783-921X, Araş. Gör.

ORCID ID: 0000-0001-5193-5293, Doktora Öğrencisi

ORCID ID: 0000-0003-3600-142X, Araş. Gör.

ORCID ID: 0000-0002-0580-9023, Öğr. Gör. Dr.

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

Geliş Tarihi: 19.11.2021

Kabul Tarihi: 14.01.2022

Özet

Amaç: Bu çalışmada fermente sucuk üretiminde nitrat ve nitritin yerine kekik yağı ve reyhan yağının kullanılması amaçlanmıştır.

Materyal ve yöntem: Projede nitrat/nitrit yerine kullanılabileceği düşünülerek farklı oranlarda, antioksidan ve koruyucu özellikleri olması nedeniyle kekik ve destekleyici materyal olarak reyhan kullanılmıştır.

Bulgular ve sonuç: Sonuç olarak kekik ve reyhan ilavesiyle yapılan sucuk üretiminde nitrat ve nitrit kullanımıyla elde edilen raf ömrüne ulaşılmıştır. Ayrıca duyuşal olarak değerlendirildiğinde lezzet oranı artan bir ürün elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: sucuk, reyhan, kekik, fermente gıda

Abstract

Objective: In this study, it was aimed to use thyme oil and basil oil instead of nitrate and nitrite in fermented sausage production.

Material and method: In this study, it was aimed to use thyme oil and basil oil instead of nitrate and nitrite in fermented sausage production.

Results and conclusion: As a result, the shelf life obtained by the use of nitrate and nitrite in the production of sausage made with the addition of thyme and basil has been reached. In addition, when evaluated sensorially, a product with an increased flavor ratio was obtained.

Keywords: sausage, basil, thyme, fermented food

1. Giriş

Sağlıklı yaşamın en önemli şartı yeterli ve dengeli beslenmedir (Biesalski, 2004). Toplumlar gelişmişlik düzeylerine göre güvenilir ve besin değeri yüksek gıdaları talep etmektedirler. Güvenilir gıda; üretildiği gıdanın özelliklerini taşıyan, besin değerini kaybetmemiş veya üretilme amacına uygun hazırlanmış, ürün bilgisine tam uyan, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik vb. açıdan temiz olan, bozulmamış gıda maddesi demektir. Yüksek besin değeri nedeniyle et ve et ürünlerinin dünyada kişi başına düşen yıllık ortalama tüketiminin giderek artış gösterdiği gözlenmektedir (Godfray vd., 2018; Morrison vd., 2003). Ülkelerin gelişmişlik ve kalkınma seviyelerinin belirlenmesinde de kişi başına düşen et ve et ürünü tüketimi baz alınmaktadır (Watford ve Wu, 2018).

Kırmızı et başta histidin olmak üzere esansiyel amino asitleri içermektedir. Bu esansiyel aminoasitler insan vücudu tarafından üretilemediği için besinler ile dışarıdan alınmalıdır. Esansiyel amino asitler dışında kırmızı ette B₂ (riboflavin), B₃ (niasin), B₁₂, pantotenik asit, folik asit, B₆, A, D ve E vitaminleri ile selenyum, çinko, demir, fosfor, potasyum, magnezyum, bakır, kobalt, krom ve nikel elementleri de önemli oranlarda bulunmaktadır (Chan vd., 1996; Souberbielle vd., 2010; Banjari ve Hjærtaker, 2018). Etin en pratik ve günümüz koşullarında ki en uygun tüketim şekli, dondurma, pişirme, ısıtılarak servis edilme ve hatta ekmek arası ya da aç-bitir şeklinde anlık tüketime uygun işlenmiş et ürünleri formudur. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği et ürününü “etin işlenmesinden veya işlenmiş ürünlerin daha ileri düzeyde işlenmesiyle elde edilen ve kesit yüzeyi çiğ etin karakteristik özelliklerini göstermeyen ürünler” olarak tanımlamaktadır (Anonim, 2019). Etin tadını iyileştirmek ya da raf ömrünü uzatmak amacıyla tuzlama, konserveleme, fermente etme, tütsüleme gibi yöntemlerle işlenen bazı et ürünleri pastırma, jambon, sosis, sucuk, salam, salamura et, kurutulmuş et, konserve et ve et bazlı soslardır.

Geleneksel Türk Fermente sucuğu çok eski zamanlardan beri bilinen ve ülkemiz insanı tarafından beğeni ile tüketilen geleneksel bir et ürünüdür. Genel olarak sonbahar mevsiminde sığır ve manda etlerinin hayvansal yağ ile birlikte baharat, sarımsak ve tuz ilave edilerek iyice karıştırıldıktan sonra doğal bağırsaklara doldurulan ve açık havada 15-20 gün süre ile doğal fermantasyona bırakılarak üretilen fermente bir üründür (Nazlı, 1995; İnce, 1998). Türk Standartlar Enstitüsü Sucuk Standardı TS 1070'e göre *Türk Sucuğu* “büyükbaş ve küçükbaş hayvan etlerinin, yağ, kemik, tendon, fascia, kıkırdak, lenf yumruları ile büyük sinir ve damarlarından ayrıldıktan sonra kıyma makinası veya kuterden çekilerek içine tuz, kırmızıbiber, karabiber, kimyon

hâkim olmak üzere çeşitli baharat, çeşni maddeleri, starter kültürlerden bir veya birkaçı, gövde yağı, iç yağı, kuyruk yağı, böbrek yağı, böbrek etrafı yağı ile mevzuatında katılmasına izin verilen katkı maddelerinden bir veya bir kaçının karıştırılıp, kılıflara doldurularak fermantasyona tabi tutulan ısıtılmış işlem görmemiş geleneksel et ürünü” şeklinde tanımlanmıştır (TSE, 2012).

Fermentasyon sonucu oluşan değişiklikler, pH değerinin düşmesi, mikrofloranın değişmesi, nitratın nitrite yıkımı ile nitrozomiyogloblin oluşması, miyofibriller ve sarkoplazmik proteinlerin çözünürlüğünün artması ile jelleşmesi, proteolitik, lipolitik ve oksidatif değişiklikler ile dehidrasyona bağlı asidifikasyondur (Ordóñez vd., 1999; Casaburi vd., 2007; Dalmış, 2007; Essid ve Hassouna, 2013). Fermente sucuk üretiminin temelini mikroorganizmalar oluşturmaktadır. Üründe aroma, renk, lezzet ve kıvamın meydana gelişi ile karakterize edilen olgunlaşma çeşitli mikroorganizmaların oluşturdukları biyokimyasal reaksiyonlar sonucu gelişmektedir (Değirmencioglu vd., 2006).

Beslenme ve sağlık arasındaki ilişki özellikle son yıllarda sıklıkla gündeme gelmektedir. Gıda katkı maddeleri bilinçli olarak gıda maddelerine ilave edilen, kendi başına besin değeri taşımayan, gıdaların yapılarının ve duyu özelliklerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi, raf ömrünün uzatılması, besleyici değerinin korunması ve oluşabilecek kayıpların azaltılması gibi amaçlar doğrultusunda güvenilir limitlerde kullanılan maddelerdir (Quemener vd., 2000; Suman ve Joseph, 2013; Saltmarsh ve Insall, 2013; Inetianbor vd., 2015; Pressman vd., 2017). Sucukta rengin kırmızı olması ve satış süresince korunması, bunun yanında patojen ile bozucu özellikteki mikroorganizmaların çoğalmaması ve inaktive edilmesi için de çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu katkı maddeleri arasında özellikle sucuk, sosis, salam, pastırma gibi kür edilmiş et ürünlerinin üretiminde kullanılan nitrat ve nitrit, tüketicinin bu ürünlere olan ilgisini olumsuz yönde etkilemekte ve satın alma tercihlerini değiştirmektedir (Ince, 1998).

Bilinçli tüketiciler sağlıklı yaşama değer katabilecek bileşenler eklenerek kompozisyonları geliştirilmiş, yağ, kolesterol, tuz ve nitrit seviyesi düşürülmüş sağlıklı et ve et ürünlerine artan bir ilgi göstermektedir. Bu nedenle tüketici taleplerini karşılamak ve işlenmiş et ürünlerine karşı negatif algıyı değiştirmek amaçlı yeni ürünlerin geliştirilmesi için içerik ve oranlarının değiştirilmesiyle sağlıklı yaşama katkı sağlayabilecek, yenilikçi, fonksiyonel ve sürdürülebilir ürünlerin geliştirilmesi mümkündür (Jiménez-Colmenero vd., 2010). Bitkisel gıdalarla

zenginleştirilmiş yiyeceklerin kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar ve kanser gibi kronik hastalıkların riskini azalttığını gösteren çalışmalar yapılmıştır (Ludwig vd., 2018).

İnsan sağlığı üzerine olan olumsuz etkilerinden dolayı nitrat ve nitrit, belirli dozların üzerinde gıdalarda bulunması istenmeyen maddelerdir. Bu maddelerin toksik olmalarının nedeni kansızlığa yol açmaları ve insan vücudunda bulunan sekonder aminlerle tepkimeye girerek kanserojen olan nitrozaminleri oluşturmasıdır (Boada vd., 2016). Başta *Clostridium* cinsine ait patojen bakteriler olmak üzere diğer bazı patojenlerin gelişimini engellemek ve ürüne özgü kür lezzetini oluşturmak üzere nitrat ve nitrit et ürünlerine yasaların izin verdiği oranda katılabilmektedir.

Et ürünlerinde renk; renk pigmentleri ile kürlenme maddelerinin reaksiyonu sonucu şekillenmektedir. Taze ette en önemli renk pigmenti miyoglobindir. Hemoglobin ve stokrom gibi pigmentlerin etkisi yok denecek kadar azdır. Kürlenme prosesinde, miyoglobinin, nitrat ve nitrit tuzlarının parçalanma ürünü olan nitrik oksit ile birleşerek renk oluşumunda temel bileşen olan nitrozomiyoglobini oluşturmaktadır. Nitrozomiyoglobinin (nitrozilmiyoglobinin), fermente sucuk, pastırma gibi ısı işlem uygulanmayan et ürünlerinde oluşan tipik renktir. Nitrozomiyoglobinin denatürasyonu sonucu oluşan nitrozohemokrom (nitrozilhemokrom) ise kür edilmiş pişirilmiş et ürünlerinin rengini oluşturmaktadır (Vural ve Öztan, 1992; Henikel, 2008; Suman ve Joseph, 2013). Nitrozaminler karsinojenik, mutajenik ve teratojenik özelliğe sahip N-nitrozo bileşiklerdir. Nitrozobileşikler, nitrozamin ve nitrozamid şeklinde iki gruba ayrılmaktadır. Bu bileşikler kimyasal stabilitesi ve biyolojik etkinliklerine göre farklı özelliklere sahiptir (Reinik vd., 2005). Et ürünlerinde nitrozamin oluşumunda en önemli aminler, sekonder aminler olup bu bileşiklerin nitrozasyonu nitrit konsantrasyonu ile doğru orantılı olduğundan, nitrit miktarı nitrozamin oluşumunda doğrudan etkili olabilmektedir (Belitz vd., 2001). Izgara, kavurma ve kızartma gibi çeşitli pişirme teknikleri kullanılarak tüketime hazır hale getirilen et ürünlerinde, uygulanan sıcaklık dereceleri ve muamele süreleri nitrozamin oluşumu açısından önemli faktörlerdir. Uçucu nitrozaminlerin sıcaklık ve süre arttıkça miktarlarının arttığı ve sıcaklık ile sürenin nitrozamin oluşumunda çok önemli faktörler olduğu belirtilmektedir (Rywotycki, 2002).

Kekik ve reyhan; antioksidan, antimikrobiyal ve aroma verici olarak yaygın kullanımı olan doğal gıda katkı maddeleridir. *Lamiaceae* familyasının en önemli bitkilerinden olan kekik bitkisine ait Türkiye'de *Thymus*, *Origanum*, *Satureja*, *Tymbra* ve *Coridothymus* isimli beş cins bulunmaktadır. Türkiye'de *Lamiaceae* familyasına dahil türlerin

%44,2'si, *Origanum* cinsine ait türlerin %65,2'si ve *Thymus* cinsine ait türlerin %52,6'sı ve *Satureja* cinsine ait türlerin ise %28'i endemiktir. Bu bilgiler, Türkiye'nin bu cinsler bakımından ne kadar zengin ve bu cinslerin gen merkezi olduğunun göstergesidir (Kintzios, 2002; Stahl-Biskup ve Sáez, 2019). Kekik'in alternatif tıpta ilk kullanımı hakkında bilgiler incelendiğinde, Antik Yunan'da sinir gevşetici ve fumigant olarak; Antik Mısır'da mikroorganizma inhibe edici ve koruyucu özelliklerinden yararlanılarak mumya yapımında; M.S. I. yüzyıldan itibaren kekik yağının ağız hijyeni için gargara suyu ve yaralar için antiseptik olarak, şarapla karıştırılarak çocuklarda öksürük ile grip tedavisinde, yaşlılarda zihinsel sağlığın korunmasında ve kekikle doldurulmuş yastıkların melankoli tedavisinde kullanıldığı görülmüştür. Eski Yunan ve Roma'da alkollü içeceklerin ve peynirin tatlandırılması için kekik kullanılırken, Avrupa'da evlerde tütsüsü yapılarak evin havasının temizlendiği ve bedenlerin bu bitki yağıyla ovulması sonucu vebacüzam gibi bulaşıcı hastalıklara karşı koruma sağlandığı bilinmektedir. Orta Çağ Avrupası ve İngiltere'de sindirim problemlerinden romatizmaya ve menstrual şikayetlere kadar çeşitli rahatsızları iyileştirmek amacıyla kullanılan kekik 1. Dünya Savaşı'na kadar savaş alanlarında antiseptik olarak da değerlendirilmiştir (Bozdemir, 2019).

Reyhan (*Ocimum basilicum*), İtalyanca Basilico, Yunanca Basilicos, Almanca Basilicum, Fransızca Basilic, İngilizce Basil olarak tanınmaktadır. Uluslararası ticarete "Basil" adı ile yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Reyhan tek yıllık hoş kokulu, kendine has aroması olan, yemeklere lezzet verici, süs ve ilaç baharat bitkilerindedir. Gıda sanayinde baharat olarak ya da uçucu yağı alkolsüz içecekler, fırın ürünleri, şekerlemeler, dondurmalar, sirke, et ve çeşni ürünlerinde kullanılmaktadır. Uçucu yağ oranı %0,3-1 arasında değişmektedir (Akgül, 1989; Erşahin, 2006; Ekren vd., 2009; Muráriková vd., 2017). Türkiye'de ev bahçelerinde ve saksılarda yetiştirilen reyhan bitkisinin İstanbul, Elazığ, Mardin, Denizli, Maraş ve Hatay illerinde ticari olarak yetiştirildiği bildirilmektedir. Reyhan bitkisinin çiçekli dallarından elde edilen uçucu yağı, tıpta antimikrobiyal, antifungal, yatıştırıcı, idrar söktürücü, gaz söktürücü, idrar yolları antiseptiği, ağrı dindirici, balgam söktürücü, solucan düşürücü, sakinleştirici, öksürük kesici olarak ya da mide rahatsızlıkları, ağız ve diş şikayetleri, ishal ve kronik dizanteri, solunum rahatsızlıkları ile mantar hastalığının tedavisinde etkilidir (Nurzyńska-Wierdak vd., 2012; Beatović vd., 2015; Złotek vd., 2016; Da Silva vd., 2021). Yapılan çalışmalarda, Türkiye'deki reyhan genotiplerinin taze ve kuru yapraklarının rosmarinik asit, sisorik asit ve gallik asit gibi değerli fenolik maddeler bakımından zengin olduğu, uçucu yağda bulunan ana bileşenlerin linalol,

metil kavikol, öjenol, metil sinamat, kafur ve sitral olup, farklı kemotiplere göre bu etken maddelerin yoğunluğu değişmektedir. Ayrıca antioksidan aktivitelerinin de yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda reyhan uçucu yağında bulunan apigenin, linalol ve ursolik asit gibi sekonder metabolitlerin antiviral, metil kavikol ve linalol içeriğinin antifungal, uçucu yağ kombinasyonlarının ve öjenolun antimikrobiyal ile linalolun antibakteriyel etki gösterdiği belirtilmiştir (Hussain vd., 2008; Yucharoen vd., 2011; Erdoğan Orhan vd., 2012; Sienkiewicz vd., 2013; Vieira vd., 2014).

Ülkemizde sucuk formülasyonu, işletmelerin kendi tercihlerine göre değişmekle beraber genellikle 100 kg sucuk için; 90 kg kırmızı et (%18 yağlı), 10 kg kuyruk yağı, 2 kg tuz, 0,6 kg sakkaroz, 1 kg sarımsak, 0,033 kg NaNO₃ veya 0,005 kg NaNO₂, 0,7 kg toz kırmızıbiber, 0,5 kg toz karabiber, 0,9 kg kimyon ve 0,25 kg yenibahar kullanılmaktadır. Sucuk yapımında kullanılacak olan et, kesimden sonra 1-2 gün dinlendirilmelidir. Etin mikroorganizma içeriği düşük olmalıdır. İyi soğutulmuş veya dondurulmuş et kullanılmalıdır. Sucuğa işlenecek etlerin fazla yağları kesilerek uzaklaştırılmalı, çok kaba bağ dokuları ve sinirleri mümkün olduğunca ayrılmalıdır. Etin pH değeri 5,4-5,8 arasında olmalıdır. Yağ olarak genellikle koyun kuyruk yağı kullanılmaktadır. Genç danalardan elde edilen sırt yağı (kabuk yağı) veya iç yağlardan üretilen yağ da kullanılabilir. Sucuk hamurunun hazırlanmasında öncelikle etler kuşbaşı halinde doğranarak paslanmaz çelikten yapılmış teknelerde toplanır. Üzerine yeterli oranda katkı maddeleri ilave edilerek karıştırma makinesinde iyice karıştırılır. Karıştırma işlemine katkı maddeleri homojen hale gelene kadar devam edilir ve soğuk depoda (2-4°C) 12-24 saat bekletilir. Bu sırada et parçalarından sızan tuzlu ve baharatlı su içerisinde et parçaları olgunlaşır. 24 saat sonra yine kuşbaşı halde doğranmış ve ayrılmış yağlar, kuşbaşı ete katılarak iyice karıştırılarak kıyma makinesinden çekilir. Kıyma makinesinden çıkan sucuk kıyması özel karıştırma ve yoğurma makinelerinde homojen kitle haline getirilerek doldurulmaya hazırlanır. Homojen hale getirilen sucuk hamurunun sıcaklığı mümkün olduğu kadar +2°C'nin altında olmalı ve en fazla +4°C'yi geçmemelidir. Yoğurma makinesinden çıkan sucuk hamuru dolum aşamasında doğal veya yapay kılıflar kullanılarak mümkün olduğunca sıkı ve hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurulur. Dolumdan sonra gerekli olduğunda temiz iğnelerle hava boşlukları giderilebilir. Daha sonra sucuklar iplere dizilip tekerlekli arabalarla birbirine fazlaca değmeyecek şekilde asılır, yüzeyleri basınçlı su ile yıkanır ve olgunlaştırmak üzere olgunlaştırma odalarına alınır (Özcan, 2003; Anar, 2020).

Türk Sucuğu Standardına göre yağ oranı, ekstra sınıfta %30 veya altında, 1. sınıfta ise %40'ın altında, nem en çok %40, tuz en çok %5, pH değeri en fazla

5,4, protein miktarı ekstra sınıfta en az %18, 1. sınıf sucukta en az %16 olmalıdır (Anonim, 2012).

Bu çalışmada fermente sucuk üretiminde nitrat ve nitritin yerine kekik yağı ve reyhan yağının kullanılması amaçlanmıştır. Bitkisel yağların antioksidan ve koruyucu özelliklerinden yararlanılarak kimyasal nitelikli gıda katkı maddeleri yerine doğal ve zararsız katkı maddeleri kullanımı sağlanmıştır. Bu şekilde et ürünlerine yakışan tat, koku, aroma veren bu maddeler kimyasal katkı maddelerinde olduğu gibi ısı etkisinde de ortamdan kolayca uzaklaşacağı için olumsuz herhangi bir etkisi olmayacaktır. Ayrıca büyük miktarlarda üretilen sucuk ve diğer kütleme uygulanan ürünler için de bir örnek oluşturacağı, böylece toplum sağlığına olumlu etki sağlanacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan Reyhan bitkisi (*Ocimum basilicum*) Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde bulunan Tarla Bitkileri Bölümü'nden; Kekik bitkisi (*Origanum vulgare*), Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Sucuk örnekleri %80 yağsız sığır eti ve %20 kuyruk yağı ana bileşenleri ile birlikte farklı oranlardaki bitki uçucu yağ ekstraktlarıyla gerçekleştirilen 6 farklı uygulama ile üretilmiş ve Bilim, Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (BİTUAM) bünyesinde bulunan fermantasyon/iklimlendirme odasında ilgili standartta (TS 1070) belirtilen koşullar altında fermantasyona bırakılmıştır (TSE, 2012).

2.2. Yöntem

2.2.1. Sucuk üretimi

Bitki uçucu yağları, bitkiler kurutulduktan sonra Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde hidro destilasyon (Neo-Clevenger) yöntemiyle (TS-EN-ISO 6571) elde edilmiştir (TSE, 2011). Sucuk formülasyonu, %80 yağsız sığır eti, %20 kuyruk yağı ana bileşenleri olmak üzere 1 kg için; 25 g tuz, 12 g sarımsak, 4 g sakkaroz, 8 g kırmızı toz biber, 5 g karabiber, 10 g kimyon, 2,5 g yenibahar ve 10 mL laktik asit bakterisi içeren yoğurt mayası olarak belirlenmiştir. Yoğurt mayası 40-45°C'de 20 dakika bekletildikten sonra hamura ilave edilmiştir. 18 kg hazırlanan sucuk hamuru eşit olarak bölünmüş ve aşağıda belirtilen deneme desenine göre kekik ve reyhan uçucu yağları 3'er kg'lık hamura ilave edilerek 6 farklı uygulama şeklinde hazırlanmıştır (Çizelge 1). Her partiden 200'er gramlık 15 adet sucuk yapılmıştır. Sucuklar 16,6-18,0°C arasında %65-68 bağıl nemde olgunlaştırılmıştır. Olgunlaşma sonrası sucuklar vakum paketlenmiş, buzdolabı şartlarında 3 ay süre ile bekletilmiştir. Analizler, 1., 2. ve 3. ayda yapılmıştır. 0. ay analizleri sucuk hamurunda; 1. ay analizleri ise olgunlaşma sonrası (rafa konulduktan sonraki) sucuklardaki yapılan analizlerdir.

Çizelge 1. Kekik ve reyhan uçucu yağı içeren sucuk hamurlarına ait deneme deseni

Uygulama Kodu	Açıklama
1	Kontrol (Uçucu yağ içermeyen)
2	500 mg/kg kekik uçucu yağı içeren
3	500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren
4	500 mg/kg kekik uçucu yağı + 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren
5	1000 mg/kg kekik uçucu yağı + 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren
6	1500 mg/kg kekik uçucu yağı + 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren

2.2.2. Analizler

Fiziko-kimyasal analizler ilk üretim analizleri (0. ay) ve fermentasyon tamamlandıktan sonra (1. ay) olarak yapılmış, raf ömrünü belirlemek için ise buzdolabı şartlarında bekletilen ürünler 1, 2 ve 3. ay süresince mikrobiyolojik ve duyuusal analize tabi tutulmuştur.

Fiziko-kimyasal analizler

Toplam nem, kül, ham protein, ham yağ ile pH değeri AOAC (2002)'ye göre belirlenmiştir. Örneklerin renk yoğunluklarının ölçümünde Minolta (CR-300, Minolta Co., Osaka, Japonya) kolorimetre cihazı kullanılmıştır. Örneklerin tekstür analiz cihazı (TA.XT2 Texture Analyzer, Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY/Stable MicroSystems, Godalming, Birleşik Krallık) ile analizi için Warner Bratzler Shear Force (WBSF) yöntemi uygulanmıştır (Bozkurt ve Bayram, 2006). Warner Bratzler kesme eki (V tipi bıçak seti) kullanılarak sertlik ve gevreklik parametreleri ölçülmüştür. Ölçümler sırasında test hızları 2 mm/s'ye ayarlanmıştır.

Duyusal değerlendirme

Duyusal analizleri gerçekleştirmek için Karaca

Demircioğlu vd. (2013)'nin uyguladığı prosedür modifiye edilmiştir. 7 yarı-eğitilmiş panelist seçilmiş ve sucuk örnekleri renk, koku, tat, ürün içi yağ dağılımı, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından puanlandırılarak (1=çok kötü, 10=çok iyi) değerlendirilmiştir.

Uçucu yağ bileşenleri analizi

Bitki uçucu yağ bileşenleri analizleri Bagamboula vd. (2004)'nin belirttiği metot modifiye edilerek GC-MSQP2020 (Shimadzu, Japonya) kullanılarak, DB-5MS 30m, 0,25mm, 0,25µm kolonu ile gerçekleştirilmiştir. Analizlerde taşıyıcı gaz olarak 3mL/dk akış hızındaki helyum gazı kullanılmıştır. Kolon sıcaklığı 60°C'de 3 dakika bekletildikten sonra 9°C/dk artışla 60°C'den 240°C'ye çıkarılarak 10 dakika bu sıcaklıkta bekletilecek şekilde programlanmıştır. Analizde kullanılacak örnekler 1/10 oranında hekzan (v/v) ile seyreltilmiştir. Reyhan ve kekik ekstraktlarının uçucu bileşen tanımlanmasına ait GC-MS spektrumları alıkonma süreleri (RT) dikkate alınarak Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST2017) kütle spektral kütüphanesi ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Reyhan ve kekik ekstraktlarının uçucu yağ bileşenleri

Reyhan		Kekik	
RT	Bileşen	RT	Bileşen
12.65	Caryophyllene	4.95	Pinene(alpha)
13.47	Methylchavical	5.79	Myrcene
13.54	Meral	5.98	Terpinene(alpha)
14.11	Geranial	6.40	Terpinene(gamma)
14.52	Bisabolene	6.68	Terpinolene
17.06	Methyl eugenal	8.53	Cymene
		8.82	Terpinene-4-ol
		9.52	Borneol
		9.66	Thymol
		10.11	Carvone
		15.83	Carvacrol

Çalışmada kullanılan reyhan uçucu yağı bileşenleri, %2,94 caryophyllene, %65,21 metilchavical, %7,7 neral, %18,99 geranial, %2,13 bisabolene, %2,89 metil eugenal ve Kekik uçucu yağı bileşenleri %84,44 carvacrol, %6,23 cymene, %2,83 terpinene (gamma), %0,99 terpinene (alpha), %0,4, terpinene-4-ol, %0,89 myrcene, %0,87 pinene (alpha), %0,15 carvone, %0,27 terpinolene, %0,7 borneol olarak saptanmıştır.

