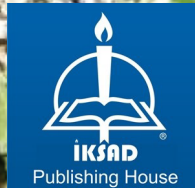


BESLENME BİLİMİNDE GÜNCEL KONULAR

Editör
Prof. Dr. Reyhan İRKİN



BESLENME BİLİMİNDE GÜNCEL KONULAR

Editör

Prof. Dr. Reyhan İRKİN

Yazarlar

Prof. Dr. O. İrfan İLHAK

Doç. Dr. Hakan TAVŞANLI

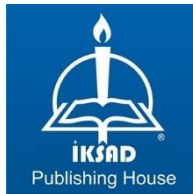
Dr. Öğr. Üyesi Zehra BATU

Arş. Gör. Müge COŞĞUN

Arş. Gör. Tuğba TUNA

Yük. Gıda Müh. Beril SERTER

Diyetisyen Emine Eda YİRCİ



Copyright © 2023 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher,
except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other
noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic
Development and Social
Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2023©

ISBN: 978-625-367-435-9

Cover Design: İbrahim KAYA

November / 2023

Ankara / Türkiye

Size = 16 x 24 cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM I

ET VE ET ÜRÜNLERİNDE NİTRİT VE NİTRAT TUZU KULLANIMI, SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Nitrate and Nitrite Use in Meat Products and Their Effects on Health

Diyetisyen Emine Eda YİRCİ

Doç. Dr. Hakan TAVŞANLI

Prof. Dr. O. İrfan İLHAK.....3

BÖLÜM II

KEFİR: GENEL ÖZELLİKLERİ, SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ VE ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ

Kefir: General Properties, Effects on Health and Antimicrobial effect

Yük. Gıda Müh. Beril SERTER

Doç. Dr. Hakan TAVŞANLI

Prof. Dr. O. İrfan İLHAK.....37

BÖLÜM III

ALTERNATİF BESİN KAYNAĞI OLARAK YENİLEBİLİR BÖCEKLER: İPEK BÖCEĞİ (*Bombyx Mori*)

Edible Insects as alternative food sources; Silkworm (*Bombyx Mori*)

Dr. Öğr. Üyesi Zehra BATU.....81

BÖLÜM IV

MİKROBİYOTA, PROBİYOTİKLER VE DUYGUDURUM BOZUKLUKLARI İLİŞKİSİ

The Relationship of Mood Disorders with Microbiota and Probiotics

Arş. Gör. Tuğba TUNA

Arş. Gör. Müge COŞĞUN.....103

BÖLÜM V

RUHSAL BOZUKLUĞU OLAN BİREYLERDE YEME DAVRANIŞI

Eating Behavior in Individuals with Mental Disorders

Arş. Gör. Müge COŞĞUN

Arş. Gör. Tuğba TUNA.....125

ÖNSÖZ

Günümüzde insan sağlığının korunmasında pek çok metabolik hastalığın önlenmesinde beslenme ve bu konudaki bilginin güncellenmesi önem taşımaktadır. Koruyucu sağlık hizmetleri içerisinde yer alan beslenme ve diyetetik konularında Dünya’da bilimsel olarak yer alan gelişmeler ve toplum sağlığının göz önüne alınarak uygulanması değer taşımaktadır. “Beslenme Biliminde Güncel Konular” başlıklı kitabımızda; et ürünlerinde nitrat ve nitritin kullanımıyla ilgili detaylar, dikkat edilmesi gereken koşullar, sağlıklı beslenmenin önemli grubu fermente süt ürünlerinden kefir ve önemli özellikleri, alternatif besin kaynaklarından yenilebilir böcekler, mikrobiyota ve probiyotiklerin duyu durum bozuklukları ile olan ilişkisi, ruhsal bozukluk ve yeme davranışları hakkındaki bilgilerin yer aldığı bölümler kapsamında birbirinden değerli konular hakkında detaylı bilgilere sahip olunacak ve alana katkı sağlanabilecektir.

Kitabın hazırlanmasında emeği geçen tüm yazarlara, yazarların bir araya getirilmesi ayrıca eserin basılmasında ve yayınlanmasında emekleri olan IKSAD INTERNATIONAL PUBLISHING HOUSE değerli çalışanlarına teşekkür ederim. Kitapta yer alan bölüm yazılarıyla ilgili tüm akademik ve hukuki sorumluluğun yazarlara ait olduğunu ifade ederek, bilim dünyasına katkı sağlamasını temenni ederim.

Prof. Dr. Reyhan İRKİN

BÖLÜM I

ET VE ET ÜRÜNLERİNDE NİTRİT VE NİTRAT TUZU KULLANIMI, SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ Nitrate and Nitrite Use in Meat Products and Their Effects on Health

Emine Eda YİRCİ¹,

Doç. Dr. Hakan TAVŞANLI²,

Prof. Dr. O. İrfan İLHAK³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10211181>

¹ E. Eda YİRCİ, Balıkesir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, ORCID ID: 0009-0005-6301-4666

² Hakan TAVŞANLI, Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veteriner Halk Sağlığı Anabilim Dalı, ORCID ID: 0000-0002-5124-3702

³ Osman İrfan İLHAK, Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veteriner Halk Sağlığı Anabilim Dalı, ORCID ID: 0000-0002-1769-6249

1. GİRİŞ

Bir azot atomuna iki oksijen atomunun bağlanmasıyla oluşan, antimikrobiyal özellik taşıyan ve suda çok iyi çözünen nitrit (NO_2) çevrede bolca yer alır. Nitratın kimyasal ya da biyolojik yollarla indirgenmesiyle nitrit iyonu meydana gelir. Çevrede normal olarak nitrate oranla daha az miktarda bulunmasının nedeni nitritin hızlıca nitrate yükseltgenmesindedir. Nitratlar, bir azot ile üç oksijen atomundan oluşan, NO_3 formülü ile bilinen, suda çok iyi çözünen, ısıyla bozunmaya uğrayan ve yükseltgen olan katılardır (Singhal ve Kulkarni, 2004).

Et ve et ürünleri; yüksek kalitede ve değerinde protein, çinko, fosfor, demir, magnezyum gibi mineral maddeleri, B1, B6 ve B12 gibi vitaminleri, elzem yağ asitleri ile ω -3 ve ω -6 yağ asitleri barındıran ve insanların diyetlerinde yer alan ideal bir gıda maddesidir (Ercoşkun 2006).

NO_2 ve NO_3 içeren sodyum ve potasyum tuzları gibi tuzlar, et işlemede kullanılan tipik gıda koruyucularıdır. Her ikisi de mikroorganizmaların büyümesini engelleyebilir, ekşimenin başlamasını geciktirebilir, kurutulmuş et tadı veya kokusu üretebilir ve etin kırmızı rengini dengeleyebilir (Ferysiuk ve Wojciak, 2020). Ülkemizde NaNO_3 ve NaNO_2 şeklinde sucuk, sosis, salam gibi et ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Gıda katkı maddesi olarak nitrat kürlenmiş etlerde, peynir ürünlerinde, balık ürünlerinde ve bazı içeceklerde kullanılır (Santamaria, 2006). Nitrit ve nitratın etkinliği, onları et ve et ürünleri, özellikle de kurutulmuş et ürünleri için

vazgeçilmez katkı maddeleri haline getirmektedir (Ferysiuk ve Wojciak 2020). Ancak, 1950'lerde N-nitrozo bileşiklerinin (NOC'ler) keşfi, et işlemede nitrit veya nitrat kullanmanın güvenliği konusunda endişeleri artırmıştır (Bedale ve ark., 2016).

2. NİTRİT VE NİTRATIN DOĞAL KAYNAKLARI

Nitrat (NO_3) ve nitrit (NO_2) suda, toprakta, havada ve bitkilerde yaygın olarak bulunur (Gassara ve ark., 2015). Nitratların %80'i sebzeler tarafından sağlanırken, su ve bazı gıda maddeleri diyetinde daha az oranda nitrat sağlama özelliği göstermektedir.

Tipik diyet nitrit alımları nitrate göre çok daha düşüktür ve günde 0-20 mg arasında değişir (Hord ve ark., 2009). Tükürükte yutulan nitrit miktarı (ağız mukozasının florasını oluşturan komensal bakteriler tarafından nitratın indirgenmesi sonucu) 13-180 mg/gün düzeyine ulaşabilir (Bryan, 2015).

Vücutta emilen nitratın ana kaynağı besinlerdir ve büyük kısmına yeşil sebzeler katkıda bulunmaktadır. Aşağıdaki Tablo 2'de bazı sebzelerin nitrit ve nitrat içeriği belirtilmiştir.

Tablo 2.1. Bazı Sebzelerde Nitrit-Nitrat Miktarları

	Nitrat, mg/kg	Nitrit,mg/kg	Referans
Pancar	1680-3590	2.1-29.98	(Sindelar ve ark., 2012)
Brokoli	29-1140	0.01-9.5	(Sindelar ve ark., 2012)
Kabak	37-1831	0.01-0.4	(Sindelar ve ark., 2012))
Havuç	100	-	(Ashworth ve ark., 2015)
Kereviz	1390	0.02-0.5	(Ashworth ve ark., 2015)
Pazı	2360	-	(Ashworth ve ark 2015)
Salatalık	130	-	(Ashworth ve ark 2015)
Lahana	41-1319	1.2-4.4	(Correia ve ark., 2010)
Marul	1156; 1870	2.6	(Correia ve ark., 2010, Ashworth ve ark., 2015)
Maydanoz	9-2441	1.3-13.4	(Correia ve ark., 2010)
Armut	60.56-178.43	-	(Heidari ve ark., 2015)
Domates	392	0.3	(Hord ve ark., 2009)
Ispanak	1890	5.2-13.8	Ashworth ve ark., 2015)
Turp	10-4800	1.1-1.4	(Jackson ve ark., 2017)

3. NİTRİT NİTRATIN ET VE ET ÜRÜNLERİNDE KULLANIM NEDENLERİ

3.1. Antimikrobiyal Etki

Nitrat ve nitritin antimikrobiyal aktivitesi, etlerde kullanılmalarının önemli bir nedenidir. Nitrit hem bakterilerin spor formundan vejetatif forma geçmesini hem de *C. botulinum*'un vejetatif hücre büyümesini engeller (Archer, 2002). *C. botulinum*'un büyümesini engelleyen minimum nitrit konsantrasyonu 4×10^{-5} / 8×10^{-5} g/g'dir

(Rivera ve ark., 2019). Nitritin hem Gram pozitif hem de Gram negatif mikroorganizmalar için de antimikrobiyal özellik gösterdiği bilinmektedir (Horsch, 2013). *Bacillus cereus*, *C. perfringens*, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* spp. pH üzerinde inhibe edici özelliği bulunmaktadır (Anar, 2015). Düşük pH'da fizyolojik nitrit seviyeleri, in vitro olarak *C. difficile* sporlarını öldürebilir (Cunningham ve ark., 2014).

3.2. Renk Üzerine Etki

Et ürünlerinde kür renginin ortaya çıkmasında, miyoglobin ($MbFe^{+2}$) ve eklenen nitrit/nitratın oluşturduğu bileşikler arasındaki tepkimelerle oluşmaktadır (Moller ve ark., 2002). Rengin oluşması için nitratın nitrite indirgenmesi gerekmektedir. Kullanılan nitrat veya nitritin kısa zamanda parçalanıp nitrojen dioksit (NO_2) oluşmakta ve bu bileşik myoglobin ile reaksiyona girip kür renginin gelişmesinde rol alan nitrozomyoglobin formuna dönüşmektedir (Honikel, 2008). Kırmızı renkli nitrozomyoglobin pigmenti kürlenmiş ette daha stabil

olan pembe renkli nitrozohemokrom pigmentine ısıtma işlemi dönüştürmektedir (Gökalp ve ark., 2002).

3.3. Lezzet Üzerine Etki

Et ürünlerinde nitrat kullanımı ile aroma ve lezzet yoğunluğunun iyileştiği bilinmektedir (Sanz ve ark., 1998). Nitrit, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* gibi bakterilerin büyümesini engelleyebilir (Dong ve Tu, 2006). Nitritin bu etkisi, kürlenmiş et ürünlerindeki bazı fermentatif bakterilerin kendi metabolizmaları yoluyla fermente lezzet bileşeni üretmelerine yardımcı olabilir veya proteazların ve lipazların hidrolizine neden olabilir (Chen ve ark., 2021; Wang ve ark., 2021). Bu nedenle nitrit, mikroorganizmaların ve endojen enzimlerin aktivitesi üzerindeki etkisi yoluyla kürlenmiş et lezzetinin gelişimini dolaylı olarak etkileyebilmektedir. Lezzet üzerine olumlu etkisi bulunan uçucu bileşenlerden bazıları 4- methyl-2-pentanone, 2,2,4-trimethylhexane ve 1,3-dimetilbenzen gibi örnek verilebilir (Shahidi ve ark., 1994).

3.4. Antioksidan Etki

Nitrit veya nitrik oksit, demir şelatlama ya da lipid peroksid radikalleri ile tepkimeye girer ve radikal olmayan ürünler meydana getirmektedir. Bu şekilde lipid oksidasyonuna neden olan zincir reaksiyonları kırıp oksidasyonu engellemektedir. Nitrit ile kür edilmiş et ürünlerinde myoglobindeki demir +2 değerlikli olarak kalır oksidasyona uğramaz (Öztürk ve ark., 2015). Nitrit, nitrozo- ve nitrozil-bileşikler, serbest radikalleri bağlama yeteneğine sahiptir. Doymamış lipidlerin membranlarında stabilizasyonunu sağlayıp oksidasyonu

engelleyici nitelik göstermektedir (Pegg ve ark., 2004). Nitritin neden olduğu NO, kendi kendine oksidasyon yoluyla rekabetçi bir şekilde oksijeni tüketebilir, hemoglobindeki demir iyonuna bağlanabilir ve böylece oksidasyonunu önleyebilir ve lipid oksidasyonlarının radikal zincir reaksiyonlarını yok edebilir (Jo ve ark., 2020).

3.5. Raf Ömrü Üzerine Etki

Raf ömründeki iyileşme aslında çiğ etin hijyeni, işleme işlemleri, depolama sıcaklığı ve bağıl nem, ve paketleme yöntemi gibi kalite kaybını geciktiren birçok faktörün bir kombinasyonudur (Singh ve ark., 2011). Nitrit ve nitrat patojen ve bozulmaya neden olan bakterilerin üremesini engelleyerek et ve et ürünlerinin raf ömrünü uzatabilirler (Rivera ve ark., 2019).

4. ET TEKNOLOJİSİNDE KÜRLEME

Kürleme et üretiminde tuz, nitrat veya nitrit veya her ikisinin beraber eklenmesi ve ürünün cinsine göre bazı kimyasalların ve çeşitli baharatların konulup üründe görünüm, renk, tat, aroma ve lezzet gibi özellikleri iyileştirmek ve raf ömrünü artırmak amacıyla yapılan işlemlerdir (Aksu ve ark., 2002). Günümüzde et kürleme, tuz, nitrit, nitrat fosfat gibi çeşitli bileşenler ve katkı maddeleri kullanılarak et ürünlerinin kalitesini, güvenliğini ve raf ömrünü artırmak için kullanılmaktadır. Sonuç olarak mikrobiyal bozulmaya engel olmaktadır (Honikel, 2008).

Et ürünlerinde kullanılan nitrit, sentetik ya da doğal kaynaklardan elde edilebilir. Sodyum nitrit ve potasyum nitrit gibi sentetik nitrit, daha

ucuz ve kullanımını daha kolay olduğu için et endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bununla birlikte, tüketicilerin sentetik katkı maddeleri konusundaki endişeleri ve doğal ve organik gıda tüketimine yönelik tercihleri son zamanlarda önemli ölçüde artmıştır, bu nedenle sentetik katkı maddelerinin doğal ürünlerle değiştirilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Jo ve ark., 2018).

Doğal nitrit üretmenin temel süreçlerinden biri, nitrat indirgeyen bakteriler kullanılarak sebzelerde bulunan nitratın nitrite dönüştürülmesini içerir (Sebranek ve Bacus, 2007).

Genel olarak, doğal nitrit kaynakları ile kürlenmiş et ürünleri, sodyum nitrit kullanılarak kürlenmiş et ürünlerine kıyasla daha düşük kalıntı nitrit içeriğine sahiptir. Bunun nedeni, sebzelerin genellikle nitritin nitrik okside ayrışmasını destekleyen antioksidanlar içermesidir (Kim ve ark., 2019). Bu nedenle, doğal nitrit kaynağının kullanılması ve et ürünlerindeki kalıntı nitrit içeriğinin azaltılması, nitrit alımını azaltarak potansiyel nitrozamin oluşumu riskini azaltır ve tüketicilerin tercihini artırabilir.

5. SEKONDER AMİNLER

Azot atomuna bağlı alkil ya da aril grubunun sayısına göre; primer ($R-NH_2$), sekonder (R_2-NH) ve tersiyer (R_3-N) olarak sınıflandırılmaktadır. Prolidin, piperidin ve dimetilamin gibi sekonder aminler nitrit ile reaksiyona girerek kanserojen nitrozaminleri oluştururlar. Bu reaksiyon asidik koşullar altında (midede olduğu gibi)

ve ısı ile (kızartma gibi yüksek sıcaklıklarda pişirme sırasında olduğu gibi) meydana gelmektedir (Bedale ve ark., 2016).Azotlu bileşiklerin anaerobik olarak bozunmasıyla da birçok amin bileşiği ortaya çıkmaktadır (Dapkevicius ve ark., 2000).