Mikrobiyolojik analizler

Sucuk örneklerinden 10'ar g tartılarak; aseptik koşullar altında 90 mL fizyolojik tuzlu su çözeltisinde (%0,85 NaCl) homojenize edilmiştir. Ardından aynı çözelti kullanılarak seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Seri dilüsyonlardan, yayma plak yöntemine göre uygun besiyerlerine ekim yapılarak toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam koliform ve maya/küf sayıları belirlenmiştir. TMAB için Plate

Count Agar (PCA, Merck) besiyeri kullanılmış ve petriler, 28°C'de 48 saat inkübe edilmiştir. Toplam koliform için Eosin Metilen Blue Agar (EMB, Merck) besiyeri kullanılmış ve petriler, 37°C'de 24 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Maya ve küf sayımı için ise Potato Dextrose Agar (PDA, Merck) besiyeri kullanılmış ve petriler, 25°C'de 3-5 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır (Anonim, 2002; Halkman vd., 2019). Tüm mikrobiyolojik analizler üç tekerrürlü olacak şekilde yapılmış ve sayım sonuçları log kob/g olarak ifade edilmiştir.

İstatistiksel analizler

Çalışma kapsamında üretilen sucuk örneklerindeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla, analiz sonuçlarının SPSS 25 istatistik programında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Ürün gruplarının ortalama verileri arasındaki farklılıklar karşılaştırılarak (Duncan testi) karşılaştırma gruplarına ait veriler $\alpha=0,05$ güven aralığında test edilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Fiziko-kimyasal analizler

Sucuk örnekleri hazırlanırken ilave edilen uçucu yağ oranları her ne kadar düşük olsa da; bir etkileşim sonrası oluşabilecek muhtemel farklılıkların tespit edilmesi amacıyla fizikokimyasal analizler yürütülmüştür. Analizler, hem üretim sonrasında hem de olgunlaşmanın tamamlanmasını takiben son

üründe gerçekleştirilerek Çizelge 3'de verilmiştir. Olgunlaşmada Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne (Anonim, 2019) uygunluk aranmış ve ürünün ve olgunlaşma sürecinin daha güvenli olması için nem oranının %25 seviyesinde bulunması sağlanarak; 18 günlük süreç içinde olgunlaşma gerçekleşmiştir. Bu çerçevede örneklerin yüzde nem değerleri %54,34-56,54 aralığından %21,23-23,06 değerlerine gerilemiştir. Üretim sonrası gerçekleştirilen nem tayininde elde edilen veriler kapsamında örnekler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Aynı sonuca 1. Ay sonunda gerçekleştirilen son ürün analizinde de ulaşılmıştır.

Sucuk örneklerinin % protein, yağ ve kül tayinlerinde örnekler arasında istatistiksel olarak farklılık önemli bulunmamakla birlikte ($p>0,05$); olgunlaştırma ile birlikte nem miktarlarındaki azalmaya bağlı olarak 1. Ay sonunda, tüm örneklerden elde edilen değerlerde artışlar gözlenmiştir. Son ürün nem miktarları ele alındığında %21-23 değerleri elde edilmiştir. Ergezer vd. (2018) yürüttükleri çalışmada, olgunlaşma sonrasında %37-41'e ayarlanan son ürün nemi ile birlikte yüksek protein (%27,50-28,42) ve yağ (%25,07-28,45) değerlerini tespit etmişlerdir. Protein ve yağ miktarı yüksek, kül miktarı (%4,66-4,96) ise daha düşük nem oranına karşın elde ettiğimiz sonuçlar ile benzerlik göstermiştir. Bu durumun, sucuk hamuru hazırlığında kullanılan yardımcı maddelerin farklı oranlarda kullanımı sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Çizelge3. Sucuk örneklerinin kimyasal analizleri

Uygulamalar		Protein (%)	Yağ (%)	Nem (%)	pH	Kül (%)
0. Ay	1	22,08±0,40	23,23±1,13	54,49±0,61	4,87±0,05	3,12±0,08
	2	21,41±0,36	24,23±0,25	54,38±0,80	4,98±0,09	3,15±0,03
	3	21,40±0,13	24,29±0,69	54,50±0,47	4,94±0,04	3,25±0,13
	4	21,98±0,33	23,58±0,42	56,14±1,19	4,88±0,10	3,29±0,11
	5	21,86±0,24	23,84±0,34	54,34±0,23	4,89±0,60	3,14±0,06
	6	21,94±0,27	23,17±0,92	55,00±0,33	4,92±0,09	3,21±0,09
1. Ay	1	32,13±0,36	37,15±1,12	21,44±0,91	4,86±0,12	4,00±0,62
	2	30,79±1,28	37,12±1,38	23,06±1,21	4,79±0,05	4,66±0,32
	3	32,41±1,13	37,51±0,99	21,23±0,77	4,75±0,02	4,08±0,73
	4	31,74±0,81	35,19±1,36	21,46±0,40	4,75±0,07	4,18±0,37
	5	31,75±0,66	35,66±1,05	22,95±1,08	4,86±0,14	4,74±0,23
	6	31,49±1,05	35,99±0,58	22,99±0,64	4,80±0,03	4,69±0,59

1: Kontrol (Uçucu yağ içermeyen); 2: 500 mg/kg kekik uçucu yağı içeren; 3: 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 4: 500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 5: 1000 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 6: 1500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren

Üretim sonrası örneklerin pH değerleri 4,87-4,98 aralığında iken, olgunlaşma sırasında gerçekleşen laktik asit fermentasyonunun etkisiyle 4,75-4,86 olarak belirlenmiştir. Olgunlaşmış örneklerin pH değerleri benzerlik göstermiş olup ($p>0,05$); uçucu yağ ilavesi pH değerlerinde değişime neden olmamıştır.

Tekstür analizi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4), et kesme kuvveti (N) olgunlaşma sonunda 37,18-

39,91 olarak ölçülmüştür. Fermente kuru sosislerin üretimini takiben 35. gün sonunda gerçekleştirilen tekstür analizlerinde Kamenik vd. (2014) kesme kuvveti değerlerini 30,37-41,43 (N) aralığında tespit etmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar literatürle benzerlik göstermiştir. Sıkılık değerleri (N) ise olgunlaşma sonunda nem oranının azalmasına bağlı olarak artış göstermiştir. Olgunlaşma sonrasında depolama süresince gerçekleştirilen kontrollerde, alınan sonuçlarda herhangi bir farklılık olmamış ve sabit kaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.Sucuk örneklerinin tekstür analizleri

Sucuk örnekleri		Kesme Kuvveti (N)	Sıklık (N)
0. Ay	1	8,58±0,96	1,02±0,05
	2	9,58±0,80	1,00±0,04
	3	9,09±0,29	1,11±0,08
	4	9,44±1,02	1,05±0,07
	5	8,73±1,45	0,95±0,10
	6	8,51±1,28	0,94±0,08
1. Ay	1	37,18±2,12	4,04±0,22
	2	38,11±1,48	3,67±0,45
	3	38,27±0,95	3,89±0,27
	4	38,36±1,74	3,79±0,30
	5	39,91±1,30	4,06±0,17
	6	39,31±2,43	3,65±0,11

1: Kontrol (Uçucu yağ içermeyen); 2: 500 mg/kg kekik uçucu yağı içeren; 3: 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 4: 500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 5: 1000 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 6: 1500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren

Sucuk örneklerinin renk parametrelerinde, üretim sonrası kırmızıya yakın olan rengin olgunlaşma sonrası kahverengine dönmesi, açıktan koyuya doğru eğilim olduğunu göstermiştir. Bu durum *L*, *a* ve *b* değerlerindeki azalmayla açıklanabilir (Çizelge 5). Elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak, Bozkurt ve Bayram (2006) ile El Adab ve Hassouna (2016)

fermente sucuklar üzerine yürüttükleri çalışmalarında, *L* değerlerinde olgunlaşma ile birlikte azalma olduğunu belirtmiştir. Bu durum, olgunlaşma sırasında meydana gelen nem miktarındaki azalışa bağlanmış olmakla birlikte, bu çalışmada da önemli oranda nem kaybı ile bu koyulaşmanın yaşanarak, daha düşük *L* değerleri elde edildiği düşünülmüştür.

Çizelge 5. Sucuk örneklerinin renk analizleri

Sucuk örnekleri		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
0. Ay	1	48,22±1,48	11,42±0,61	16,52±0,94
	2	46,91±0,98	12,91±1,18	17,19±0,57
	3	48,54±1,21	11,82±0,52	16,65±0,45
	4	48,39±1,53	12,39±0,90	17,38±0,91
	5	48,39±0,66	12,66±1,26	16,42±0,77
	6	47,66±0,87	11,76±1,39	16,71±0,83
1. Ay	1	42,37±0,90	6,64±0,63	11,28±0,40
	2	43,41±1,34	7,15±0,14	10,93±0,15
	3	42,60±0,76	7,23±0,37	10,78±0,23
	4	41,06±1,42	7,02±0,50	10,72±0,19
	5	43,86±1,17	6,45±0,52	11,26±0,29
	6	43,50±0,72	7,19±0,65	11,01±0,34

1: Kontrol (Uçucu yağ içermeyen); 2: 500 mg/kg kekik uçucu yağı içeren; 3: 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 4: 500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 5: 1000 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 6: 1500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren

Kurt ve Ceylan (2017) yaptıkları çalışmada fermente sucukların *a* değerlerinde azalma belirlemiş ve bu durumu olgunlaşma sürecinde yaşanabilen miyogloblin ve oksimiyogloblin denatürasyonuna bağlamışlardır. Pérez-Alvarez vd. (1999) İspanyol tipi fermente sosisin *b* değerinin fermantasyon aşamasında azaldığını ve bu azalmanın mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen oksijen tüketiminin neticesinde sarılık değeriyle etkileşimli oksimiyogloblindeki azalmaya bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda, *b* değerindeki azalmanın miyogloblin ve oksimiyogloblin denatürasyonunun yanı sıra ürün formülasyonlarına nitrit ilavesi yapılmamasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

3.2. Mikrobiyolojik analizler

Üretim sonrası ile olgunlaştıktan sonra 4°C'de 1., 2. ve 3. aylarda sucuk numunelerinin mikrobiyal yük (log KOB/g) değişimleri Çizelge 6'da verilmiştir. Genel olarak olgunlaşmadan sonraki 3 aylık depolama süresince tüm mikroorganizma sayılarında azalma gözlenmiş olup bu azalmanın özellikle 1 aylık depolamadan sonra istatistiki açıdan önemli olduğu belirtilmiştir ($p<0,05$). Laktik asit bakterilerinin (LAB), fermente sucuklarda baskın mikroorganizmalar olduğu ve fermantasyondan sorumlu oldukları bilinmektedir (El Adab ve Hassouna, 2016; Sahin vd., 2017). Ayrıca LAB, organik asitler gibi metabolitleri üretmesi nedeniyle de istenmeyen mikroorganizmalar üzerinde inhibisyon etkisine sahiptir (Kurt ve Ceylan, 2017;

Sucu ve Yıldız Turp, 2018; Saricaoğlu ve Turhan, 2019; Demirok Soncu vd., 2020). Yapılan çalışmada da yoğurt mayası kullanılmış olup, depolama sürecinde özellikle 1. ayın sonunda sucukların toplam bakteri florasında LAB baskın suşlar haline geldiği

düşünülmektedir. Depolama sırasında nem oranının düşük olması ve örneklerin soğukta (4°C) muhafaza edilmelerinin mikrobiyal gelişmenin azalmasında etkili olduğu düşünülmektedir (Şimşek ve Kılıç, 2016; Demirok Soncu vd., 2020).

Çizelge 6. Üretim sonrası ile olgunlaştıktan sonra 4°C'de 1., 2. ve 3. aylarda sucuk örneklerinin mikrobiyal sayım (log KOB/g) sonuçları (ortalama ± ss)

Uygulamalar		1	2	3	4	5	6
TMAB	Üretim sonrası	8,93±0,05A,a	8,77±1,06A,a	8,62±0,09A,a	8,54±0,12A,a	8,94±0,33A,a	8,43±0,03A,a
	Olgunlaşma						
	1. ay	8,17±0,02B,ab	8,05±0,02B,ab	7,77±0,16B,ab	6,87±0,02B,ab	8,16±0,01B,ab	8,29±0,05B,ab
	2. ay	7,18±0,01C,b	7,07±0,02C,b	7,13±0,01C,b	6,83±0,04C,b	7,13±0,01C,ab	7,21±0,01C,ab
	3. ay	6,64±0,02D,b	6,47±0,04D,b	6,19±0,03D,b	6,38±0,02D,b	6,43±0,03D,b	6,25±0,04D,b
TOPLAM KOLIFORM	Üretim sonrası	8,70±0,06AB,a	8,21±0,16AB,a	8,24±0,05AB,a	8,30±0,05AB,a	8,06±0,07AB,a	8,14±0,01AB,a
	Olgunlaşma						
	1. ay	5,56±0,06E,ab	5,43±0,17E,ab	5,47±0,13E,ab	5,61±0,15E,ab	5,68±0,20E,ab	5,63±0,33E,ab
	2. ay	3,76±0,19F,b	3,94±0,08F,b	3,55±0,09F,b	3,71±0,12F,b	3,70±0,25F,ab	3,50±0,10F,ab
	3. ay	3,78±0,07F,b	4,21±0,02F,b	3,64±0,01F,b	3,73±0,21F,b	3,88±0,08F,b	4,05±0,16F,b
MAYA/KÜF	Üretim sonrası	8,94±0,11A,a	9,12±0,10A,a	9,18±0,34A,a	8,62±0,02A,a	8,17±0,04A,a	8,42±0,07A,a
	Olgunlaşma						
	1. ay	8,02±0,02B,ab	8,15±0,08B,ab	7,70±0,12B,ab	7,48±0,02B,ab	7,87±0,05B,ab	8,23±0,01B,ab
	2. ay	6,31±0,11CD,b	6,75±0,33CD,b	6,88±0,03CD,b	6,24±0,05CD,b	6,59±0,10CD,ab	6,85±0,02CD,ab
	3. ay	6,65±0,06D,b	6,63±0,06D,b	6,18±0,05D,b	6,55±0,02D,b	6,68±0,02D,b	6,52±0,07D,b

1: Kontrol (Uçucu yağ içermeyen); 2: 500 mg/kg kekik uçucu yağı içeren; 3: 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 4: 500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 5: 1000 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 6: 1500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren

*Aynı sütunda farklı büyük harflerle takip edilen değerler önemli ölçüde farklıdır ($p < 0.05$) ($n = 3 \pm ss$).

*Aynı satırda farklı küçük harflerle takip edilen değerler önemli ölçüde farklıdır ($p < 0.05$) ($n = 3 \pm ss$).

TMAB, toplam koliform ve maya/küf sayımlarında tüm numuneler için sırasıyla yaklaşık olarak 2, 5 ve 2 log birim düşüş görülmektedir. Dolayısıyla LAB'ın koliform mikroorganizmaların gelişmesini önemli ölçüde engellediği ifade edilebilir. Ayrıca, LAB suşlarının mezofilik bakteri ve mayalar için de inhibisyon etkisinin olabileceği bilinmektedir (Lee vd., 2020, Oriola vd., 2017, Ignat vd., 2020). Sucuk numunelerindeki (1'den 6'ya kadar) başlangıçtaki TMAB sayıları sırasıyla; 8,93; 8,77; 8,62; 8,54; 8,94 ve 8,43 log KOB/g'dır. Ardından, 3 aylık depolamanın sonunda bu sayı azalarak 6,19-6,64 log KOB/g aralığında değişmektedir. Bu sonuçlar, Saricaoğlu ve Turhan (2019)'ın ısıtma işlem görmüş sucukların kekik (KEY) veya karanfil esansiyel yağları (KAHEY) içeren mekanik ayrılmış tavuk eti protein solüsyonu (MATEPS) kaplamaları ile yaptıkları çalışması ile karşılaştırıldığında biraz farklılık göstermektedir. Yapılan çalışmada, KEY veya KAHEY içeren MATEPS kaplamalı sucuk numuneleri, 4°C'de 45 günlük depolama süresince 15 günlük aralıklarla incelenmiş ve depolama boyunca toplam canlı sayısının arttığı saptanmıştır. KEY15 (%1,5 kekik esansiyel yağı ile hazırlanmış) ve KAHEY15 (%1,5 karanfil esansiyel yağı ile hazırlanmış) içeren MATEPS kaplanmış örneklerde,

kaplanmamış sucuk (KS) ve sadece MATEPS ile kaplanmış sucuklara (MKS) göre toplam canlı sayısında ise uçucu yağların antimikrobiyal etkisi nedeniyle daha düşük bir artış olmuştur. 30. depolama gününün sonunda KS, MKS ile KEY15 ve KAHEY15 ile kaplanmış sucukların toplam canlı sayımlarında sırasıyla 5,43-5,94, 5,44-5,79, 5,54-5,79 ve 5,48-5,52 log KOB/g şeklinde artış görülmüştür. Yapılan çalışmayla, KEY ve KAHEY içeren kaplama uygulamalarının mikroorganizmaların gelişmesini geciktirdiği gösterilmiştir. Bizim çalışmamızdan farklı olarak yapılan bu çalışmada gözlenen artışın nedeni, uygulanan ısıtma işleminin LAB gelişimini engellemesi olduğu düşünülmektedir. Demirok Soncu vd. (2018) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, 4°C'de 3 aylık depolama süresince kuru fermente sucuklarda yüzeyde küf gelişimine karşı kitosan, kekik veya biberiye esansiyel yağları ile zenginleştirilmiş kitosan ve potasyum sorbat etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, bu çalışmada olduğu gibi her örnekte toplam canlı mikroorganizma sayısı azalma göstermiştir. Depolamanın başlangıcı ile sonu arasında toplam canlı sayısında 8,52-8,34 ile 7,79-7,48 log KOB/g aralığında azalma meydana geldiği ifade edilmiştir. Azalma miktarı bu çalışmaya göre daha düşük olmakla birlikte; esansiyel yağ

uygulamaları arasında bu çalışmadakine benzer şekilde istatistiksel anlamlı farklılık ($p>0,05$) bulunmamıştır.

TMAB sayılarına benzer şekilde, hammaddelerde maya ve küf sayısı 9,18-8,17 log KOB/g aralığında değişirken, 3. aylık depolama sonunda 6,68-6,18 log KOB/g aralığında azalmıştır. Örneklerdeki başlangıçtaki yüksek maya yükü, fermente sucuklarda doğal olarak bulunan maya kültürlerinden (*Candida zeylanoides* ve *Debaryomyces hansenii* gibi) kaynaklanabileceği sonucuna birçok çalışmada ulaşılmıştır. (Ozturk ve Sagdic, 2014; Ozturk, 2015; Ozturk vd., 2021). Uçucu yağ ilave edilen örneklerde; TMAB ve maya/küf sayılarındaki azalma miktarları istatistiksel açıdan önemli olmamakla birlikte diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur ($p>0,05$). Dolayısıyla, kekik (özellikle karvakrol ve timol) ve reyhan uçucu yağları, mikroorganizmaların gelişmesi üzerinde inhibisyon etkisi göstermiştir. Bu durum kekik ve reyhanın hidrofobik özelliğinden kaynaklı antimikrobiyal etkisinden dolayı beklenen bir sonuçtur (Bagamboula vd., 2004; Oussalah vd., 2006; Hussain vd., 2008; Abdollahzadeh vd., 2014; Sharafati-Chaleshtori vd., 2015; Van Haute vd., 2016; Hernández-Hernández vd., 2019; Saricaoğlu ve Turhan, 2019; Sedki vd., 2020). Bu sonuçlara ek olarak, uçucu yağ içeren hiçbir numunede önemli küf gelişimi belirlenmemiştir. Bu durum uçucu reyhan ve kekik yağının antifungal etkileri ile açıklanabilir. Ayrıca, sucuk numunelerindeki (1'den 6'ya kadar) başlangıçtaki toplam koliform sayısı sırasıyla 8,70; 8,21; 8,24; 8,3; 8,06 ve 8,14 log KOB/g olarak bulunmuştur. 3 aylık depolama sonunda sırasıyla 3,78; 4,21; 3,64; 3,73; 3,88 ve 4,05 log KOB/g olarak belirlenmiştir. Saricaoğlu ve Turhan (2019) sucuk örneklerine ısıtıl işlem uygulanması sonucunda herhangi bir koliform gelişimi olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmaya benzer şekilde Van Haute vd. (2016), *Oreganum compactum* (kekik), *Cinnamomum zeylanicum* (tarçın) ve *Thymus zygis* ct. *Thymol* (kekik)'den elde edilen uçucu yağlar ile marine edilmiş balık ve et ürünlerinde, uçucu yağların maya ve küf gelişimini tüm numunelerde etkilediğini ve 6 günlük depolama süresince sadece domuz sırt yağında toplam koliform sayısı üzerinde etkin olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 6'da görüldüğü gibi, uçucu yağlar, birlikte kullanılmak yerine Uygulama 2 ve Uygulama 3'te olduğu gibi tek olarak kullanıldığında mikrobiyal gelişme üzerinde daha etkili olmuştur. Ancak, 3 aylık depolama sonunda TMAB sayımlarında en yüksek azalma Uygulama 5'te görülmüştür; 8,94'ten 6,43 log KOB/g'a düşüş meydana gelmiştir. Yine de, 3 aylık depolamanın sonunda TMAB, toplam koliform, maya ve küf sayımları açısından uçucu yağ uygulamaları arasında istatistiksel açıdan önemli

farklılıklar gözlenmemiştir ($p>0,05$). Bu nedenle, farklı oranlarda uçucu yağların ilave edilmesinin sucukların doğal mikrobiyotasını etkileyemediği düşünülmüştür. Çalışmamızda elde edilen veriler, Demirok Soncu vd. (2018)'nin kekik ya da biberiye esansiyel yağları ile zenginleştirilmiş kitosan kaplı Türk fermente sucukları ile ilgili çalışması ile uyumluluk göstermiştir. Araştırmacılar olgunlaşma sürecinde tüm sucuk örneklerinde TMAB, LAB ve *Micrococcaceae* sayılarında artış gözlemlenmişler, ancak sucuk kaplamalarında kitosan, uçucu yağ ve potasyum sorbat kullanımını arasında ise istatistiksel açıdan önemli bir farklılık belirlemedişlerdir ($p>0,05$).

Sonuç olarak, kekik ve reyhan ya da bunların uçucu yağlarının gıdalarda doğal koruyucu olarak kullanımına, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinden dolayı yaygın olarak rastlanmaktadır. Bu nedenle, mevcut çalışmanın sonuçları, kekik ve reyhan uçucu yağlarının fermente sucuk üretiminde kullanılmasının, olgunlaşma sonrasında 4°C'de 3 aylık depolama süresince sucuğu; mikrobiyolojik olarak olumlu etkilediğini göstermektedir. Fermente sucuklara kekik ve reyhan ekstraktlarının katılması mikrobiyal gelişmeyi 2-5 log KOB/g oranında yavaşlatırken, depolama süresi sonunda örneklerin uçucu yağ oranlarının antimikrobiyal etkisi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kekik ve reyhan esansiyel yağlarının tekli olarak sucuk hamurunda kullanımının mikrobiyal gelişiminin inhibisyonu üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Sucukların; fırınlama, ızgara gibi ısıt işlemlerden sonra tüketilmesi göz önünde bulundurulduğunda mikrobiyal üremenin tamamen engellenememesi bir sorun teşkil etmemektedir. Mikrobiyolojik sonuçlar literatürle uyumlu bulunmuştur. Bu nedenle, fermente sucuk üretiminde yasal olarak kullanımına izin verilen ve raf ömrüne etki eden nitrat ve nitrit yerine aynı etkiyi gösteren, sağlık açısından da faydalı olan kekik ve reyhan ekstraktlarının kullanılması önem kazanmaktadır.

3.3. Duyusal değerlendirme

Sucuk örnekleri yağsız olarak, farklı yapışmaz tavalarda, aynı süre ve sıcaklık ayarında elektrikli ocakta pişirilmiştir. Pişirme işlemi eş zamanlı gerçekleştirilmiş olup; hazırlanan örnekler rastgele numaralandırılmış, sunuma hazır hale getirilmiş, panel odasına alınmış ve duyusal değerlendirmeler numune sıcak iken gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, duyusal parametreler arasında istatistiksel olarak ($p>0,05$) farklılık olmadığı gözlenmiştir.

İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte panelistlerin verdiği puanlar dikkate alındığında, yalnızca kekik uçucu yağı içeren örneğin (Uygulama 2) koku ve lezzet parametrelerinde en yüksek beğeni

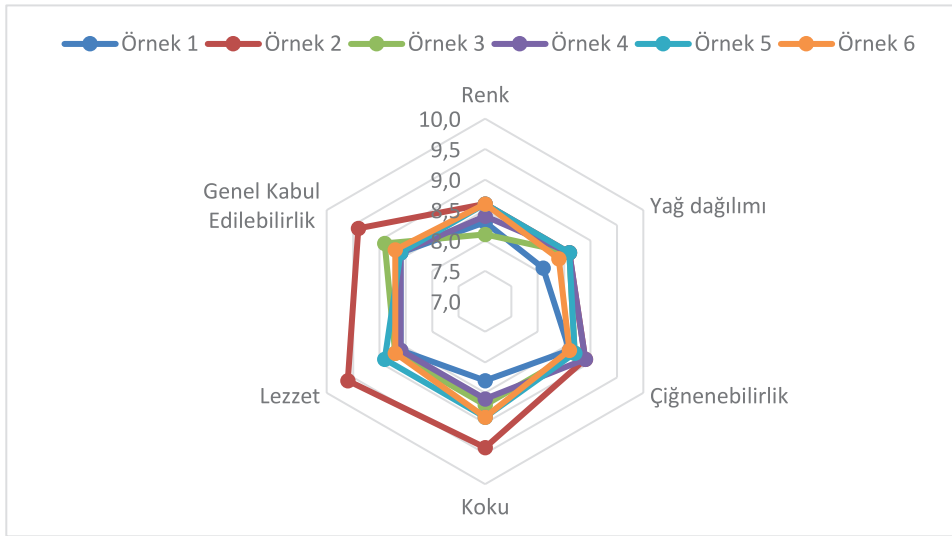
Çizelge 7. Sucuk örneklerinin duyusal analizi

Parametreler	Uygulamalar					
	1	2	3	4	5	6
Renk	8,3±0,5	8,6±0,5	8,1±0,4	8,4±1,0	8,6±1,0	8,6±0,8
Yağ dağılışı	8,1±0,4	8,6±0,8	8,6±0,5	8,6±1,0	8,6±1,1	8,4±0,8
Koku	8,3±0,5	9,4±0,5	8,7±0,8	8,6±1,0	8,9±0,9	8,9±0,4
Lezzet	8,6±0,5	9,6±0,5	8,7±1,0	8,6±0,8	8,9±0,7	8,7±0,5
Çiğnenebilirlik	8,6±0,5	8,9±0,9	8,7±0,8	8,9±0,7	8,7±1,1	8,6±0,5
Genel Kabul Edilebilirlik	8,6±0,5	9,4±0,5	8,9±0,9	8,6±0,8	8,6±0,5	8,7±0,5

1: Kontrol (Uçucu yağ içermeyen); 2: 500 mg/kg kekik uçucu yağı içeren; 3: 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 4: 500 mg/kg kekik uçucu yağı+500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 5: 1000 mg/kg kekik uçucu yağı+500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 6: 1500 mg/kg kekik uçucu yağı+500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren

alan örnek olduğu görülmüştür. Genel kabul edilebilirlik açısından da aynı örneğin, diğer örnekler göre ön plana çıktığı belirlenmiştir. (Çizelge 7.)