6. ET VE ET ÜRÜNLERİNDE NOCS

N-nitroza bileşikleri temel olarak N-nitrozaminlerden (RR'NNO) ve N-nitrozamidlerden (RN(NO)COR') oluşur (Dietrich ve ark., 2005). Nitrat ve nitrit, gıdadaki NOC'lerin ana kaynaklarıdır, ancak eklenen nitrit miktarı, işleme, olgunlaşma kalitesi, yağ içeriği kurutma veya tütsüleme, depolama ve paketlenme sırasında uygulanan ısı gibi birçok faktör NOC oluşumu etkiler. (ARC Working Group, 2010).

Nitrozaminlerin en yüksek miktarda oluştukları pH aralıkları 2.0-4.0'tür çünkü bu pH aralığı mikroorganizmalar için en uygun aralık olarak görülmektedir (Rywotycki, 2007).

Yutulan nitratların bir kısmı ağız mikrobiyotası tarafından nitritlere dönüşmektedir ve bu da NOC ların oluşumuna yol açacaktır (Santarelli ve ark., 2010). İnsan vücudunda nitratın nitrite dönüşümü nitrozaminlerin oluşumuyla bağlantılıdır. Nitrit, gastrik asidik koşullar altında ikincil amino bileşiklerle etkileşime girerek karaciğer, böbrek, pankreas, kolon ve mesane kanserleri gibi bazı kanserlerin indüksiyonunda rol oynayan kanserojen nitrozamini oluşturur. (Chamandoost ve ark., 2016). Bu reaksiyon asidik koşullar altında ve ısıyla (kızartma gibi yüksek sıcaklıklarda pişirme) oluşur. Et ürünlerinde nitrozamin oluşumundan sorumlu olan en önemli amin

grubu sekonder aminlerdir ve içerdikleri nitrit miktarı arttıkça nitrozamin oluşma ihtimali de artmaktadır (Belitz ve ark., 2001).

Nitrit eklenerek ürünlerde oluşan nitrozaminler N-Nitrosodimetilamin (NDMA), NNitrosodietilenamin, N-Nitrosodipropilamin (NDPA), NNitrosopirolidin, N-Nitrosopiperidin, N-Nitroso-N-metilüre, N-Nitroso-dietanalmine, N-Nitrososarcocin, NNitrosoprolin, N-Nitrosonarnicotin olarak sayılabilir (İrkin ve ark., 2012). N-nitrozaminler, kimyasal açıdan uçucu ve uçucu olmayanlar olarak iki sınıfa ayrılırlar. Uçucu olmayan nitrozamin seviyelerinin işlenmiş et ürünlerinde uçucu nitrozamin seviyesinden daha yüksek olduğu bildirilmekte ve çoğunlukla uçucu N-nitrozaminlerin alımının kanser oluşumu ile ilgisi dikkat çekmektedir (Herrmann ve ark., 2015). Nitrozaminler kanserojen etkilerine göre de sınıflandırılmıştır. Çalışmalarda N-nitrosodimethylamine (NDMA), N-nitrosodiethylamine (NDEA), N-nitrosodi-n-butylamine (NDBA), N-nitrosopiperidine (NPIP) ve N-nitrosopyrrolidine (NPYR) özellikle kanserojen ve muhtemel kanserojen uçucu nitrozamin çeşitleri olarak görülmektedir (Yuan ve ark., 2015).

Et ürünlerinde en sık bildirilen N-nitrozaminler arasında N-nitrosodimetilamin (NDMA) ve N-nitrosodietilamin (NDEA) kanserojenlik ve genotoksisite açısından en tehlikeli olarak kabul edilmektedir (Ferysiuk ve Wojciak, 2020). Gıdalardaki L-askorbik asit, polifenoller ve diğer antioksidanların varlığı nitrozamin üretimi için güçlü inhibitörler olabilir (Ding ve ark., 2018).

7. TÜRK GIDA KODEKSİ VE OTORİTELERCE YASAL SINIRLAMALAR

Günümüzde uygun miktarlarda kullanılmadığında kanser yapıcı olduğu tartışılan gıda katkı maddelerinden bazıları, ambalajları üzerinde E249, E250, E251 ve E252 kodları ile belirtilen potasyum ve sodyumun nitrit ve nitrat tuzlarıdır.

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde, üretim sürecinde izin verilen en yüksek potasyum ve sodyum nitrit miktarı sterilize et ürünleri dışında 150 mg/kg, sterilize et ürünlerindeyse 100 mg/kg'dır. İzin verilen sodyum ve potasyum nitrat ise fermente sucuk ve pastırma dışında 150 mg/kg ile sınırlıdır (TGK, 2013).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) günlük nitrat ve nitrit alımının üst konsantrasyon sınırının sırasıyla 3,7 mg/kg ve 0,06-0,07 mg/kg olmasını tavsiye etmiştir (Weitzberg ve ark., 2013).

Hem nitrat hem de nitrit için günlük kabul edilebilir alım miktarı (ADI) vücut ağırlığı 60 kg'lık bir yetişkin için 222 mg/gün ve nitrit için 4,2 mg/gün olarak belirlenmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından tavsiye edilen sebze ve meyve alımının günde 400 g olduğunu ve tipik medyan nitrat konsantrasyonunda bu miktarda karışık sebze içeren bir diyetin seviyeleri ortalama olarak 157 mg gün diyet nitrat maruziyeti almaktadır, bu da ADI değerinin altındadır (EFSA, 2008).

8. NİTRİT VE NİTRATIN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

8.1. İnsan Sağlığı Üzerine Olumsuz Etkileri

Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) maddelerin, insanlar için kanser yapıcı etkisini kategorize etmiştir. Grup 1: İnsanlarda karsinojen olan maddelerdir. Grup 2A: İnsanlarda karsinojen olma ihtimali olan maddelerdir. Grup 2B: İnsanlarda karsinojen olabilecek maddelerdir. Grup 3: İnsanlarda karsinojen olarak sınıflanamayan maddelerdir. Grup 4: İnsanlarda muhtemelen karsinojen olmayan maddelerdir (IARC, 1993).

Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) sığır, dana, domuz, kuzu, koyun, at ve keçi gibi tüm memeli kas eti türlerini muhtemelen kanserojen (Grup 2A) ve işlenmiş etleri (tuzlama, kürlenme, fermantasyon, tütsüleme veya lezzeti artırmak veya korumayı iyileştirmek için diğer işlemlerle işlenmiş) insanlar için daha yüksek (Grup 1) kanserojen olarak sınıflandırmıştır (IARC, 2018). IARC et içindeki NOC bileşiklerini, mekanik olarak bir karsinogenez mekanizmasını tetikleyebilecek bileşenler olarak göstermiştir.

Methemoglobinemi, nitrit hemoglobin ile reaksiyona girdiğinde ortaya çıkabilmekte ve bu da onu oksijen taşıyamaz hale getirmektedir. Yaklaşık 3 aylıktan sonra insanlar hemoglobinin oksijen taşıma yeteneğini geri kazandıran bir enzim üretmektedir (Chan, 2011). 6 aydan küçük bebeklerde “Mavi Bebek sendromu” na nitrit ve nitratın neden olduğundan şüphelenilmiştir. Hemoglobinin methemoglobine oksidasyonunun nitratlardan değil nitritlerden kaynaklandığı ve eritrositlerdeki methemoglobin düzeyi hemoglobinin %10 ila %20'sini

aştığında siyanoza ilerlediği bulunmuştur (Petersson ve ark., 2007; Cross ve ark., 2011).

Bir araştırmada meta-analiz yöntemi ile nitrat maruziyetinin tiroid kanseri arasındaki bağlantı incelenmiştir. Araştırmacılar tiroid kanseri ve hiper hipotiroidizm ile nitrat maruziyetinin arasında anlamlı bir ilişki olmadığını rapor etmişlerdir. Ancak çalışmada daha yüksek nitrit maruziyetinin tiroid kanserine neden olabileceğini bildirmişlerdir (Bahadoran ve ark., 2015). Yapılan başka bir çalışmada, yaşa bağlı maküler dejenerasyon ile içme suyundaki yüksek nitrat-azot arasında olası bir bağlantı olduğu bildirilmiştir (Klein ve ark., 2013). IARC, nitritin aminler veya amidlerle kombinasyon halinde kanserojen olduğuna dair deney hayvanlarında yeterli kanıt bulunduğunu rapor etmiştir (IARC, 2010).

Büyük bir prospektif kohort çalışmasında (NIH-AARP) kırmızı ve işlenmiş et, nitrat ve nitritin kanser gelişimindeki rolü değerlendirilmiştir. Nitrat/nitrit alımının tiroid bezi, yumurtalık, böbrek ve mesane tümörleri dahil olmak üzere çeşitli insan kanseri türleriyle ilişkili olarak yüksek riskler taşıdığı bildirilmiştir (Kifoy ve ark., 2011).

Nitratın akut toksisitesi nadir yaşanmaktadır. Yetişkinlerde 8-15 g sodyum veya potasyum nitrat alınmasından sonra ortaya çıkan şiddetli karın ağrısı, gastroenterit, idrar ve gaitada kan ve halsizlik gibi problemler görülebilmektedir. Nitritin ise akut toksisitesi çok daha sıktır ölüme bile neden olduğu bildirilmiştir. Genellikle sodyum nitritin gıdalarda kontrolsüz kullanımı ve hatalı alımına bağlı olarak gelişmektedir (Özdestan ve Üren, 2010)

Bir prospektif kohort metaanaliz çalışmasında 800.321 katılımcı 18 vaka kontrol ve 6 yüksek veya orta düzeyde nitrit alımı, daha yüksek mide kanseri riski ile ilişkilendirilirken, yüksek veya orta düzeyde nitrat alımı, daha düşük mide kanseri riski ile ilişkilendirilmiştir (Zhang ve ark., 2019).

Başka bir çalışma, kırsal içme suyunda yaşa bağlı makula dejenerasyonu ile yüksek nitrat-nitrojen arasında olası bir bağlantı olduğunu öne sürmüştür (Klein ve ark., 2013). Nitrozaminler, kuvvetli kanserojen olmalarıyla birlikte mutajenik ve teratojenik etki de göstermektedir (Tan, 2003).

8.2. İnsan Sağlığı Üzerine Olası Faydaları

Nitrik oksit enzim aktivitesi ürünüdür kan basıncının kontrolü, bağışıklık yanıtı, yara onarımı ve nörolojik fonksiyon gibi fizyolojik etkilere sahiptir. Nitrik oksit insan ve endojen kaynaklı olarak günde 1 mg/kg vücut ağırlığı seviyesinde nitritten nitrata dönüşümle sentezlenebilir (Lundberg ve ark., 2010).

Nitrit kolostrumda ve anne sütünde bebek doğduktan sonraki ilk günlerde bulunur ve anne sütüyle beslenen bebekler günde yaklaşık 1 mg/kg tüketir, bu da nitrit için ADI değerinin 10 katından fazladır (Berens ve Bryan, 2011). Bu nitrit kaynağının, nitrik oksit kaynağı olarak hizmet ederek bebekleri hipoksik/iskemik hasara karşı korumada rol oynadığı veya gastrointestinal sistemi bakteriyel patojenlerden koruyabileceği öne sürülmüştür (Jones ve ark., 2015). Nitrat/nitrit uygulamasının NO'ya dönüşerek T2DM'nin (tip 2 diabetes mellitus) çeşitli yönleri üzerindeki etkisini araştıran gözden geçirilmiş çalışmalar

boyunca, bu uygulamaların insülin sinyal yolunun glikoz alımını artırma ve insülin direncini ve diyabet komplikasyonlarını hafifletme yeteneğine sahip olabileceği bildirilmiştir (Bahadoran ve ark., 2015). Avrupa ülkeleri (52-156 mg/gün) ve Çin'e (422,8 mg/gün) kıyasla diyet nitrat alımının oldukça yüksek olduğu Kore'de (390-742 mg/gün) yapılan bir araştırma, yüksek nitrat alımı ile kanser arasında bir ilişki bulunmadığını göstermiştir (Kim ve ark., 2007).

Özellikle sebze ve meyve suları şeklinde nitrat takviyesine ilişkin son çalışmalar, submaksimal egzersizin O₂ maliyetini azaltma, kas kontraktilitesini artırma ve egzersiz toleransını iyileştirme potansiyeli sergilemiştir (Mcdonagh ve ark., 2018). Hatta bazı araştırmalar nitratın mide kanseri oluşumunu azaltabileceğini göstermiştir (Song ve ark., 2015; Hernandez ve Ramirez, 2009).Çünkü muhtemelen diyet nitratının ana kaynağı büyük miktarda lif, C vitamini ve diğer indirgeyici maddeler içeren sebzelerdir.

9. NİTRİT NİTRAT TUZLARINA ALTERNATİF YÖNTEMLER

Nitritle sertleştirilmiş etin IARC (2018) tarafından Grup 1 kanserojen olarak sınıflandırılmasının ardından, birçok araştırmacı nitrit veya nitratın yerini alacak alternatif katkı maddeleri bulmaya çalışmıştır. Vitaminler, sebze özleri, baharatlar, otlar ve meyveler alternatif olarak araştırılmıştır (Flores ve Toldra, 2021; Gassara ve ark., 2016). Bu malzemeler veya içerikleri antioksidan ve/veya bakteriyostatik özellikler göstererek nitrozamin oluşumunu engellemiştir.

Dolaylı veya alternatif kürlenmede, geleneksel kürlenme ile aynı temel kürlenme biyokimyası vardır. Ancak nitrat azaltan bakteri başlatıcı kültürü ile birlikte yüksek nitrat içeren kereviz tozu gibi doğal içerikler kullanır (Sebranek ve ark., 2012). Nitratın (genellikle bir sebze tozu) bakteri kültürü tarafından nitrite dönüştürülmesi, ya işlenmiş et hazırlığında meydana gelebilir ya da taze ete eklenmeden önce gerçekleştirilebilir. Konvansiyonel olarak kürlenmiş ürünlerle (saflaştırılmış nitrit kullanılarak) kıyaslandığında, patojenlere karşı eşdeğer koruma elde edilebilir. Doğal olarak kürlenmiş ürünler benzer seviyelerde nitrit içermektedir (King ve ark., 2015).

9.1. Bitkisel Alternatif Yöntemler

Bambu yaprağı ekstraktlarının nitritin N-nitrozaminlere dönüşmesini engellediği, domuz jambonuna ekleyen Pan ve ark. (2019) tarafından bulunmuştur; % 0,2 bambu yaprağı ekstraktı ilavesi nitritin N-nitrozaminlere dönüşümünü etkili bir şekilde durdurabilmiştir. Yarı kurutulmuş fermente sosisin hazırlanmasında nitrit yerine gül özütü kullanmış (%10 gül ekstraktı ve 80 mg/kg sodyum nitrit), elde edilen sosis kalitesi, 150 mg/kg sodyum nitrit içeren sosise göre önemli ölçüde iyileştirilmiştir (Wang ve ark., 2020).

Et konservesi (Luncheon roll) örneklerinde 50 mg/kg nitrit ve %1,5 domates pulpu tozu kullanıldığında duyuşal ve toplam canlı sayımı mikrobiyolojik sonuçlar, 100 mg/kg nitrit içeren örneklere eşdeğer çıkmıştır (Hayes ve ark., 2013).

Karaciğer ezmesi örneğinde biberiye ekstraktı kullanımıyla lipid oksidasyonunu azaltmış, askorbik asit, α -tokoferol ve karnosik asit

konsantrasyonları yüksek oranda korunmuştur. Biberiye ekstraktı kullanımı ile sodyum nitrit miktarının, lipid oksidasyonu, antioksidan seviyesi ve renk stabilitesi üzerinde olumsuz etki göstermeden 120 mg/kg'dan 80 mg/kg'a düşürülebileceği bildirilmiştir (Doolaege ve ark., 2012).

Mortadella sosisinde, maydanoz ekstraktı (%4,29) kullanılan örneklerde sodyum nitrit kullanımına kıyasla depolama süresi boyunca *Listeria monocytogenes* büyümesini önemli ölçüde azalttığı ve kürlenmiş rengin gelişmesinde kararlılık gösterdiği bulunmuştur (Riel ve ark., 2017).

Kırmızı pancarın (%10) askorbik asit ile önceden dönüştürülmüş nitrit kaynağının eklendiği et hamuru, sodyum nitrit kullanımına kıyasla benzer kürlenmiş et özelliklerine sahip olmuştur (Choi ve ark., 2017).

Portakal lifi (% 1-2) eklenen salhichonlarda (İspanyada fermente sosis) kalıntı nitrit oranı azalıp , nitrozaminin ve nitrozamidin oluşma ihtimalinin düştüğü bulunmuş ayrıca portakal lifi eklenmiş örneklerde kürlenme renginin daha stabil olduğu görülmüştür (Fernandez ve ark., 2008).

Ozaki ve ark. (2020) fermente edilmiş pişmiş domuz ve sığır sosislerine turp tozu (%0,5 veya %1,0) ve kekik esansiyel yağı (100 mg/kg) eklemiş ve bu karışımın renklerini iyileştirebildiğini ve mezofilik bakterileri inhibe edebildiğini, ancak lipid oksidasyonunu önleyemediğini bildirmişlerdir.

Alirezalu ve ark. (2020) yaptıkları başka bir çalışmada bitki özütlerinin (ısırgan otu, zeytin yaprağı ve yeşil çay) nisin veya nisin nanopartikülleri ile karıştırmıştır. Bunların frankfurter sosilerinin renk yağ oksidasyonu ve mikroorganizma içeriği üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda bitki özütleri ile nisin nanopartikülleri karışımının yağ oksidasyonunu önleyebildiğini ve bakteri, küf ve maya artışını engelleyebildiğini rapor etmişlerdir.