Verilerin görsel olarak daha iyi anlatılabilmesi açısından örümcek ağı diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Sucuk örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları

4. Sonuç

Bu çalışmada fermente sucuk üretiminde nitrat ve nitritin yerine geçebileceği düşünülen kekik uçucu yağı ve reyhan uçucu yağının kullanılması amaçlanmıştır. Bitkisel uçucu yağların antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinden yararlanılarak, kimyasal koruyucu katkı maddesi yerine doğal ve zararsız katkı maddelerinin fermente sucuğun fiziko-kimyasal, mikrobiyal ve duyusal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bitkisel uçucu yağların kullanımı fermente sucuk örneklerinde tat, koku ve aroma açısından sorun oluşturmamıştır. Tüm uygulamalarda, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında, toplam koliform grubu bakteri sayısında ve maya-küf sayılarında üç aylık depolama süresince azalma görülmüştür. Büyük miktarlarda üretilen sucuk ile diğer kürlenme uygulanan ürünler için kekik ve reyhan uçucu yağlarının kullanımı toplum sağlığının korunduğu ve gıda güvenliğinin sağlandığı yenilikçi bir uygulama olarak önerilmiştir.

Sucukta rengin kırmızı olması ve satış süresince korunması, bunun yanında hastalık yapıcı ve bozucu

mikroorganizmaların gelişmemesi ile inaktive edilmesi için katkı maddesi olarak nitrat ve nitrit kullanılmaktadır. Bu kimyasallar sucuğu daha cazip göstermekte ve sucuğun rafta kalış süresini artırmaktadır. Bunlar yasal olarak ürüne ilave edilebilse de ürünün yapısında olmayan kimyasal maddelerdir ve aşırı kullanımı ile sağlık üzerine olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Yapılan çalışmada elde edilen bulgular neticesinde beğenilen, besin değeri yüksek ve herhangi bir kimyasal nitelikte katkı maddesi kullanılmadan fermente sucuk üretimi gerçekleştirilmiştir. Sucuk örneklerinde üretim ve olgunlaşma sonrası (1. ay) fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyusal olarak herhangi bir bozulma meydana gelmemiştir. Aynı zamanda kullanılan kekik ve reyhan uçucu yağlarının etkileri istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte genel beğeniyi de artırmıştır. Örneklerde nitrat ve nitrit ilavesiyle korunan kırmızı renk oluşmamıştır. Aslında örneklerde oluşan renk, doğal ve olması gereken bir renktir. Piyasada satılan sucuklarla karşılaştırıldığında daha sert bir sucuk elde edilmiştir. Örneklerin piyasaya göre daha düşük nem

içermesinden dolayı, özellikle protein içeriğiyle besin değeri yükselmiştir. Bu durum tüketici bilinçlenmesi ve bilgilenebilmesi sağlandığı takdirde

5. Kaynaklar

Abdollahzadeh, E., Rezaei, M. and Hosseini, H. (2014). Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: the role of thyme essential oil, nisin, and their combination to control *Listeria monocytogenes* inoculated in minced fish meat. *Food Control*, 35(1), 177-183.

Akgül, A. (1989). Volatile oil composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivating in Turkey. *Nahrung*, 33(1), 87-88.

Anar, Ş. (2020). Et ve Et Ürünleri Teknolojisi. Dora Yayıncılık, Bursa. 470 s.

AOAC. (2002). Official Methods of Analysis. 17th ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Anonim. (2019). Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2018/52. Erişim Tarihi: 14/08/2021.

Bagamboula, C.F., Uyttendaele, M. and Debever, J. (2004). Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiology*, 21(1), 33-42.

Banjari, I. and Hjærtaker, A. (2018). Dietary sources of iron and vitamin B12: Is this the missing link in colorectal carcinogenesis?. *Medical Hypotheses*, 116, 105-110.

Beatović, D., Krstić-Milošević, D., Trifunović, S., Šiljegović, J., Glamočlija, J., Ristić, M. and Jelačić, S. (2015). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of the essential oils of twelve *Ocimum basilicum* L. cultivars grown in Serbia. *Records of Natural Products*, 9, 62-75.

Belitz, H.D., Grosch, W. and Schieberle, P. (2001). *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Biesalski, H. K. (2004). Meat as a component of a healthy diet - Are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet?. *Meat Science*, 70(3), 509-524.

Boada, L.D., Henríquez-Hernández, L.A. and Luzardo, O.P. (2016). The impact of red and processed meat consumption on cancer and other health outcomes: Epidemiological evidences. *Food Chemistry and Toxicology*, 92, 236-244.

Bozdemir, Ç. (2019). Türkiye'de Yetişen kekik türleri, ekonomik önemi ve kullanım alanları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3): 583-594.

Bozkurt, H. and Bayram, M. (2006). Colour and textural attributes of sucuk during ripening. *Meat Science*, 73, 344-350.

aşılabilir, bireylerin organik veya katkısız ürün talebinin arttığı günümüzde toplum tarafından da kabul görebilecektir.

Casaburi, A.M, Conception, A., Cavella, S., Di Monaco, R., Ercolini, D., Toldrá, F. and Villani, F. (2007). Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter cultures. *Meat Science*, 76, 295-307.

Chan, W.K.M., Hakkarainen, K., Faustman, C., Schaefer, D.M., Scheller, K.K. and Liu, Q. (1996). Dietary vitamin effect on color stability and sensory assessment of spoilage in three beef muscles. *Meat Science*, 42(4), 387-399.

Da Silva, W.M.F., Kringel, D.H., De Souza, E.J.D., Da Rosa Zavareze, E. and Dias, A.R.G. (2021). Basil essential oil: Methods of extraction, chemical composition, biological activities, and food applications. *Food and Bioprocess Technology*, doi:10.1007/s11947-021-02690-3

Dalmış, Ü. (2007). Sucukta üretim ve depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimler. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Değirmencioğlu, A., Arslan, M., Gökgözoğlu, İ. ve Tavşanlı, H. (2006). Klasik tip ve ısıl işlem uygulanarak olgunlaştırılan sucukların özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye 9. Gıda Kongresi 24-26 Mayıs, Bolu, Türkiye, s 401-402.

Demirok Soncu, E., Arslan, B., Erturk, D., Kucukkaya, S., Ozdemir, N. and Soyer, A. (2018). Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Turkish fermented sausages (sucuk) coated with chitosan-essential oils. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie (Food Science and Technology)*, 97, 198-204.

Demirok Soncu, E., Ozdemir, N., Arslan, B., Kucukkaya, S. and Soyer, A. (2020). Contribution of surface application of chitosan-thyme and chitosan-rosemary essential oils to the volatile composition, microbial profile, and physicochemical and sensory quality of dry-fermented sausages during storage. *Meat Science*, 166, 108127.

Ekren, S., Sönmez, Ç., Sancaktaroğlu, S. ve Bayram E. (2009). Farklı dikim sıklıklarının fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(3), 165-173.

El Adab, S. and Hassouna, M. (2016). Proteolysis, lipolysis and sensory characteristics of a Tunisian dry fermented poultry meat sausage with oregano and thyme essential oils. *Journal of Food Safety*, 36, 19-32.

Erdoğan Orhan, İ., Özçelik, B., Kartal, M. ve Kan, Y. (2012). Antimicrobial and antiviral effects of essential oils from selected Umbelliferae and Labiatae plants and individual essential oil components. *Turkish Journal of Biology*, 36(3), 239-246.

Ergezer, H., Gökçe, R., Elgin, Ş. ve Akcan, T. (2018). Kızılcık (*Cornus mas* L.) ekstraktı kullanımının sucuk kalite karakteristikleri üzerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(7), 1376-1381.

Erşahin, L. (2006). Diyarbakır ekolojik koşullarında yetiştirilen fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) popülasyonlarının agronomik ve kalite özellikleri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana.

Essid, I. and Hassouna, H. (2013). Effect of inoculation of selected *Staphylococcus xylosum* and *Lactobacillus plantarum* strains on biochemical, microbiological and textural characteristics of a Tunisian dry fermented sausage. *Food Control*, 32, 707-714.

Godfray, H.C.J., Aveyard, P., Garnett, T., Hall, J.W., Key, T.J., Lorimer, J., Pierrehumbert, Ray, T., Scarborough, P., Springmann, M. and Jebb, S. A. (2018). Meat consumption, health, and the environment. *Science*, 361(6399), eaam5324.

Halkman, A.K., Akpınar, M., Ataman, P., Bağder Elmacı, S., Halkman, B., Halkman, H., Koçaker, N., Kolcuoğlu, G., Yolci Ömeroğlu, P., Özçelik, F., Etiz Sağdaş, Ö., Çakmak Sancar, B., Yıldırım, G. ve Yılmaz, A. (2019). Gıda Mikrobiyolojisi. Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd., Ankara, 648 s.

Henikel, K.O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78, 68-76.

Hernández-Hernández, E., Castillo-Hernández, G., González-Gutiérrez, C.J., Silva-Dávila, A.J., Gracida-Rodríguez, J.N., García-Almendárez, B.E., Di Pierro, P., Vázquez-Landaverde, P. and Regalado-González, C. (2019). Microbiological and physicochemical properties of meat coated with microencapsulated Mexican oregano (*Lippia graveolens* Kunth) and Basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oils mixture. *Coatings*, 9(7), 414.

Hussain, A.I., Anwar, F., Sherazi, S.T.H. and Przybylski, R. (2008). Checimal composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chemistry*, 108(3), 986-995.

Ignat, M.V., Salanță, L.C., Pop, O.L., Pop, C.R., Tofană, M., Mudura, E., Coldea, T.E., Borșa, A. and Pasqualone, A. (2020). Current functionality and potential improvements of non-alcoholic fermented cereal beverages. *Foods*, 9(8), 1031.

Ince, K. (1998). Dry fermented sausages. *Meat Science*, 49, 169-177.

Inetianbor, J.E., Yakubu, J.M. and Ezeonu, S.C. (2015). Effects of food additives and preservatives on man- A review. *Asian Journal of Science and Technology*, 6(02), 1118-1135.

Jiménez-Colmenero, F., Ventanas, J. and Toldrá, F. (2010). Nutritional composition of dry-cured ham and its role in a healthy diet. *Meat Science*, 84(4), 585-593.

Kamenik, J., Salakova, A., Borkovcova, I., Pavlik, Z. ve Varlova, L. (2014). The effect of surface mould application to selected properties of dry fermented sausages. *Journal of Microbiolog and Biotechnology Food Science*, 3, 22-27.

Karaca Demircioglu, S., Obuz, E. and Kayaardı, S. (2013). Textural, chemical and sensory properties of döners produced from beef, chicken and ostrich meat. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(6), 917-921.

Kintzios, E.S. (2002). *Oregano: The Genus Origanum and Lippia*, 1st Edition. CRC Press, London, 296 p.

Kurt, Ş. and Ceylan, H.G. (2017). Effects of olive leaf extract on the oxidation stability and microbiological quality of dry fermented sausage (sucuk). *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 9(4), 178-188.

Lee, J.-J., Choi, Y.-J., Lee, M.-J., Park, S.-J., Oh, S.-J., Yun, Y.-R., Min, S.-G., Seo, H.-Y., Park, S.-H. and Lee, M.-A. (2020). Effects of combining two lactic acid bacteria as a starter culture on model Kimchi fermentation. *Food Research International*, 136, 109591.

Ludwig, D.S., Willett, W.C., Volek, J.S. and Neuhaus, M.L. (2018). Dietary fat: From foe to friend?. *Science*, 362(6416), 764-770.

Morrison, J.A., Balcombe, K., Bailey, A., Klonaris, S. and Rapsomanikis, G. (2003). Expenditure on different categories of meat in Greece: The influence of changing tastes. *Agricultural Economics*, 28(2), 139-150.

Muráriková, A., Tažk, A., Neugebauerová, J., Planková, A., Jampilek, J., Mučaji, P. and Mikuš, P. (2017). Characterization of essential oil composition in different basil species and pot cultures by a GC-MS method. *Molecules*, 22(7): 1221.

- Nazlı, B. (1995). Türk fermente sucuğu mikroflorasından elde edilmiş bir starter kültür kombinasyonunun sucuk kalitesi üzerine etkisinin araştırılması. *Istanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21, 217-235.
- Nurzyńska-Wierdak, R., Bogucka-Kocka, A., Kowalski, R. and Borowski, B. (2012). Changes in the chemical composition of the essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) depending on the plant growth stage. *Chemija*, 23, 216-222.
- Ordóñez, J.A., Hierro, E.M., Bruna, J. and de la Hoz, L. (1999). Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39, 329-367.
- Oriola, O.B., Boboye, B.E. and Adetuyi, F.C. (2017). Bacterial and fungal communities associated with the production of a Nigerian fermented beverage, 'Otika.' *Jordan Journal of Biological Sciences*, 10(2), 127-133.
- Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L. and Lacroix, M. (2006). antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. *Meat Science*, 73(2), 236-244.
- Ozturk, I. (2015). Presence, changes and technological properties of yeast species during processing of pastirma, a Turkish dry-cured meat product. *Food Control*, 50, 76-84.
- Ozturk, I. and Sagdic, O. (2014). Biodiversity of yeast mycobiota in "sucuk," a traditional turkish fermented dry sausage: Phenotypic and genotypic identification, functional and technological properties. *Journal of Food Science*, 79(11), M2315-M2322.
- Ozturk, I., Sagdic, O. and Yetim, H. (2021). Effects of autochthonous yeast cultures on some quality characteristics of traditional Turkish fermented sausage "sucuk". *Food Science of Animal Resources*, 41(2), 196-213.
- Öztan, A. (2003). Et bilimi ve teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Kitaplar Serisi Yayın No:1, 4. Baskı, Ankara, 495 s.
- Pérez-Alvarez, J.A., Sayas-Barberá, M.E., Fernández-López, J. and Aranda-Catala, V. (1999). Physicochemical characteristics of Spanish-type dry-cured sausage. *Food Research International*, 32, 599-607.
- Pressman, P., Clemens, R., Hayes, W. and Reddy, C. (2017). Food additive safety. *Toxicology Research and Application*, 1, 1-22.
- Quemener, B., Marot, C., Mouillet, L., Da Riz, V. and Diris, J. (2000). Quantitative analysis of hydrocolloids in food systems by methanolysis coupled to reverse HPLC. Part 1. Gelling carrageenans. *Food Hydrocolloids*, 14(1), 9-17.
- Reinik, M., Tamme, T., Roasto, M., Juhkam, K., Jurtsenko, S., Tenno, T. and Kiis, A. (2005). Nitrites, nitrates and N-nitrosoamines in Estonian cured meat products: Intake by Estonian children and adolescents. *Food Additives and Contaminants*, 22(11), 1098-1105.
- Rywotycki, R. (2002). The effect of selected additives and heat treatment on nitrosamine content in pasteurized pork ham. *Meat Science*, 60, 335-339.
- Sahin, A., Carkcıoglu, E., Demirhan, B. and Candogan, K. (2017). Chitosan edible coating and oxygen scavenger effects on modified atmosphere packaged sliced sucuk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6), 1-8.
- Saltmarsh, M. and Insall, L. (2013). Food Additives and Why They are Used. In: Essentials Guide to Food Additives, M. Saltmarsh (Ed.), pp 52-63. RSC Publishing, U.K.
- Saricaoglu, F.T. and Turhan, S. (2019). Performance of mechanically deboned chicken meat protein coatings containing thyme or clove essential oil for storage quality improvement of beef sucuks. *Meat Science*, 15, 107912.
- Sedki, A.G., El-Zainy, A.R. and Rajab, B.T. (2020). Thyme and clove essential oils as antioxidants and antimicrobial in beef sausage. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 8(5), 117.
- Sharafati-Chaleshtori, R., Rokni, N., Rafieian-Kopaei, M., Drees, F. and Salehi, E. (2015). Antioxidant and antibacterial activity of basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil in beef burger. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(4), 817-826.
- Sienkiewicz, M., Łysakowska, M., Pastuszka, M., Bienias, W. and Kowalczyk, E. (2013). The potential of use basil and rosemary essential oils as effective antibacterial agents. *Molecules*, 18, 9334-9351.
- Simsek, A. and Kilic, B. (2016). Physicochemical and microbiological assessment of ready-to-eat Tuna Doner Kebab during marination, cooking, and different storage conditions. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(3), 423-33.

Souberbielle, J.C., Body, J.J., Lappe, J.M., Plebani, M., Shoenfeld, Y., Wang, T.J., Bischoff-Ferrari, H.A., Cavalier, E., Ebeling, P.R., Fardellone, P., Gandini, S., Gruson, D., Guérin, A.P., Heickendorff, L., Hollis, B.W., Ish-Shalom, S., Jean, G., von Landenberg, P., Largura, A., Olsson, T., Pierrot-Deseilligny, C., Pilz, S., Tincani, A., Valcour, A. and Zittermann, A. (2010). Vitamin D and musculoskeletal health, cardiovascular disease, autoimmunity and cancer: Recommendations for clinical practice. *Autoimmunity Reviews*, 9(11), 709-715.

Stahl-Biskup, S. and Sáez, F. (2019). Thyme: The Genus *Thymus*, 1st Edition. CRC Press, London, 352 p.

Sucu, C. and Yildiz Turp, G. (2018). The investigation of the use of beetroot powder in Turkish fermented beef sausage (sucuk) as nitrite alternative. *Meat Science*, 140, 158-166.

Suman, S.P. and Joseph, P. (2013). Myoglobin chemistry and meat color. *Annual Review of Food Science and Technology*, 4, 79-99.

TSE. (2011). TS EN ISO 6571, Baharat, çeşni maddeleri ve tıbbi bitkiler - Uçucu yağ muhtevası tayini (hidrodistilasyon yöntemi), Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 14/08/2021.

TSE. (2012). TS 1070, Türk Sucuğu, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 14/08/2021.

Van Haute, S., Raes, K., Van der Meeren, P. and Sampers, I. (2016). The effect of cinnamon, oregano and thyme essential oils in marinade on the microbial shelf life of fish and meat products. *Food Control*, 68, 30-39.

Vieira, P.R.N., Morais, S.M.D., Bezerra, F.H.Q., Augusto, P., Ferreira, T., Oliveira, Í.R. and Silva, M.G. (2014). Chemical composition and antifungal activity of essential oils from *Ocimum* species. *Industrial Crops and Products*, 55, 267-271.

Vural, H. and Öztan, A. (1992). Fermente et ürünlerinde nitrozomyoglobin oluşumu ve etkileyen faktörler. *Gıda*, 17(3), 191-196.

Watford, M. and Wu, G. (2018). Protein. *Advances in Nutrition*, 9(5), 651-653.

Yucharoen, R., Anuchapreeda, S. and Tragoolpua, Y. (2011). Anti-herpes simplex virus activity of extracts from the culinary herbs *Ocimum sanctum* L., *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum americanum* L.. *African Journal of Biotechnology*, 10(5), 860-866.

Złotek, U., Michalak-Majewska, M. and Szymanowska, U. (2016). Effect of jasmonic acid elicitation on the yield, chemical composition, and antioxidant and anti-inflammatory properties of essential oil of lettuce leaf basil (*Ocimum basilicum* L.). *Food Chemistry*, 213, 1-7.



Özgün Araştırma/Original Article

Alkalilerle işlemenin mısır samanının besin madde bileşimi, *in vitro* gaz üretimi ve yem değeri üzerine etkisi

Effect of alkali treatment on nutrient composition, *in vitro* gas production and feed value of corn straw

Önder Canbolat*

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, BURSA, TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0001-7139-1334, Doç. Dr.

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

Geliş Tarihi: 22.11.2021

Kabul Tarihi: 12.01.2022

Özet

Amaç: Bu çalışma, farklı alkalilerle işlemenin mısır samanının yem değeri üzerine olan etkilerini saptamayı amaçlamıştır.

Materyal ve yöntem: Araştırmanın yem materyalini hasat sonrası elde edilen mısır samanı oluşturmuştur. Mısır samanı kuru maddesi %50 olacak şekilde sulandırılmış ve sırasıyla; %0 (kontrol), %3 sodyum hidroksit (NaOH), %3 kalsiyum hidroksit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), %3 potasyum hidroksit (KOH) ve %3 kalsiyum oksit (CaO) gibi alkaliler ilave edilmiştir. Alkaliler ile işlenmiş mısır samanı 21 gün sonunda açılmış ve besin madde bileşimleri saptanmıştır. Mısır samanlarının *in vitro* gaz üretimleri, metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirimleri (OMS) *in vitro* gaz üretim tekniği ile saptanmıştır. Gerçek kuru madde sindirimi (GKMS) ile nötr deterjan lif sindirimi (NDFS) ise Daisy inkübatör tekniği ile saptanmıştır. Ayrıca mısır samanlarının nispi yem değeri (NYD) hesaplanmıştır.

Bulgular ve sonuç: Farklı alkalilerle işleme mısır samanının besin madde bileşimini önemli düzeyde etkilemiştir. En yüksek NYD (98,60), %3 NaOH ile işlenmiş mısır samanında bulunmuştur. Sonuç olarak, mısır samanının alkalilerle işlenmesi hem besin madde bileşimini hem de besin maddeleri sindirimini geliştirmiştir. Aynı zamanda *in vitro* gaz üretimi ve NYD özelliklerini de olumlu yönde etkilemiştir. En etkili alkali işleme yönteminin ise %3 NaOH olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: mısır samanı, kimyasal işleme, besin madde bileşimi, sindirilebilirlik, *in vitro* gaz üretimi

Abstract

Objective: This study aimed to determine the effects of treatment with different alkalis on the feed value of corn straw.

Material and method: The feed material of the study consisted of corn straw obtained after harvest. Corn straw was diluted to 50% dry matter and respectively; alkalis such as 0% (control), 3% sodium hydroxide (NaOH), 3% calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), 3% potassium hydroxide (KOH) and 3% calcium oxide (CaO) were added. Corn straw treated with alkali was opened after 21 days and nutrient compositions were determined. *In vitro* gas production, metabolic energy (ME) and organic matter digestion (OMS) of corn straw were determined by *in vitro* gas production technique. True dry matter digestion (GKMS) and neutral detergent fiber digestion (NDFS) were determined by the Daisy incubator technique. In addition, the relative feed value (RFV) properties of corn straw were calculated.

Results and conclusion: Treatment with different alkalis significantly affected the nutrient composition of corn straw. The highest NYD (98.60) was found in corn straw treated with 3% NaOH. As a result, treatment of maize straw with alkalis improved both nutrient composition and nutrient digestion. It also positively affected *in vitro* gas production and relative feed value (NRV). It was concluded that the most effective alkali treatment method was 3% sodium hydroxide (NaOH).

Keywords: corn straw, chemical processing, nutrient composition, digestibility, *in vitro* gas production

1. Giriş

Ruminantların beslenmesinde kaliteli kaba yem kaynaklarının (yem bitkileri, çayır-mer'alar vb.) yetersiz olması (Mohamoud Abdi ve Kılıç, 2018), yeni yem kaynaklarının kullanımını gündeme getirmektedir. Bu yem kaynaklarından birisini de dane hasadı sonrası tarlada kalan mısır sapsarı (mısır samanı) oluşturmaktadır (Gao vd., 2019; He vd., 2019).

Mısır hem dünyada hem de Türkiye'de üretimi yapılan ve hayvan beslemede kullanılan önemli yemlerin başında gelmektedir (Abera vd., 2018; Gao vd., 2019; You vd., 2019). Türkiye'de dane mısır ekim alanı 6.916.324 dekar olup, yaklaşık 6,5 milyon ton mısır elde edilmektedir (TÜİK, 2021). Koçanları alınmış mısırın yaklaşık %61-73'ü atık olarak kalmaktadır (Fritz vd., 2001). Buna göre yaklaşık 16-24 milyon ton mısır sapı kaldığı hesaplanabilir. Bu miktar mısır sapı özellikle ruminant hayvan beslemede önemli bir yem kaynağı olma potansiyeline sahiptir (Fritz vd., 2001; Mustafa vd., 2004; Canbolat vd., 2016; He vd., 2019).

Mısır samanı düşük protein ve enerji içeriğine sahip olup, yüksek düzeyde selüloz ve hücre duvarı bileşenleri içermektedir (nötr deterjan lif: NDF yaklaşık %70) (Li vd., 2014; Abera vd., 2018; Gao vd., 2019). Mısır samanı yüksek ligno-selülozik madde içerdiği için düşük sindirilebilirliğe sahip olduğu bildirilmektedir (Wilkinson vd., 1979; Gao vd., 2019). Bu tip yemlerin hem sindirim hem de yem değerini artırmak için hayvan sağlığı açısından risk taşımayan sodyum hidroksit (NaOH), kalsiyum hidroksit (Ca(OH)₂), potasyum hidroksit (KOH), kalsiyum oksit (CaO) ve üre (CH₄N₂O) gibi kimyasallardan yararlanılmaktadır (Chaudhry, 2000; Shreck vd., 2011; Taddess vd., 2016; Casperson vd., 2017; Abera vd., 2018; You vd., 2019).

Alkali karakterli NaOH, Ca(OH)₂, KOH ve CaO ile işlenen kaba yemlerin hücre duvarında yer alan asetik asit, fenolik asitler, selüloz ve hemiselüloz gibi bileşikler ile lignin arasındaki ester bağlarının sabunlaşma etkisi ile kırıldıkları bildirilmektedir (Fahey vd., 1993; Harada vd., 2001; Canbolat vd., 2007; Shreck vd., 2011; You vd., 2019). Böylece bitki hücre duvarında bir kabarma ortaya çıkararak sindirim ve mikrobiyal enzimlere daha açık hale gelecekleri vurgulanmaktadır (Canbolat vd., 2007; Shreck vd., 2011; Karabulut ve Filya 2016; You vd., 2019). Bu yolla selüloz, NDF ve hemiselülözün sindirilme derecesinin arttığı bildirilmektedir (Arisoy, 1998; Canbolat vd., 2007; Watson vd., 2015; Donnelly vd., 2018; You vd., 2019).

Bu çalışmada, mısır samanını NaOH, Ca(OH)₂, KOH ve CaO ile işlemenin besin maddeleri içeriği, *in vitro* gaz üretimi, sindirim derecesi ile nispi yem değeri (NYD) üzerine olan etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Yem ve rumen sıvısı materyali

Yem materyalini Bursa ili Karacabey ilçesinde üretimi yapılan birinci ürün dane mısırın hasat sonunda arta kalan ve güneş altında kuruyan mısır sapı oluşturmuştur. Mısır sapı denemede kullanılmadan önce parçalanarak mısır samanı haline getirilmiş ve bu hali ile kullanılmıştır. *In vitro* gaz üretim tekniğinin uygulanması için gereken rumen sıvısı (RS), mezbahada kesilmiş 3 baş Karacabey Merinosu koçtan temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Deneme yemlerinin hazırlanması

Hasat sonrası güneş altında kurumuş olan mısır sapı, makinede parçalanarak saman haline dönüştürülmüştür. Mısır samanları 10 kg'lık 5 eşit parçaya ayrılmıştır. Daha sonra kuru maddesi (KM) %50 olacak şekilde sulandırılmıştır. %50 oranında sulandırma işlemi Shreck vd., (2011)'nin önerileri doğrultusunda belirlenmiştir. Bu oranda sulandırma esas alınarak mısır samanları sırasıyla; %0 (kontrol: su), %3 NaOH, %3 Ca(OH)₂, %3 KOH ve %3 CaO ilave edilerek işlenmişlerdir. Kimyasal uygulama sonunda her bir uygulama grubu (3 tekrarlı olacak şekilde) 1,5 L'lik cam kavanozda silolanmıştır. Kavanozlar silolanmanın 21. gününde açılmıştır. Açılan örnekler 65°C'de kurutulup 1,0 mm çapında elek genişliğine sahip değirmende öğütülerek kimyasal analizlerde, *in vitro* gaz üretiminde ve sindirim analizlerinde kullanılmıştır.