9.2. Bakterilerin Kullanıldığı Alternatif Yöntemler

Çin sosisinde *L. fermentum*'un kullanıldığı örneklerde istenilen pembe renk oluşmuş, tat ve doku üzerinde olumsuz etki gözlenmemiş, kalıntı nitrit miktarı azaltılmış ve *L. fermentum*'un sosis üretiminde nitrit alternatifi olabileceği öngörülmüştür (Zhang ve ark., 2007).

Laktokok ve laktobasil kullanımıyla fermente sosislerde patojen bakteri inhibisyonu sağlandığı, duyuusal özelliklerin (sululuk, tuzluluk, genel kabul) geliştirildiği ve son pH değerinin korunduğu bildirilmiştir (Cenci-Goga ve ark., 2012).

9.3. Pişirme

Nitrit, pişirme gibi yüksek sıcaklıktaki aerobik ortamlarda kolayca oksitlenir. Bu nedenle pişirme, et veya et ürünlerinin nitrit içeriğini azaltabilir. Pişirilmemiş sosis modellerinde nitrat azalması ve nitrit birikimi gözlenmiştir, ancak Waga ve ark. (2017) nitratın 75 °C'de su banyosunda pişirilen domuz jambonunda nitritin kendiliğinden ayrışmasını engellediğini bulmuştur.

Asioli ve ark. (2017), kuru kızartma sıcaklıklarının (100, 150, 200 ve 250 °C) tütülenmiş pastırmadaki kalıntı nitrit ve N-nitrozamin seviyeleri üzerindeki etkilerini araştırmış ve kalıntı nitrit içeriğinin başlangıçta arttığını (ısıtılmamış kontrolden 150 °C) ve daha sonra 150 °C ile 250 °C arasında keskin bir şekilde azaldığı görülmüştür.

Sallan ve ark. (2020), ısıl işlem görmüş yarı kuru fermente sucukta pişirme derecesinin uçucu nitrozamin oluşumu üzerindeki etkilerini araştırmış ve daha yüksek sıcaklık ve daha yüksek ısı yoğunluğunun daha fazla nitritin nitrozaminlere dönüşmesine neden olduğunu, nitrit içeriğinin ve pişirme seviyelerinin N-nitrosopiperidin (NPIP) içeriğini diğer nitrozaminlerden daha fazla etkilediğini bulmuştur. Daha yüksek nitrit içerikleriyle (100 ve 150 mg/kg) birleştirilen pişirme seviyeleri, NPIP içeriğinde önemli artışlarla sonuçlanmıştır.

9.4. Işınlama

5 kGy ışınlama uygulamasıyla jambonlarda kalıntı nitrit miktarının ve N-nitrozaminin büyük miktarda azaldığı, olgunlaşma boyunca kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Wei ve ark., 2009). Gama ışınlarıyla ışınlanmış sosislerin 4 °C'de 4 hafta boyunca depolanmasıyla, ışınlama uygulanmayan örneklerle nazaran nitrozamin miktarının daha az seviyede olduğu bulunmuştur (Ahn ve ark., 2002). Aynı depolama şartlarında (4 °C'de 4 hafta) 5, 10 ve 20 kGy enerji değerleri ile sosislere ışınlama uygulanmış ve N-nitrozopirrolidin (NPYR) ve Nnitrozodimetilamin (NDMA)

oluşumlarının depolama sonunda ışınlama ile azaldığı bildirilmiştir (Byun ve ark., 2004).

9.5. Plazma İle Muamele Edilmiş Su

Son zamanlarda, atmosferik termal olmayan plazma (ANP) kullanılarak sebzelerden nitrit üretmek için bir teknik geliştirilmiştir. Plazma, pozitif ve negatif iyonlar, elektronlar ve nötr parçacıklardan oluşan serbest radikallerden oluşan iyonize bir gazdır (Nehra ve ark., 2008). Plazmadaki reaktif nitrojen türlerinin su molekülleriyle reaksiyonu nitrit üretir (Lee ve ark., 2018). Plazmanın su ile etkileşimi, nitrat ve nitritin yanı sıra reaktif oksijen türlerinin oluşmasına neden olabilir (Chen ve ark., 2021; Moutiq ve ark., 2020). Bu nedenle, plazma ile muamele edilmiş su, nitrit veya nitrat yerine kullanılabilir. Moutiq ve ark. (2020), tavuk göğüs etini işlemek için atmosferik soğuk plazma kullanmış ve 5 dakika boyunca 100 kV atmosferik soğuk plazma ile muamelenin ardından doğal mikroflora seviyelerinin yaklaşık 2 log CFU/g daha düşük olduğunu ve etteki mezofil psikrotrofların ve *Enterobacteriaceae*'nin sterilizasyonu ile tavuk göğüs etinin raf ömrünün uzadığını bulmuştur.

10. SONUÇ

Nitrit nitrat tuzları; et ve et ürünlerinde rengi ve tadı iyileştirme, antioksidan etki gösterme, raf ömrünü artırma özellikle *C. botulinum* üzerine antimikrobiyal özellikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılan katkı maddeleri arasında bilinmektedir. Nitrit ve nitrat daha çok sebzelerden doğal olarak aldığımız ve vücuda çeşitli faydaları bulunan nitrik oksitin dönüşümüne katkı sağlayan bileşiklerdir. Ancak et

kürleme teknolojisinde kullanılan nitrit nitratın sekonder aminlerle reaksiyonu sonucu kanserojen nitrozaminler meydana getirmesi tedirginliği artırmıştır ve otoritelerce gıdalarda kullanımında sınırlamalar konulmuştur. Her ne kadar nitrozamin oluşmasında depolama, tütüleme, işleme gibi çevresel faktörler yer alsada da gıdalarda bulunan ve eklenen nitrit ve nitratın nitrozamin oluşumunun temel mekanizmasında rol oynadığı düşünülmektedir. Bu durum insanları alternatif yöntemler geliştirmeye sevk etmiştir. Kalıntı nitrit miktarını düşürmek ve nitrozamin oluşumunu azaltmak için alternatif çalışmalarda bitki özütleri, karışımları, bakteriler ve ışınlama kullanılmış, pişirme sıcaklıklarıyla değişimler gözlemlenmiştir. Sebzelere nitrit oluşumunu geliştirerek kullanmak için ANP uygulamaları denenmiştir.

Sonuç olarak çalışmaların çoğunluğu kalıntı nitritin bir miktar azalmasını sağlamıştır. Ancak kullanılan yöntemlerin standardize edilmesi ve insan tüketimiyle olası zararların engellendiğine dair kanıtlar gerekmektedir. Bu nedenle işlenmiş et ürünlerinin tüketilmesinin sağlık riskleri daha fazla değerlendirilmeli ve nitrit-nitratın yerini alacak daha etkili yöntemlerin araştırılma sürecine devam etmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ahn, H. J., Jo, C., Kim, J. H., Chung, Y. J., Lee, C. H., Byun, M. W. (2002). Monitoring of nitrite and N-nitrosamine levels in irradiated pork sausage. *Journal of food protection*, 65(9), 1493-1497.
- Aksu, M.İ., Kaya, M. (2002). Farklı Kürlenme Yöntemleri ve Starter Kültür Kullanılarak Pastırma Üretimi. *Turkish Journal Veterinary Animal Science*, 26, 909-916.
- Alahakoon, A. U., Jayasena, D. D., Ramachandra, S., Jo, C. (2015). Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. *Trends in Food Science & Tmechnology*, 45(1), 37-49.
- Alirezalu, K., Hesari, J., Besharati, M., Yaghoubi, M., Malayeri, H. (2020). The effects of nisin and nisin-nanoparticles as nitrite replacement on physicochemical, microbiological, sensory properties and shelf life of frankfurter type sausage. *The Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology* 9 (2), 221–236.
- Anar, Ş. (2015). Et ve et ürünleri teknolojisi (3.baskı). Bursa: Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti., ISBN 978-605-9929-66-0
- ARC Working Group (2010). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Ingested nitrate and nitrite, and cyanobacterial peptide toxins. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans/ World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 94.
- Archer, D. L. (2002). Evidence that ingested nitrate and nitrite are beneficial to health. *Journal of Food Protection*, 65(5),872-875.
- Ashworth, A., Mitchell, K., Blackwell, J. R., Vanhatalo, A., Jones, A. M. (2015). High-nitrate vegetable diet increases plasma nitrate and nitrite concentrations and reduces blood pressure in healthy women. *Public Health Nutrition*, 18(14), 2669-2678.
- Asioli, D., Aschemann-Witzel, J., Caputo, V., Vecchio, R., Annunziata, A., Næs, T., Varela, P. (2017). Making sense of the “clean label” trends: a review of consumer food choice behavior and discussion

- of industry implications. *Food Research International*, 99 (1), 58–71.
- Bahadoran Z., Ghasemi, A., Mirmiran, P., Azizi, F., Hadaegh, F. (2015). Beneficial effects of inorganic nitrate/nitrite in type 2 diabetes and its complications. *Nutrition and Metabolism*, 16;12:16.
- Bahadoran, Z., Mirmiran, P., Ghasemi, A., Kabir, A., Azizi, F., Hadaegh, F. (2015). Is dietary nitrate/nitrite exposure a risk factor for development of thyroid abnormality? A systematic review and meta-analysis, 1;47:65-76.
- Bedale, W., Sindelar, J.J., Milkowski, A.L. 2016. Dietary nitrate and nitrite: benefits, risks, and evolving perceptions. *Meat Science*, 120 (10), 85–92.
- Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P. (2001). *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. 5., vollst.überarb.Aufl.,Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Berens, P. D., Bryan, N. S. (2011). Nitrite and Nitrate in Human Breast Milk: Implications for Development. In N. S. Bryan J. Loscalzo (Eds.), *Nitrite and Nitrate in Human Health and Disease* (pp. 139-153). Totowa: Humana Press Inc
- Bryan, N. S. (2015). The potential use of salivary nitrite as a marker of NO status in humans. *Nitric Oxide*,45, 4-6.
- Bryan NS, Calvert JW, Gundewar S, Lefer DJ. (2008). Dietary nitrite restores NO homeostasis and is cardioprotective in endothelial nitric oxide synthase-deficient mice. *Free Radical Biology and Medicine*, 45:468–74.
- Bryan, N. S., Alexander, D. D., Coughlin, J. R., Milkowski, A. L., & Boffetta, P. (2012). Ingested nitrate and nitrite and stomach cancer risk: An updated review. *Food and Chemical Toxicology*, 50(10), 3646-3665.
- Öztürk B, Serdaroğlu M, Ergezer H. (2015). Et ve et ürünlerinde nitrit-nitrat; kullanım avantajları, yasal sınırlamalar ve güncel alternatif yaklaşımlar. *Akademik Gıda*, 13(3), 257-264.

- Byun, M. W., Ahn, H. J., Kim, J. H., Lee, J. W., Yook, H. S., Han, S. B. (2004). Determination of volatile N-nitrosamines in irradiated fermented sausage by gas chromatography coupled to a thermal energy analyzer. *Journal of Chromatography A*, 1054 (1), 403-407.
- Cenci-Goga, B.T., Rossitto, P.V., Sechi, P., Parmegiani, S., Cambiotti, V., Cullor, J.S. (2012). Effect of selected dairy starter cultures on microbiological, chemical and sensory characteristics of swine and venison (Dama dama) nitrite-free dry-cured sausages. *Meat Science* 90(3): 599-606.
- Chamandoost S, Moradi M. F., Hosseini M.-J. (2016). A Review of nitrate and nitrite toxicity in foods. *Journal Hum Environ. Health Promot.* 1(2), 80-86.
- Chen, L., Wang, Z.L., Ji, L.L., Zhang, J.M., Zhao, Z.P., Zhang, R., Wang, W. (2021). Flavor composition and microbial community structure of mianning ham. *Frontiers in Microbiology.* 11 (6), 1–9.
- Choi, Y. S., Kim, T. K., Jeon, K. H., Park, J. D., Kim, H. W., Hwang, K. E., Kim, Y. B. (2017). Effects of pre-converted nitrite from red beet and ascorbic acid on quality characteristics in meat emulsions. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37(2), 288.
- Correia, M., Barroso, A., Barroso, M. F., Soares, D., Oliveira, M.B.P.P., Delerue-Matos, C. (2010). Contribution of different vegetable types to exogenous nitrate and nitrite exposure. *Food Chemistry*, 120, 960-966.
- Cunningham, R., Mustoe, E., Spiller, L., Lewis, S., Benjamin, N. (2014). Acidified nitrite: a host defence against colonization with *C. difficile* spores?. *Journal of Hospital Infection*, 86(2), 155-157.
- Deda, M.S., Bloukas, J.G., Fista, G.A. (2007). Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters. *Meat Science* 76(3): 501-508.
- Dietrich M., Block G., Pogoda J.M., Buffler P., Hecht S., Preston-Martin S. A. (2005). dietary and endogenously formed N-nitroso

- compounds and risk of childhood brain tumors. *Cancer Causes Control*, 16(6):619–635.
- Ding, Z., Johanningsmeier, S.D., Price, R., Reynolds, R., Truong, V.-D., Payton, S.C., Breidt, F. (2018). Evaluation of nitrate and nitrite contents in pickled fruit and vegetable products. *Food Control*, 90, 304-311.
- Dong, Q., Tu, K. (2006). Research progress on bacteriostatic mechanism of nitrite in preserved meat. *J Progress in Modern Biomedicine* 2 (3), 48–52.
- Doolaeghe, E.H.A., Vossen, E., Raes, K., Meulenaer, B.D., Verhé, R., Paelinck, H., De Smet, S. (2012). Effect of rosemary extract dose on lipid oxidation, colour stability and antioxidant concentrations, in reduced nitrite liver pâtés. *Meat Science* 90(4): 925- 931.
- Dubrow, R., Darefsky, A. S., Park, Y., Mayne, S. T. Gassara F, Kouassi AP, Brar SK, Belkacemi K. (2016). Green Alternatives to Nitrates and Nitrites in Meat-based Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(13): 2133-48.
- EFSA (European Food Safety Authority) (2008). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on a request from the European Commission to perform a scientific risk assessment on nitrate in vegetables.
- Dapkevicius, M. L. E., Nout, M. R., Rombouts, F. M., Houben, J. H., Wymenga, W. (2000). Biogenic amine formation and degradation by potential fish silage starter microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 57(1-2), 107-114.
- Ercoskun, H. (2006). Isıl İşlem Uygulanarak Üretilen Sucukların Bazı Kalite Özelliklerine Fermentasyon Süresinin Etkileri, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 122.
- FAO/WHO. (2003). Diet nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation: Geneva, World Health Organization
- Zhang, F. X., Miao, Y., Ruan, J. G., Meng, S. P., Dong, J. D., Yin, H. Lai, Y. F. (2019). Association between nitrite and nitrate intake and risk of gastric cancer: a systematic review and meta-analysis.

Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research, 25, 1788.

- Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., Pérez-Alvarez, J. A. (2008). Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichón”(Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. *Meat science*, 80(2), 410-417.
- Ferrucci, L. M., Sinha, R., Ward, M. H., Graubard, B. I. (2010). Meat and components of meat and the risk of bladder cancer in the NIH-AARP Diet and Health Study. *Cancer*, 116, 4345-4353.
- Ferysiuk, K., Wojciak, K.M. (2020). Reduction of nitrite in meat products through the application of various plant-based ingredients. *Antioxidants* 9 (8), 1–28.
- Flores, M., Toldra, F. (2021). Chemistry, safety, and regulatory considerations in the use of nitrite and nitrate from natural origin in meat products. *Meat Science*, 171 (1).
- Gassara, F., Kouassi, A.P., Brar, S.K., Belkacemi, K. (2016). Green alternatives to nitrates and nitrites in meat-based products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56 (13), 2133–2148.
- Gökalp, H.Y., Kaya M., Zorba Ö. (2002). Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 786, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Hayes, J.E., Canonico, I., Allen, P. (2013). Effects of organic tomato pulp powder and nitrite level on the physicochemical, textural and sensory properties of pork luncheon roll. *Meat Science* 95(3): 755-762.
- Heidari, S., Ziarati, P. (2015). Physicochemical characteristics and nitrate content in fresh and canned pears products. *Oriental Journal of Chemistry*, 31, 4, 2303-2309.
- Hernandez-Ramirez RU, Galvan-Portillo MV, Ward MH, Agudo A, Gonzalez CA, Onate-Ocana LF. (2009). Dietary intake of polyphenols, nitrate and nitrite and gastric cancer risk in Mexico City. *International Journal of Cancer*, 125:1424-1430.

- Herrmann, S. S., Duedahl-Olesen, L., Granby, K. (2015). Occurrence of volatile and non-volatile N-nitrosamines in processed meat products and the role of heat treatment. *Food Control*, 48, 163-169.
- Honikel, K. O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78(1-2), 68-76.
- Hord, N.G., Tang, Y., Brya, N.S. (2009). Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90, 1- 10.
- Horsch, A. (2013). The effect of pH and nitrite concentration on the antimicrobial impact of celery juice compared with sodium nitrite on *Listeria monocytogenes* PhD Dissertation, Graduate Theses and Dissertations, Iowa State University, 13062.
- IARC (1993). Working Group on Evaluation of Carcinogenic Risks to Human, International Agency for Research on Cancer, & World Health Organization.
- IARC (2010). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 94, Ingested nitrate and nitrite, and cyanobacterial peptide toxins, World Health Organization, Lyon, France.
- IARC (2018). Red Meat and Processed Meat Volume 114. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Lyon, France.
- IARC (2018). Red Meat and Processed Meat, 114. Lyon.
- Jackson J, Patterson AJ, MacDonald-Wicks L, McEvoy M. (2017). The role of inorganic nitrate and nitrite in CVD. *Nutrition Research Reviews*. 30(2):247-264.
- FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 2002. Evaluation of certain food additives and contaminants. Fifty-ninth report of the Joint FAO/WHO Experts Committee on Food Additives. WHO Technical Reports series, 913, 20.
- Jo, K., Lee, S., Yong, H.I., Choi, Y.S., Jung, S. (2020). Nitrite sources for cured meat products. *LWT Journal of Food Science and Technology*, 129, 109583.

- Jones, J. A., Hopper, A. O., Power, G. G., Blood, A. B. (2015). Dietary intake and bio-activation of nitrite and nitrate in newborn infants. *Pediatric Research*, 77(1) 173-181.
- Kilfoy, B. A., Zhang, Y., Park, Y., Holford, T. R. (2011). Dietary nitrate and nitrite and the risk of thyroid cancer in the NIH-AARP Diet and Health Study. *International Journal of Cancer*, 129, 160-172.
- Kim HJ, Lee SS, Choi BY, Kim M.K. (2007). Nitrate intake relative to antioxidant vitamin intake affects gastric cancer risk: a case-control study in Korea. *Nutrition and Cancer*, 59:185-191.
- Kim, T. K., Hwang, K. E., Lee, M. A., Paik, H. D., Kim, Y. B., Choi, Y. S. (2019). Quality characteristics of pork loin cured with green nitrite source and some organic acids. *Meat Science*, 152, 141-145.
- King, A. M., Glass, K. A., Milkowski, A. L., Sindelar, J. J. (2015). Comparison of the Effect of Curing Ingredients Derived from Purified and Natural Sources on Inhibition of *Clostridium perfringens* Outgrowth during Cooling of Dell-Style Turkey Breast. *Journal of Food Protection*, 78(8), 1527-1535.
- Klein, B. E. K., McElroy, J. A., Klein, R., Howard, K. P., Lee, K. E. (2013). Nitrate-nitrogen levels in rural drinking water: Is there an association with age-related macular degeneration. *Journal of Environmental Science and Health Part & Environmental Engineering*, 48(14).
- Krause, B.L., Sebranek J.G., Mendonca, A. (2011). Incubation of curing brines for the production of ready-to-eat, uncured, no-nitrite-or-nitrate-added, ground, cooked and sliced ham. *Meat Science* 89(4): 507-513.
- Kurćubic, V.S., Maškovic, P.Z., Vujić, J.M., Vranić, D.V., Vesković-Moračanin, S.M., Okanović, D.G., Lilić, S.V. (2014). Antioxidant and antimicrobial activity of *Kitaibelia vitifolia* extract as alternative to the added nitrite in fermented dry sausage. *Meat Science* 97(4): 459-467.
- Lee, J., Jo, K., Lim, Y., Jeon, H. J., Choe, J. H., Jo, C., Jung, S. (2018). The use of atmospheric pressure plasma as a curing process for canned ground ham. *Food Chemistry*, 240, 430-436.

- Lundberg JO, Carlstrom M, Larsen FJ, Weitzberg E. (2010). Roles of dietary inorganic nitrate in cardiovascular health and disease. *Cardiovascular Research*, 89(3):525–532.
- McCarty, M. F. (2013). Dietary nitrate and reductive polyphenols may potentiate the vascular benefit and alleviate the ulcerative risk of low-dose aspirin. *Medical Hypotheses*, 80, 186-190.
- Mcdonagh, S. T., Wylie, L. J., Thompson, C., Vanhatalo, A., Jones, A. M. (2018). Potential benefits of dietary nitrate ingestion in healthy and clinical populations. *European journal of sport science*, 1-15.
- Møller, J.K.S., Skibsted, L.H. (2002). Nitric oxide and myoglobins. *Chemical Reviews* 102(4): 1167-1178.
- Moutiq, R., Misra, N., Mendonca, A., Keener, K. (2020). In-package decontamination of chicken breast using cold plasma technology: microbial, quality and storage studies. *Meat Science*, 159 (1), 1–9.
- Nehra, V., Kumar, A., Dwivedi, H. K. (2008). Atmospheric non-thermal plasma sources. *International Journal of Engineering*, 2(1), 53-68.
- Ozaki, M.M., Santos, M., Ribeiro, W.O., Ferreira, N., Pollonio, M. (2020). Radish powder and oregano essential oil as nitrite substitutes in fermented cooked sausages. *Food Research International*, 140 (3).
- Özgül Ö., Üren A. (2010). Gıdalarda Nitrat ve Nitrit. *Akademik Gıda* 8(6), 35-43.
- Pan, J., She, X., Hu, L., Shi, L., Zhang, H. (2019). The application of bamboo leaf extracts in cured foods. *Journal of Bamboo Research*, 38 (2), 57–61.
- Pegg, R.B., Shahidi, F. (2004). *Nitrite Curing of Meat: The N-nitrosamine Problem and Nitrite Alternatives*. Wiley-Blackwell, London.
- Rajkovic, A., Tomasevic, I., De Meulenaer, B., Devlieghere, F. (2017). The effect of pulsed UV light on *Escherichia coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Typhimurium*,

- Staphylococcus aureus* and staphylococcal enterotoxin A on sliced fermented salami and its chemical quality. *Food Control*, 73, 829-837.
- İrkin, R., Güldaş, M., Değirmencioglu, N. (2012). Et ürünlerinde nitrat-nitrit kullanımının azaltılmasında bitkisel kaynakların kullanım olanakları. *Akademik Gıda*, 10(2), 125-130.
- Riel, G., Boulaaba, A., Popp, J., Klein, G. (2017). Effects of parsley extract powder as an alternative for the direct addition of sodium nitrite in the production of mortadella-type sausages–Impact on microbiological, physicochemical and sensory aspects. *Meat Science*, 131, 166-175.
- Rivera, N., Bunning, M., Martin, J. (2019). Uncured-labeled meat products produced using plant-derived nitrates and nitrites: chemistry, safety, and regulatory considerations. *J. Agric. Food Chem.* 67 (29), 8074–8084.
- Rywotycki R. (2007). The effect of baking of various kinds of raw meat from different animal species and meat with functional additives on nitrosamine contamination level. *Food Chemistry*, 101: 540-548.
- Sallan, S., Kaban, G., Ogras, S.S., Celik, M., Kaya, M. (2020). Nitrosamine formation in a semi-dry fermented sausage: effects of nitrite, ascorbate and starter culture and role of cooking. *Meat Sci.* 159 (1), 1–7.
- Santamaria P. (2006). Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(1), 10-17.
- Santarelli RL., Vendevre J-L., Naud N. (2010). Meat processing and colon carcinogenesis: cooked, nitrite-treated, and oxidized high-heme cured meat promotes mucin-depleted foci in rats. *Cancer*, 3:852–64.
- Sanz, Y., Vila, R., Toldrá, F., Flores, J. (1998). Effect of nitrate and nitrite curing salts on microbial changes and sensory quality of non-fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology* 42(3):213-217.

- Sebranek, J. G., Bacus, J. N. (2007). Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues?. *Meat Science*, 77(1), 136-147.
- Sebranek, J. G., Jackson-Davis, A. L., Myers, K. L., Lavieri, N. A. (2012). Beyond celery and starter culture: Advances in natural/organic curing processes in the United States *Meat Science*, 92(3), 267-273.
- Shahidi, F., Pegg, R.B., Sen, N.P. (1994). Absence of volatile N-nitrosamines in cooked nitrite-free cured muscle foods. *Meat Science* 37(3): 327–336.
- Sindelar, J.J., Milkowski A. L. (2012). Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet. *Nitric Oxide*, 26, 259-266
- Singhal R. S. and Kulkarni .P R. (2004). Preservatives: Permitted Preservatives; Nitrate and Nitrite. *Encyclopedia of Food Microbiology*, 7: 1762-1769.
- Singh, P., Wani, A.A., Saengerlaub, S., Langowski, H.C. (2011). Understanding critical factors for the quality and shelf-life of MAP fresh meat: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 51 (2), 146–177.
- Song P, Wu L, Guan W (2015). Dietary Nitrates, Nitrites, and Nitrosamines Intake and the Risk of Gastric Cancer: A Meta-Analysis. *Nutrients*,7:9872-9895.
- Tan E. (2003). Gıda kirlenmesinde Nitrat, Nitrit ve oluşturdukları Riskler. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 3(2), 32-36.
- TGK, 2013. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, Yayımlandığı R. Gazete: 30.06.2013/28693.
- Schrader, K.D. (2010). Investigating the control of *Listeria monocytogenes* on uncured, no-nitrate-or-nitrite-added meat products. PhD Dissertation, Graduate Theses and Dissertations, Iowa State University, 11551.
- Waga, M., Takeda, S., Sakata, R. (2017). Effect of nitrate on residual nitrite decomposition rate in cooked cured pork. *Meat Science*, 129 (7), 135–139.

- Wang, Y., Huang, Y., Chai, L. (2020). The effect of substituting nitrite with rose extract on the quality of semi-dried fermented sausage. *Food and Fermentation Industries*, 47 (13), 219–231.
- Wei, F., Xua, X., Zhou, G., Zhao, G., Li, C., Zhang, Y., Chen, L., Qi, J., (2009). Irradiated Chinese Rugao ham: Changes in volatile N-nitrosamine, biogenic amine and residual nitrite during ripening and postripening. *Meat Science*, 81(3): 451-455.
- Weitzberg E, Lundberg J.O. (2013). Novel aspects of dietary nitrate and human health. *Annual Review of Nutrition*, 33:129-159.
- Yılmaz, M.T., Zorba, Ö. (2010). Response surface methodology study on the possibility of nitrite reduction by glucono- δ -lactone and ascorbic acid in Turkish-type fermented sausage (sucuk). *Journal of Muscle Foods* 21(1): 15-30.
- Yuan, Y., Meng, W., Yutian, M., Fang, C., Xiaosong, H. (2015). Determination of Eight Volatile Nitrosamines in Meat Products by Ultrasonic Solvent Extraction and Gas Chromatography-Mass Spectrometry Method. *International Journal of Food Properties*, 18(6), 1181-1190.
- Zhang, X., Kong, B., Xiong, Y.L. (2007). Production of cured meat color in nitrite-free Harbin red sausage by *Lactobacillus fermentum* fermentation. *Meat Science* 77(4): 593-598.

BÖLÜM II

KEFİR: GENEL ÖZELLİKLERİ, SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ VE ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ

Kefir: General Properties, Effects on Health and Antimicrobial effect

Yük. Gıda Müh. Beril SERTER¹,
Doç. Dr. Hakan TAVŞANLI²,
Prof. Dr. O. İrfan İLHAK³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10211185>

¹ Beril SERTER, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Balıkesir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, ORCID ID: 0000-0001-8507-9894

² Hakan TAVŞANLI, Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veteriner Halk Sağlığı Anabilim Dalı, ORCID ID: 0000-0002-5124-3702

³ Osman İrfan İLHAK, Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veteriner Halk Sağlığı Anabilim Dalı, ORCID ID: 0000-0002-1769-6249

1. GİRİŞ

Yüzyıllar önce insanlar, besine ulaşamayacakları zamanlarda aç kalmamak amacıyla, gıdaların bozulmasını geciktirmeye yönelik bazı yöntemler denemişlerdir. Bunlardan biri olan fermantasyon ile besinin aroma, tat ve yapısında da hoşça giden değişiklikler olduğunu farketmişler ve bu yöntemi benimsemişlerdir. Son yıllarda ise insanoğlunun fermantasyona yoğun ilgisi, belki de gıdanınkinin yanı sıra, kendi ömrünü de uzatabileceği ihtimaline dayanmaktadır. Fermente gıda olarak en yaygın tüketilen ürünler süt ürünleridir. Her coğrafyada farklı yerel tatlar tercih edilmektedir. Sınırlarını aşarak tüm dünya tarafından beğeni kazanmış olan yoğurt gibi; kökeni Kafkaslar, Balkanlar ve Tibet dağlarına dayanan kefir de, sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı dünya çapında gittikçe popüler hale gelmektedir. Bu açıdan 21.yüzyılın yoğurdu olarak nitelendirilmektedir (Beshkova ve ark., 2002; Nielsen ve ark., 2014).

Kefir hafif alkol içeren ve kendinden karbonatlı yapısından dolayı tazeleyici bir his veren, ekzotik bir tad ve kendine özgü aromaya sahip asidik ve yoğun kıvamlı bir fermente süt içeceğidir. Polisakkarit kefirana tutunmuş ve simbiyotik ilişki içerisinde yaşayan bakteriler ve mayalardan oluşmuş suda çözünmeyen kefir tanesinin, sütü fermente etmesi ile oluşmuştur. Kefirin ilk ne zaman üretildiği tam olarak bilinemese de, kefir taneleri keçi derisinden yapılmış çantalarda sütün sürekli fermente olmasından oluşmuştur ve Kafkasların uzun yaşamları ile ilişkilendirilmektedir (Güzel-Seydim ve ark., 2000; 2010; Rosa ve ark., 2017).

Türk Gıda Kodeksi 2022/44 No'lu Fermente Sütler Tebliği'ne göre kefir; 'fermantasyonda spesifik olarak *Lactobacillus kefiri*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ve *Acetobacter* cinslerinin değişik suşları ile laktozu fermente eden (*Kluyveromyces marxianus*) ve laktozu fermente etmeyen mayaları (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Saccharomyces exiguus*) içeren starter kültürler ya da kefir tanelerinin kullanıldığı fermente bir süt ürünüdür' diye tanımlanmıştır.

2. KEFİRİN ÖZELLİKLERİ VE BESİN DEĞERİ

Kefirin bileşimi birbirinden farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar, kullanılan süt ve özellikle sütün yağ içeriğinden; kullanılan tanelerin ya da kültürlerin yapısından ve kefir üretimindeki işlemlerden kaynaklanmaktadır (Kesenkaş ve ark., 2017). Ortalama 20 saatlik fermentasyondan sonra kefirin pH'ı 4.4 - 4.6 civarında, alkol oranı ise % 0.5 – 2 ölçülmüştür (Ertekin ve Güzel-Seydim, 2010; Glibowski ve Kowalska, 2012; Arslan, 2014; Karaçalı ve ark., 2018). Kesenkaş ve ark. (2017) inek sütünden tane ya da kültür kullanılarak üretilen kefirlerin toplam kuru madde oranını %11.62-11.70, yağ oranını %3.05–3.10, protein oranını %4.10–4.16 ve laktoz içeriğini %3.89–3.92 olarak tespit etmişlerdir. Kefirin duyuşal özellikleri üzerinde üretimde kullanılan sütün çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi büyüktür; starter kültür ise, ürünün kremamsı aromasını ve vizkozitesini etkilemektedir (Güzel-Seydim ve ark., 2000). Kefirler duyuşal özelliklerine göre, inek, koyun ve keçi olarak beğeni sırasına konulmuşlardır (Wszolek ve ark., 2001). Türk Gıda Kodeksi Fermente

Süt Ürünleri Tebliği'ne (2022) göre kefirin özellikleri Tablo 1'de verildiği gibi olmalıdır.

Tablo 1. Kefirin Ürün Özellikleri (TGK Fermente Süt Ürünleri Tebliği, 2022)

	Miktarı
Süt proteini	En az %2,7
Süt yağı	En fazla %10
Titrasyon asitliği (laktik asit olarak ağırlıkça)	En az 0,6
Etanol	-
Toplam spesifik mikroorganizma	En az 10^7 kob/g
Etikette belirtilen toplam ilave mikroorganizma	En az 10^6 kob/g
Mayalar	En az 10^3 kob/g

Besin değeri ve kimyasal kompozisyonu açısından kefir, üretildiği süt çeşidine benzerdir (Ötleş ve Çağındı, 2003). Kneifel ve Mayer (1991) fermantasyon sırasında kefirin içeriğindeki bazı vitaminlerin miktarının artarken, bazılarının azaldığını belirtmiştir. Sütte hali hazırda bulunan vitaminlere ilave olarak, kefirde bulunan bifidobakterler, laktik asit bakterileri ve lökonostoklar folik asit (B9 vitamini), kobalamin (B12 vitamini), menakuinon (K2 vitamini), riboflavin (B2 vitamini), tiamin (B1 vitamini), biotin (B7 vitamini), piridoksin (B6 vitamini) gibi vitaminleri sentezleyebilmektedir (O'Connor ve ark., 2005; Rosa ve ark., 2017).

Tablo 2. Kefirin (100 gr) besin öğeleri (Ötleş ve Çağındı, 2003).

Enerji (kcal)	65	Süt asidi (gr)	0.8
Yağ (%)	3.5	Etanol (gr)	0.9
Protein (%)	3.3	Laktik asit (gr)	1
Laktoz (%)	4	Kolesterol (mg)	13
Su (%)	87.5		

Tablo 3. Kefirdeki esansiyel aminoasit miktarları (mg/100 gr) (Sarkar, 2007).

Triptofan	70	Metiyonin	137
Fenilalanin	231	Lizin	376
İzolösin	262	Valin	220
Treonin	182		

Kefir kalsiyum, magnezyum, fosfor ve potasyum açısından iyi bir kaynaktır. Bunun dışında daha düşük miktarlarda çinko, bakır, demir, mangan, kobalt ve molibden gibi elementleri içermektedir (Sarkar, 2007).

Tablo 4. Kefirdeki (100 gr) vitamin ve mineral madde miktarları (Ötleş ve Çağındı, 2003).