2.2.2. *In vitro* gaz üretim tekniğinin uygulanması

Mısır samanlarının *in vitro* gaz üretimi, organik madde sindirimi (OMS) ve metabolik enerji (ME) düzeyinin saptanmasında Menke ve Steingass (1988) tarafından bildirilen "*in vitro* gaz üretim tekniği" kullanılmıştır. Mısır samanları 3 paralel olacak şekilde özel cam şiringalara (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee-Ettleschie, Germany) yaklaşık 200±15 mg olacak şekilde konmuş ve daha sonra üzerine RS ve tampon çözeltisinden 30 ml ilave edilmiştir (Menke vd., 1979). Bu şekilde hazırlanan cam şiringalar 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saat süreyle 39°C'de su banyosunda inkübasyona alınarak üretilen gaz miktarları ölçülmüştür.

Mısır samanlarının OMS ve ME içerikleri aşağıdaki eşitlikler ile hesaplanmıştır (Menke ve Steingass, 1988).

$$\text{OMS (\%)} = 15,38 + 0,8453 \times \text{GÜ} + 0,0595 \times \text{HP} + 0,0675 \times \text{HK}$$

$$\text{ME (MJ/kg KM)} = 2,20 + 0,1357 \times \text{GÜ} + 0,0057 \times \text{HP} + 0,0002859 \times \text{HY}^2$$

GÜ: 200 mg yem örneğinin 24 saate ürettiği net gaz miktarı

HP (g/kg KM): Ham protein

HY (g/kg KM): Ham yağ

HK (g/kg KM): Ham kül

2.2.3. Daisy inkübatör tekniğinin uygulanması

Mısır samanlarının gerçek kuru madde sindirimi (GKMS) ve nötr deterjan lif sindirimi (NDFS) Ankom Daisy^{II} inkübatörü kullanılarak saptanmıştır (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA, 2008). Öğütülmüş olan mısır samanları her biri 3 paralel olacak şekilde tekniğe özel torbalara (F57) 0,5 g tartılarak ağız mühürlenmiştir. Daha sonra tekniğe özel cam kavanoza konmuş ve üzerine 2 L'lik inkübasyon sıvısı (1.600 mL tampon çözeltisi + 400 mL rumen sıvısı) CO₂ gazı eşliğinde ilave edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan cam kavanozlar 48 saat süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi dolunca tüm torbalar kavanozlardan çıkartılıp çeşme suyu altında yıkandıktan sonra 105°C'deki etüvde 4 saat kurutulmuşlardır. Etüvden çıkartılan torbalar tartıldıktan sonra KM bazında GKMS ile NDF analizine tabi tutularak NDFS lif sindirimi hesaplanmıştır.

2.2.4. Nispi yem değerinin saptanması

Mısır samanının NYD indeksi Rohweder vd. (1978) tarafından bildirilen ve aşağıda verilen formüllere göre hesaplanmıştır.

KMS (Kuru madde sindirilebilirliği) (%) = 88,9 - (0,779 × %ADF)

KMT (Kuru madde tüketimi) (% Canlı ağırlık: CA) = 120 / %NDF

NYD (Nispi yem değeri) = KMS × KMT / 1,29

Çizelge 1. Farklı alkalilerle işlenmiş mısır samanının besin madde bileşimi (%)

Besin unsurları (%)	Kontrol	NaOH	Ca(OH) ₂	KOH	CaO	SH*
Organik madde (OM)	93,09 ^a	92,79 ^{bc}	92,74 ^c	92,81 ^b	92,82 ^b	0,028
Ham kül (HK)	6,90 ^c	7,21 ^{ab}	7,26 ^a	7,19 ^b	7,18 ^b	0,028
Ham protein (HP)	4,21 ^a	4,18 ^b	4,18 ^b	4,17 ^b	4,17 ^b	0,011
Ham yağ (HY)	1,22 ^a	1,21 ^a	1,21 ^a	1,22 ^a	1,21 ^a	0,015
Nötr deterjan lif (NDF)	73,41 ^a	59,79 ^d	63,27 ^c	60,90 ^d	64,94 ^b	0,648
Asit deterjan lif (ADF)	42,86 ^a	32,78 ^c	35,13 ^c	34,11 ^d	36,96 ^b	0,474
Asit deterjan lignin (ADL)	6,87 ^a	5,51 ^d	6,12 ^c	6,22 ^c	6,35 ^b	0,059
Sellüloz (S)	35,99 ^a	27,28 ^d	29,01 ^c	27,89 ^d	30,60 ^b	0,442
Hemiselüloz (HS)	30,55 ^a	27,01 ^d	28,15 ^c	26,79 ^d	27,98 ^b	0,762

NaOH: Sodyum hidroksit; Ca(OH)₂: Kalsiyum hidroksit; KOH: Potasyum hidroksit; CaO: Kalsiyum oksit; *Standart hata. Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0,05)

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Alkalilerle işlenmiş mısır samanının besin madde bileşimi

İşlenmemiş ve farklı alkalilerle işlenmiş mısır samanının ham besin madde bileşimleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Nispi yem değeri yemlerin bileşiminde %41 ADF ve %53 NDF olduğunda 100 olarak standart kabul edilir (Rohweder vd., 1978). Bu değer 100'den büyük olması yemin kalitesinin yüksek olmasına, düşük olması ise yemin kalitesinin düşük olduğunun bir göstergesi olarak kullanılmaktadır.

2.3. Kimyasal analizler

Mısır samanları 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek analizlerde kullanılmıştır. Mısır samanlarının analizleri her bir grup için 4 tekerrür olarak yapılmıştır. Mısır samanlarının KM içerikleri 105°C'de 4 saat etüvde kurutulmuşlardır. HK içeriği ise 550°C'de 4 saat kül fırınında yakılarak saptanmıştır. Azot (N) içeriğinin saptanmasında Kjeldahl metodundan yararlanılmıştır. HP ise N×6,25 formülü ile hesaplanmış ve HY analizi yapılmıştır (AOAC 2000). Mısır samanlarının hücre duvarı bileşenlerini oluşturan NDF, asit deterjan lif (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) içerikleri ise Van Soest ve Robertson (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA) cihazı kullanılarak analiz edilmiştir.

2.4. İstatistiksel analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde ortalamalar arasındaki farklılıkların saptanmasında varyans analizinden (General Linear Model) (Minitab, 1996) ve görülen farklılıkların önem seviyelerinin belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (Snedecor ve Cochran, 1967).

Araştırmada kullanılan mısır samanına alkali ilavesi HK içeriğini artırırken, OM içeriğini önemli düzeyde düşürmüştür (p<0,05). En yüksek HK %7,26 ile %3 Ca(OH)₂ ile işlenmiş mısır samanında saptanmıştır. Mısır samanının alkali ile işlenmesi HP içeriğini düşürmüştür. En yüksek HP %4,21 ile kontrol mısır silajında bulunmuştur (p<0,05). Mısır samanının HP içeriği Li vd., (2014)'nin (%4,05) bildirdikleri sonuçlarla benzer. Gao vd., (2019)'nin bildirdikleri değerlerden (%5,01-9,01) ise düşük olarak saptanmıştır.

Mısır samanının alkali ile işlenmesi hücre duvarı (NDF, ADF, ADL, HS ve S) bileşenlerini önemli düzeyde etkilemiş ve düşürmüştür ($p<0,05$). Mısır samanının NDF, ADF ve S içeriği sırasıyla; %59,79-73,41, %32,78-42,86 ve %27,28-35,99 arasında saptanmıştır. En düşük NDF, ADF ve S içeriği %59,79, %32,78 ve %27,28 ile %3 NaOH ile işlenmiş mısır samanı grubunda bulunmuştur. Kaba yemleri alkalilerle işleme ile yemlerin hücre duvarında yer alan asetik asit, fenolik asitler, selüloz ve hemiselüloz gibi bileşikler ile lignin arasındaki ester bağlarının (ligno-selülozik) sabunlaşma etkisiyle kırılması (Harada vd., 2001; Canbolat vd., 2007; Huntley vd., 2015; Karabulut ve Filya, 2016; Casperson vd., 2018;

You vd., 2019) sonucu, hücre duvarı bileşenlerinin düştüğünü bildiren çalışmalar mevcuttur (Casperson vd., 2018; Abera vd., 2018; You vd., 2019). Casperson vd. (2018) mısır samanında $Ca(OH)_2$ ile yaptıkları çalışmada hücre duvarı bileşenlerinden NDF ve ADF içeriğini önemli düzeyde düşürdüğünü bildirmişlerdir.

3.2. Alkalilerle işlenmiş mısır samanının *in vitro* gaz üretimi

İşlenmemiş ve farklı alkalilerle işlenmiş mısır samanının *in vitro* gaz üretimi Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı alkalilerle işlenmiş mısır samanının *in vitro* gaz üretimi (mL/200 mg KM)

İnkübasyon süresi (saat)	Kontrol	NaOH	Ca(OH) ₂	KOH	CaO	SH*
3	8,75 ^d	13,04 ^a	11,75 ^b	12,14 ^{ab}	10,24 ^c	0,524
6	19,27 ^d	26,27 ^a	23,27 ^b	24,77 ^{ab}	21,27 ^c	1,027
12	33,65 ^e	41,88 ^a	37,85 ^c	39,98 ^b	35,75 ^d	0,883
24	43,52 ^e	53,35 ^a	47,91 ^c	50,55 ^b	45,72 ^d	0,412
48	49,06 ^e	58,77 ^a	53,86 ^c	56,97 ^b	51,46 ^d	0,610
72	53,06 ^e	62,09 ^a	57,26 ^c	60,19 ^b	55,16 ^d	0,703
96	54,37 ^e	63,35 ^a	58,97 ^c	61,35 ^b	56,67 ^d	0,748

NaOH: Sodyum hidroksit; Ca(OH)₂: Kalsiyum hidroksit; KOH: Potasyum hidroksit; CaO: Kalsiyum oksit; *Standart hata. Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)

Mısır samanı ve farklı alkalilerle işlemlerden geçirilmiş mısır samanlarının *in vitro* gaz üretimini tüm inkübasyon süreleri önemli düzeyde artırmıştır ($p<0,05$). Alkalilerle işlemde geçirilmiş mısır samanının 96 saatlik *in vitro* gaz üretimi 54,37 ile 63,35 mL/200 mg KM arasında değişmiştir. En yüksek gaz üretimi 63,35 mL ile %3 NaOH'li mısır samanı grubunda, en düşük ise 54,37 mL ile kontrol mısır samanı grubunda saptanmıştır. Bunları sırasıyla; KOH, Ca(OH)₂ ve CaO ile işleme izlemiştir.

Alkali uygulamaların mısır samanının *in vitro* gaz üretimini artırması alkali uygulamaların hücre duvarında bulunan ligno-selülozik bağları parçalayarak selüloz sindirimini artırmasının bir sonucu olarak gaz üretimin artması ile açıklanabilmektedir (Ben Salem ve Smith, 2008; Mokhtarpour ve Jahantigh, 2018; Canbolat, 2020). Alkalilerle işleme mısır samanının hücre duvarında yer alan selüloz ve hemiselüloz gibi bileşikler ile lignin arasındaki ester bağlarını kırarak (Harada vd., 2001; Chaudhry, 2000; Canbolat vd., 2007; Shreck vd., 2011; Karabulut ve Filya, 2016; Taddess vd.,

2016; Casperson vd., 2018; Abera vd., 2018; You vd., 2019), besinleri mikroorganizmalara ve bunların üretmiş oldukları enzimlere açık hale getirmesi ile açıklanabilir (Arısoy, 1997; Shreck vd., 2011; Karabulut ve Filya, 2016). Canbolat vd. (2007) buğday samanını farklı dozlarda NaOH ile işlemişler ve NaOH dozunun artışına bağlı olarak *in vitro* gaz üretimi arttığını ortaya koymuşlardır. Liu vd. (2002) de pirinç samanına NaOH uygulamışlar ve NaOH uygulamasının *in vitro* gaz üretimini artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca Canbolat (2020), yürüttüğü bir diğer çalışmada saz bitkisini %3 NaOH ile işlemiş ve NaOH ile işlemenin *in vitro* gaz üretimini önemli düzeyde ($p<0,05$) artırdığını bildirmiştir. Bu çalışmanın sonuçları literatürle uyum içerisinde bulunmuştur.

3.3. Alkalilerle işlenmiş mısır samanının metabolik enerji ve sindirimi

İşlenmemiş ve farklı alkalilerle işlenmiş mısır samanının ME, GKMS, OMS ve NDFS içerikleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Farklı alkalilerle işlenmiş mısır samanının metabolik enerji ve *in vitro* sindirim özellikleri

Parametreler	Kontrol	NaOH	Ca(OH) ₂	KOH	CaO	SH*
Metabolik enerji (MJ/kg KM)	8,38 ^e	9,58 ^a	8,98 ^c	9,33 ^b	8,68 ^d	0,055
Gerçek kuru madde sindirimi (%)	53,47 ^d	58,10 ^a	57,32 ^{bc}	56,38 ^{ab}	55,38 ^c	0,583
Organik madde sindirimi (%)	52,80 ^d	60,37 ^a	56,62 ^c	58,84 ^b	56,76 ^c	0,535
Nötr deterjan lif sindirimi (%)	49,11 ^d	58,87 ^a	57,32 ^b	58,01 ^b	52,26 ^c	0,447

ME: Metabolik enerji; GKMS: Gerçek kuru madde sindirimi; OMS: Organik madde sindirimi; NDFS: Nötr deterjan lif sindirimi; NaOH: Sodyum hidroksit; Ca(OH)₂: Kalsiyum hidroksit; KOH: Potasyum hidroksit; CaO: Kalsiyum oksit; *Standart hata. Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)

İşlenmemiş ve farklı alkalilerle işlenmiş mısır samanının ME içerikleri 8,38-9,58 MJ/kg KM arasında değişmiş ve alkali uygulama ME düzeyini önemli derecede etkilemiştir ($p<0,05$). Metabolik enerji en yüksek 9,58 MJ/kg KM ile %3 NaOH'lı mısır samanı grubunda saptanmıştır. Bunu sırasıyla; %3 KOH, %3 Ca(OH)₂, %3 CaO ve kontrol mısır samanı izlemiştir. Alkali uygulamaları mısır samanının ME içeriğini geliştirmiştir. Araştırmada mısır samanı ME düzeyi Gao vd. (2019)'nin bildirdiği sonuçlar (6,46-9,66 MJ/kg KM) ile benzerlik göstermiştir.

İşlenmemiş ve farklı alkalilerle işlenmiş mısır samanının *in vitro* koşullarda GKMS, OMS ve NDFS düzeyleri ele alındığında kontrol grubuna göre önemli miktarda artış görülmüştür ($p<0,05$). Mısır samanı ve farklı alkalilerle işleminden geçirilmiş mısır samanlarının GKMS, OMS ve NDFS içerikleri sırasıyla; %53,47-58,10, %52,80-60,37 ve %49,11-58,87 arasında değişmiştir. Mısır samanının GKMS, OMS ve NDFS değerleri üzerine en etkili muamele %3'lük NaOH uygulaması ile olmuştur. Bunu sırasıyla; %3 KOH, %3 Ca(OH)₂, %3 CaO ve kontrol mısır samanı izlemiştir. Mısır samanını alkalilerle işleme, samanın yapısında bulunan hücre

duvarındaki ligno-selülozik bağları kırarak mısır samanının mikroorganizmalara ve enzimlere açık hale getirmesi ile sindirimi artırdığı söylenebilir (Arisoy, 1997; Harada vd., 2001; Chaudhry, 2000; Liu vd., 2002; Canbolat vd., 2007; Shreck vd., 2011; Karabulut ve Filya, 2016; Canbolat, 2020). Mısır samanının GKMS değerleri Methu vd. (2001), Shreck vd. (2011) ile Gao vd. (2019)'nin bildirdikleri sonuçlarla; NDFS değerleri de Li vd. (2014)'nin sonuçları ile benzer bulunmuştur. Öte yandan OMS değerleri Avcı vd. (2013)'nin mısır sapında saptanmış oldukları %49,83'den daha yüksek bulunmuştur.

3.4. Alkalilerle işlenmiş mısır samanının nispi yem değeri

İşlenmemiş ve farklı alkalilerle işlenmiş mısır samanının yem değeri özellikleri Çizelge 4'de verilmiştir. Farklı alkalilerle işlenmiş mısır samanının KMS, KMT ve NYD'yi kimyasal işlemekten önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0,05$). Mısır samanının alkalilerle işlenmesi KMS, KMT ve NYD'yi olumlu yönde etkileyerek geliştirmiştir. Mısır samanı ve alkalilerden geçirilmiş mısır samanının KMS, KMT ve NYD içerikleri sırasıyla; %55,51-63,36; 1,63-2,01 ve 70,34-98,60 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4. Farklı alkalilerle işlenmiş mısır samanının nispi yem değeri özellikleri

Parametreler	Kontrol	NaOH	Ca(OH) ₂	KOH	CaO	SH*
Kurum madde sindirim (KMS). %	55,51 ^e	63,36 ^a	61,53 ^c	62,32 ^b	60,11 ^d	0,349
Kuru madde tüketimi (KMT, CA%)	1,63 ^e	2,01 ^a	1,89 ^c	1,97 ^b	1,85 ^d	0,019
Nispi yem değeri (NYD)	70,34 ^e	98,60 ^a	90,47 ^c	95,19 ^b	86,11 ^d	1,132

NaOH: Sodyum hidroksit; Ca(OH)₂: Kalsiyum hidroksit; KOH: Potasyum hidroksit; CaO: Kalsiyum oksit; *Standart hata. Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)

Mısır samanının KMS, KMT ve NYD üzerine en etkili kimyasal işleme %3 NaOH ile işleme olmuştur. En düşük ise kontrol grubunda saptanmıştır. Bunu sırasıyla; %3 KOH, %3 Ca(OH)₂ ve %3 CaO grupları izlemiştir. Özellikle alkalilerle muamele NYD açısından değerlendirildiğinde %3 NaOH grubunda 98,60 değeri 100'e en yakın değer olmuştur. Bu değer 100'e yakın olması yemin memnuniyet verici düzeyde kaliteli olduğunu göstermektedir (Rohweder vd., 1978). Mısır samanını alkalilerle işlemenin hücre duvarındaki ligno-selülozik bağları kırması (Arisoy, 1997; Harada vd., 2001; Chaudhry, 2000; Liu vd., 2002; Casperson vd., 2018; You vd., 2019; Canbolat, 2020) ve NDF ile ADF düzeylerinin azalmasının bir sonucu olarak NYD'nin arttığı söylenebilir. Araştırmada mısır samanında saptanan KMS, KMT ve NYD değerleri %3 NaOH ile işlenmiş saz bitkisi ile çalışan Canbolat (2020)'nin bildirdiği değerlerden ve koçansız mısır silajı ile çalışan Canbolat vd. (2016)'nin bildirdikleri değerlerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu farklılığın mısır silajının biçim zamanından kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

4. Sonuç ve öneriler

Bu araştırmada, farklı alkalilerle (%0 kontrol (su), %3 NaOH, %3 Ca(OH)₂, %3 KOH ve %3 CaO) işlenmiş mısır samanının besleme değerleri ortaya konulmuştur. Mısır samanının alkalilerle işlenmesi başta besin maddeleri olmak üzere *in vitro* gaz üretimi, besin madde sindirimi, metabolik enerji ve nispi yem değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir ve geliştirmiştir ($p<0,05$). Yukarıda sıralanan parametreler üzerine en etkili kimyasal işlem %3 NaOH ile işleme olmuş; bunu %3 KOH, %3 Ca(OH)₂, %3 CaO ve kontrol grubu izlemiştir. Hayvan beslemede mısır samanı kullanımı sırasında NaOH başta olmak üzere KOH, Ca(OH)₂ ve CaO ile işlemenin önemli yararlar sağlayacağı söylenebilir. Ruminant beslemede mısır samanının kullanımına yönelik sınırlı çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar, genellikle *in vitro* tekniklere dayanmaktadır. Durum bu açıdan değerlendirildiğinde mısır samanının (mısır sapı) hayvan beslemede kullanılmasına yönelik *in vitro* ve *in vivo* çalışmaların yapılmasına gerek olduğu söylenebilir.

5. Kaynaklar

Abera, F., Urge, M. and Animut G. (2018). Feeding value of maize stover treated with urea or urea molasses for hararghe highland sheep. *The Open Agriculture Journal*, 12(1), 84-94.

DOI:10.2174/1874331501812010084

AOAC. (2000). Official methods of analysis. 17th ed. 5th rev. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA. 930-954.

Arisoy, M. (1998). The effect of sodium hydroxide treatment on chemical composition and digestibility of straw. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 22,165-170.

Avcı M., Kaplan O. ve Denek N. (2013). Değişik katkılarla hazırlanan mısır sapı haylaj kalitesinin belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2(1) 32-35.

Ben Salem, H. and T. Smith. (2008). Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. *Small Ruminant Research*, 77(2-3), 174-194.

Canbolat, Ö., Karasu, A., Bayram, G., Filya, İ. ve Kamalak, A. (2016). Farklı ekim yoğunluğunun koçansız şeker mısırı silajlarının besleme değeri, silaj kalite özellikleri ve besin madde verimi üzerine etkisi. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30 (1), 101-112.

Canbolat, O., Ozgur, C.O. and Kamalak, A. (2007). Effects of NaOH treatment on condensed tannin contents and gas production kinetics of tree leaves. *Animal Feed Science and Technology*, 138 (2), 189-194. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2007.06.024

Canbolat, Ö. (2020). Farklı kimyasal işlemlerin saz bitkisinin besin madde bileşimi ve yem değeri üzerine etkisi. 4th International Congress On Agriculture, Animal Science and Rural Development. 12-14 June 2020, 144-158. Ankara, Turkey. (Sözlü Bildiri-Tam Metin).

Casperson, B.A., Wertz-Lutz, A.E., Dunn, J.L. and Donkin, S.S. (2018). Inclusion of calcium hydroxide-treated corn stover as a partial forage replacement in diets for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(3), 2027-2036. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13180>

Chaudhry, A.S. (2000). Rumen degradation *in sacco* in sheep of wheat straw treated with calcium oxide, sodium hydroxide and sodium hydroxide plus hydrogen peroxide. *Animal Feed Science and Technology*, 83, 313-323. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(99\)00134-0](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(99)00134-0) Donnelly, D. M., de Resende, L. C., Cook, D. E., Atalla, R. H. and Combs D. K. (2018). Technical note: A comparison of alkali treatment methods to

improve neutral detergent fiber digestibility of corn stover. *Journal of Dairy Science*, 101, 9058-9064. DOI: 10.3168/jds.2017-14317

Fahey, G.C., Bourquin, L.D., Titgemeyer, E.C. and Atwell, D.G. (1993). Postharvest treatment of fibrous feedstuffs to improve the nutritive value. P.715-766 in Forage Cell Wall Structure and Digestibility. H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield, and J. Ralph, ed. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.

Fritz, V.A., Randall, G.W. and Rosen. C.J. (2001). Characterization and utilization of nitrogen contained in sweet corn silage waste. *Agronomy Journal*, 93, 627-633.

Gao, J.L., Wang, P., Zhou, C.H., Li, P., Tang, H.Y., Zhang, J.B., and Cai, Y. (2019). Chemical composition and *in vitro* digestibility of corn stover during field exposure and their fermentation characteristics of silage prepared with microbial additives. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(12), 1854-1863. Advance online publication. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0886>

Harada, C., Saito., Y., Nakamura, Y. and Minato, H. (2001). The Effect of sodium hydroxide treatment of rice straw on *in situ* disappearance of hemicellulose and lignin in its cell Wall. *Animal Science Journal*, 72 (1), 19-25. DOI:10.2508/chikusan.72.19

He, Y., Cone, J.W., Hendriks, W.H and Dijkstra, J. (2019). Relationships between chemical composition and *in vitro* gas production parameters of maize leaves and stems. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104, 12-21. <https://doi.org/10.1111/jpn.13221>

Karabulut, A., ve Filya, İ. (2016). Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, Genişletilmiş 6. Baskı, No: 67.

Li, H.Y., Xu, L., Liu, W.J., Fang, M.Q. and Wang, N. (2014). Assessment of the nutritive value of whole corn stover and its morphological fractions. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(2), 194-200. doi:10.5713/ajas.2013.13446

Liu, J.X., Susenbeth, A. and Südekum, K.H. (2002). *In vitro* gas production measurements to evaluate interaction between untreated and chemically treated rice straws, grass hay, and mulberry leaves. *Journal of Animal Science*, 80, 517-524. DOI: 10.2527/2002.802517x

Menke, K.H. and Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.

Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., and Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of

ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal of Agricultural Science*, 93(1), 217-222. <https://doi.org/10.1017/S0021859600086305>

Methu, J.N., Owen, E., Abate, A.L. and Tanner, J.C. (2001). Botanical and nutritional composition of maize stover, intakes and feed selection by dairy cattle. *Livestock Production Science*, 71, 87-96. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00212-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00212-3)

Mohamoud Abdi, A. and Kılıç, Ü. (2018). Farklı samanlarda lignin peroksidaz enzimi kullanımının yem değeri üzerine etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(3), 374-384. DOI:10.18016/ksudobil.346585

Mokhtarpour, A., and Jahantigh, M. (2018). Effect of supplementing common reed (*Phragmites australis*) with urea on intake, apparent digestibility and blood metabolites of Baluchi sheep. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 8(4), 623-628.

Mustafa, A.F., Hassanat, F. and Berthiaume, R.R. (2004). *In situ* forestomach and intestinal nutrient digestibilities of sweet corn residues. *Animal Feed Science and Technology*, 114(1-4), 287-293. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.08.013>

Rohweder, D.A., Barnes, R.F. and N. Jorgensen. (1978). Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science*, 47(3), 747-759.

Shreck, A.L., Buckner, C.D. Erickson, G.E. and Klopfenstein, T.J. (2011). Digestibility of crop residues after chemical treatment and anaerobic storage. Nebraska Beef Cattle Report. MP94: 35-36.

Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. (1967). Statistical Methods. Iowa State University Press, Ames.

Statistica, (1996). Minitab Inc: Minitab for Windows, Release 11.1. Minitab Inc., State College, 3081 Enterprise Drive, PA 16801-3008, USA.

Taddess, D., Urge, M., Goshu G. and Goraga, Z. (2016). Evaluation of chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility of sorghum stover ensiled with urea and effective microorganisms (EM) in West Hararghe Zone, Eastern Ethiopia. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 16 (8), 1473 - 1483. DOI:10.5829/idosi.ajeaes.2016.16.8.105102

TÜİK. (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>. (Erişim tarihi: 22.11.2021)

Van Soest, P.J.J., Robertson, J.B. and Lewis. B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

Watson, A.K., MacDonald, J.C., Erickson, G.E. Kononoff, P.J. and Klopfenstein, T.J. (2015). Forages and pastures symposium: Optimizing the use of fibrous residues in beef and dairy diets. *Journal of Animal Science*, 93, 2616 - 2625. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8780>.

Wilkinson, J.M. and Phipps, R.H. (1979). The development of plant components and their effects on the composition of fresh and ensiled forage maize: 2. The effect of genotype, plant density and date of harvest on the composition of maize silage. *The Journal of Agricultural Science*, 92(2), 485-491. <https://doi.org/10.1017/S0021859600063024>

You, Z., Zhang, S., Kim, H., Chiang, P.C., Sun, Y., Guo, Z. and Xu, H. (2019). Effects of corn stover pretreated with NaOH and CaO on anaerobic co-digestion of swine manure and corn stover. *Applied Sciences*, 9(1), 123. <https://doi.org/10.3390/app9010123>



Özgün Araştırma/Original Article

Mihaliç peynirinden izole edilen laktik asit bakterilerinin farklı gruplarda yer alan bazı pestisitlerin yıkımı üzerine etkilerinin incelenmesi

Investigation of the effects of lactic acid bacteria isolated from Mihalic cheese on the degradation of some pesticides from different groups

Yıldray İstanbullu^{1*}, Mete Yılmaz², Ergün Ayanoglu¹, Sema Demir¹, Vesile Çetin¹, Hakan Tosunoğlu¹

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

²Bursa Teknik Üniversitesi, Biyomühendislik Bölümü, BURSA, TÜRKİYE
(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID:0000-0001-5336-2580, Gıda Yük. Müh.

ORCID ID:0000-0002-0982-727X, Prof. Dr.

ORCID ID:0000-0002-1774-2380, Dr. Vet. Hek.

ORCID ID:0000-0003-2610-7466, Gıda Yük. Müh.

ORCID ID:0000-0002-6962-8440, Dr. Zir. Müh.

ORCID ID:0000-0003-2163-657X, Dr. Biyolog.

*Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: yildray.istanbullu@tarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi: 22.11.2021

Kabul Tarihi: 29.12.2021

Özet

Amaç: Bu çalışma Mihaliç peynirinden izole edilen laktik asit bakterilerinin farklı gruplarda yer alan bazı pestisitlerin biyolojik yıkımı üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve yöntem: Çalışmada Mihaliç peynirinden izole edilmiş olan, Bursa Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Süt Ürünleri Gen Bankası bünyesinde muhafaza edilen *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Lactococcus lactis* suşlarının bazı pestisitlerin (malathion, endosulfan sulfat, alfa-endosulfan, beta-endosulfan, cypermethrin ve imidacloprid) yıkımına olan etkileri; QuEChERS metodu temelli pestisit kalıntısı analizi ile GC-MS/MS ve LC-MS/MS sistemleri kullanılarak 0., 24. ve 48. saatlerde belirlenmiştir. Çalışmanın başında 10 mg/kg (ppm) seviyesinde pestisit ilavesi yapılmıştır.

Tartışma ve sonuç: *Lb. fermentum*, *Lb. paracasei*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Lc. lactis* suşlarının tüm pestisitlerde yıkım oranını kontrol grubuna kıyasla anlamlı ölçüde arttırdığı ve zamanın bu yıkıma olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir. 48 saat sonunda en fazla yıkıma uğrayan pestisit etken maddesi cypermethrin olurken cypermethrin etken maddesinde en fazla yıkım yapan suş *Lb. fermentum* olmuştur. Bu değer başlangıçtaki 10,10 ppm değerinden %92,5 oranında azalma ile 0,75 ppm'e düşmüştür. Suşlar içerisinde de 48 saat sonunda pestisitlerde en fazla yıkım yapanın *Lb. fermentum* olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: laktik asit bakterileri, Mihaliç peyniri, pestisit, pestisit yıkımı

Abstract

Objective: This study was carried out to determine the effects of lactic acid bacteria isolated from Mihalic cheese on the biodegradation of some pesticides from different groups.

Materials and methods: In the study, the effect of strains of *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* and *Lactococcus lactis* isolated from Mihalic cheese preserved in Dairy Gene Bank on the degradation of some pesticides (malathion, endosulfan sulphate, alpha-endosulfan, beta-endosulfan, cypermethrin and imidacloprid) were determined by the pesticide residue analysis based on the QuEChERS method at 0, 24 and 48 hours using GC-MS/MS and LC-MS/MS systems. At the beginning of the study, pesticides were spiked at the level of 10 mg/kg (ppm).

Results and conclusion: *Lb. fermentum*, *Lb. paracasei*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* and *Lc. lactis strains* significantly increased the degradation rate in all pesticides compared to the control group, and time had a positive effect on this destruction. At the end of 48 hours, the pesticide active ingredient most destroyed was cypermethrin and the strain that destroyed the most cypermethrin was *Lb. fermentum*. This value decreased by 92.5% from the initial value of 10.10 ppm to 0.75 ppm. Among the strains, *Lb. fermentum* is the one that causes the most destruction in pesticides after 48 hours.

Keywords: lactic acid bacteria, Mihalic cheese, pesticide, pesticide degradation

1. Giriş

Dünyada nüfus artışına paralel olarak artan gıda ihtiyacı tarımda birim alandan en yüksek verimin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Pestisit kullanımı, sürdürülebilir tarım ve yeterli beslenme kaynaklarının sağlanması konusunda sayısız faydalar sağlamaktadır (Turabi, 2007). Günümüzde pestisit kullanımı tarımsal üretimin en büyük verim kayıplarından biri olarak görülen zararlılarla mücadelede kullanılan en etkin ve en verimli yöntem olma özelliğini sürdürmektedir. Tarım ilacı üretimi dünya çapında yıllık 3 milyon ton civarındadır, TÜİK verilerine göre 2018 yılında ülkemizde 60.000 tonluk bir tarım ilacı kullanımı gerçekleşmiştir (Tiryaki vd., 2010; TÜİK, 2019). Pestisitlerin uygun olmayan kullanımları, hedef dışı organizmaları etkilemeleri, çevresel birikime neden olmaları ve tüketilen gıdalar üzerinde oluşturdukları kalıntı nedeniyle direkt ya da dolaylı yollardan insan sağlığını tehdit etmektedir (Lai, 2017; Sierra-Diaz vd., 2019).

Pestisitlerin insan sağlığı üzerine etkileri akut ve kronik olarak iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Pestisit kalıntılarının neden olduğu akut etkiler; baş ağrısı, kusma, kaşıntı ve cilt tahrişi, huzursuzluk, baş dönmesi, solunum güçlüğü; kronik etkiler ise nörotoksinite, kanser ve ölüm gibi vakaları içermektedir (Zikankuba vd., 2019). Bu negatif etkileri nedeniyle pestisitlerin kullanımı ve son üründe bulunmasına izin verilen pestisit kalıntıları miktarı hakkında ülkeler tarafından oluşturulmuş birçok yasal düzenleme mevcuttur. Ülkemizde ise Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği'nde belirtilen maksimum limitler gıdalarda veya yemlerde tespit edilen pestisitlerin yasal olarak uygunluğunu kontrol ederken kullanılmaktadır (Anonim, 2021).

Pestisit sınıflandırılmasında kullanılan en yaygın yöntemlerden biri kimyasal yapıları ve aktif grupları göz önünde bulundurularak yapılan sınıflandırmadır. Bu sınıflandırmaya göre pestisitler dört ana başlık altında toplanabilir bunlar: organoklorinler, organofosforlar, karbamatlar, piretrinler ve piretroidler şeklinde sıralanabilir (Kaur vd., 2019).

Malathion, tarımsal ve evsel ilaçlama için yaygın kullanıma sahip olan geniş spektrumlu organofosfor grubunda yer alan bir insektisittir (Wang vd., 2018). Malathion etken maddesinin yarılanma ömrü 11 gün kadardır ve bu süre içerisinde malaon'a dönüşümü gerçekleşmektedir (Martinez ve Leyhe, 2004).

Malathion en temel etkisini asetilkolinesteraz inhibitörü olarak gösterir ve sinirsel iletimde ve dolayısıyla tüm organizmada hasarlara neden olmaktadır (Sparling ve Fellers, 2007).

Endosulfan, tüm dünyada meyve, sebze, çay, tütün ve pamuk gibi ürünler üzerindeki zararlıları kontrol etmek için kullanılan organoklorlu bir insektisittir. Tarımsal kullanımına ek olarak, odun koruyucu olarak ve ev-bahçe zararlılarının kontrolünde de kullanılmaktadır (World Health Organization (WHO), 2003). Hedef olmayan hayvanlara yüksek toksisitesi, çevrede birikim yapması ve endokrin bozucu bir bileşik olması nedeniyle, endosulfan kullanımı şu anda birçok ülkede yasaklanmış veya kısıtlanmıştır (Da Cuña vd., 2016). Ülkemizde ise endosulfan ithalatı ve üretimi 2009 yılında sonlandırılmış, 2011 yılında ise kullanımı tamamen yasaklanmıştır. Ancak bazı ülkelerde devam eden endosulfan kullanımı ve bu ülkelerden yapılacak gıda ithalatları nedeniyle maruziyet riski devam etmektedir. Ticari formunda endosulfan, alfa ve beta endosulfan olmak üzere iki stereoizomerden (70:30 oranında) oluşmaktadır (Camacho-Morales ve Sánchez, 2016). Endosulfan sulfat ise endosulfanın ana metabolitidir (Rand vd., 2010).

Cypermethrin sistemik olmayan etki gösteren piretroid grubu bir insektisittir. Etkisini temas ve sindirim sistemine yaptığı etkiyle göstermektedir. Özellikle Lepidoptera (pul kanatlılar) olmak üzere birçok böcek sınıfına karşı etkili kullanımı bulunmaktadır. Tarımsal kullanımının yanında halk sağlığı açısından sivrisinek, karasinek ve hamam böceklerine karşı da kullanılmaktadır (Tomlin, 2003). Ülkemizde cypermethrin geniş bir ürün grubunda ruhsatlı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır.

İmidacloprid sentetik nikotin formunda neonikotinoid grubu bir insektisittir. Genel olarak sinir sistemi üzerinde ve sinirsel uyarının kesilmeden devamını sağlayarak etkisini göstermektedir. Sistemik etkisi nedeniyle bitki bünyesine dahil olarak hedef organizmanın hem yetişkin hem de larval formlarına etki edebilmektedir (Skouras vd., 2021). Ülkemizde ruhsatlı olarak kullanılmaktadır, ancak çevreye ve insan sağlığına olan potansiyel zararları nedeniyle 2019 yılı sonundan itibaren bazı ürünler için ruhsatı iptal edilmiştir.

Tarımsal üretimde hastalıktan, böceklerden, zararlı

ve yabancı otların olumsuz etkilerinden korunabilmek için sentetik pestisitlerin kullanımı tüm dünyada yaygın bir uygulamadır. Dünyada kullanılan yaklaşık 4 milyon ton pestisitinin sadece %1 gibi çok düşük bir miktarı hedeflenen zararlıyı etkilemektedir, geri kalan miktar ise ekosistemde toprak, hava ve su kirliliğine neden olmaktadır. Bundan dolayı doğada pestisit kalıntısının detoksifiye edilmesi oldukça önemli bir konudur (Pimental, 1983; WHO, 2019).

Pestisitlerin aşırı kullanımının çevre için tehlikeli olduğu, toprak verimliliğini etkilediği ve canlılarda toksisiteye neden olduğu bilinmektedir. Pestisitlerin zararlı etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla bütün dünyada organik tarım desteklenmekte veya kimyasal girdinin daha az veya hiç kullanılmadığı tarım teknikleri geliştirilmektedir. Artan nüfus ve azalan tarım ürünleri miktarları karşısında ülkelerin organik tarıma geçiş süreçleri zordur ve uzun zaman almaktadır. Bundan dolayı birçok ülkede pestisit kullanımı kaçınılmaz durumdadır. Son yıllarda gıdalardaki pestisit kalıntı miktarının azaltılması yönündeki çalışmalar, temel gıda işleme aşamaları esnasında pestisitlerin önemli derecede yıkılmasını amaçlamaktadır (Şenöz, 2007). Literatürdeki çalışmalar fırınlama, kurutma, fermantasyon, dondurma, öğütme, kabuk soyma, pişirme, yıkama ve meyve/sebze suyu sıkma gibi gıda işleme yöntemlerinin gıdalardaki pestisit kalıntısı miktarını önemli ölçüde azaltabildiğini göstermiştir (Kaushik vd., 2009).

Laktik asit bakterileri çubuk ve kok şekilli, genelde hareketsiz, katalaz ve oksidaz negatif, spor oluşturmeyen, aside toleransı yüksek gram pozitif bakterilerdir. Fermantasyon esnasında başlıca son ürünleri laktik asit olduğu için bu ismi almışlardır (Wood ve Holzapfel, 1992; Axelsson, 2004). Fermantasyon süreçleri boyunca oluşturdukları laktik asit ile pH değerini 3,5'e kadar düşürebilirler. Oksijen ihtiyaçlarına göre anaerobik, aerotolerant ve mikroaerofilik; karbonhidrat metabolizmalarına göre ise homofermantatif, heterofermantatif ve zorunlu heterofermantatif olarak gruplandırılabilirler (Caplice ve Fitzgerald, 1999; Klaenhammer ve Kulen, 1999). Bir diğer gruplandırma *Lactobacillus* cinsine ait üyeleri sıcaklık isteklerine göre *Betabacterium*, *Streptobacterium* ve *Termobacterium* olarak üç gruba ayırmaktır (Mavhungu, 2005).

Lactobacillus cinsi farklı ekolojik durumlara tolerans gösterebilen türleri barındırdığı için doğada geniş bir yayılım alanına sahiptir. Süt ve süt ürünlerinde, meyve ve sebzelerde, fermente ürünlerde ve hayvanların sindirim sistemleri içerisinde bulunmalarına imkân sağlayan mezofilik, psikrotrofik, termodurik ve termofilik bireylere sahiptirler (Hutkins, 2006).

Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği (IUPAC)'ın tanımına göre biyodegradasyon, bir maddenin enzim aracılığıyla *in vitro* veya *in vivo* şartlarda parçalanma işlemidir (Porto vd., 2011). Biyodegradasyon çevresel pestisit kontaminasyonunun iyileştirilmesinde uygulanan, amaca en uygun, güvenli ve ucuz bir metottur. Biyodegradasyon işlemi iki aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi, mikroorganizmaların aktivitesi, ikincisi ise pestisitlerle kontamine olmuş çevresel maddelerin iyileştirme ve detoksifiye edilmesidir. Biyodegradasyon mekanizması aerobik ve anerobik şartlar altında gerçekleşebilmektedir (Singh vd., 1999).

Mikroorganizmaların, klorlu, poliklorlu, polisiklik aromatik ve organofosforlu pestisit gruplarına ait birçok etken maddenin parçalanmasına veya detoksifiye edilmesine yardımcı olduğu bilinmektedir (Parte vd., 2017). Mikroorganizmalar iki şekilde pestisitlerin parçalanmasını sağlayabilmektedir. Bunlardan ilki metabolizmaları sonucunda değiştirdikleri çevresel şartların pestisitleri parçalaması yoluyla olmaktadır. Bu yollardan diğeri ise oksitleme, dehidrojenizasyon, indirgeme, hidroliz ve sentezi içeren enzimatik tepkimelerle gerçekleşmektedir (Ye vd., 2018). Canlılar için potansiyel tehlike olan pestisitlerin temizlenmesinde biyodegradasyon gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılan bir metottur. Toprak örneklerinde yapılan çalışmalarda *Pseudaminobacter*, *Achromobacter*, *Brucella* ve *Ochrobactrum* türlerinin chlorpyrifos ve methyl parathion pestisitlerini degrade ettikleri tespit edilmiştir (Singh vd., 2003; Zhang vd., 2005).

Laktik asit bakterilerinin çeşitli kimyasal gruplara ait pestisitlerin parçalanmaları üzerine etkilerini araştıran birçok çalışma mevcuttur. Azizi ve Homayouni (2009) *Lactobacilli*, *Streptococci*, *Leuconostoc* ve *Pediococci* bakterilerinin diazinon ve malathion'un; Cho vd. (2009) Uzak Doğu'ya özgü geleneksel gıda olan kimchiden izole edilen 4 laktik asit bakterisi *L. mesenteroides*, *L. brevis*, *L. plantarum* ve *L. sakei*'nin chlorpyrifos'un; Zhao vd. (2011) *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lb. paracasei* ve *L. plantarum*'un dimethoate, fenthion, malathion, methyl parathion, monocrotophos, phorate ve trichlorphon'un; Bo vd. (2011) ticari yoğurt susularının dimethoate, fenthion, methyl-parathion, monocrotophos, phorate, malathion ve trichlorphon'un; Harishankar vd. (2013) intestinal bakteriler olan *Lc. lactis*, *Lb. fermentum*, *L. plantarum*, *Escherichia coli* ve *Enterococcus faecalis*'in chlorpyrifos'un; Trinder vd. (2016) yaptıkları çalışmada *Lactobacillus rhamnosus* GG (LGG) ve *Lb. rhamnosus* GR-1 (LGR-1)'un parathion ve chlorpyrifos'un; Li vd. (2018) *L. plantarum*'un phorate, dimethoate ve omethoat'ın parçalanmalarına olan etkilerini araştırmışlardır. Laktik asit

bakterilerinin pestisitlerin degradasyonu üzerine olan etkileri ile ilgili daha fazla veri elde etmek amacıyla bu araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada, farklı kimyasal grupların üyesi olan malathion, endosulfan sulfat, alfa-endosulfan, beta-endosulfan, cypermethrin ve imidacloprid etken maddelerinin Mihaliç peynirinden izole edilen laktik asit bakterileri (*Lb. fermentum*, *Lb. paracasei*, *Lb.rhamnosus*, *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Lc. lactis*) tarafından farklı zamanlarda (0., 24. ve 48. saat) parçalanma durumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Kimyasallar ve standartlar

Pestisit referans standartları Dr. Ehrenstorfer'den (Augsburg, Almanya) temin edilmiştir. Asetonitril (ACN), metanol (MeOH), sodyum asetat (NaOAc) ve asetik asit Merck'ten (Darmstadt, Almanya), susuz magnezyum sülfat (anhy. MgSO₄) ve primer sekonder amin (PSA) Agilent'ten (Santa Clara, CA, USA) temin edilmiştir. Her bir pestisit stok standart çözeltileri ayrı ayrı hazırlanmıştır. Hazırlanan stok solüsyonlar 10 ppm stok olacak şekilde karışım standart hazırlanmıştır. LC-MS/MS cihazı için kalibrasyon noktaları 5, 10, 20, 40, 80 ve 100 ppb olarak GC-MS/MS cihazı için ise 10, 25, 50, 100, 250 ppb olarak kullanılmıştır. Örnekler, sonuçları bu kalibrasyon noktaları arasında olacak şekilde seyreltilmiş, cihaz okuması sonrası bulunan değer seyreltme faktörü ile çarpılarak nihai sonuç elde edilmiştir.

2.1.2. Laktik asit bakterileri

Çalışmada Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde yer alan Süt Ürünleri Gen Bankasında mevcut geleneksel Mihaliç peynirinden izole edilmiş olan *Lb. fermentum*, *Lb. paracasei*, *Lb. rhamnosus*, *L. delbrueckii subsp.bulgaricus* ve *Lc. lactis* suşları kullanılmıştır.

Suşların aktive edilmesi için öncelikle %15 glycerol içeren cryobankta yer alan suştan 1mL alınarak 9 mL MRS Broth'a (Merck10661, Darmstadt, Almanya) alınmış, 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra öze ile MRS agara (de Man Rogosa Sharpe agar, LAbM223-A Ltd., Bury, Lancashire, İngiltere) geçiş yapılmış ve 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası gelişen suşlara Gram boyama (Biomerieux. Refxxx, France) ve Katalaz (Sigma, Bactident katalase SRE0041) testi uygulanmış (Norris vd., 1981) ve ışık mikroskopunda (Olympus, BX51 Scientific, Tokyo, Japonya) saflık kontrolleri yapılmıştır (Sharpe, 1979).

2.2. Yöntem

2.2.1. Pestisit uygulaması

Denemede farklı kimyasal grupların üyesi olan 6 adet pestisit etken maddesi seçilmiştir. Bunlar malathion (organofosforlu pestisit), endosulfan (endosulfan sulfat, alfa-endosulfan, beta-endosulfan) (organoklorlu pestisitler), cypermethrin (sentetik piretroid) ve imidacloprid (neonikotinoid)'tir. Laktik asit bakterilerinden *Lb. fermentum*, *Lb. paracasei*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Lc. lactis* kullanılmıştır. Seçilen kimyasal grupların yine seçilen ve MRS besiyeri içerisinde geliştirilen laktik asit bakterileri uygulaması ile parçalanma durumları 0., 24. ve 48. saatte yapılan pestisit analizleri ile belirlenmiştir. Başlangıç konsantrasyonu 10 ppm olarak seçilerek (bu değer ön denemeler sonucunda 48 saat sonra incelenen pestisitlerin kaldığı bir konsantrasyon olduğu için seçilmiştir) laktik asit bakterisi içeren besiyerine eklenmiş ve çalışma 8 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

2.2.2. Pestisit analizi

Pestisit kalıntı analizi için QuEChERS yöntemi AOAC 2007.01 versiyonu (Lehotay vd., 2007) kullanılmıştır. Örneklerden santrifüj tüpüne 15 g tartılıp üzerine 15 ml asetonitril (%1 asetik asit içeren) eklenip çalkalanmıştır. Akabinde, QuEChERS AOAC ekstraksiyon kiti (6 g MgSO₄ ve 1,5 g sodyum asetat içeren) tüpe eklenmiş çalkalanıp 5000 rpm'de 1 dakika santrifüj edilmiştir. Üst fazdan 8 mL alınıp dispersive katı faz ekstraksiyon tüpüne (400 mg PSA, 400 mg C18 ve 1200 mg MgSO₄ içeren) aktarılmış ve çalkalanıp 5000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Üst faz bir PVDF şırınga filtresi (0,22 µm) kullanılarak süzümüştür. Viale alınan süzüntü, Shimadzu 8040 LC-MS/MS ve Agilent 7000C GC-MS/MS cihazına enjekte edilerek kalitatif ve kantitatif olarak değerlendirilmiştir.

2.2.3. Mikrobiyolojik analiz

Çalışmada kullanılacak suşların tür düzeyde tanımlamaları MALDI-TOF VITEK MS (BioMérieux, Marcy l'Etoile, Fransa) ile yapıp kontrolleri sağlanmıştır. Cihazın kalibrasyon kontrolünde *E. coli* ATCC 8739 (American Type Culture Collection Manassas, ABD) standart bakteri suşu referans olarak kullanılmıştır (Clark vd., 2013; Guo vd., 2014).

Tanımlaması yapılan saf kültürlerden öze ile MRS Broth'a prekültür hazırlanmış ve 18 saat süreyle inkübe edilmiştir (Tigu vd., 2016). İnkübasyon sonrası 600 nanometreoptik yoğunlukta bakteri yükü hesaplanmıştır. Denemeler için 750 ml'lik MRS Broth hazırlanmış, sıvı besiyeri içerisine bakteri yükü 10⁷ kob/mL olduğunda 10 mg/L konsantrasyonunda pestisit karışımı eklenmiş ve 48 saat boyunca 37°C'de

inkübe edilmiştir. Suşların kalıntı parçalama miktarlarını belirlemek için sıvı besiyerinden 0., 24. ve 48. saatlerde numune alınarak pestisit analizleri yapılmıştır.

2.2.4. İstatistiksel analiz

Elde edilen veriler 'Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuştur (Turan, 1995). Önemlilik testlerinde %5 ve %1 olasılık düzeyleri kullanılmıştır. Ortalama değerler Asgari Önemli Farklılık (AÖF=LSD) testine göre %5 olasılık düzeyinde gruplandırılmıştır (Steel ve Torrie, 1981). Hesaplamalar JUMP (Versiyon 7) paket programından faydalanılarak yapılmıştır.

Tüm bakterilerin yüzde yıkım değerlerinin hesaplamalarında bakteriler tek tek ele alınmış ve 24 ile 48. saatlerdeki yıkımlarından sonra kalan tüm pestisit etken maddelerinin ortalaması alınarak 0.saate göre olan yüzde yıkım değişimleri hesaplanmıştır.

3. Tartışma ve sonuç

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular değerlendirildiğinde farklı kimyasal grupların üyesi olan malathion (organofosforlu pestisit), endosulfan (organoklorlu pestisitler), cypermethrin (sentetik piretroid) ve imidacloprid (neonikotinoid) etken maddelerinin seçilmiş *Laktik asit bakterileri* (*Lb.fermentum*, *Lb. paracasei*, *Lb. rhamnosus*, *Lb.delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Lc. lactis*) tarafından parçalanma durumları incelenmiştir. Laktik asit bakterileri, pestisit etken maddeleri, uygulama zamanı, laktik asit bakterileri × pestisit

etken maddeleri, laktik asit bakterileri × uygulama zamanı, pestisit etken maddeleri × uygulama zamanı, laktik asit bakterileri × pestisit etken maddeleri × uygulama zamanı sonuçlarında istatistiki olarak önemli farklılıklar ($p<0,05$) tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Suşların pestisitlere olan genel etkisine bakıldığında 24. saat ve 48. saat sonunda pestisitlerde en fazla yıkıma neden olan suş *Lb. fermentum* (3,45-0,75 ppm) olarak belirlenmiştir. *Lb. fermentum* suşunun 24. saat sonunda pestisitlerdeki ortalama yıkımı %45,7 olurken, bu oran 48 saat sonunda %86,7'e yükselmiştir. Pestisit yıkımı açısından en az etkinliğe sahip suşlar ise 24 saat sonunda *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* (8,81 ppm), 48 saat sonunda ise *Lc.lactis* (7,39 ppm) olmuştur ve ortalama yıkım oranları sırasıyla %23,5 ve %43,4 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2 incelendiğinde laktik asit bakterisi içeren besiyerlerine eklenen tüm pestisitlerde zamanla değişen oranlarda bir azalma meydana geldiği görülmüştür. 24 saat sonunda 0. saat ile karşılaştırıldığında en yüksek yıkımın *Lb. fermentum* içeren besiyerine eklenen cypermethrin etken maddesinde olduğu görülmüştür. Bu değer 3,45 ppm olarak bulunmuş ve 0. saate göre %68 oranında yıkım gerçekleşmiştir. Benzer şekilde 0. ve 48. saatler arasındaki değerler karşılaştırıldığında en yüksek yıkımın yine *Lb. fermentum* suşu içeren besiyerine eklenen cypermethrin etken maddesinde olduğu tespit edilmiştir. Bu değer 0,75 ppm olarak belirlenmiş ve cypermetrinin başlangıç konsantrasyonuna oranla %92,5 oranında yıkıldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Denemede incelenen laktik asit bakterileri, pestisit etken maddeleri ve uygulama zamanı ile bunlar arası etkileşimlere ait varyans analizi tablosu

Kaynaklar	SD	Hata Kareler Ortalaması	F Oranı	Prob>F
Laktik asit bakterileri	5	219,26**	2.107,355	0,0000
Pestisit etken maddeleri	5	1,99**	19,1268	<,0001
Uygulama zamanı	2	1.988,92**	19.114,55	0,0000
Laktik asit bakterileri × pestisit etken maddeleri	25	4,85**	46,6110	<,0001
Laktik asit bakterileri × uygulama zamanı	10	93,59**	869,4834	0,0000
Pestisit etken maddeleri × uygulama zamanı	10	1,05**	10,1130	<,0001
Laktik asit bakterileri × pestisit etken maddeleri × uygulama zamanı	50	4,19**	40,2592	<,0001

** : Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak %1 olasılık düzeyinde önemlidir

Pestisit stabilitesinin en fazla korunduğu bakteri-pestisit karışımı *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* suşunda cypermethrin etken maddesi olmuş ve 24 saatlik sürede %11,9 oranında bir yıkım sonucunda konsantrasyonu 8,81 ppm olarak belirlenmiştir. 48 saat sonunda ise en az yıkım *Lc.lactis* suşu içerisinde cypermethrin etken maddesinde görülmüştür ve yıkım oranı %26,1 olarak 7,39 ppm tespit edilmiştir. Bu sonuçlar farklı etken maddelerin yıkımlarının kullanılan suşa ve zamana bağlı olarak değiştiğini göstermesi açısından önemlidir.