Vitaminler	mg	Mineraller	gr
A	0.06	Potasyum	0.15
B1	0.04	Kalsiyum	0.12
B2	0.17	Fosfor	0.10
B6	0.05	Klor	0.10
B12	0.50	Sodyum	0.05
C	1.00		mg
D	0.08	Magnezyum	12
E	0.11	Çinko	0.36
Karoten	0.02	Demir	0.05
Niasin	0.09		µg
		Bakır	12
		Molibden	5.5
		Mangan	5

Kefirdeki mikroorganizmaların etkisiyle proteoliz ve asit koagülasyon sonucu proteinler kısmen parçalandıkları için sindirimi kolaylaşmaktadır. Laktoz da hidroliz ile galaktoz ve glikoza parçalanır. 24 saatlik süre içerisinde sütte bulunan laktozun %20-25'i kullanılır ve daha sonra laktoz miktarı sabit kalır (İrigöy, 2005; Ötleş ve Çağındı,

2003; Rosa ve ark., 2017). Fermantasyon boyunca oluşan ürünler kefire aroma ve lezzet katan laktik asit, asetik asit, piruvik asit, hipurik asit, propiyonik asit, bütirik asit, karbondioksit, etanol, diasetil, asetaldehit, asetondur. Kefir tanelerinin kaynağı ve çoğalma koşulları, aroma bileşiklerinin oluşmasında büyük öneme sahiptir. Pek çok fermente süt ürününün en önemli lezzet bileşeni olan asetaldehit, diasetil ve aseton kefirde de fermantasyon sırasında oluşmaktadır. Ancak kefirdeki son asetaldehit konsantrasyonu (5µg/g), yoğurttaki miktardan (23µg/g-41µg/g) daha azdır. Diasetil ve asetaldehit *Streptococcus lactis* subsp. *diaetylactis* ve *Leuconostoc* spp. tarafından üretilir. Tane miktarının artması üründeki karbondioksit miktarını artırır. Kefirin alkol içeriğinden özellikle mayalar sorumludur. Mayalar etanol üretme yetenekleri ile bilinseler de *Lactobacillus kefir*' de etanol ve CO₂ üretebilen heterofermantatif bir bakteridir (Ahmed ve ark., 2013; Güzel-Seydim ve ark., 2000).

Kefirin olumlu etkileri *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. lactis*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. longum*, *B. breve* gibi mikrobiyotasında bulunan faydalı mikroorganizmalara ve onların metabolik ürünlerine dayandırılmıştır. Bu mikrobiyel metabolitler aynı zamanda kefirin fizikokimyasal ve organoleptik özelliklerini de etkilemektedirler (Bengoa ve ark.; 2019).

3. KEFİR ÜRETİMİ

Yoğurt gibi diğer fermente süt ürünlerinde, sütü fermente etmek için üründen bir miktar inoküle etmek yeterlidir. Ancak geleneksel olarak hazırlanan kefirde süte, kefir içeceği değil, kefir taneleri inoküle

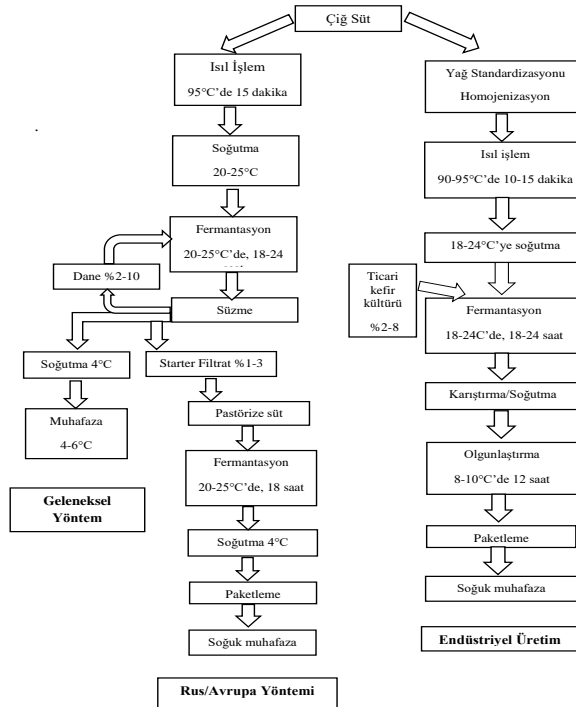
edilmektedir. Fermantasyonun ardından kefir taneleri plastik bir süzgeç ile süzülerek, içecekten ayrılır; daha sonraki üretimler için kullanılır. Kefir üretimi birkaç şekilde gerçekleştirilebilir (Şekil 1): geleneksel üretim (kefir tanelerinden), Rus ya da Avrupa metoduyla üretim ve ticari starter kültürlerin doğrudan süte inoküle edilmesi ile gerçekleştirilen endüstriyel üretim ((Nielsen ve ark.,2014; Kesenkaş ve ark., 2017).

Kefir yapılacak süt öncelikle pastörizasyon amacı ile ısıl işlem görmelidir. Aynı zamanda serum proteinlerinin tamamını da denatüre etmek için kefir yapılacak süte ısıl işlem için çeşitli sıcaklık ve uygulama süreleri tavsiye edilmektedir. Önerilen sıcaklıklar farklı çalışmalarda 85-95°C'de 30 dakika, 85-90°C'da 15-20 dakika, 90-93°C'da 15 dakika, 92°C'da 20 dakika, 95°C'da 15 dakika, 90-95°C'de 2-3 dakika ve 95°C/10-15 dakikadır. Yeterli sıcaklık ve zaman kullanılarak denature olan serum proteinleri yüksek su tutma kapasitesine sahiptir ve son üründen suyun ayrılmasını önler; ürüne kararlılık kazandırır. Ayrıca ısıl işlem, bazı amino asitlerin ve diğer üreme faktörlerinin oluşmasını sağlayarak, redoks potansiyelini düşürerek ve inhibe edici maddeleri bertaraf ederek, sütü taneadaki mikroorganizmalar için daha iyi bir üreme ortamı haline getirir. Lipaz enzimini inaktive ederek de hidrolitik ransiditeyi önler (Sarkar, 2008).

Geleneksel üretimde, doğrudan ısıl işlem görmüş süte %2-10 oranında kefir tanesi eklenir. Garrote ve ark.(1998) viskoz ve çok asidik olmayan bir ürün için %1'lik bir tane oranı önermiş; %10'luk bir oranın ise düşük akışkanlıkta ve daha efervesan özellikte, asidik bir içecek

oluşturduğunu tespit etmişlerdir. %5 oranındaki kefir tanesinin etanol ve uçucu asitlerin üretiminde en iyi sonuç verdiği belirtilmiştir (Sarkar, 2008).

Endüstriyel üretimde starter olarak ya tanelerden elde edilmiş kefir içeceği ya da biyoteknolojik olarak elde edilmiş saf mikroorganizmalardan oluşan kefir starter kültürleri kullanılmaktadır. Ancak, starter kültür aracılığıyla üretilen kefir, kefir tanelerinden üretilen kefirde farklıdır, çünkü doğal olmayan şekilde, ısmarlama olarak bir araya getirilmiş mikroorganizmalardan dolayı geleneksel kefirin duyuusal kalitesi ve sağlığa faydaları gibi karakteristik özelliklerini tam olarak veremez (Güzel-Seydim ve ark., 2010).



Şekil 1. Kefirin Üretim Akış Şeması (Kesenkaş ve ark., 2017).

3.1. Geleneksel Üretim

Geleneksel olarak üretim, doğal starter olarak kefir taneleri ile sütün mayalanması, fermantasyondan sonra da kefir tanelerinin ayırılıp yeni bir üretimde kullanılması esasına dayanmaktadır. Kefir çoğunlukla pastörize edilmiş süte kefir taneleri inoküle edilmesi ve ardından 20-25°C'de karıştırılarak 20-24 saat fermente edilmesi ile elde edilir. Taneler süzülerek çıkarılır ve tüketime hazırdır. Taneler çıkarıldıktan sonra kefir içeceği, starter kültür olarak da kullanılabilir. Ancak bu kefir içeceği ard arda üretimlerde kullanılmamalıdır, çünkü mikroorganizmaların dengesi zarar görmüştür, özellikle mayaların miktarı azalmıştır (Güzel-Seydim ve ark., 2000; 2010).

3.2. Endüstriyel Üretim

Besin değeri ve sağlık üzerine olumlu etkileri daha iyi anlaşıldıkça, kefirin ticari üretimi de artmıştır. Ancak ticari üretimde, geleneksel üretimdeki gibi kefir tanelerinin kullanımı zordur. Endüstriyel üretimde kefir tanelerinin kullanımı, büyük hacimlerde fermantasyonun kontrolünün zor olması, tanelerin yüksek kontaminasyon riski, dolayısıyla standardizasyonun yakalanamaması gibi sebeplerle tercih edilmez. Ayrıca tanelerin geri eldesi ilave bir işlem anlamına geldiği için endüstriyel boyutta pratik değildir. Bu yüzden Rus tarzı kefir üretimindeki gibi, geleneksel üretimle elde edilmiş taze kefir starter kültür olarak kullanılabilir; pastörize süte %2-3 oranında eklenerek 24-26°C'de 18-20 saat fermente edilir. Ya da kefir tanelerinden izole edilmiş birkaç mikroorganizma starter kültür olarak kullanılır (Güzel-Seydim ve ark., 2000, Nielsen ve ark., 2014; Noğay,

2019). Ancak bu şekilde son ürün, geleneksel kefirdeki benzersiz kimyasal özellikler, aroma ve pek çok fonksiyonel zenginlikten yoksun kalır (Ötleş ve Çağındı, 2003). Bu sebeple endüstriyel üretimde özellikle probiyotik mikroorganizmalar ve prebiyotik maddeler ile zenginleştirilmektedir. Bifidobakterler ve özellikle Kandidalar hem probiyotik rollerinden dolayı hem de peptit, yağ asitleri, oligosakkaritler, polifenol ve vitaminler gibi ekstraselüler biyoaktif metabolitler sentezleyebilmelerinden dolayı tercih edilmektedir (Karaçalı ve ark. 2018; Pintiliescu ve ark., 2019).

Starter kültürlerden hazırlanan kefirlerden 230 adet biyoaktif peptit izole edilirken tane ile üretilmiş kefirlerden 124 adet peptit elde edilmiştir. Bu sebeple, starter kültürün daha fazla proteolitik aktiviteye sahip olduğu söylenebilir (Ebner ve ark., 2015).

Geleneksel yöntemde kefir taneleri çıkarıldıktan hemen sonra soğutulur ancak endüstriyel üretimde soğutmadan önce pH 4.5–4.6'ya ayarlanır. Endüstriyel üretimde, kefir 8–10°C'de 12 saat tutularak bir olgunlaştırma aşaması gerçekleştirilir. Böylece kefir içerisinde yer alan başta mayalar olmak üzere, ürünün kendine has aromasının ortaya çıkmasını sağlayan mikroorganizmalar çoğalabilmektedir. Bu aşama atlanırsa kefirde alışılmamış bir aroma gelişir (Leite ve ark., 2013). Aynı zamanda olgunlaştırma aşamasında serum proteinleri yüksek miktarlarda su emerler, bu da daha kıvamlı ve stabil bir ürün ile sonuçlanmaktadır (Kesenkaş ve ark., 2017).

3.3. Hammadde

Diğer fermente süt ürünleri üretiminde olduğu gibi, kefir üretiminde de kullanılacak olan çiğ sütün kalitesi çok önemlidir. Çiğ süt içerikçe zengin olmalı, bakteriyel yük ve somatik hücre sayısı az olmalı, patojenler bulunmamalı ve antibiyotik ya da deterjan kalıntısı gibi inhibe edici maddeler içermemelidir. Süt olarak tam yağlı, az yağlı ya da yağsız sütler kullanılabilir. Bu farklılıklar kefirin yapısını ve besin değerini etkilemektedir. Sütün yağlı olması daha koyu kıvamlı ve kremsi bir kefir eldesi ile sonuçlanır. Yağsız süttten yapılması, kefirin kalitesini azaltmaktadır (Nielsen ve ark., 2014; Rosa ve ark., 2017). Peynir altı suyunun da kefir üretiminde kullanılabileceği belirtilmiştir (Magalhaes ve ark., 2011).

Geleneksel olarak kefir inek, koyun, keçi, manda ya da deve sütünden üretilir. En yaygın olanı inek sütü olmakla birlikte, diğer sütler ile de hazırlanabilir. Bazı ülkelerde sağmal hayvanların az olması, ya da dini/diyetsel sebepler yüzünden hayvansal sütler yerine soya sütü, badem sütü, hindistancevizi sütü, yer fıstığı sütü, pirinç sütü, fındık sütü gibi bitkisel kökenli sütler de kullanılmaktadır (Atalar, 2019). Kefir taneleri her fermantasyonda %2-7 oranında büyümektedirler (Leite ve ark., 2013; Rosa ve ark., 2017). Bitkisel kökenli sütlerde probiyotik özellik gösteren kefir üretilebilmekle birlikte, ortam bakterilerin ihtiyaç duyduğu tüm büyüme faktörlerini içermediği için, kefir taneleri her üretimde büyümek yerine zayıflamaktadır. Bunu önlemek için taneler birkaç fermantasyondan sonra süt içerisine konularak canlandırılmalıdır (Nielsen ve ark., 2014).

Öner ve ark. (2010) farklı süt türlerinden (inek, koyun ve keçi) tane ve starter kültür kullanılarak üretilen kefirlerin 15 günlük depolama sürecinde kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerini incelemişlerdir. Tüm kefir örneklerinin muhafaza boyunca asitliklerinin arttığı tespit edilmiş ve en yüksek asitlik tane ile üretilen keçi sütü kefirinde görülmüştür. Starter kültür tiplerinin, muhafaza periyodunun ve süt çeşitlerinin kefirin asitliğini etkilediği belirtilmiştir. Tane ile üretilen kefirlerde asitlik artışı depolama sürecinde devam etmektedir, inek ve keçi sütünden üretilen kefirlerde 7.günden sonra sabit kalmaktadır. Yine starter kültür tiplerinin ve muhafaza periyodunun kefirin etanol miktarını etkilediği; inek ve keçi kefirlerinde etanol miktarının 15 gün boyunca arttığı gözlenmiştir. Keçi sütünden yapılan geleneksel kefir daha düşük viskoziteye ve duyuşal özelliklere sahiptir ve %0,04 – 0.3 etanol içerir (Sarkar, 2008).

4. KEFİR TANESİ

Kefir tanesi, 3 – 35 mm çapında, kirli beyaz ya da soluk sarı renkte, jelatinimsi yapıda, esnek ve farklı büyüklüklerde lor peyniri ya da karnabahar görünümünde düzensiz şekilli polisakkaritlerdir. Tıpkı canlı bir organizma gibi büyürler ve çoğalırlar. Çıplak gözle oldukça düz ve parlak bir yüzeye sahip görünen kefir tanesine elektron mikroskobu ile bakıldığında, yüzeyinin oldukça pütürlü olduğu görülmektedir. Taneler, süngersi fibrilli bir yapıya sahiptir ve fibrilli malzeme iç kısımlara ilerledikçe artmaktadır (Güzel-Seydim ve ark., 2005; Nielsen ve ark., 2014).



Şekil 2. Kefir tanesinin fiziksel görünümü (Kesenkaş ve ark., 2017)

Kefir taneleri süttten çıkarıldıktan sonra 4°C’de ya da kurutulularak oda sıcaklığında en fazla 48 saat tutulabilir. Yaş taneler aktivitelerini yalnızca 8-10 gün koruyabilirlerken, kurutulmuş kefir taneleri aktivitelerini 12-18 aya kadar gösterebilirler. Taneler daha uzun süre kullanılmayacaksa düşük sıcaklıkta muhafaza edilmelidir. Evde kefir üretiminde -20°C, kefir tanesinin muhafazası için kullanılabilir, bu sıcaklıkta 7-8 ay aktivitelerini korurlar. Uygun olmayan koşullarda tane zarar görür, esnekliğini kaybeder, küçülür ve içindeki mikrobiyal denge bozulur. Uygun koşullar geri geldiğinde, birkaç fermantasyondan sonra, önceki özelliklerini geri kazanırlar. Ancak aynı durum dondurularak kurutulmuş ve öğütülmüş olan taneler için söylenemez. Ticari olarak satılan dondurularak kurutulmuş kefir starterleri tane oluşturamaz ve bunların etkileri birkaç fermantasyondan sonra değişiklik göstermektedir (Nielsen ve ark., 2014; Noğay, 2019).

4.1. Mikrobiyolojik Özellikleri

Kefir tanelerinin gerçek mikroorganizma içeriği hala tartışmalıdır. Kefir tanesinin coğrafik orijini (mikrobiyel dağılımı), fermantasyon koşulları (farklı tip sütler, sıcaklık, inkübasyon süresi, tane/süt oranı), tanelerin ayrılması sırasındaki sanitasyon, yıkanma ve saklanması koşulları hem kefirin kalitesini hem de mikrobiyel kompozisyonu büyük ölçüde etkilemektedir. Farklılıklar olmakla birlikte, kefir tanelerinde baskın popülasyon olan laktik asit bakterilerine (30 tür) asetik asit bakterileri ve mayalar eşlik etmektedir. Pek çok araştırmada, kefir tanesinin maya içeriğinin laktik asit bakterilerinden daha az olduğu görülmüştür (Güzel-Seydim ve ark., 2005; Bengoa ve ark., 2019; Nejati ve ark., 2020). Hem besiyerine ekim yöntemleri hem de besiyerinden bağımsız teknikler kullanılarak çeşitli çalışmalarda izole edilen mikroorganizmalar Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Kefir tanesinden izole edilen mikroorganizmalar (Bourrie ve ark., 2016, Rosa ve ark., 2017).