Çalışmada kullanılan tüm laktik asit bakteri suşlarına eklenen farklı etken maddelerin zamana bağlı olarak yıkımlarının arttığı tespit edilmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında ilk 24 saatte %25,4'lük bir azalma görülmesine karşın 24. saat ile 48. saat arasında bu azalmanın yaklaşık %35,7 olarak gerçekleştiği görülmüştür. Uygulamanın başlangıcı ile karşılaştırıldığında ise 48 saat sonunda ortalama pestisit miktarı %52,1 azalarak 4,84 ppm'e düşmüştür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Laktik asit bakterisi, pestisit etken maddesi ve uygulama zamanına bağlı olarak pestisit konsantrasyonları (ppm)

Uygulama Zamanı (saat)	Bakteri	Pestisit Etken Maddeleri							Zamana göre ortalama pestisit değerleri (ppm)
		Malathion	Endosulfan sulfat	Alfa-endosulfan	Beta-endosulfan	Cypermethrin	Imidacloprid		
0	Kontrol	9,81 EF	10,07 EFGHIJK	10,00 EFGHIJ	9,84 EFG	10,10 FGHJKLM	10,14 GHIJKL		
	<i>Lb. fermentum</i>	10,12 FGHJKLM	10,17 HIJKL	10,13 GHIJKL	10,06 EFGHIJK	10,70 MN	10,71 N		
	<i>Lb. paracasei</i>	10,15 GHIJKL	10,35 KL	10,19 IJKL	10,05 EFGHIJK	10,03 EFGHIJ	10,06 EFGHIJK		
	<i>Lb. rhamnosus</i>	10,19 IJKL	10,27 JKL	10,07 EFGHIJK	10,19 IJKL	10,03 EFGHIJ	10,13 GHIJKL	10,10 c	
	<i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	10,05 EFGHIJK	9,88 EFGHI	9,99 EFGHIJ	10,04 EFGHIJK	9,98 EFGHIJ	9,98 EFGHIJ		
	<i>Lc. lactis</i>	9,90 EFGHI	10,39 LM	10,24 JKL	9,86 EFGH	10,02 EFGHIJ	9,88 EFGHI		
24	Kontrol	9,77 E	9,28 BCD	9,09 ABC	9,30 CD	9,11 ABC	9,78 E		
	<i>Lb. fermentum</i>	7,90 uvwx	5,17 ijk	6,96 o	5,13 ij	3,45 f	4,98 i		
	<i>Lb. paracasei</i>	7,98 wx	7,29 pqr	7,15 opq	7,02 op	8,12 x	7,08 opq		
	<i>Lb. rhamnosus</i>	7,66 stuv	7,64s tuv	7,59 rstu	7,60 rstu	8,12 x	7,08 opq	7,53 b	
	<i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	8,07 wx	7,77 tuvw	6,40 n	6,38 mn	8,81 zA	8,47 y		
	<i>Lc. lactis</i>	5,48 k	7,93 vwx	7,79 tuvw	7,50 rstu	8,67 yz	7,39 qrs		
48	Kontrol	9,78 E	9,05 ABC	8,98Z ab	9,19 BCD	9,17 BCD	9,44 D		
	<i>Lb. fermentum</i>	1,23 bc	1,41 c	1,39 bc	1,08 b	0,75 a	2,36 d		
	<i>Lb. paracasei</i>	3,07 e	2,91 e	2,94 e	2,97 e	3,06 e	3,95 g		
	<i>Lb. rhamnosus</i>	5,32 jk	5,25 ijk	5,22 ijk	5,27 ijk	3,98 g	4,11 g	4,84 a	
	<i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	6,47 n	6,07 lm	4,53 h	4,44 h	3,52 f	3,51 f		
	<i>Lc. lactis</i>	4,58 h	5,29 ijk	5,43 jk	5,34 jk	7,39 qrs	5,94 l		
Pestisit Ortalama Değerleri (ppm)		7,64 c	7,57 bc	7,45 b	7,29 a	7,50 b	7,50 b		

Aynı harf veya harfleri içeren rakamlar arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur ($p < 0,05$) (aynı harfin büyük ve küçük yazımı birbirinden farklıdır). Pestisit ortalama değerleri ve zamana göre ortalama pestisit değerleri kendi içinde değerlendirilmiştir. SANTE direktifine göre pestisit analizlerinde ölçüm belirsizliği $\pm \%50$ olarak kullanılmaktadır.

Zamana bağlı olarak pestisit konsantrasyonlarındaki değişime etken maddeler bazında bakıldığında 24 saat sonunda tüm suşlardan elde edilen değerlerin ortalaması göz önüne alındığında beta-endosulfan etken maddesinin ortalama konsantrasyonunun 6,73 ppm'e düştüğü ve bu açıdan 24 saat sonunda en fazla yıkıma uğrayan pestisit etken maddesi olduğu görülmüştür. 48 Saat sonunda ise cypermethrin konsantrasyonunun incelenen suşlar içerisindeki ortalaması 3,74 ppm olarak belirlenmiştir ve 48 saat sonunda en düşük konsantrasyon değerine sahip pestisit etken maddesi olmuştur (Çizelge 2).

Azizi ve Homayouni (2009) *Lactobacilli*, *Streptococci*, *Leuconostoc* ve *Pediococci* bakterilerinin diazinon ve malathion pestisitlerine olan etkilerini incelemiştir. Çalışma başlangıç konsantrasyonu diazinon için 0,6 ppm, malathion için ise 3,5 ppm olarak seçilmiştir. Bakteri karışımı 48 saat fermantasyona bırakılmış ve bu süre sonunda malathion konsantrasyonu ciddi bir düşüşle 0,5 ppm'e inerken, diazinon konsantrasyonu az bir miktar düşerek 0,5 ppm olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada malathion değerleri incelendiğinde benzer şekilde başlangıçta 10 ppm olan malathion seviyesi 48 saat sonunda bütün suşlar ortalamasında 4,13 ppm olarak bulunmuştur. Tespit edilen oranlar arasındaki farklılığın sebebinin farklı türlerin malathion yıkımına farklı etkilerde bulunmasından kaynaklanabileceği şeklinde düşünülmektedir. Diğer taraftan çalışmamızda malathionun farklı suşlarda parçalanma oranlarının istatistik olarak anlamlı şekilde farklı bulunması da bu düşüncüyü destekler niteliktedir. Diğer bir çalışmada Uzak Doğu'ya özgü geleneksel gıda olan kimchinin fermantasyonu sırasında organik fosforlu pestisitlerin degradasyonu incelenmiş, 30 mg/L chlorpyrifos ilave edilen kimchinin fermantasyonu sırasında 3. günde kalıntı oranının %83,3 azaldığı, 9. günün sonunda ise chlorpyrifos'un tamamen degrade olduğu bulunmuştur (Cho vd., 2009). Benzer bir şekilde Harishankar vd. (2013) ve Trinder vd. (2016) çalışmaları da laktik asit bakterilerinin organofosforlu pestisitlerin yıkımını hızlandırdığına dair kanıtlar içermektedir. Malathion ile birlikte organofosforlu pestisitler grubunun bir üyesi olan chlorpyrifos'ta ve diğer organofosfor grubu pestisitlerde benzer bir düşüşün yaşanması özellikle laktik asit bakterileri ile gerçekleşen fermantasyon sürecinin organofosforlu pestisitlerin yıkımını artırıcı bir etki oluşturabileceğini düşündürmektedir.

Zhao vd. (2011), dimethoate, fenthion, malathion, methyl parathion, monocrotophos, phorate ve trichlorphon'un *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lb. paracasei* ve *Lb. plantarum* suşları karşısındaki parçalanma kinetiklerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda seçilen *Lactobacillus* suşlarının tüm pestisitlerde parçalanmayı hızlandırdığı görülmüştür. Dimethoate ve metil parathion stabilitesini en fazla koruyan pestisitler olurken *Lb. delbrueckii subsp.*

bulgaricus ve *Lb. plantarum* en hızlı parçalanmaya neden olan suşlar olarak tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmada ise yedi farklı organik fosforlu pestisit (dimethoate, fenthion, methyl-parathion, monocrotophos, phorate, malathion ve trichlorphon) yoğurt üretimi sırasındaki değişimleri hesaplanmıştır. Pestisit eklenen süttten iki farklı ticari suş kullanılarak yoğurt elde edilmiş ve pestisitlerdeki değişim incelenmiştir. Sonuç olarak proses boyunca malathion hariç diğer pestisitlerin bozulmasının uygulanan starter kültüre göre değişen oranlarda arttığı gözlenmiştir (Bo vd., 2011). Bu çalışmalar ile benzer şekilde yaptığımız çalışmada seçilen laktik asit bakterisi suşuna ve uygulanan pestisitlere bağlı olarak pestisitlerin parçalanma oranının değişiklik gösterdiği görülmüştür. Bu durum mikroorganizmalar tarafından pestisitlerin yıkımında oksitleme, dehidrojenizasyon, indirgeme, hidroliz ve sentezi içeren enzimatik tepkimeler (Ye vd., 2018) gibi farklı yolların olması ve bakterilerin pestisitleri karbon ve fosfor kaynağı olarak farklı kimyasal ihtiyaçları için kullanabilmeleri (Cho vd., 2009) ile açıklanabilmektedir.

Yapılan bir diğer çalışmada mısır silajına ilave edilen *Lb. plantarum* suşlarının (*Lb. plantarum* 1.0315, *Lb. plantarum* 1.0624 ve *Lb. plantarum* 1.0622) organofosfor pestisitlerin parçalanmasına olan etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda bakteri ilavesinin pestisitlerin parçalanma oranını arttırdığı özellikle karışım şeklinde suş uygulamasının bu oranı daha da yukarıya çektiği gözlenmiştir (Zhang vd., 2016). Diğer bir çalışmada ise Li vd. (2018) 121 *Lb. plantarum* suşunun organofosforlu pestisit yıkım aktivitesi için geniş çaplı bir çalışma gerçekleştirmişler ve gıda matrislerinde probiyotik bazlı pestisit bozulunda stratejiler geliştirmek için, hedef pestisitlere etkili olan gıda kaynaklı suşları taramanın önemini vurgulamışlardır. Gerçekleştirilen bu çalışma ile malathion (organofosforlu pestisit), endosulfan (organoklorlu pestisitler), cypermethrin (sentetik piretroid) ve imidacloprid (neonikotinoid) etken maddelerinin seçilmiş laktik asit bakterileri (*Lb. fermentum*, *Lb. paracasei*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Lc. lactis*) tarafından parçalanma durumları incelenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar laktik asit bakterilerinin pestisitlerin parçalanma süreçlerini hızlandırdığını ortaya koymaktadır. Ancak bu sürecin tam olarak aydınlatılabilmesi ve hem çevrede hem de gıdalarda kalıntı oluşturan pestisitlerin yıkımında bakterilerin kullanımında verim sağlanabilmesi için daha geniş çaplı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

4. Teşekkür

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen "Geleneksel Gıda Kaynaklı *Lactobacillus* Suşlarının Bazı Pestisitlerin Parçalanması Üzerine Etkilerinin Araştırılması" isimli projenin bir parçasıdır.

5. Kaynaklar

- Anonim (2021). Türk gıda kodeksi pestisitlerin maksimum kalıntı limitleri yönetmeliği. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/09/20210927M1-1.htm> (Erişim tarihi: 23.10.2021)
- Axelsson, L. (2004) Lactic acid bacteria: classification and physiology. In: Salminen, S., Wright, A.V. and Ouwehand, A., Eds., *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects*, 3rd Edition, Marcel Dekker, New York, 1-67. <https://doi.org/10.1201/9780824752033.ch1>
- Azizi, A. and Homayouni, A. (2009). Bacterial-Degradation of pesticides residue in vegetables during fermentation. *Asian Journal of Chemistry*, 21(8), 6255-6264.
- Bo, L.Y., Zhang, Y.H. and Zhao, X.H. (2011). Degradation kinetics of seven organophosphorus pesticides in milk during yoghurt processing. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 76(3), 353-362.
- Camacho-Morales, R. L. and Sánchez, J. E. (2016). Biotechnological use of Fungi for the degradation of recalcitrant agro-pesticides. In *Mushroom Biotechnology* (pp. 203-214). Academic Press.
- Cho, K. M., Math, R. K., Islam, S. M. A., Lim, W. J., Hong, S. Y., Kim, J. M., ... and Yun, H. D. (2009). Biodegradation of chlorpyrifos by lactic acid bacteria during kimchi fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(5), 1882-1889.
- Clark, A. E., Kaleta, E. J., Arora, A. and Wolk, D. M. (2013). Matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry: a fundamental shift in the routine practice of clinical microbiology. *Clinical Microbiology Reviews*, 26(3), 547-603.
- Da Cuña, R. H., Rey Vázquez, G., Dorelle, L., Rodríguez, E. M., Guimarães Moreira, R. and Lo Nostro, F. L. (2016). Mechanism of action of endosulfan as disruptor of gonadal steroidogenesis in the cichlid fish *Cichlasoma dimerus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part-C: Toxicology and Pharmacology*, 187, 74-80.
- Caplice, E. and Fitzgerald, G. F. (1999). Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 50(1-2), 131-149.
- Guo, L., Ye, L., Zhao, Q., Ma, Y., Yang, J. and Luo, Y. (2014). Comparative study of MALDI-TOF MS and VITEK 2 in bacteria identification. *Journal of Thoracic Disease*, 6(5), 534.
- Harishankar, M. K., Sasikala, C. and Ramya, M. (2013). Efficiency of the intestinal bacteria in the degradation of the toxic pesticide, chlorpyrifos. *3 Biotech*, 3(2), 137-142.
- Hutkins, R. W. (2006). *Microbiology and technology of fermented foods*. Blackwell Publishing, Oxford, 473p, UK.
- Kaur, R., Mavi, G. K., Raghav, S. and Khan, I. (2019). Pesticides classification and its impact on environment. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(3), 1889-1897.
- Kaushik, G., Satya, S. and Naik, S. N. (2009). Food processing a tool to pesticide residue dissipation—A review. *Food Research International*, 42(1), 26-40.
- Klaenhammer, T. R. and Kulen, J. M. (1999). Selection and design of properties. *International Journal of Food Microbiology*, 50(1-2), 45-57.
- Lai, W. (2017). Pesticide use and health outcomes: Evidence from agricultural water pollution in China. *Journal of Environmental Economics and Management*, 86, 93–120.
- Lehotay, S. J., Tully, J., Garca, A. V., Contreras, M., Mol, H., Heinke, V., Anspach, T., Lach, G., Fussell, R., Mastovska, K. and Poulsen, M. E. (2007). Determination of pesticide residues in foods by acetonitrile extraction and partitioning with magnesium sulfate: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 90(2), 485-520.
- Li, C., Ma, Y., Mi, Z., Huo R., Zhou, T., Hai, H. Kwok, L., Sun, Z., Chen, Y. and Zhang H. (2018). Screening for *Lactobacillus plantarum* strains that possess organophosphorus pesticide-degrading activity and metabolomic analysis of phorate degradation. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1-13.
- Martinez, J. and Leyhe, J. (2004). Malathion analysis of risks to endangered and threatened Salmon and Steelhead. Environmental Field Branch Office of Pesticide Programs. US Environmental Protection Agency (EPA) Office.
- Mavhungu, J. (2005). Isolation and identification of lactic acid bacteria from 'Ting'in the Northern Province of South Africa. Department of Microbiology and Plant Pathology, University of Pretoria.
- Norris, J. R., Berkeley, R. C. W., Logan, N. A. and O'Donnell, A. G. (1981). The genera *Bacillus* and *Sporolactobacillus*. In *The Prokaryotes vol II*, pp 1711–1742. Starr MP, Stolp H, Trüper H G, Ballows A and Schlegel H G, eds. Berlin: Springer Verlag.
- Parte S. G., Mohekar A. D. and Kharat A. S. (2017). Microbial degradation of pesticide: A review. *African Journal of Microbiology Research*. 11(24), 992-1012.
- Pimentel, D. (1983). Effects of pesticides on the environment. In *10th International Congress on Plant Protection* (Vol. 10, pp. 685-691).

Porto, A. L. M., Melgar, G. Z., Kasemodel, M. C. and Nitschke, M. (2011). Biodegradation of pesticides. *Pesticides in the Modern World-Pesticides Use and Management*, Stoytcheva M. (Ed.)//Tech, 1, 407-438.

Rand, G. M., Carriger, J. F., Gardinali, P. R. and Castro, J. (2010). Endosulfan and its metabolite, endosulfan sulfate, in freshwater ecosystems of South Florida: a probabilistic aquatic ecological risk assessment. *Ecotoxicology*, 19(5), 879-900.

Sharpe, M. E. (1979). *Identification of the Lactic Acid Bacteria*. In: F.A. Skinner and D.W. Lovelock, Editors. Identification Methods for Microbiologists, Academic Press, London, pp: 244-259.

Sierra-Diaz, E., Celis-de la Rosa, A. D. J., Lozano-Kasten, F., Trasande, L., Peregrina-Lucano, A. A., Sandoval-Pinto, E. and Gonzalez-Chavez, H. (2019). Urinary pesticide levels in children and adolescents residing in two agricultural communities in Mexico. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(4), 562.

Singh, B. K., Kuhad, R. C., Singh, A. and Lal, R. (1999). Biochemical and molecular basis of pesticide degradation by microorganisms. *Critical Reviews in Biotechnology*, 19(3), 197-225.

Singh, B. K., Walker, A., Morgan, A. W. and Wright, D. J. (2003). Effects of soil pH on the biodegradation on chlorpyrifos and isolation of a chlorpyrifos-degrading bacterium. *Applied Environmental Microbiology*, 69, 5198-5206.

Skouras, P. J., Darras, A. I., Mprokaki, M., Demopoulos, V., Margaritopoulos, J. T., Delis, C. and Stathas, G. J. (2021). Toxicity, Sublethal and low dose effects of imidacloprid and deltamethrin on the aphidophagous predator *Ceratomegilla undecimnotata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Insects*, 12(8), 696.

Sparling, D. W. and Fellers, G. (2007). Comparative toxicity of chlorpyrifos, diazinon, malathion and their oxon derivatives to larval *Rana boylii*. *Environmental Pollution*, 147(3), 535-9.

Steel, R. G. D. and Torrie, J. (1981). Principles and Procedures of Statistics: A biometric Approach. 2nd Edition, Mc Graw Hill International Book Co., Singapore City.

Şenöz, B. (2007). Buğday, makarna ve bisküvide organik fosforlu pestisit kalıntıları ve bazı metabolitleri üzerine depolama ve işleme tekniklerinin etkisi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 76 s.

Tigu, F., Assefa, F., Mehari, T. and Ashenafi, M. (2016). Probiotic property of lactic acid bacteria from traditional fermented condiments: Datta and Awaze. *International Food Research Journal*, 23(2), 770.

Tiryaki, O., Canhilal, R. and Horuz, S. (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 154-169.

Tomlin, C.D.S. (2003). The Pesticide manual: A world compendium of pesticides. British Crop Protection Council, UK.

Trinder, M., McDowell, T. W. Daisley, B. A., Ali, S.N., Leong, H. S., Sumarah, M. W. and Reida G. (2016). Probiotic *Lactobacillus rhamnosus* reduces organophosphate pesticide absorption and toxicity to drosophila melanogaster, *Applied and Environmental Microbiology*, 82(20), 6204-6213.

Turabi, M. S. (2007). Bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması. Tarım İlaçları Kongre ve Sergisi Bildirileri, 25-26.

Turan, Z. M. (1995). Araştırma ve Deneme Metotları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları*, No: 62, 121s.

TÜİK (2019). Türkiye'de pestisit kullanım verileri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi: 10.10.2021)

Wang, W., Yang, L. L., Luo, S. M., Ma, J. Y., Zhao, Y., Shen, W. and Yin, S. (2018). Toxic effects and possible mechanisms following malathion exposure in porcine granulosa cells, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 64, 172-180.

WHO (2003). Endosulfan in drinking-water. Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva, World Health Organization (WHO/SDE/WSH/03.04/92).

WHO (2019). Detoxifying agriculture and health from highly hazardous pesticides: a call for action. <https://www.fao.org/3/ca6847en/ca6847en.pdf>

Wood, B. J. and Holzappel, W. H. N. (Eds.). (1992). *The genera of lactic acid bacteria* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.

Ye, X., Dong, F. and Lei, X. (2018). Microbial resources and ecology-microbial degradation of pesticides. *Natural Resources Conservation and Research*, 23(9), 22-28.

Zhang, R., Cui, Z., Jiang, J., He, J., Gu, X. and Li, S. (2005). Diversity of organophosphorus pesticide-degrading bacteria in a polluted soil and conversation of their organophosphorus hydrolase genes. *Canadian Journal of Microbiology*, 51, 337-343.

Zhang, Y. H., Xu, D., Zhao, X. H., Song, Y., Liu, Y. L. and Li, H. N. (2016). Biodegradation of two organophosphorus pesticides in whole corn silage as affected by the cultured *Lactobacillus plantarum*. *3 Biotech*, 6(1), 73.

Zhao, H., Li, X. and Wang, X. (2011). Heavy metal contents of road-deposited sediment along the urban–rural gradient around Beijing and its potential contribution to runoff pollution. *Environmental Science & Technology*, 45(17), 7120-7127.

Zikankuba, V. L., Mwanyika, G., Ntwenya, J. E. and James, A. (2019). Pesticide regulations and their malpractice implications on food and environment safety. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 1594-1601.



Özgün Araştırma/Original Article

Çocuklar için üretilen bazı süt ve süt ürünlerinin selenyum (Se) düzeyleri ve risk değerlendirmesi

Selenium (Se) levels and risk assessment of some milk and dairy products produced for children

Burhan Başaran*

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ardeşen MYO, RİZE, TÜRKİYE,

ORCID ID: 0000-0001-6506-6113, Öğr. Gör. Dr.

*Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: burhan.basaran@erdogan.edu.tr

Geliş Tarihi:23.11.2021

Kabul Tarihi:11.01.2022

Özet

Amaç: Bu çalışmada okul öncesi/okul çağı çocukları için geliştirilerek/tasarlanarak Türkiye pazarında satışa sunulan bazı süt ve süt ürünlerinin selenyum (Se) düzeyleri araştırılmış, günlük Se maruziyeti tespit edilerek karsinogenik olmayan risk değerlendirmeleri yapılmıştır.

Materyal ve yöntem: Çalışma kapsamında farklı markalara ait 60 adet (20×3) süt, 24 adet (8×3) kefir, 6 adet (2×3) yoğurt ve 9 adet (3×3) süt keki örneklerinin Se düzeyleri ICP-MS kullanılarak belirlenmiştir. Se maruziyeti deterministik modele göre hesaplanmış, risk değerlendirme ise THQ (hedef tehlike katsayısı) değerlerine göre yapılmıştır.

Tartışma ve sonuç: Çalışma sonucunda süt, kefir, yoğurt ve süt keki örneklerinin ortalama Se düzeyleri sırasıyla 17,8±4,54; 10,7±8,77; 28,7±6,19 ve 44,9±2,97 µg/kg olarak belirlenmiştir. 3-6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların ortalama Se maruziyeti 0,17±0,08 µg/kg va (vücut ağırlığı)/gün, 7-11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların ortalama Se maruziyeti ise 0,10±0,05 µg/kg va/gün olarak hesaplanmıştır. Süt ve süt ürünleri tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyeti yaş artışına bağlı olarak azalmaktadır ve cinsiyet bakımından ise herhangi bir farklılık tespit edilememiştir (p<0,05). THQ < 1 olduğu için süt ve ürünlerinden kaynaklanan Se maruziyeti için potansiyel bir sağlık riski olmadığı gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: süt ürünleri, selenyum, beslenmeye dayalı maruziyet, THQ, ICP-MS

Abstract

Objective: In this study, the selenium (Se) levels of some milk and dairy products developed/produced for pre-school/school age children and sold in the Turkish market were investigated, daily Se exposure was determined and non-carcinogenic risk assessments were made.

Materials and methods: Within the scope of the study, the Se levels of 60 (20×3) milk samples, 24 (8×3) kefir samples, 6 (2×3) yoghurt samples, and 9 (3×3) milk burger samples belonging to different brands, were determined by ICP-MS. Se exposure was calculated according to the deterministic model, and the risk assessments were made according to THQ (target hazard quotient) values.

Results and conclusion: The mean Se levels of milk, kefir, yoghurt and milk burger samples were determined as 17.8±4.54; 10.7±8.77; 28.7±6.19 and 44.9±2.97 µg/kg, respectively. The mean Se exposure of boys and girls aged 3-6 years was calculated as 0.17±0.08 µg/kg bw (bodyweight)/day, and the mean Se exposure of boys and girls aged 7-11 years was calculated as 0.10±0.05 µg/kg bw/day. Selenium exposure due to consumption of milk and dairy products decreases with increasing age and no statistical differences were detected in terms of gender (p<0,05). As THQ < 1 it has been observed that there is no potential health risk for Se exposure from milk and dairy products.

Keywords: dairy products, selenium, dietary exposure, THQ, ICP-MS

1. Giriş

Süt ve süt ürünleri, yeterli ve dengeli beslenme için gerekli olan temel besin gruplarından birisidir (Smilowitz vd., 2005) ve insan yaşamının her evresinde gerekli olan makro ve mikro besin öğelerini yeterince içermektedir (Jenkins ve McGuire, 2006). Süt ve süt ürünlerinin protein, yağ, laktoz, çeşitli vitamin ve mineraller bakımından oldukça zengin bir içeriğe sahip oluşu onları toplum sağlığı açısından oldukça önemli hale getirmektedir (Murphy ve Allen, 2003). Bu ürünler özellikle iskelet-kemik sisteminin gelişimi için gerekli olan kalsiyum, magnezyum ve fosfor açısından oldukça iyi bir kaynaktır (Rizzoli, 2014). Süt ve süt ürünlerinin tüketimi ülke, coğrafya, kültür, aile ve bireyin yaşı, cinsiyeti ve fizyolojik durumuna göre değişmektedir (Serdar Eymirli vd., 2019). 2021 yılı kişi başına düşen süt tüketim verilerine göre ilk üç ülke Finlandiya (431 L), Karadağ (349 L) ve Hollanda (342 L) olarak sıralanmaktadır (World Population Review, 2021). Türkiye’de kişi (15 yaş ve üzeri) başına düşen süt tüketimi ise yılda 12,6 L’dir (Anonim, 2019).

Özellikle büyüme çağındaki çocuklar için süt ve süt ürünleri kritik bir besin grubudur (Dougkas vd., 2019; Eichler vd., 2019). Fakat Türkiye’de süt içme alışkanlığının istenilen seviyede olmadığı bildirilmiştir (Anonim, 2010). Bu yüzden sütün ve ilişkili ürünlerin erken dönemde çocuklara sevdirebilmesi sağlıklı bir nesil için oldukça önemlidir (Ünal ve Besler, 2008). Buradan hareketle gıda endüstrisi süt ve süt ürünlerini çeşitli vitamin, mineral ve diğer katkılarla zenginleştirmekte ayrıca ürünü çocukların daha fazla sevebileceği bir ürün olarak tasarlamaktadır (çikolatalı, çilekli süt ya da ambalaj üzerinde çeşitli çizgi film karakterlerinin kullanımı gibi). Fakat ebeveynlerin bir bölümünün bu tür ürünlere yönelik olumsuz bir algıya sahip olduğu da bilinmektedir. Bu çalışmada insan sağlığı için hem gerekli olan hem de toksik özellik gösterebilen ve süt ürünlerinde de bulunabilen selenyum (Se) metale odaklanılmıştır.

Selenyum, doğada genellikle metal sülfür cevheriyle birlikte bulunmaktadır (Naveau vd., 2007). Selenyum, günümüzde cam ve elektronik sanayi başta olmak üzere endüstrinin çeşitli alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Browne vd., 2007, Bodnar vd., 2012). Bitkilere çevresel stres faktörlerine

karşı direnç kazandırması, bitkilerde kurşun, kadmiyum gibi ağır metallerin birikimini azaltması, gıdaların uzun süre depolamalarında çeşitli avantajlar sağlaması nedeniyle son yıllarda selenyumla zenginleştirilmiş gübrelere yönelik uygulamalarda önemli gelişmeler yaşanmıştır (Feng vd., 2013; Ramkissoon vd., 2020; Izydorczyk vd., 2021). Hayvan yemlerinin selenyumla zenginleştirilmesi suretiyle et ürünlerinde selenyum düzeyini artırmaya yönelik çalışmalar da yürütülmektedir (Azorín vd., 2020; Wang vd., 2020a). Ayrıca bebek mamaları, süt ürünleri başta olmak üzere çeşitli gıdalara doğrudan selenyum ilave edilerek bu gıdaların biyoyararlılıkları artırılmaya çalışılmaktadır (Kieliszek, 2019). Gıdalarda selenyum düzeyi coğrafya, iklim, gıdanın bileşimi ve proses şartları gibi faktörlerden etkilenmektedir (Choi vd., 2009). Selenyum düzeyi, et, tavuk, balık ve yumurta gibi ürünlerde 27,0–1.543 µg/kg; süt ve süt ürünlerinde 0,70–100 µg/kg; meyve ve sebzelerde 2,60–180 µg/kg; baklagiller, kabuklu yemişler, tahıllar ve türevlerinde ise 5,80–75,0 µg/kg aralığında değişmektedir (Navarro-Alarcon ve Cabrera - Vique, 2008).

Selenyum, uzun süre toksik bir element olarak kabul edilmiştir. Fakat 1957’de selenyumun insanlar ve hayvanlar için esansiyel bir element olduğu anlaşılmıştır (Schwarz ve Foltz, 1957). Selenyum eksikliğinde insanlarda bulaşıcı ve kronik hastalıklara bağlı morbidite ve mortalite oranı (örneğin HIV enfekte hamile kadınlarda beslenmeyle kandaki Se düzeyinin 0,01 µmol/L artışı ölüm riskini %5 azaltmıştır) (Tinggi, 2003; Harthill, 2011) ile spesifik olarak Keshan ve Kashin-Beck hastalığına yakalanma riskinin arttığı çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Zhou vd., 2018; Wang vd., 2020b). Ayrıca selenyumun COVID-19 ve kardiyovasküler hastalıklar ile kanser gibi birçok hastalığa karşı koruyucu etkisi olduğu da bildirilmiştir (Vinceti vd., 2018; Wu vd., 2020; Moghaddam vd., 2020; Shimada vd., 2021). Buna karşın selenyumun belli dozlarda toksik (prostat kanseri, kaslarda seğirme vb.) özellik gösterdiği ve zehirlenmelerin (selenosis) yaşanabileceği ifade edilmiştir (Raisbeck, 2000; Waters vd., 2005; Zhang vd., 2014). Selenyum için olumsuz etki tespit edilmeyen doz (NOAEL - No Observed Adverse Effect Level) değeri 0,015 mg/kg/gün, en düşük gözlemlenen yan etki düzeyi (LOAEL - Lowest Observed

Adverse Effect Level) değeri ise 0,023 mg/kg/gün olarak belirlenmiştir (US EPA, 1991).

Bireylerin selenyum dahil birçok metale olan maruziyetinin ana kaynağı beslenmedir (Filippini vd., 2018). Birçok araştırmada çocukların yetişkinlere göre beslenme ve çevre kaynaklı kontaminantlara daha fazla maruziyet yaşadığı ifade edilmiştir (Rodríguez-Barranco vd., 2013; Başaran, 2020). Bu yüzden çocukların beslenmesinde önemli yer tutan gıdaların içeriklerinin sistematik ve güncel olarak incelenmesi, maruziyet seviyelerinin kapsamlı şekilde değerlendirilmesi gelecekte karşılaşılabilecek potansiyel sağlık risklerini önlemede stratejik bir araç olarak görülmektedir (Navarro-Alarcon ve Cabrera-Vique, 2008; Kim vd., 2015; Başaran, 2022).

Selenyumun sağlık üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri dikkate alındığında gıdalarda selenyum düzeyinin incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda literatürde farklı yaş gruplarına yönelik gerçekleştirilen ve çeşitli gıdaların tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyetine ilişkin çalışmalara ulaşmak mümkündür (Gao vd., 2011; Copat vd., 2014; Wang vd., 2018; Hammouh vd., 2020). Bununla birlikte literatürde spesifik olarak çocuklara yönelik geliştirilen/tasarlanan süt ve süt ürünlerinin selenyum düzeylerini gösteren ve tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyetinin risklerinin değerlendirildiği bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu çalışmanın amacı; Türkiye pazarında satışa sunulan özellikle okul öncesi ve okul çağı çocukları için geliştirilmiş/tasarlanmış olan bazı süt ve süt ürünlerinin selenyum düzeylerini belirlemek, günlük maruziyeti tespit etmek ve risk değerlendirmesini yapmaktır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Süt ve süt ürünlerine ait örnekler

Çalışma, farklı yaş gruplarında yer alan çocuklar için geliştirilen/tasarlanan süt, kefir, yoğurt ve süt kekleri üzerine gerçekleştirilmiştir. Her bir üründen farklı üretim tarihlerine sahip 3'er ürün orijinal ambalajıyla yerel/ulusal düzeyde faaliyet gösteren Rize ilindeki marketlerden satın alınmıştır. Bu kapsamda farklı markalara ait 20 süt, 8 kefir, 2 yoğurt ve 3 süt keki incelenmiştir. Toplam 11 örneğin ambalajında

okul gıdası etiketi bulunmaktadır. Ürünlere ait bazı özellikler Çizelge 1 ve 2'de gösterilmiştir.

2.2. Selenyum analizi

Selenyum analizi, Başaran (2022) çalışmasında bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Süt keki numuneleri öncelikle etüvde (Memmert IN55) 55°C'de 3 saat kurutulmuştur. UHT süt ve diğer süt ürünleri ise doğrudan analize alınmıştır. Tüm numuneler, yapay mikrodalga sindirim sistemiyle (Milestone Ethos Up Microwave Digestion System, Milestone Ethos Up, İtalya) ekstrakte edilmiştir. Sıvı numunelerden (örnek 1–30) 1 mL diğer numunelerden (örnek 30–33) ise 0,3 g teflon kaplara alınmış ve üzerine 10 mL asit çözeltisi (9 mL %65 HNO₃ (%65, Suprapur, Merck, Darmstadt, Almanya) ve 1 mL H₂O₂ (%34,5-36,5, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO)) ilave edilerek kapalı bir sistem oluşturulmuştur. Daha sonra numunelere sırasıyla 15 ve 20 dk boyunca 210°C ayarlı sistemde bozundurma yapılmıştır. Numuneler oda sıcaklığında soğutulduktan sonra falkon tüplere alınmış ve 5 mL ultra saf su (Milipore Direct Q 8UV) ilave edilmiştir. 0,45 µm filtre ile süzölmüş ve ikinci bir seyreltme yapılmadan ICP-MS 7800 (Agilent Technologies, Tokyo, Japonya) ile analiz edilmiştir. Analizler iki paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler "Mass Hunter 4.4 Workstation Software 7800 ICP-MS Top C.01.04" yazılımı kullanılarak otomatik olarak hesaplanmıştır. Selenyum izotoplarından ⁷⁸Se analizi ICP-MS'te gerçekleştirilmiştir. 0, 10, 25, 50, 100, 250 ve 500 µg/kg konsantrasyonlarında kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur ($y = 0,0042x + 0,0334$; $R^2 = 0,9994$). Selenyum için tespit limiti (LOD) ve tayin limiti (LOQ) sırasıyla 0,043 ve 0,144 µg/kg olarak belirlenmiştir. Örnek 1, 21, 29 ve 31'in kullanıldığı geri kazanım çalışması >%91,0 olarak ölçülmüştür (100 µg/kg).

2.3. Çalışma popülasyonu

Bu çalışmada günlük selenyum maruziyeti, süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıkları dikkate alınarak okul öncesi ve okul çağındaki çocuklar için değerlendirilmiştir. Okul öncesi ve okul çağındaki çocukların yaş aralığı 3–6 ve 7–11 olarak kabul edilmiştir (Karabulut, 2021). Söz konusu yaş aralığında yer alan çocukların ortalama vücut ağırlığı değerleri (persentil 50) sırasıyla erkek çocuklar için 17,7 ve 29,6 kg, kız çocuklar için 17,3 ve 29,6 kg olarak belirlenmiştir (Neyzi vd., 2008).

Çizelge 1. Çalışmaya dahil edilen sütlerin bazı özellikleri

Markalar	Örnek numarası	Bazı özellikler	Ambalaj ağırlığı
Marka A	1	Organik, UHT inek sütü (%3,0 Süt yağı) – Okul gıdası etiketli	200 mL
Marka A	2	UHT yarım yağlı (%1,5 Süt yağı) laktozsuz inek sütü	200 mL
Marka A	3	Doğal, UHT inek sütü (%3,3 Süt yağı) – Okul gıdası etiketli	200 mL
Marka A	4	Doğal, UHT yarım yağlı (%1,5 Süt yağı) inek sütü – Okul gıdası etiketli	200 mL
Marka A	5	Doğal, UHT yarım yağlı (%1,5 Süt yağı) inek sütü	200 mL
Marka A	6	Çocuk devam sütü, Prebiyotik lifler, vitamin ve mineral ilaveli	200 mL
Marka A	7	Çilek pürelili, UHT yarım yağlı (%1,5 süt yağı) inek sütü – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka A	8	Muz pürelili, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı) – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka A	9	Kakaolu, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı) – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka B	10	UHT yarım yağlı (%1,5 süt yağı) inek sütü – Okul gıdası etiketli	200 mL
Marka B	11	Çikolatalı, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı) – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka B	12	Çikolatalı, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı) – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka C	13	Çikolatalı, D vitamin ilaveli, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı)	180 mL
Marka C	14	Çilekli, D vitamin ilaveli, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı) – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka C	15	Muzlu, D vitaminli, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı) – Okul gıdası etiketli	180 mL
Marka C	16	Devam sütü, vitamin ve mineral ilaveli	1000 mL
Marka D	17	Çilek aromalı, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı)	180 mL
Marka D	18	Kakaolu, UHT inek sütü (%1,2 süt yağı)	180 mL
Marka E	19	Kakaolu, UHT inek sütü (%0,8 süt yağı)	180 mL
Marka F	20	Devam sütü, vitamin ve mineral ilaveli	500 mL

2.4. Beslenmeye dayalı maruziyet

Bu çalışmada çocukların süt ve süt ürünleri tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyeti deterministik modele göre aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Deterministik modelde maruziyet, bireyin birim zamanda tükettiği gıda miktarı ile aynı gıdadaki ilgili kimyasal bileşiğin konsantrasyonunun çarpılması ve elde edilen sonucun bireyin vücut ağırlığına bölünmesiyle hesaplanmaktadır (US EPA, 2017).

$$CDI = \frac{C \times IR \times ED \times EF}{va \times AT}$$

CDI: Kronik günlük maruziyet (µg/kg/gün)

C: Süt ve süt ürünüde bulunan selenyum düzeyi (µg/kg)

IR: Tüketim oranı (g–mL/gün)

ED: Maruziyet süresi (çocuklar için 6 yıl)

EF: Maruziyetin sıklığı (365 gün/yıl)

va: Vücut ağırlığı (kg)

AT: Karsinojenik olmayanlar için ortalama maruziyet süresi (365 gün/yıl × 6)

2.5. Karsinojenik olmayan risk değerlendirme

Hedef tehlike katsayısı (THQ), kronik günlük maruziyetin oral referans doza (RfD) bölünmesiyle hesaplanmaktadır ve karsinojenik olmayan potansiyel kronik risk indeksi olarak kabul edilmektedir. THQ > 1 ise risk kabul edilemez, THQ < 1 ise risk kabul edilebilir olarak ifade edilmektedir (US EPA, 1989). Selenyum için RfD 5×10⁻³ mg/kg/gün olarak belirlenmiştir (US EPA, 1991).

$$THQ = \frac{CDI}{RfD}$$

Çizelge 2. Çalışmaya dahil edilen diğer süt ürünlerinin bazı özellikleri

Ürünler	Markalar	Örnek numarası	Bazı özellikler	Ambalaj ağırlığı
Kefir	Marka A	21	Probiyotik, orman meyveli	200 mL
	Marka A	22	Probiyotik, çilekli	200 mL
	Marka A	23	Probiyotik, sade	200 mL
	Marka B	24	Probiyotik, çilekli	250 mL
	Marka B	25	Probiyotik, sade	250 mL
	Marka C	26	Probiyotik, sade	260 mL
	Marka C	27	Probiyotik, şeftali ve ananaslı	260 mL
	Marka C	28	Probiyotik, orman meyveli	260 mL
Yoğurt	Marka E	29	Çilek aromalı – Okul gıdası etiketili	50 mL
	Marka E	30	Karışık çilek aromalı	90 g
Süt kek	Marka G	31	Çilekli	35 g
	Marka G	32	Kakaolu	35 g
	Marka G	33	Muzlu ve ballı	35 g

2.6. İstatistiksel değerlendirme

Çalışma verileri IBM SPSS Statistics 26 (*Armonk, New York U.S.A*) programında analiz edilmiştir. Süt ve süt ürünlerinde selenyum düzeyleri ve risk değerlendirmelerine dair veriler Bağımsız Örneklem T Testi ile incelenmiş ve $p < 0,05$, istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Selenyum düzeyleri

Çalışma kapsamında incelenen toplam 99 süt ve süt ürününün selenyum düzeyleri Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Sütlerin (n=60) ortalama selenyum düzeyi $17,8 \pm 4,54$ $\mu\text{g/kg}$ olarak belirlenmiştir. Ortalama en yüksek selenyum düzeyi örnek 8'e aittir. Farklı markalara ait süt ürünlerinin ortalama selenyum düzeyi muzlu sütler (Örnek 8 ve 15) için $24,9 \pm 7,35$ $\mu\text{g/kg}$, yarım yağlı

aromasız sütler için $21,1 \pm 5,30$ $\mu\text{g/kg}$, çikolatalı süt için $17,9 \pm 5,23$ $\mu\text{g/kg}$, çocuk devam sütleri için $17,1 \pm 6,12$ $\mu\text{g/kg}$, tam yağlı aromasız sütler için $15,4 \pm 3,82$ $\mu\text{g/kg}$, çilekli süt için $16,8 \pm 2,02$ $\mu\text{g/kg}$, kakaolu süt için ise $14,9 \pm 2,44$ $\mu\text{g/kg}$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Diğer süt ürünlerinin ortalama selenyum düzeyi $2,97 - 47,6$ $\mu\text{g/kg}$ aralığında değişmekte olup en yüksek selenyum düzeyleri örnek 31, 32 ve 33'e aittir. Farklı markalara ait kefirlerin ortalama selenyum düzeyleri sade kefir için $4,97 \pm 2,76$ $\mu\text{g/kg}$, çilekli kefir için $7,90 \pm 3,63$ $\mu\text{g/kg}$, diğer kefir türleri için $18,3 \pm 10,5$ $\mu\text{g/kg}$, tüm kefirler (n=24) için ise $10,7 \pm 8,77$ $\mu\text{g/kg}$ olarak belirlenmiştir. Özellikle Marka A'ya ait kefirlerin ortalama selenyum düzeyleri diğer markalara göre daha düşüktür. Yoğurt ve süt keklerinin ortalama selenyum düzeyi ise sırasıyla $28,7 \pm 6,19$ ve $44,9 \pm 2,97$ $\mu\text{g/kg}$ 'dır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Süt ve diğer süt ürünlerinin ortalama selenyum düzeyleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Ürün tipi	Örnek numarası	Ortalama \pm SS	Ürün tipi	Örnek numarası	Ortalama \pm SS
Süt	1	12,7 \pm 0,55	Kefir	21	6,62 \pm 0,76
	2	21,0 \pm 3,04		22	5,36 \pm 2,01
	3	18,1 \pm 0,34		23	2,97 \pm 3,79
	4	21,8 \pm 0,74		24	10,5 \pm 1,09
	5	20,5 \pm 2,26		25	8,12 \pm 2,51
	6	12,0 \pm 2,17		26	3,82 \pm 0,55
	7	14,5 \pm 2,06		27	21,2 \pm 4,83
	8	30,1 \pm 2,45		28	27,1 \pm 7,93
	9	17,7 \pm 1,73	Diğer süt ürünleri	Ortalama (n=24)	10,7 \pm 8,77
	10	14,3 \pm 4,09		29	33,1 \pm 1,51
	11	14,1 \pm 1,33	Yoğurt	30	24,4 \pm 2,31
	12	14,2 \pm 0,51		Ortalama (n=6)	28,7 \pm 6,19
	13	21,6 \pm 0,70		31	41,7 \pm 4,93
	14	17,6 \pm 0,38	Süt keki	32	47,6 \pm 1,32
	15	19,7 \pm 2,51		33	45,5 \pm 0,97
	16	15,5 \pm 0,90		Ortalama (n=9)	44,9 \pm 2,97
	17	12,0 \pm 1,58		Genel ortalama (n=99)	19,2 \pm 10,9
	18	18,3 \pm 2,70			
	19	15,9 \pm 1,11			
	20	23,9 \pm 3,54	Ortalama (n=60)	17,8 \pm 4,54	
Ortalama (n=60)	17,8 \pm 4,54				

SS=Standart sapma

Süt ürünlerinde selenyum düzeyi; Slovenya’da 12–30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Srnkoj vd., 2005), Yunanistan’da 13,1–21,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Pappa vd., 2006), Kore’de 60 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Choi vd., 2009), Arjantin’de 7–9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Sigris vd., 2012), Çin’de 55 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Wang vd., 2018) ve İtalya’da 110 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Filippini vd., 2018) olarak bildirilmiştir. Yoğurtta ortalama selenyum düzeyi ise 8,55–11 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak açıklanmıştır (Choi vd., 2009; Gao vd., 2011). Yanardag ve Orak (1999) Türkiye’de satışa sunulan az yağlı (%0,12), yarım yağlı (%1,5) ve tam yağlı (%3,0) pastörize sütlerde ortalama selenyum düzeyi sırasıyla 12,1, 18,6 ve 14,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$, çilekli süt 13,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$, muzlu süt 14,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$, mineral ekli süt 15,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve çikolatalı süt 11,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$, yoğurt 34,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve kefirde ise 24,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada ulaşılan bulgular literatürdeki benzer çalışmalarla bazı ürünler açısından uyum göstermekle birlikte önemli farklılıklar da içermektedir. Şüphesiz bu durumun en önemli nedeni analiz edilen numunelerin hammadde ve diğer malzemelerinin türü ve özelliklerinin (yağ, katkı maddeleri vb.) birbirinden farklı olmasıdır. Ayrıca bu ürünlerin üretim aşamalarındaki farklılıkların da bulgular üzerinde etkili olabileceği unutulmamalıdır.

3.2. Risk değerlendirme

Bu çalışmada okul öncesi ve okul çağı çocukların süt ve süt ürünleri tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyetleri ve bu maruziyetin risk değerlendirmesi her bir ürünün ambalaj ağırlığı dikkate alınarak ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 4, 5).

Çizelge 4. Çocukların süt tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyeti ve THQ düzeyleri

Örnek numarası	Günlük maruziyet ($\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün)				THQ			
	Erkek		Kız		Erkek		Kız	
	3-6 yaş	7-11 yaş	3-6 yaş	7-11 yaş	3-6 yaş	7-11 yaş	3-6 yaş	7-11 yaş
1	0,14	0,09	0,15	0,09	0,03	0,02	0,03	0,02
2	0,24	0,14	0,24	0,14	0,05	0,03	0,05	0,03
3	0,20	0,12	0,21	0,12	0,04	0,02	0,04	0,02
4	0,25	0,15	0,25	0,15	0,05	0,03	0,05	0,03
5	0,23	0,14	0,24	0,14	0,05	0,03	0,05	0,03
6	0,14	0,08	0,14	0,08	0,03	0,02	0,03	0,02
7	0,15	0,09	0,15	0,09	0,03	0,02	0,03	0,02
8	0,31	0,18	0,31	0,18	0,06	0,04	0,06	0,04
9	0,18	0,11	0,18	0,11	0,04	0,02	0,04	0,02
10	0,16	0,10	0,17	0,10	0,03	0,02	0,03	0,02
11	0,14	0,09	0,15	0,09	0,03	0,02	0,03	0,02
12	0,14	0,09	0,15	0,09	0,03	0,02	0,03	0,02
13	0,22	0,13	0,22	0,13	0,04	0,03	0,04	0,03
14	0,18	0,11	0,18	0,11	0,04	0,02	0,04	0,02
15	0,20	0,12	0,21	0,12	0,04	0,02	0,04	0,02
16 ^a	0,17	0,10	0,18	0,10	0,03	0,02	0,04	0,02
17	0,12	0,07	0,12	0,07	0,02	0,01	0,02	0,01
18	0,19	0,11	0,19	0,11	0,04	0,02	0,04	0,02
19	0,16	0,10	0,17	0,10	0,03	0,02	0,03	0,02
20 ^a	0,27	0,16	0,28	0,16	0,05	0,03	0,06	0,03
Ortalama	0,190*	0,114	0,195*	0,114	0,038*	0,023	0,039*	0,023
SS	0,051	0,029	0,050	0,029	0,010	0,007	0,011	0,007

^a Örnek 16 ve 20'nin tüketim miktarı 200 mL olarak kabul edilmiştir.

* $p < 0,05$, istatistiksel olarak anlamlıdır.

SS=Standart sapma

Sütlerin tüketiminden kaynaklanan ortalama selenyum maruziyeti 3-6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocuklarda sırasıyla $0,190 \pm 0,051$ ve $0,195 \pm 0,050$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün, 7-11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocuklarda ise sırasıyla $0,114 \pm 0,029$ ve $0,114 \pm 0,029$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün olarak hesaplanmıştır. Cinsiyet ve yaş grubu fark etmeksizin en yüksek ve en düşük maruziyet sırasıyla örnek 8 ve 17'den kaynaklanmaktadır. 3-6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların ortalama selenyum maruziyeti, 7-11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların maruziyetinden istatistiksel olarak

farklı bulunmuştur ($p < 0,05$). Selenyum maruziyetinin karsinojenik olmayan risk değerlendirmesinde ise hesaplanan THQ değerleri cinsiyet ve yaş grubu fark etmeksizin 1'in altında bulunmuştur. Dolayısıyla bu ürünlerin tüketilmesinde, selenyumdan kaynaklanan potansiyel bir sağlık endişesinden bahsetmek mümkün değildir. Yapılan değerlendirmede 3-6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların ortalama THQ düzeyi 7-11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların THQ düzeyinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 5. Çocukların diğer süt ürünlerini tüketmelerinden kaynaklanan selenyum maruziyeti ve THQ düzeyleri

Örnek numarası	Günlük maruziyet ($\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün)				THQ			
	Erkek		Kız		Erkek		Kız	
	3–6 yaş	7–11 yaş	3–6 yaş	7–11 yaş	3–6 yaş	7–11 yaş	3–6 yaş	7–11 yaş
21	0,07	0,04	0,08	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01
22	0,06	0,04	0,06	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
23	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00
24	0,15	0,09	0,15	0,09	0,03	0,02	0,03	0,02
25	0,11	0,07	0,12	0,07	0,02	0,01	0,02	0,01
26	0,06	0,03	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
27	0,31	0,19	0,32	0,19	0,06	0,04	0,06	0,04
28	0,40	0,24	0,41	0,24	0,08	0,05	0,08	0,05
Ortalama	0,149*	0,090	0,154*	0,090	0,029*	0,019	0,030*	0,019
SS	0,135	0,081	0,138	0,081	0,027	0,017	0,026	0,017
29	0,09	0,06	0,10	0,06	0,02	0,01	0,02	0,01
30	0,12	0,07	0,13	0,07	0,02	0,01	0,03	0,01
Ortalama	0,105*	0,065	0,115*	0,065	0,020*	0,010	0,025*	0,010
SS	0,021	0,007	0,021	0,007	0,000	0,000	0,007	0,000
31	0,08	0,05	0,08	0,05	0,02	0,01	0,02	0,01
32	0,09	0,06	0,10	0,06	0,02	0,01	0,02	0,01
33	0,09	0,05	0,09	0,05	0,02	0,01	0,02	0,01
Ortalama	0,087*	0,053	0,090*	0,053	0,020*	0,010	0,020*	0,010
SS	0,006	0,006	0,010	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000

* $p<0,05$, istatistiksel olarak anlamlıdır.