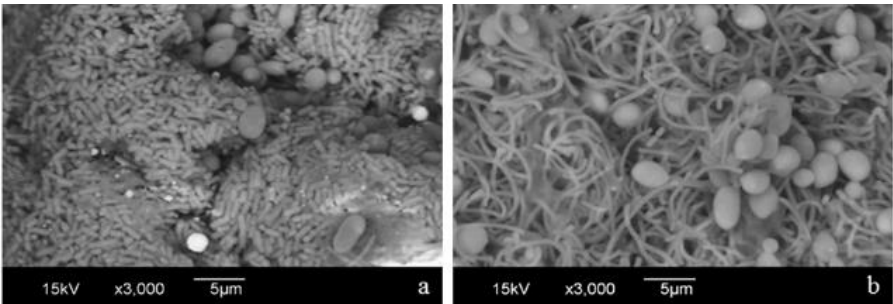
	Mikroorganizma adı
Laktobasiller	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus amylovorus</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Lactobacillus buchneri</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus crispatus</i> , <i>Lactobacillus curvatis</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> , <i>Lactobacillus diolivorans</i> , <i>Lactobacillus fermentum</i> , <i>Lactobacillus fructivorans</i> , <i>Lactobacillus gallinarum</i> , <i>Lactobacillus garvieae</i> , <i>Lactobacillus gasseri</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Lactobacillus hilgardii</i> , <i>Lactobacillus intestinalis</i> , <i>Lactobacillus johnsonii</i> , <i>Lactobacillus kalixensis</i> , <i>Lactobacillus kefiranofaciens</i> , <i>Lactobacillus kefirgranum</i> , <i>Lactobacillus kefiri</i> , <i>Lactobacillus otakiensis</i> , <i>Lactobacillus parabuchneri</i> , <i>Lactobacillus paracasei</i> , <i>Lactobacillus parafarraginis</i> , <i>Lactobacillus</i>

	<i>parakefir, Lactobacillus parakefiri, Lactobacillus pentosus, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus rafi, Lactobacillus reuteri, Lactobacillus rhamnasus, Lactobacillus rossiae, Lactobacillus sakei, Lactobacillus salivarius, Lactobacillus satsumensis, Lactobacillus sunkii, Lactobacillus viridescens</i>
Laktokoklar	<i>Lactococcus lactis</i> subs. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subs. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subs. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetyllactis</i> , <i>Lactococcus garvieae</i>
Streptokoklar	<i>Streptococcus thermophilus, Streptococcus durans</i>
Lökonostoklar	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subs. <i>mesenteroides</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subs. <i>cremoris</i> , <i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i>
Diğer koklar	<i>Pediococcus claussenii, Pediococcus damnosus, Pediococcus halophilus, Pediococcus lolii, Pediococcus pentosaceus Oenococcus oeni</i>
Asetobakterler	<i>Acetobacter sicerae, Acetobacter orientalis, Acetobacter lovaniensis</i>
Bifidobakterler	<i>Bifidobacterium breve, Bifidobacterium choerinum, Bifidobacterium longum, Bifidobacterium pseudolongum</i>
Sakkoramisesler	<i>Saccharomyces cerevisiae, Saccharomyces unisporus, Saccharomyces turicensis, Saccharomyces cariocanus, Saccharomyces humaticus</i>
Kluyveromisesler	<i>Kluyveromyces marxianus, Kluyveromyces lactis,</i>
Kandidalar	<i>Candida kefir, Candida lipolytica, Candida holmii, Candida friedrichii, Candida inconspicua, Candida marisi, Candida sake</i>
Diğer mayalar	<i>Torulaspora delbrueckii, Kazachstania exigua, Kazachstania servazzi, Kazachstania solicola, Kazachstania aerobia, Kazachstania barnettii, Pichia fermentans, Issatchenkia orientalis, Dekkera anomela, Cryptococcus humicolus, Geotricum candidum, Yarrowia lipolytica, Dipodascus capitatus, Trichosporon coremiiforme, Ganoderma Lucidum, Dioszegia hungarica, Heterbasidion annosum, Peziza campestris, Cyberlindnera jadinii, Malassezia pachydermatis, Teratosphaeria knoxdaviesii, Cryptococcus spp. Vega 039, Microdochium nivale, Wallernia sebi, Zygosaccharamyces lentus, Eurotium amsteldami, Dekkera bruxellensis, Naumovozyma castelli, Davidiella tassiana, Penicillium sp.vega</i>

Kefir tanesi her inkübasyonda büyümektedir. 25°C’de fermantasyon, daha fazla biyokütle oluşumunu sağlamakta ve mikroorganizmalarda da çeşitliliğin artmasına olanak vermektedir. Bu sıcaklık aynı zamanda kefiran üretimini artırmak için de uygundur. Büyüyen kefir tanesi fermantasyon süresini de kısaltmaktadır (Barão ve ark., 2019).

Taneler laboratuarda, organizmaların saf kültürleri bir araya getirilerek sentezlenemez. Geleneksel olarak, keçi derisinden çantalar içerisinde taneler sık sık çalkalanarak oluşturulurlar (Nielsen ve ark., 2014).

Wang ve ark. (2012) bütün kefir tanesinin bir kesidini incelemiş ve mikroorganizmaların tanenin dış katmanında daha yoğun kolonize olduğunu gözlemiştir. Dış kısımda laktokok ve mayaların, iç katmanlarda ise laktobasillerin sayısı daha fazla bulunmuştur. Kısa zincirli laktobasil *Lactobacillus kefir* yüzeyde, uzun zincirli laktobasil *Lactobacillus kefiranofaciens* tanelerin merkezinde yer almaktadır.



Şekil 3. Kefir tanesinin elektron mikroskobu altında görünümü (Wang ve ark., 2012).

a. Dış; b. İç yüzey

Laktozu fermente edemeyen *Sacchararomyces cerevisiae* gibi mayalar tanenin daha derin katmanlarında yer almaktadır. Laktozu fermente edebilen *Torula kefir*, *Kluyveromyces lactis* ve *Kluyveromyces marxianus* gibi mayalar ise genellikle dış yüzeylere yakın bulunmaktadır. Laktik asit bakterileri ve asetik asit bakterileri de kefir tanesinin en dış yüzeyinde yer almaktadırlar (Güzel-Seydim ve ark., 2005).

4.2. Ekzopolisakkaritler ve Kefiran

Ekzopolisakkarit bazı laktik asit bakterileri tarafından üretilen bir polimerdir, ya hücre yüzeyi üzerinde ya da hücreyi çevreleyen ortamda üretilmektedir. Kefir tanelerinin içerisinde yer alan mikroorganizmalar tarafından üretilen, suda çözünmeyen ana polisakkarit olan kefiran yaklaşık olarak eşit oranlarda glikoz ve galaktozdan oluşur (Jeong ve ark., 2017).

Önceleri Kefiran üretimini *Lactobacillus brevis*'in gerçekleştirdiği düşünülmektedir. Sonradan, bu özellik *L. kefiranofaciens*'e atfedilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalar ise, bu mikroorganizmanın yalnızca kefiranaofaciens alttürünün kefiran üretiminden sorumlu olduğunu ortaya koymuştur (Bengoa ve ark., 2019).

Karbonhidrat ilavesi ekzopolisakkarit üretimini artırmaktadır. *L. kefiranaofaciens*'in EPS üretimi için 60 gr/litre glikoz ilave edilmesinin ve 30°C sıcaklığın optimum olduğu belirtilmiştir (Jeong ve ark., 2017). Kefir ekzopolisakkariti olan kefiran viskoziteyi artırmasının yanı sıra ayrıca biyolojik aktiviteye de sahiptir. Antitümör, antiinflamatuvar,

kolesterol düşürücü, immün sistem düzenleyici ve antimikrobiyal özellikleri bulunmaktadır. Ayrıca prebiyotik özelliği ile probiyotik bakterilerin çoğalmasına katkıda bulunur. Son yıllarda, gıda ürünlerinde jelleştirici özelliği ile katkı maddesi olarak kullanılmasına yönelik çalışmalar da bulunmaktadır. Parçalanabilir ve yenilebilir filmlerin bir bileşeni olarak kullanımları da gelecek vadetmektedir (Nielsen ve ark., 2014).

5. KEFİRİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Probiyotik bir gıda olarak kefirin sağlığa pek çok faydası vardır. Kefir öncelikle besleyici bir gıdadır. Ayrıca antiinflamatuvar, antibakteriyel, antikanserojen, antidiyabetik, antialerjik, antioksidatif, antigenotoksik özellik göstermektedir. Kan basıncını, kolesterol ve kan şekerini düşürme etkileri bulunmakta kemik kütlesi artışı sağlamaktadır. Eski Sovyetler Birliği ülkelerinde gastroentestinal hastalıklarda ve metabolik rahatsızlıklarda kefir önerilmektedir. Yine yüksek tansiyonu, kilo sorunu ya da alerji problemi olan kişilerin yanı sıra, sağlıklı bireylere de kronik hastalık riskini azaltmak amacıyla kefir tüketmeleri tavsiye edilmektedir. Son yıllarda, obezite riskine karşı lipaz ya da α -amilaz gibi enzimlerin eklendiği kefir formülasyonları Japonya'da patent almıştır. Kefirin fizyolojik, profilaktik ve teröpatik etkileri fermantasyon işlemi sırasında üretilen biyoaktif bileşenlerden veya bireysel ya da sinerjik bir şekilde etki gösteren mikroorganizmaların çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır (Gündüz, 2017; Rosa ve ark., 2017).

5.1. Laktoz İntoleransı Azaltıcı Etkisi

Tüm hayvansal sütler laktoz içermektedirler. Laktoz, laktaz enzimi ile hidroliz olduktan sonra bağırsaklardan emilir. Ancak önemli miktardaki laktoz, bu enzimin olmaması ya da düşük düzeyde olmasından dolayı sindirilememektedir. Genetik olarak programlanmış olan ve 3-5 yaşlarından sonra başlayan laktoz aktivitesindeki azalma, dünya çapındaki yetişkinlerin %75'ini etkilemektedir. Yetersiz β -galaktosidaz enzimi aktivitesi yüzünden süt ve süt ürünlerinin tüketilmesinin ardından laktozun sindirimi konusunda sorunlar yaşanmaktadır (de Vrese ve Offick, 2010; Shaukat ve ark.,2010).

Laktik asit az miktarda iken insanlar için faydalı olmasına karşın, yüksek miktarlarda bağırsak mukozasını tahriş edebilir. Bu da, karın ağrılarına ve ishale sebep olabilir. Laktoz intoleransı olan çocuklarda laktoz çölyak hastalığındaki gibi bağırsak mukozasına zarar verebilir. Eğer laktoz sindirilerek ince bağırsaklardan emilmez ise, kolonda bulunan bakteriler laktozu fermente ederek, kısa zincirli yağ asitleri ile hidrojen, karbondioksit ve metan gibi gazlar üretir. Bu durum karın ağrısı, midede gaz, şişkinlik, bulantı ya da ishal gibi sindirim sistemi bulgularına yol açar ve laktoz intoleransı ile ilintilidir (Shaukat ve ark. 2010; Yang ve ark., 2013).

Laktoz intoleransından doğan rahatsızlıkların üstesinden gelebilmek için fermente süt ürünleri kullanılabilir. Süt ile kıyaslandığında, fermente süt ürünleri laktoz intoleransı olan kişilerde daha az rahatsızlık oluşturmaktadır. Bunun sebebi laktoz içeriklerinin süte göre %30 daha az olmasının yanı sıra, fermente süt ürünlerindeki

mikroorganizmalara ait enzimlerin bağırsaklarda da laktozu hidrolize etmeleri olabilir (Rosa ve ark., 2017).

5.2. Probiyotik Etkisi

Bağırsak florasında tanımlanan 400-500 adet bakteri türü kendi ekosistemlerinde denge içinde yaşamaktadırlar. Sağlık üzerinde önemli bir rol oynayan bağırsak florasının zaman zaman kompozisyonu değişebilmekte ve *Clostridium* spp., *Proteus* ve *Pseudomonas aeruginosa* gibi bazı patojen bakteriler konakçıya zarar verebilmektedir (Figler ve ark., 2006).

Bağırsak mikrobiyotasının bileşimi yaşla birlikte de değişmektedir: fakültatif anaerop ve gram negatif bakteri sayısı artarken, laktobasil ve bifidobakterler gibi yararlı mikroorganizmalar azalmaktadır. Probiyotikler bağırsakta yararlı bakteriler olarak nitelendirilen laktobasiller, bifidobakteriler ve enterekokların artmasını, buna karşın enterobakterlerin azalmasını sağlayarak bağırsak mikrobiyotasına iyi gelebilir (Gündüz, 2017). Özellikle antibiyotik kullanımından sonra gelişen ishal ve pek çok gastrointestinal rahatsızlıktan sorumlu *Clostridium difficile* ile enfekte olmuş hamsterlar üzerinde yapılan bir çalışmada, kefirde izole edilen iki laktobasil (*L. plantarum* CIDCA83114 ve *L. kefir* CIDCA8348), bir laktokok (*L. lactis* CIDCA8221) ve iki mayadan (*S. cerevisiae* CIDCA8112, *K. marxianus* CIDCA8154) oluşan mikrobiyal karışımın ishal ve ölüm oranlarını azalttığı belirtilmiştir. Aynı mikrobiyal karışımın, in vitro ortamda, gelişmekte olan ülkelerde ishale sebep olan patojenlerin en önemlilerinden *Shigella flexneri* ve *Shigella sonnei*'yi

inhibe ederek bağırsak epitel hücrelerini koruyabileceği gösterilmiştir (Bolla ve ark., 2013; 2016).

5.3. İrritabl Barsak Sendromu Üzerine Etkisi

İrritabl Barsak Sendromu (İBS), toplumda görülme sıklığı oldukça yüksek olan, dışkılama değişiklikleri, abdominal ağrı ile karakterize bir sindirim sistemi hastalığıdır. Yapılan bir çalışmada, 4 hafta kefir kullanımının ardından hastalarda karın ağrısı/rahatsızlığı, şişkinlik, global semptom skoru ve hayat kalitesinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düzelme olduğu görülmüştür. Dışkılama sayısı değişmemekle beraber, kabızlığın baskın olarak görüldüğü hastalarda dışkı kıvamında anlamlı düzelme sağlandığı tespit edilmiştir (Baran, 2008). Kefirinin da kabızlık konusunda olumlu etkileri vardır (Maeda ve ark., 2004).

5.4. Antikarsinojenik Etki

Kefirin kanser önleyici ve tümör büyümesini yavaşlatıcı etkisi; apoptoz mekanizmasını harekete geçirmesi, prokarsinojenik bileşenleri kanserojene dönüştüren enzim aktivitelerinin önlenmesi, kefir mikroorganizmalarının mutajenlere bağlanması, bağışıklık sistemini etkinleştirilmesi, antigenotoksik ve anti-oksidan etki göstermesi gibi mekanizmalar ile gerçekleşmektedir (Grishina ve ark., 2011; Maalouf ve ark., 2011; Ahmed ve ark., 2013; Ghoneum ve Gimzewski, 2014). Kefirdeki mikroorganizmaların yanı sıra üretilen polisakkaritlerin de anti-tümör özelliği gösterdiği düşünülmektedir (Sarkar, 2007).

Kefirin ve hücretsiz ekstraktların etkisi mide ve kolon gibi sindirim sistemi kanserleri, göğüs kanseri, hematolojik kanserler (lösemi ve lenfoma) ve bağ doku tümörü (sarkoma) olmak üzere farklı kanser türlerinde çalışılmıştır. Kefirin hücretsiz ekstraktlarının iyileştirici etkisi rolü ile ilgili umut vadeden bulgular vardır (Bourrie ve ark., 2016; Rosa ve ark., 2017).

Kefirden izole edilen tüm bakterilerin mutajenlere yüksek düzeyde bağlanabilme özelliklerinin olduğu ve böylece onların dışkı ile atılmasını sağlayarak bağırsak epitel hücrelerini koruyabildikleri ifade edilmiştir. Kefirin düzenli tüketilmesi bağırsak florasının içeriğini olumlu yönde düzenleyebilir ve kolon kanseri gelişimini engelleyebilir (Rosa ve ark., 2017). Sağlıklı bağırsak florasında fekal enzimlerin etkinliğinin ve fekal toksinlerin sayısının düşük olması kalın bağırsak kanserinden korunmada önemli rol oynamaktadır (Figler ve ark., 2006). Antimutajenik bir bileşen olan ve süt yağında bulunan palmitik asidin miktarı kefirde süttekinden daha fazladır (Vieira ve ark., 2015).

5.5. Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkisi

Kefirde fermantasyon sonucu oluşan peptitlerden iki tanesinin bağışıklık sistemini düzenleyici etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Ebner ve ark., 2015). Kefirden elde edilen supernatantın, proinflamatuvar sitokinlerin üretimini uyararak tümörlere ve ayrıca hücreler arası hastalık yapıcı enfeksiyonlara karşı hücre-aracılı bağışıklık yanıtını desteklemektedir. Kefir tanesinden izole edilen laktobasillerin farklı suşları, farklı şekillerde immün yanıt oluşturmaktadırlar (Hong ve ark., 2009).

In vivo bir çalışmada, sağlıklı gönüllülerde 6 hafta boyunca günde 200 ml kefir tüketiminin ardından serum sitokin profilleri incelenmiş ve oral olarak kefir alımının TH1 tipine karşı bağışıklık yanıtının polarizasyonunu artırdığı ve TH2 tip ve buna bağlı olarak alerjik yanıtı azalttığı bulunmuştur (Kesenkaş ve ark., 2017).