SS=Standart sapma

Kefir tüketiminden kaynaklanan ortalama selenyum maruziyeti 3–6 yaş aralığındaki erkek çocuklarda $0,149\pm 0,135$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün, ve kız çocuklarda $0,154\pm 0,138$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün, 7–11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocuklarda ise $0,090\pm 0,081$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün olarak hesaplanmıştır. Diğer süt ürünlerinin (yoğurt ve süt keki) tüketiminden kaynaklanan ortalama selenyum maruziyeti ise 3–6 yaş aralığındaki erkek çocuklarda $0,094\pm 0,015$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün ve ve kız çocuklarda $0,058\pm 0,008$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün iken 7–11 yaş aralığındaki erkek çocuklarda $0,100\pm 0,019$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün ve kız çocuklarda $0,058\pm 0,008$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ va/gün olarak belirlenmiştir. Ortalama en yüksek maruziyet örnek 28'den kaynaklanmaktadır. Diğer süt ürünleri (yoğurt ve süt keki) tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyetinin risk değerlendirmesinde ortalama THQ değeri 3–6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocuklarda $0,02\pm 0,00$; 7–11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocuklarda ise $0,01\pm 0,00$ olarak belirlenmiştir. 3–6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların diğer süt ürünlerinden kaynaklanan ortalama

selenyum maruziyeti ve THQ değeri 7–11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4 ve Çizelge 5 incelendiğinde süt ve süt ürünlerinden kaynaklanan selenyum maruziyetinin ve THQ değerinin değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu durumun üç temel nedeni olduğu düşünülmektedir. İlk olarak maruziyete neden olan gıdaların selenyum düzeyi birbirinden farklıdır. Doğal olarak selenyum düzeyi yüksek olan gıdanın maruziyete katkısı da yüksek olacaktır. Bu durum örnek 8'e ait bulgularla açıklanabilir. Fakat burada maruziyete etkisi olan bir diğer unsur ise üretici firmanın ürün için belirlediği ambalajın ağırlığıdır. Bu çalışmaya dahil edilen ürünlerin ortak özelliklerden birisi (örnek 16 ve 20 hariç) söz konusu ürünlerin tek seferde tüketim için tasarlanmış olmasıdır. Dolayısıyla Çizelge 1 ve Çizelge 2'de görülebileceği gibi ambalaj ağırlığı fazla olan ürünlerin selenyum maruziyetine katkısı da yüksek düzeyde olacaktır. Fakat bu duruma istisna olarak örnek

31, 32 ve 33'ü gösterebiliriz. Her ne kadar bu ürünlerin ortalama selenyum düzeyi diğer ürünlere göre yüksek olsa da ürün tüketim miktarının diğer ürünlere göre önemli ölçüde düşük olması (35 g) bu üründen kaynaklanan maruziyeti sınırlandırmaktadır. Ayrıca yaş artışına bağlı olarak selenyum maruziyetinin azaldığı anlaşılmaktadır. Bu durumun temel nedeni ise maruziyete neden olan gıdanın türü aynı olmasına rağmen 3–6 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukların ortalama vücut ağırlığının 7–11 yaş aralığındaki erkek ve kız çocuklarından daha düşük olmasıdır. Bu durum vücut ağırlığı düşük olan çocukların diğer bireylere göre daha yüksek maruziyete sahip olduğuna ilişkin literatür bilgisiyle uyumludur (Ahmed vd., 2019; de Mendonça Pereira vd., 2020; Başaran, 2022). Farklı yaş gruplarında yer alan erkek ve kız çocukların ortalama vücut ağırlıkları birbirine oldukça yakın olduğu için hem maruziyet hem de THQ açısından bir farklılık tespit edilememiştir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) yetişkin erkek ve kadınlar için tavsiye edilen günlük selenyum alımını 55 µg/gün, tolere edilebilir günlük üst selenyum düzeyini ise 400 µg/gün olarak tanımlamıştır (Anonim, 2000). Avrupa Birliği Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) ise yetişkin bireyler için günlük 70 µg/gün selenyum alımının yeterli olduğunu rapor etmiştir (EFSA, 2014). Dünya Sağlık Örgütü, 4–6 ve 7–9 yaş aralığındaki çocuklar için tavsiye edilen günlük selenyum alımını sırasıyla 1,15 ve 0,84 µg/kg va/gün olarak belirlemiştir (WHO, 2005). Diğer çalışmalarda günlük selenyum alımı; 30–40 µg/gün (serum selenyum düzeylerine göre) (Hıncal, 2007), erkek ve kadınlar için sırasıyla 32 ve 24 µg/gün (Sigrist vd., 2012), 9–12 yaş aralığındaki erkek ve kız çocukları için sırasıyla 79 ve 74 µg/gün (Olza vd., 2017) olarak bildirilmiştir. Sadece süt ve süt ürünlerinden kaynaklanan selenyum maruziyeti ise 0,06 µg/kg va/gün (Choi vd., 2009) ve 1,07 µg/gün (Wang vd., 2018) olarak rapor edilmiştir.

Bu çalışmada günlük selenyum alımına dair ulaşılan değerler Dünya Sağlık Örgütü'nün referans değerlerinin oldukça altındadır. Fakat

sadece süt ürünlerinin değerlendirildiği çalışmalara kıyasla yüksek bir değere karşılık gelmektedir. Süt ve süt ürünlerinin selenyum düzeyleri ile süt tüketiminin ülke, kültür ve bireylerin beslenme alışkanlıklarına göre değişkenlik göstermesi çalışmalar arasındaki farklılığı açıklayabilir. Süt ve süt ürünleri tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyetine bağlı olarak THQ değerlerinin hesaplandığı bir çalışmaya literatürde ulaşılamamıştır.

4. Sonuç

Selenyum eksikliği ya da fazlalığı bireylerde çeşitli hastalıklarla ilişkilendirilmiştir. Süt ve süt ürünleri selenyum açısından potansiyel bir kaynaktır. Süt ve süt ürünlerinin çocuklar başta olmak üzere toplumun geneli için sıklıkla tüketiliyor olması bu ürünleri aynı zamanda günlük selenyum alımında önemli hale getirmektedir. Bu çalışmada Türkiye'de satışa sunulan ve okul öncesi/okul çağı çocukları için geliştirilen süt ve süt ürünleri selenyum düzeyleri bakımından incelenmiş ve karsinojenik olmayan risk değerlendirmesi yapılmıştır. İncelenen ürünlerin tamamı farklı düzeylerde selenyum içermektedir. Tüm ürünlerin (n=99) ortalama selenyum düzeyi ise 19,2±10,9 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Ortalama selenyum düzeylerine göre süt ürünleri grupları süt keki > yoğurt > süt > kefir olarak sıralanmıştır. Süt ve süt ürünleri tüketiminden kaynaklanan selenyum maruziyeti yaş artışına bağlı olarak azalmaktadır ve cinsiyet bakımından ise herhangi bir farklılık tespit edilememiştir ($p<0,05$). Tüm yaş grupları için THQ değerleri 1'den küçük olduğu için potansiyel bir sağlık endişesi yoktur. Bu çalışmada sadece süt ve süt ürünleri incelenmiştir. Oysa, selenyum maruziyetinde diğer gıdaların da payı vardır. Dolayısıyla çocukların selenyum maruziyetinin aslında daha yüksek olduğu rahatlıkla söylenebilir. Bu yüzden çocukların beslenmesinde yer alan ve sıklıkla tüketilen diğer gıdalara yönelik benzer çalışmaların yapılması toplum sağlığı ve sağlıklı gelecek nesiller açısından oldukça önemlidir.

5. Kaynaklar

Ahmed, A.S., Sultana. S., Habib. A., Ullah. H., Musa. N., Hossain. M.B. and Sarker, M.S.I. (2019). Bioaccumulation of heavy metals in some commercially important fishes from a tropical river estuary suggests higher potential health risk in children than adults. *PLoS One*, 14(10), e0219336.

Anonim (2010). Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması. <https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/diger-kitaplar/TBSA-Beslenme-Yayini.pdf> (Erişim Tarihi: 23.11.2021).

Anonim (2019). Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/TBSA_RAPOR_KITAP_20.08.pdf (Erişim Tarihi: 23.11.2021).

Anonymous (2000). Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids. Institute of Medicine. National Academies Press, Washington, DC.

Azorín, I., Madrid, J., Martínez, S., López, M., López, M.B., López, M.J. and Hernández, F. (2020). Can moderate levels of organic selenium in dairy cow feed naturally enrich dairy products? *Animals*, 10(12), 2269.

Basaran, B. (2020). The evaluation of childhood foods and infant formula exposure to furan, chloropropanols and acrylamide contamination by food processing. In I.J. Al-Zwaini, Z.R. Al-Ani, & Hurley, W. (Eds.), *Infant feeding: breast versus formula* (pp. 1-15), Croatia: IntechOpen.

Basaran, B. (2022). An assessment of heavy metal level in infant formula on the market in Turkey and the hazard index. *Journal of Food Composition and Analysis*, 105(2022), 104258.

Bodnar, M., Konieczka, P. and Namiesnik, J. (2012). The properties, functions, and use of selenium compounds in living organisms. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 30(3), 225-252.

Browne, D. M., Niyomura, O. and Wirth, T. (2007). Catalytic use of selenium electrophiles in cyclizations. *Organic Letters*, 9(16), 3169-3171.

Choi, Y., Kim, J., Lee, H.S., Kim, C.I., Hwang, I.K., Park, H.K. and Oh, C.H. (2009). Selenium

content in representative Korean foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(2), 117-122.

Copat, C., Vinceti, M., D'Agati, M.G., Arena, G., Mauceri, V., Grasso, A., ... and Ferrante, M. (2014). Mercury and selenium intake by seafood from the Ionian Sea: A risk evaluation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 100, 87-92.

de Mendonça Pereira, B.F., de Almeida, C.C., Leandro, K.C., da Costa, M.P., Conte-Junior, C.A. and Spisso, B.F. (2020). Occurrence, sources, and pathways of chemical contaminants in infant formulas. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(4), 1378-1396.

Douglas, A., Barr, S., Reddy, S. and Summerbell, C.D. (2019). A critical review of the role of milk and other dairy products in the development of obesity in children and adolescents. *Nutrition Research Reviews*, 32(1), 106-127.

Eichler, K., Hess, S., Twerenbold, C., Sabatier, M., Meier, F. and Wieser, S. (2019). Health effects of micronutrient fortified dairy products and cereal food for children and adolescents: A systematic review. *PLoS One*, 14(1), e0210899.

EFSA. (2014). Scientific opinion on dietary reference values for selenium. *EFSA Journal*, 12(10), 3846.

Feng, R., Wei, C. and Tu, S. (2013). The roles of selenium in protecting plants against abiotic stresses. *Environmental and Experimental Botany*, 87, 58-68.

Filippini, T., Cilloni, S., Malavolti, M., Violi, F., Malagoli, C., Tesaro, M., ... and Vinceti, M. (2018). Dietary intake of cadmium, chromium, copper, manganese, selenium and zinc in a Northern Italy community. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 50, 508-517.

Gao, J., Liu, Y., Huang, Y., Lin, Z.Q., Bañuelos, G.S., Lam, M.H.W. and Yin, X. (2011). Daily selenium intake in a moderate selenium deficiency area of Suzhou, China. *Food Chemistry*, 126(3), 1088-1093.

Hammouh, F., Zein, S., Amr, R., Ghazzawi, H., Muharib, D., Al Saad, D. and Subih, H. (2020). Assessment of dietary selenium intake of Jordanian adults in Madaba: a cross sectional

study. *Nutrition & Food Science*, 51(3), 494-506.

Harthill, M. (2011). Micronutrient selenium deficiency influences evolution of some viral infectious diseases. *Biological Trace Element Research*, 143(3), 1325-1336.

Hıncal, F. (2007). Trace elements in growth: Iodine and selenium status of Turkish children. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 21, 40-43.

Izydorczyk, G., Ligas, B., Mikula, K., Witek-Krowiak, A., Moustakas, K. and Chojnacka, K. (2021). Biofortification of edible plants with selenium and iodine—A systematic literature review. *Science of The Total Environment*, 754, 141983.

Jenkins, T.C. and McGuire, M.A. (2006). Major advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of Dairy Science*, 89(4), 1302-1310.

Karabulut, H. (2021). Okul öncesi dönem (3-6 Yaş) ve ilkököl dönemi (7-11 Yaş) için annelik bekleliği ölçüğü'nin (ABÖ) uyarlanması: anne ve baba formu. *Uluslararası İnsan Çalışmaları Dergisi*, 4(7), 34-53.

Kieliszek, M. (2019). Selenium—fascinating microelement, properties and sources in food. *Molecules*, 24(7), 1298.

Kim, C.I., Lee, J., Kwon, S. and Yoon, H.J. (2015). Total diet study: for a closer-to-real estimate of dietary exposure to chemical substances. *Toxicological Research*, 31(3), 227-240.

Moghaddam, A., Heller, R.A., Sun, Q., Seelig, J., Cherkezov, A., Seibert, L., ... and Schomburg, L. (2020). Selenium deficiency is associated with mortality risk from COVID-19. *Nutrients*, 12(7), 2098.

Murphy, S.P. and Allen, L.H. (2003). Nutritional importance of animal source foods. *The Journal of Nutrition*, 133(11), 3932S-3935S.

Navarro-Alarcon, M. and Cabrera-Vique, C. (2008). Selenium in food and the human body: a review. *Science of The Total Environment*, 400(1-3), 115-141.

Naveau, A., Monteil-Rivera, F., Guillon, E. and Dumonceau, J. (2007). Interactions of aqueous selenium (– II) and (IV) with metallic sulfide

surfaces. *Environmental Science & Technology*, 41(15), 5376-5382.

Neyzi, O., Günöz, H., Furman, A., Bundak, R., Gökçay, G. ve Darendeliler, F. (2008). Türk çocuklarında vücut ağırlığı, boy uzunluğu, baş çevresi ve vücut kitle indeksi referans değerleri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 51(1), 1-14.

Olza, J., Aranceta-Bartrina, J., González-Gross, M., Ortega, R.M., Serra-Majem, L., Varela-Moreiras, G. and Gil, Á. (2017). Reported dietary intake and food sources of zinc, selenium, and vitamins A, E and C in the Spanish population: Findings from the ANIBES study. *Nutrients*, 9(7), 697.

Pappa, E.C., Pappas, A.C. and Surai, P.F. (2006). Selenium content in selected foods from the Greek market and estimation of the daily intake. *Science of the Total Environment*, 372(1), 100-108.

Raisbeck, M.F. (2000). Selenosis. Veterinary clinics of North America: *Food Animal Practice*, 16(3), 465-480.

Ramkisson, C., Degryse, F., da Silva, R.C., Baird, R., Young, S.D., Bailey, E.H. and McLaughlin, M.J. (2019). Improving the efficacy of selenium fertilizers for wheat biofortification. *Scientific Reports*, 9(1), 1-9.

Rizzoli, R. (2014). Dairy products, yogurts, and bone health. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 99(5), 1256S-1262S.

Rodríguez-Barranco, M., Lacasaña, M., Aguilar-Garduño, C., Alguacil, J., Gil, F., González-Alzaga, B. and Rojas-García, A. (2013). Association of arsenic, cadmium, and manganese exposure with neurodevelopment and behavioral disorders in children: A systematic review and meta-analysis. *Science of The Total Environment* 454, 562–577.

Schwarz, K. and Foltz, C.M. (1957). Selenium as an integral part of factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. *Journal of the American Chemical Society*, 79(12), 3292-3293.

Serdar Eymirli, P., Güngör, A.E. ve Güngör, H.C. (2019). Süt, süt ürünleri ve çocuklarda diş çürüğü: bir literatür güncellemesi. *Türkiye Klinikleri. Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi* 25(3), 334-43.

- Shimada, B.K., Alfulaj, N. and Seale, L.A. (2021). The Impact of selenium deficiency on cardiovascular function. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(19), 10713.
- Sigrist, M., Brusa, L., Campagnoli, D. And Beldoménico, H. (2012). Determination of selenium in selected food samples from Argentina and estimation of their contribution to the Se dietary intake. *Food Chemistry*, 134(4), 1932-1937.
- Smilowitz, J.T., Dillard, C.J. and German, J.B. (2005). Milk beyond essential nutrients: the metabolic food. *Australian Journal of Dairy Technology*, 60(2), 77.
- Smrkolj, P., Pograjc, L., Hlastan-Ribič, C. and Stibilj, V. (2005). Selenium content in selected Slovenian foodstuffs and estimated daily intakes of selenium. *Food Chemistry*, 90(4), 691-697.
- Tinggi, U. (2003). Essentiality and toxicity of selenium and its status in Australia: a review. *Toxicology Letters*, 137(1-2), 103-110.
- US EPA. (1989). Guidance manual for assessing human health risks from chemically contaminated, fish and shellfish, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. EPA-503/8-89-002
- US EPA. (1991). Selenium and compounds; CASRN 7782-49-2. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0472_summary.pdf#nameddest=rfd (Erişim Tarihi: 23.11.2021).
- US EPA. (2017). Exposure assessment tools by tiers and types - deterministic and probabilistic assessments. <https://www.epa.gov/expobox/exposure-assessment-tools-tiers-and-types-deterministic-and-probabilistic-assessments> (Erişim Tarihi : 23.11.2021).
- Ünal, R.N. and Besler, H.T. (2008). Beslenmede sütün önemi. <https://sbu.saglik.gov.tr/ekutuphane/kitaplar/b%208.pdf> (Erişim Tarihi : 23.11.2021).
- Vinceti, M., Filippini, T. and Wise, L. A. (2018). Environmental selenium and human health: an update. *Current Environmental Health Reports*, 5(4), 464-485.
- Wang, J., Yang, L., Li, H., Li, Y. and Wei, B. (2018). Dietary selenium intake based on the Chinese Food Pagoda: the influence of dietary patterns on selenium intake. *Nutrition Journal*, 17(1), 1-8.
- Wang, D., Pu, L. and Wei, G. (2020a). Improved antioxidant capacity and immune function of broiler chickens fed with selenium-enriched *Candida utilis*. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 22(2), 1-8.
- Wang, L., Yin, J., Yang, B., Qu, C., Lei, J., Han, J. and Guo, X. (2020b). Serious selenium deficiency in the serum *Biological Trace Element Research*, 194(1), 96-104.
- Waters, D.J., Shen, S., Glickman, L.T., Cooley, D.M., Bostwick, D.G., Qian, J., ... and Morris, J.S. (2005). Prostate cancer risk and DNA damage: translational significance of selenium supplementation in a canine model. *Carcinogenesis*, 26(7), 1256-1262.
- WHO. (2005). Vitamin and mineral requirements in human nutrition, 2nd ed. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42716> (Erişim Tarihi: 23.11.2021).
- World Population Review. (2021). Milk consumption by country 2021. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/milk-consumption-by-country> (Erişim Tarihi: 23.11.2021).
- Wu, J., Zeng, C., Yang, Z., Li, X., Lei, G., Xie, D. ... and Yang, T. (2020). Association between dietary selenium intake and the prevalence of nonalcoholic fatty liver disease: a cross-sectional study. *Journal of the American College of Nutrition*, 39(2), 103-111.
- Yanardag, R. and Orak, H. (1999). Selenium content of milk and milk products of Turkey. II. *Biological Trace Element Research*, 68(1), 79-95.
- Zhang, H., Feng, X., Chan, H. M. and Larssen, T. (2014). New insights into traditional health risk assessments of mercury exposure: implications of selenium. *Environmental Science & Technology*, 48(2), 1206-1212.
- Zhou, H., Wang, T., Li, Q. and Li, D. (2018). Prevention of Keshan disease by selenium supplementation: a systematic review and meta-analysis. *Biological Trace Element Research*, 186(1), 98-105.

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- EDİTÖRLER ve YAYIN KURULUNUN UYMASI GEREKEN ETİK KURALLAR

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

B-YAZARLARIN UYMASI GEREKEN ETİK KURALLAR

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7-Değerlendirme süreci başlamış bir çalışmada yazar ekleme, yazar sırası değerştirme 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 çalışmaları 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 çalışmaları 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 aşağlayıcı 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 25-30 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 kuruluştan 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 konular. Hangi sayıda yayınlanacağı ile ilgili bilgi sorumlu yazara iletilir.

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 ve 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 Müdürlüğüne devrederek, kendi haklarından feragat etmektedir.

MAKALENİN HAZIRLANMASI

Dergiye başvuru sırasında gönderilecek makale, Microsoft Word yazılımıyla, A4 boyutundaki kağıdın 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 3 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 yapılacağında (mümkün olduğunca Resmi web sayfalarına atıf yapılmalıdır) mutlaka ilgili web adresine erişim tarihi verilmelidir.

KAYNAKLAR:

Metin içinde yazar veya yazarlara yapılan atıf

Tek yazar:

Vurarak (2021) 'a göre
(Vurarak, 2021).

İki yazarlı:

Ciniviz ve Yılmaz Ersan (2021)'a göre
(Ciniviz ve Yılmaz Ersan, 2021)

Üç ve daha fazla yazarlı metinlerde, sadece ilk yazarın adı kullanılıp sonrasında “vd.” ifadesi kullanılır:

Harris vd. (2001) ifade ettiği üzere (...)
Harris vd. (2001)'ne göre (...)
(Harris vd., 2001)

Yazar bir organizasyon veya hükümet kurumu ise,

ilk atıfta olduğu gibi atıf yapılır; eğer çok bilinen bir kurum ise, sonraki kullanımlarda kısaltması tercih edilir:

İlk atıf: Association of Official Analytical Collaboration International'a (2021) göre

İkinci atıf: AOAC'a (2021) göre

İlk atıf: (Association of Official Analytical Collaboration International [AOAC], 2021)

İkinci atıf: (AOAC, 2021)

Aynı parantezde birden fazla esere atıfta bulunulduğunda, bunlar harf sırasına göre dizilmeli ve iki eser noktalı virgül ile ayrılmalıdır:

(Ciniviz ve Yılmaz Ersan, 2021; Hamzaoğlu vd., 2021; Vurarak, 2021).

Aynı soyisme sahip yazarlarda, karışıklığı önlemek için ismin ilk harfi de kullanılır:

(E. Kural, 2010; L. Kural, 1999)

Aynı yazarın aynı yıl yayımlanan iki veya daha fazla eserine atıf yapılıyorsa; yıldan sonra (a, b, c) harfleri kullanılır:

Rice (2017a)'nin çalışmasına göre
Rice (2017b)'nin çalışmasına göre

Dipnotlar ve sonnotlar

APA yazım stilinde, dipnot ve sonnot kullanımı pek tercih edilmemektedir. Bundan dolayı mümkün olduğu kadar az dipnot kullanılmalıdır. Yalnızca çok elzem bir açıklayıcı not gerektiğinde dipnot kullanılmalıdır.

Önemli not:

APA atıf ve kaynakçada “and” yerine “&” kullanılmasını önermektedir. Ancak Türkçede “&” sembolü “ve” yerine kullanılmadığından, Türkçe olarak yazılan metinlerde atıf yaparken ve kaynakça yazarken “&” sembolü kullanılmamalıdır. Ayrıca, üç kişiden çok yazarlı metinlere atıf yaparken APA “et al.” (Hamzaoğlu et al., 2021) kullanılmasını önermektedir. Ancak Türkçe’de “et al.” yerine “vd.” (Hamzaoğlu vd., 2021) kullanılmalıdır. Makale İngilizce ise yerine göre “&” sembolü ve “et al.” kullanılmalıdır.

Kaynak listesi:

Yararlanılan kaynaklar sıra numarası verilmeksizin yazarın soyadı dikkate alınarak alfabetik sıraya göre yazılmalıdır. Aynı yazara ait fazla sayıdaki eserler kronolojik olarak sıralanmalıdır.

Tek yazar:

Vurarak, Y. (2021). Semi-mechanical harvesting method effect on oil content and fat composition of sesame. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (25), 39-47. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursagida/issue/60450/886028>

İki yazar:

Ciniviz, M. ve Yılmaz Ersan, L. (2021). Süt ürünleri tüketiminin kolorektal kanser üzerine etkisi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (25), 1-14. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursagida/issue/60450/885980>

Üç ile yedi yazar arası:

Hamzaoğlu, M., Demir, S., Tosunoğlu, H., Zengingönül Gökçay, R. ve Deniz, A. (2021). QuEChERS -LC MS/MS yönteminin ballarda bazı pestisit kalıntıları için metot validasyonu. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (25), 48-56. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursagida/issue/60450/886069>

Yedi yazardan fazla ise; ilk altı yazarın adı listelendikten sonra üç nokta koyup son yazarın adı eklenir. Yedi isimden fazlası yer almamalıdır:

Miller, F. H., Choi, M. J., Angeli, L. L., Harland, A. A., Stamos, J. A., Thomas, S. T., . . .and Rubin, L. H. (2009). Web site usability for the blind and low-vision user. *Technical Communication*, 57, 323-335.

Organizasyonun yazar olduğu durumlarda:

AOAC. (2021).

Aynı yazarın iki ve daha fazla çalışması kullanılmışsa; kaynaklar tarih sırasına göre dizilmelidir:

Çetin, T. (2019).

Çetin, T. (2020).

Eğer yazar bir çalışmada tek yazar ve başka çalışmada ortak yazar ise, önce tek yazarlı olan çalışma listelenmelidir:

İç, E. (2000). Hıyar turşusu salamurasında kalsiyum klorür kullanarak tuz konsantrasyonunun azaltılma olanağı üzerine araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi-117 s. Ankara.

İç, E. ve Özçelik, F. (1999). Hıyar turşularının düşük tuzlu salamurada fermantasyonu üzerine bir araştırma. *Gıda*, 24 (2): 77-87. .

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:

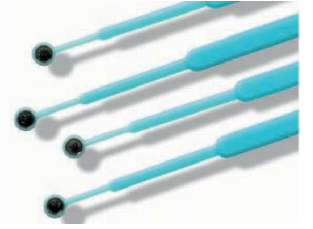
Warrence, N.J., Bauder J.W. and Pearson K.E. (2004). Basics of salinity and sodicity effects on soil physical properties. Land Resources and Environmental Sciences Department, Montana State University, <http://waterquality.montana.edu/docs/methane/basics.pdf> (Accessed 15.12.2004).

Anonim. (2019). Türkiye beslenme ve sağlık araştırması. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/TBSA_RAPOR_KITAP_20.08.pdf (Erişim Tarihi: 23.11.2021).

Thermo Fisher
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
info@kromogen.com

INTERLAB

LABORATUAR ÜRÜNLERİ SAN. ve TİC. A.Ş





PIONEERING DIAGNOSTICS

GIDA MİKROBİYOLOJİSİNDE ÇÖZÜM ORTAĞINIZ



DILUMAT

Otomatik Dilüsyon Terazisi



SMASHER

Otomatik Pedallı Karıştırıcı



VIDAS

Hızlı Patojen Tespit Sistemi



TEMPO

Otomatik Kalite İndikatörü
Sayım Sistemi



VITEK 2 Compact

Hızlı Bakteri Tanımlama
Sistemi


LCMS/LCMSMS
GCMS/GCMSMS
GC/GC-MS
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-MS

- 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



Analitik Cihazlar

Endüstriyel Cihazlar

Yaşam Bilimleri

Sarf Malzeme ve Aksesuarlar
 | Spektroskopi | Kromatografi

THINK BIG, SEE BEYOND

 | antteknik.com |    

Gıda analizlerinize
yenilikçi çözümler



LCMS-8050
Sıvı Kromatografi Triple Kuadrupol
Kütle Spektrometre

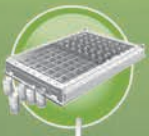


GCMS-QP2020 NX
Gaz Kromatografi Kütle Spektrometre


SHIMADZU
Excellence in Science

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

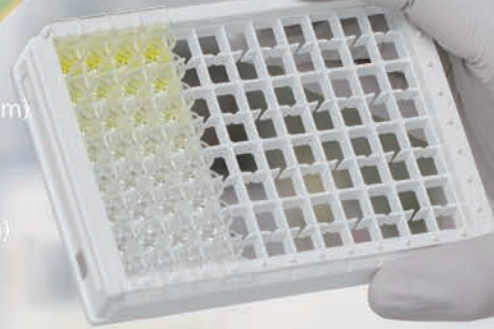


SureFood®

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