5.6. Antialerjik ve Antienflamatuvar Etkisi

Alerjik astım, solunum yolları iltihabı, fazla mukus üretimi gibi semptomlarla ve serumda IgE artışı ile karakterize kronik bir rahatsızlıktır. Farelerde oluşturulan astım modellemesinde kefirin antialerjik ve antienflamatuvar etki göstererek nefes yollarındaki alerjik yangının ilerlemesini durdurabileceği belirtilmiştir (Lee ve ark., 2007). Kefir ve kefiran ekstraktının alerjik astımlı hastalarda ovalbumin indüklü sitokin üretimini, akciğerle ilgili eozinofilleri, mukusun fazla salgılanmasını ve aşırı hassasiyeti azaltarak iltihabı önleyebilme potansiyeline sahip olduğu gösterilmiştir. Wistar sıçanlarında karagenan, dekstran ve histamin ile alevlenen yangının düşürülmesinde oral olarak tüketilen kefir süspansiyonlarının etkisi olduğu görülmüştür. Ovalbumin indüklü alerjiye sahip farelerde kefirin proinflamatuvar alarm veren TLR4 ve p-NFκB proteinlerini azalttığını gösterilmiştir (Kesenkaş, 2017). Yaşar ve ark. (2013) Wistar sıçanlarında alkali maddeler ile tahriş olmuş yemek borusunun iltihabının ilk evrelerinde kefir tüketiminin antienflamatuvar etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu etkinin serbest radikallerin azaltılmasından ve iltihaplı hücre sayısını azaltılmasından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir.

5.7. Kolesterol Düşürücü Etkisi

Kalp ve damar rahatsızlıkları, bulaşıcı olmayan hastalıklar içerisinde tüm ölüm nedenleri arasında ilk sırada yer almaktadır (Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, 2015). In vivo çalışmalarda, yoğun miktarda fermente süt ürünleri tüketiminin serum kolesterol seviyelerini düşürebildiği görülmüştür. Guo ve ark. (2011), yüksek sınıra yakın ve normal kolesterol seviyelerinde 485 katılımcı ile yaptıkları denemeler sonucunda probiyotik süt ürünlerinin serum kolesterol seviyelerini ortalama 6.40 mg/dl; LDL kolesterolü ortalama 4.90 mg/dl, trigliserid konsantrasyonunu ortalama 3.95 mg/dl düşürdüğünü belirtmişlerdir. Kolesterolde yüksek bir diyet ile beslenen hamsterlara verilen dondurularak kurutulmuş kefir, trigliserit konsantrasyonlarında ve aterosklerotik indekste (HDL olmayan kolesterolün HDL kolesterole oranı) belirgin bir azalmaya sebep olmuştur (Rosa ve ark., 2017).

Fareler üzerinde yapılan in vivo çalışmalar sonucu, kefir tanelerinde bulunan *L. plantarum*'un ve *K. marxianus*'un bazı suşlarının kolesterol düşürücü etkilerinin olduğu görülmüştür. *K. marxianus*'un ekmeke ve bira mayasından daha fazla kolesterol düşürme etkisinin bulunduğu belirtilmiş; bu etkisinin hücre duvarının yapısındaki diyet lifi olarak da bilinen polisakkaritler α -mannan ve β -glukan'dan kaynaklandığı tespit edilmiştir (Wang ve ark., 2009; Yoshida ve ark., 2005).

5.8. Kan Şekeri Düzenleyici Etkisi

Beslenme ve yaşam şartlarındaki yanlışlara bağlı olarak tip 2 diyabet görülme sıklığının artmasına karşın, yaşam tarzındaki değişiklikler ile %40-58 oranında önlenilebileceği belirtilmektedir (Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, 2014). Diyabet hastalarında serbest radikallerin oluşması sonucu meydana gelen oksidatif stres, sitokinlerin artmasına, bu da insülin direncine sebep olmaktadır. Bağırsak geçirgenliğinin artması pankreasta insülin üreten β hücrelerine zarar veren antijenlerin emilimine neden olur. Probiyotiklerin düzenli kullanımının bağırsak mikrobiyotasının içeriğini düzenleyerek, bağırsak geçirgenliğini azalttığı belirtilmiştir. Böylece diyabet hastalarında enflamasyon yanıtını azaltarak insülin direncini düzeltebilir, kandaki şeker seviyelerini iyileştirebilirler. Probiyotik içecek olan kefirin düzenli kullanımında da benzer etkiler görülmektedir. Streptozotosin verilerek diabetes mellitus gelişmesine neden olunan Wistar sıçanlarında 30 gün (3.6cc/200 g vücut ağırlığı miktarında) kefir tüketiminin kanda glikoz seviyesini düşürdüğü gözlemlenmiştir (Gomes ve ark., 2014). Başka bir klinik çalışmada, 8 hafta boyunca günde 600 ml *L. casei*, *L. acidophilus* ve Bifidobakter içeren kefir tüketen diyabet hastalarının açlık kan şekerleri ve glikolize hemoglobin seviyelerinde belirgin bir azalma görülmüştür (Ostadrhimi, 2015). Kefiranın da kandaki glikoz seviyesini düşürdüğü belirtilmiştir (Maeda, 2004).

5.9. Kan Basıncı Üzerine Etkisi

Hipertansiyon yani yüksek kan basıncı, en sık görülen ve önlenebilir kronik hastalıklardan biridir. Tedavisinde kullanılan ilaçlar arasında anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) baskılayıcıları yer almaktadır. ACE (peptidyldipeptide hydrolase) Anjiyotensin I'i güçlü vazokonstriktör (damar büzücü) angiotensin II'ye dönüştürerek kan basıncının düzenlenmesinde rol oynayan anahtar bir enzimdir (Aydoğdu ve ark., 2019). Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar ve klinik denemelerde biyoaktif peptitlerin ACE enzimini inhibe ederek kan basıncını düşürdüğü belirtilmiştir (Kesenkaş ve ark., 2017). Sütten türeyen peptitlerin önemli bir kısmı ACE inhibitörleridir. Kefir peptitleri arasından 20 tanesi ACE inhibitörü olarak tanımlanmıştır (Ebner ve ark., 2015).

Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar, kefiranın da kan basıncını anlamlı ölçüde düşürücü etkilerinin olduğunu göstermiştir. Bir çalışmada *L. kefiranofaciens* WT-2BT tarafından üretilen 100 ve 300 mg/kg vücut ağırlığı miktarında verilen kefiranın sıçanların kan basıncı üzerindeki rolü incelenmiş ve hem serumda hem de sıçanların torasik aortlarında ve mezenterik arterlerinde ACE aktivitelerinin azaldığı görülmüştür (Maeda ve ark., 2004).

5.10. Antimikrobiyel Etkisi

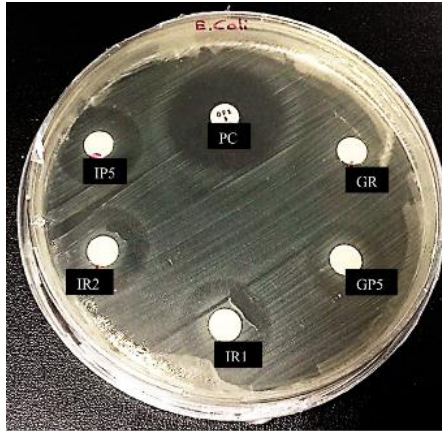
Kefirin pek çok Gram pozitif ve Gram negatif bakteri ile bazı mantarlar üzerine geniş spektrumlu ve güçlü antimikrobiyel etkisinin olduğu görülmüştür. Kefir, su kefiri, kefiran, kefir tanesi, kefir süspansiyonları ya da kefirten izole edilen bakteri izolatlarının pekçok

patojen bakteriye ve küfe karşı antibakteriyel, antifungal aktivitesinin olduğu belirtilmiştir. Kefirin patojen ve bozulmaya yol açan mikroorganizmalar üzerine antibakteriyal özellikleri birçok faktörden kaynaklanabilmektedir. Bunlar arasında, ortamdaki besin maddeleri için rekabet etme, fermantasyon sırasında oluşan organik asitler, H₂O₂, asetaldehit, CO₂ ve bakteriyosinlerin inhibe edici özellikleri sayılabilir (Taheur ve ark., 2019; Purutoğlu ve ark., 2019; Rosa ve ark., 2017; Vélez ve Peláez, 2014; Chifiriuc ve ark., 2011; Powell ve ark., 2007; Ötleş ve Çağındı, 2003).

Chifiriuc ve arkadaşlarının (2011) yaptığı bir çalışmada 24 saat ve 48 saat fermente edilmiş kefirlerin, fermantasyonun hemen ardından ve 4-8°C'de 7 günlük muhafazadan sonra bazı bakterilere karşı antimikrobiyel etkisine bakılmıştır. Hepsinin antimikrobiyel etkisinin benzer olduğu sonucuna varılmıştır.

Garrote ve ark. (2000) kefirin *E.coli* üzerindeki etkisinin bakteriyostatik olduğunu ve nötralize ettikleri süpernatantlarda inhibe edici etki gözlenmediği için, antibiyotik etkinin çoğunlukla fermantasyon sırasında oluşan organik asitlerden kaynaklandığını söylemişlerdir. Laktik asidin etkisinin önemli olmasına karşın asetik asit bu etkiyi artırmaktadır. Hatta yoğurdun süpernatantının *E.coli*'yi inhibe etmediğini ancak laktik asidin yanı sıra asetik asit içeren kefir süpernatantının ettiğini belirtmişlerdir. Laktik ve asetik asidin karışımının sinerjistik etkisi laktik asit tarafından oluşturulan düşük pH'ın asetik asidin etkisini artırmasına ve dengeyi asitlerin çözünmeyen formuna doğru kaydırmasına bağlanmaktadır.

Kefirin antimikrobiyal etkisinin esas sorumlusunun çözülmemiş organik asitler, hidrojen peroksit, karbondioksit, etanol ve diasetil olduğu söylenmiştir (Güzel-Seydim ve ark., 2010). Laktik ve uçucu yağ asitlerinin *E.coli* ve *Salmonella* spp. gibi mikrobiyel hücre membranından nüfuz ederek sitoplazmanın asidifikasyonuna sebep olduğu ve enzimlerin aktivitesini durdurdukları; *Bacillus cereus* gibi aerobik türlerin inhibe olmasının ise asitlerin çözülmüş formlarının oluşturduğu hidrojen iyonlarının dahil olduğu oksidatif fosforilasyondan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Hidrojen peroksitin membran geçirgenliğini artırarak, membran yağ peroksidasyonu gerçekleştiği için bakterilerin üremesini engellediği ve heterofermentatif laktobasiller ile mayalar tarafından üretilen karbondioksitin ise anaerobik ortam oluşturarak aerobik türlerin üremesini durdurduğu belirtilmiştir. Asetaldehit ve diasetil ise yüksek konsantrasyonlarda maya ve küflere karşı antimikrobiyel etki göstermektedirler (Chifiriuc ve ark., 2011).



Şekil 4. Disk difüzyon yöntemi ile sindirilmiş ve ultrafiltre edilmiş kefirin *E.coli* üzerine etkisinin ölçüldüğü inhibisyon zonları (Üstün-Aytekin ve ark., 2019).

Kefirdeki mikrobiyal suşlar tarafından salgılanan bakteriyosin benzeri maddelerin de bazı suşlar üzerinde bakteriyosidal ve bakteriyostatik etkileri vardır. Örneğin; kefirde izole edilen *L. plantarum* ST8KF'nin ürettiği bakteriyosinin *Enterococcus mundtii* ve *Listeria innocua* üzerine antimikrobiyal etkisi tespit edilmiştir. Laktobasillerin ürettiği bakteriyosinlerin genellikle yakın benzerlik gösterdiği türler üzerine aktif oldukları belirtilmiştir (Powell, 2007).

Bir çalışmada, kefirde izole edilen *L. kefir* ve *Candida kefir*'in süpernatantları ile kefirde elde edilen süpernatantın *Cronobacter sakazakii*'ye karşı antibakteriyel etkisi çalışılmış, agar kuyucuk difüzyon yöntemi ile zonlar ölçülmüştür. Kefirde elde edilen süpernatant antimikrobiyel etki gösterirken, *L. kefir* ve *Candida kefir*'in süpernatantları göstermemiştir. Antibiyotik etkiye sahip olan metabolik ürünü tespit edebilmek amacıyla her biri 3.5 pH'a sahip laktik asit ve asetik asit solüsyonları ile %2 etanol solüsyonu da çalışmada yer almış, ancak bu solüsyonlardan hiç birisinin *C.sakazakii*'yi inhibe edici özelliği görülmemiştir (Kim ve ark., 2015).

Küflerin mikotoksin üretim kapasiteleri de organik asitlerin oluşması ile birlikte azalmaktadır. Organik asitler organizmanın membranından geçerek sitoplazmanın pH'ını düşürürler, böylece organizmaların metabolik aktivitelerini durdurdukları için küflerin çoğalmasını da durdurabilir. Küfler üzerinde asetik asidin laktik asitten daha etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca mikotoksin üretimini önleyebilir, parçalayabilir ya da adsorbe edebilirler (Dalié ve ark, 2010). %7-10'luk konsantrasyondaki kefir filtratının *Aspergillus*

flavus'un spor oluşturmasını durdurabileceği ifade edilmiştir. Fermantasyon sırasında üretilen organik asitlerin varlığında Aflatoksin B1 molekülünün, 18 kat daha zararsız Aflatoksikol B'ye dönüşebildiği, pH'ın 4'ten küçük olduğu durumlarda da Aflatoksin B1 daha az toksik olan Aflatoksin B2a'ya dönüştüğü görülmüştür. Kefirin sütteki Aflatoksin B1'in %82'sini, okratoksin A'nın %94'ünü abzorbe ettiği belirtilmiştir (Taheur ve ark, 2019). *L. plantarum*'un aflatoksin üreten tüm *Aspergillus* türlerini inhibe edici özelliği gösterilmiştir. *L. casei* suşlarının da *Aspergillus parasiticus*'un çoğalmasını ve toksin üremesini durdurduğu belirtilmiştir. Bu açıdan kefir, gıdaların muhafazasında, aflatoksin B1'den kaynaklanan zehirlenmeleri önlemesiyle güvenilir bir alternatif olarak düşünülebilir (Rosa ve ark., 2017).

Kefirinin da antibakteriyel özelliği olduğu ve yedi bakteri ve bir mayanın üremesini durdurduğu belirtilmiştir (Rodrigues ve ark. 2005). Kefirin kefirandan farklı diğer ekzopolisakkaritlerinin %1'lik konsantrasyonunun da *Listeria monocitogenes* ve *Salmonella Enteritidis* üzerine bakterisidal etkisi bulunduğu tespit edilmiştir (Jeong ve ark., 2017).

Bazı çalışmalar kefirin ve kefirde elde edilen hücresiz ekstraktların asidik çevrede çok etkili olmalarına rağmen, nötr ortamda ve alkali pH'da etkisiz olduğunu belirtmişlerdir (Kesenkaş, 2017).

Antimikrobiyel maddeler yalnızca gıdanın hazırlanması, muhafazası ve tüketilmesi sırasındaki patojenlerin azaltılmasında değil, aynı zamanda gastrointestinal ve vajinal hastalıkların tedavisinde ve

önlenmesinde de faydalı olabilirler (Chifiriuc ve ark., 2011). Kefirdeki mikroorganizmalar ve biyoktif bileşenlerin gastrointestinal mikrobiyotayı olumlu olarak düzenleme, iyileştirme ve enfeksiyonlarını önleme konusunda faydalı etkileri bulunmaktadır (Rosa ve ark., 2017).

Yanık yaralarının tedavisinde de kefir kullanılabilir. Bu konuda yapılan bir çalışmada *Pseudomonas aeruginosa* ile enfekte olmuş yanık yaralarında 96 saat inkübe edilmiş kefirden yapılan jelin, gümüş sulfadiazin gibi etki gösterdiği; hatta ondan daha hızlı sürede iyileştirdiği görülmüştür. Gümüş sulfadiazinin 24 günde sonuç verdiği yanık yaralarında, kefirin 14 günde iyileşme sağladığı gösterilmiştir (Husseini ve ark., 2012). 22 gönüllü üzerinde yapılan bir çalışmada kefir, ağız sağlığı için kullanılan florürlü gargara solüsyonu ile karşılaştırılmış. Hem gargara solüsyonu kullanımının hem de kefir tüketiminin tükürükte bulunan streptokok türlerini azalttığı görülmüş, diş çürüklerini önlemede özellikle flor kullanamayan çocukların kefir tüketebileceği yorumunda bulunulmuştur (Ghasempour ve ark., 2014). 28 günlük bir süre boyunca ağızdan alınan kefirin farelerin dışkılarında Laktobasil ve Bifidobakterleri artırırken, *Clostridium perfringens*'i azalttığı görülmüştür (Rosa ve ark., 2017).

Kefirin kolon kanseri ile ilişkilendirilen *Fusobacterium nucleatum* bakterisi üzerine inhibe edici özelliği bulunmaktadır. Güzel-Seydim ve ark. (2016) yaptığı bir çalışmada geleneksel kefir, ticari kefir, geleneksel yoğurt ve ticari yoğurt örnekleri emdirilmiş disklerin, kolon epiteli üzerine yapışarak hücrelerin mutasyona uğramasına ve

kolon kanserine sebep olan *Fusobacterium nucleatum* bakterilerinin üremesine karşı oluşturdukları zonları karşılaştırmış, en büyük zon çapının geleneksel kefir ile elde edildiğini görmüşlerdir.

Listeria monocytogenes ve *E.coli* O157:H7 dahil patojen bakterilerin kefirde fermantasyon ve hatta buzdolabında muhafaza süresi boyunca canlı kalabilmesinden dolayı, kefirin kendisinin antimikrobiyal özelliklere sahip olmasına karşın, evde hijyenik olmayan koşullarda ya da kontamine süt kullanarak üretim yapıldığında gıda zehirlenmesine yol açabileceği bildirilmiştir. (Coşansu, 2008). Kefir üretiminde süte pastörizasyon işlemi uygulanmış olsa bile, sütte yoğun olarak bulunabilen ve ısıya dayanıklı *Bacillus cereus* sporları, 20-25°C arasındaki inkübasyon periyodu sırasında vejetatif hücrelere dönüşerek çoğalırlar. *B. cereus* popülasyonu $10^5/\text{gr}$ 'ı aşarsa gıda zehirlenmesine yol açabilir. Bakterinin enterotoksin salınımı için uygun asitlik pH:6-8.5 arasındadır. Inkübasyonun ilk birkaç saati içerisinde süten pH'ı yüksek iken vejetatif hücre sayısı artarak toksin üretebilir. Laktik asit bakterilerinin (*L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* ve *S. lactis*) inoküle edilmesiyle 16 saatlik inkübasyonda *B.cereus* spor konsantrasyonunda değişiklik görülmemekte, 48 saatlik inkübasyon sonunda azalma başlamaktadır. Vejetatif hücreler üzerinde asetik asidin, spor oluşumunda formik asidin daha etkili olduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada, *B.cereus* ve %5'lik kefir tanesinin birlikte inkübasyonunda 24 saat sonunda vejetatif hücre ve spor sayısında bir değişiklik olmamış, 48 saat sonunda spor konsantrasyonunda hafifçe bir azalma gözlenmiştir. pH'ı 4 olan kefirde elde edilen supernatant,

B.cereus sayısında 4 log azalmaya sebep olmuş, ancak sporlara etki etmemiştir (Kakisu ve ark., 2007). Yüksek konsantrasyonlarda organik asit üretiminden kaynaklanan pH'daki hızlı düşüş sporların çimlenmesini önler. Ancak bazı çalışmalarda pH 4.2'de bile *B.cereus*'un çimlenmesini yalnızca %20 düşürdüğü belirtilmiştir.

6. SONUÇ

Kefirin sağlık üzerine etkileri, içeriğinde bulunan canlı mikroorganizmalar, fermantasyon sonucu oluşan biyoaktif bileşenler ve metabolitler ile ilişkilendirilmektedir. Antimikrobiyal etkinin ise özellikle laktik asit gibi organik asitlerden kaynaklandığı pek çok araştırmacı tarafından dile getirilse de, bazı mikroorganizmalara karşı organik asitlerin etkinliklerinin gözlenmediği görülmektedir. Bu sebeple kefir içerisindeki diğer metabolitlerin ve bakteriyosinlerin etkilerinin daha ayrıntılı bir şekilde araştırılması gerektiği kanısına varılmıştır. Tanelerin içermiş olduğu mikroorganizma kompozisyonundaki farklılıkların, ya da bireysel olarak her bir mikroorganizmanın antimikrobiyal etkiye katkısı ve olası mekanizmaları konusunda detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Kefirden elde edilebilecek bu antimikrobiyal maddelerin uygun besinlerde kullanılmaları ile gıda güvenliğinde önemli bir rol oynayacakları düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahmed, Z., Wang, Y., Ahmad, A., Khan, S.T., Nisa, M., Ahmad, H., Afreen, A. (2013) Kefir and health: A contemporary perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53, 422–434. doi:10.1080/10408398.2010.540360.
- Arslan, S. (2014) A review: Chemical, microbiological and nutritional characteristics of kefir. *CyTA - Journal of Food*, 13(3), 340–345. doi:10.1080/19476337.2014.981588.
- Atalar, İ. (2019) Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk. *Food Science and Technology*, 107, 256-263. doi:10.1016/j.lwt. 2019. 03.013.
- Aydoğdu, S., Güler, K., Bayram, F., Altun, B., Derici, Ü., Abacı, A., Tükek, T., Sabuncu, T., Arıcı, M., Erdem, Y., Özin, B., Şahin, İ., Ertürk, Ş., Bitigen A., Tokgözoğlu L (2019) Türk Hipertansiyon Uzlaşı Raporu. *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, 47(6):535-546. doi:10.5543/tkda.2019.62565
- Baran, B. (2008) İrritabl barsak sendromlu hastalarda kefirin semptomlar ve hayat kalitesi üzerine olan etkileri. İç Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Gastroenteroloji Bilim Dalı Uzmanlık Tezi, Bursa: *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi*. <http://hdl.handle.net/11452/2795>
- Barãoa, C.E., Klososkia, S.J., Pinheiroa, K.H., Marcolino, V.A., Valarini, O.Jr, da Cruz, A.G., da Silva, T.T., Pimentel T.C. (2019) Growth kinetics of kefir biomass: Influence of the incubation temperature in milk. *Chemical Engineering Transactions*, 75, 499-504. doi:10.3303/cet1975084.
- Bengoa, A.A., Iraporda, C., Garrote, G.L., Abraham, A.G. (2019) Kefir microorganisms: their role in grain assembly and health properties of fermented milk. *Journal of Applied Microbiology*, doi:10.1111/jam.14107.
- Beshkovaa, D.M., Simovaa, E.D., Simov, Z.I., Frengova, G.I., Spasov, Z.N. (2002) Pure cultures for making kefir. *Food Microbiology*, 19, 537–544. doi:10.1006/fmic.2002.0499.

- Bolla, P.A., Carasi, P., Bolla, M.L.A., De Antoni, G., Serradell, M.L.A. (2013) Protective effect of a mixture of kefir-isolated lactic acid bacteria and yeasts in a hamster model of *Clostridium difficile* infection. *Anaerobe*, 21, 28-33. doi:10.1016/j.anaerobe.2013.03.010.
- Bolla, P.A., Abraham, A.G., Pérez, P.F., Serradell, M.L.A. (2016) Kefir isolated bacteria and yeasts inhibit *Shigella flexneri* invasion and modulate proinflammatory response on intestinal epithelial cells. *Beneficial Microbes*, 7(1): 103-110. doi:10.3920/BM2015.0061.
- Bourrie, B.C.T., Willing, B.P., Cotter, P.D. (2016) The Microbiota and the Health Promoting Characteristics of the Fermented Beverage Kefir. *Frontiers in Microbiology*, 7, 647. doi:10.3389/fmicb.2016.00647.
- Chifiriuc, M.C., Cioaca, A.B., Lazar, V. (2011) In vitro assay of the antimicrobial activity of kephir against bacterial and fungal strains. *Anaerobe*, 17, 433-435. doi:10.1016/j.anaerobe.2011.04.020.
- Coşansu, S. (2018) Survival kinetics of heat-stressed *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* cells as post-fermentation contaminants in kefir during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology*. 98, 635-641. doi:10.1016/j.lwt.2018.08.057.
- Dalié, D. K. D., Deschamps, A. M., Richard-Forget, F. (2010). Lactic acid bacteria – Potential for control of mould growth and mycotoxins: A review. *Food Control*, 21(4), 370-380. doi:10.1016/j.foodcont.2009.07.011.
- De Vrese, M., Offick, B. Probiotics and prebiotics: Effects on diarrhea. (2010) *Bioactive Foods in Promoting Health*, 205-227. doi:10.1016/B978-0-12-374938-3.00014-1.
- Ebner, J., Aşçı.Arslan, A., Federova, M., Hoffmann, R., Küçükçetin, A., Pischetsrieder, M. (2015) Peptide profiling of bovine kefir reveals 236 unique released from caseins during its production by starter culture or kefir grains. *Journal of Proteomics*, 117, 41-57. doi:10.1016/j.jprot.2015.01.005.

- Ertekin, B., Güzel-Seydim, Z.B. (2010) Effect of fat replacers on kefir quality. *Journal of Science Food Agriculture*, 90: 543–548. doi:10.1002/jsfa.3855.
- Figler, M., Mosik, G., Schaffer, B. (2006) Effect of special Hungarian probiotic kefir on fecal microflora. *World Journal of Gastroenterology*, 21, 1129–1132. doi:10.3748%2Fwjg.v12.i7.1129.
- Garrote, G.L., Abraham, A.G., De Antoni, G.L. (2000) Inhibitory power of kefir: The role of organic acids. *Journal of Food Protection*, 63, 364–369. doi:10.4315/0362-028X-63.3.364.
- Ghasempour, M., Sefidgar, S.A.A., Moghadamnia, A.A., Ghadimi, R., Gharekhani, S., Shirkhani, L. (2014) Comparative Study of Kefir Yogurt Drink and Sodium Fluoride Mouth Rinse on Salivary Mutans Streptococci. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 15(2):214-217. doi:10.5005/jp-journals-10024-1517
- Ghoneum, M., Gimzewski, J. (2014) Apoptotic effect of a novel kefir product, PFT, on multidrug-resistant myeloid leukemia cells via a hole-piercing mechanism. *International Journal of Oncology*, 44, 830-837. doi: 10.3892/ijo.2014.2258.
- Grishina, A., Kulikova, I., Alieva, L., Dodson, A., Rowland, I., Jin, J. (2011) Antigenotoxic effect of kefir and ayran supernatants on fecal water-induced DNA damage in human colon cells. *Nutrition and Cancer*, 63, 73–79. doi:10.1080/01635581.2010.516873.
- Glibowski, P., Kowalska, A. (2012) Rheological, texture and sensory properties of kefir with high performance and native Inulin. *Journal of Food Engineering*, 111, 299 – 304. doi:10.1016/j.jfoodeng.2012.02.019.
- Gomes, A.C., Bueno, A.A., de Souza, R.G.M. (2014) Gut microbiota, probiotics and diabetes. *Nutrition Journal*, 13, 60. doi:10.1186/1475-2891-13 60.
- Guo, Z., Liu, X.M., Zhang, Q.X., Shen, Z., Tian, F.W., Zhang, H., Sun, Z.H., Zhang, H.P., Chen, W. (2011) Influence of consumption of probiotics on the plasma lipid profile: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Nutrition, Metabolism &*

- Cardiovascular Diseases*, 21, 844-850.
doi:10.1016/j.numecd.2011.04.008.
- Gündüz, G. (2017) Mikrobiyom, kefir ve yaşlanma. *Medical Journal of Western Black Sea*, 2017, 119-124. doi: 29058/mjwbs.2017.3.6.
- Güzel-Seydim, Z.B., Seydim, A.C., Greene, A.K., Bodine, A.B. (2000) Determination of Organic Acids and Volatile Flavor Substances in Kefir during Fermentation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13(1), 35-43. doi:10.1006/jfca.1999.0842.
- Güzel-Seydim, Z.B., Wyffels, J.T., Seydim, A.C., Greene, A.K. (2005) Turkish kefir and kefir grains: microbial enumeration and electron microscopic observation. *International Journal of Dairy Technology*, 58, 25-29. doi:10.1111/j.1471-0307.2005.00177.x.
- Güzel-Seydim, Z.B., Kök-Taş, T., Greene, A.K. (2010) Kefir and koumiss: microbiology and technology. In: Yıldız F. (Ed.), *Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products*. CRC Press, Boca Raton, pp. 143–163.
- Güzel-Seydim Z.B., Dibekci, M., Çağdaş, E., Seydim, A.C. (2016) Effect of kefir on *Fusobacterium nucleatum* potentially preventing intestinal cancer. *Functional Foods in Health and Disease*. 6(7): 469-477.
- Hong, W.S., Chen, H.C., Chen, Y.P., Chen, M.J. (2009) Effects of kefir supernatant and lactic acid bacteria isolated from kefir grain on cytokine production by macrophage. *International Dairy Journal*, 19, 244–251. doi:10.1016/j.idairyj.2008.10.010.
- Huseini, H.F., Rahimzadeh, G., Fazeli, M.R., Mehrazma, M., Salehi, M. (2012) Evaluation of wound healing activities of kefir products. *Burns*, 38, 719-723. doi:10.1016/j.burns.2011.12.005.
- Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P., Ibáñez, F.C. (2005) Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chem*, 90 (4), 613-620. doi:10.1016/j.foodchem.2004.04.021.
- Jeong, D., Kim, D.H., Kang, I.B., Kim, H., Song, K.Y., Kim, H.S., Seo, K.H. (2017) Characterization and antibacterial activity of a novel

- exopolysaccharide produced by *Lactobacillus kefiranofaciens* DN1 isolated from kefir. *Food Control*, doi:10.1016/j.foodcont.2017.02.033
- Kakisu, E., Abraham, A., Perez, P., Antoni, G. (2007) Inhibition of *Bacillus cereus* in Milk Fermented with Kefir Grains. *Journal of Food Protection*, 70 (11), 2613–2616. doi:10.4315/0362-028X-70.11.2613.
- Karaçalı, R., Özdemir, N., Çon, A.H. (2018) Aromatic and functional aspects of kefir produced using soya milk and bifidobacterium species. *International Journal of Dairy Technology*, 70, 1-13. doi:10.1111/1471-0307.12537.
- Kesenkaş, H., Gürsoy, O., Özbaş, H. (2017). Kefir. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*, 339–361. doi:10.1016/B978-0-12-802309-9.00014-5.
- Kim, D.H., Chon, J.W., Kang, L.B., Kim, H., Kim, H.S., Song, K.Y., Seo, K. H. (2015) Growth inhibition of *Cronobacter sakazakii* in experimentally contaminated powdered infant formula by kefir supernatant. *Journal of Food Protection*, Vol. 78, No. 9, 1651–1655. doi:10.4315/0362-028X.JFP-15-119.
- Kneifel, W., Mayer, H.K.(1991) Vitamin profiles of kefir made from milks of different species. *International Journal of Food Science Technology*, 26, 423–428. doi:10.1111/j.1365-2621.1991.tb01985.x.
- Lee, M.Y., Ahn, K.S., Kwon, O.K., Kim, M.J., Kim, M.K., Lee, I.Y., Oh, S.R., Lee, H.K. (2007) Antiinflammatory and antiallergic effects of kefir in Mouse asthma model. *Immunobiology*, 212, 647–654. doi:10.1016/j.imbio.2007.05.004.
- Leite, A.M.de O., Miguel, M.A., Peixoto, R.S. (2013) Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44, 341–349. doi:10.1590/S1517-83822013000200001.
- Maalouf, K., Baydoun, E., Rizk, S. (2011) Kefir induces cell-cycle arrest and apoptosis in HTLV-1-negative malignant T-

- lymphocytes. *Cancer Management and Research*, 3, 39-47. doi:10.2147/CMR.S15109.
- Maeda, H., Zhu, X., Omura, K. (2004) Effects of an exopolysaccharide (kefiran) on lipids, blood pressure, blood glucose, and constipation. *Biofactors*, 22, 197–200. doi:10.1002/biof.5520220141.
- Magalhaes, K.T., Pereira, G.V.D.M., Campos, C.R., Dragone, G., Schwan, R.F. (2011) Brazilian Kefir: structure, microbial communities and chemical composition. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42:693–702. doi:10.1590/S1517-83822011000200034.
- Nejati, F., Junne, S., Neubauer, P. (2020) Big World In Small Grain: A Review of Natural Milk Kefir Starters. *Microorganisms*, 8,192. doi:10.3390 /microorganisms8020192.
- Nielsen, B., Gürakan, G.C., Ünlü, G. (2014) Kefir: A Multifaceted Fermented Dairy Product. *Probiotics & Antimicro. Prot.*, 6:123–135. doi:10. 1007/ s12602- 014- 9168-0.
- Noğay, N.H. (2019) Kefir beverages and its effects on health. *Milk-based Beverages*, Elsevier Inc., Chapter:8, 273–296. doi:10.1016/B978-0-12 815504-2.00008-6.
- O'Connor, E.B., Barrett, E., Fitzgerald, G., Hill, C., Stanton, C., Ross, R.P. (2005) Production of vitamins, exopolysaccharides and bacteriocins by probiotic bacteria. In: Tamime, A. (Ed.), *Probiotic Dairy Products*. Blackwell Publishing, Oxford, pp. 167–194.
- Ostadrahimi, A., Taghizadeh, A., Mobasserri, M., Farrin, N., Payahoo, L., Beyramalipoor, Gheshlaghi Z., Vahedjabbari, M. (2015) Effect of probiotic fermented milk (kefir) on glycemic control and lipid profile in type 2 diabetic patients: a randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *Iran Journal of Public Health*. Feb; 44(2): 228–237.
- Öner, Z., Karahan, A.G., Çakmakçı, M.L. (2010) Effects of different milk types and starter cultures on kefir. *Gıda*, 35 (3): 177-182.

- Ötleş, S., Çağındı, Ö. (2003) Kefir: a probiotic dairy composition, nutritional and therapeutic aspects. *Pakistan Journal Of Nutrition*, 2(2): 54-59.
- Pintilieşcu, A.G., Oncea, A., Cotarlet, M., Vasile, A.M., Bahrim, G.E., Shaposhnikov, S., Craciunescu O., Oprita, E.I. (2019) Angiotensin converting enzyme inhibition, antioxidan activity and cytotoxicity of bioactive peptides from fermented bovine colostrum. *International Journal of Dairy Technology*, 70, p:1-8
- Powell, J.E., Witthuhn RJ, Todorov SD, Dicks LMT. (2007) Characterization of bacteriocin ST8KF produced by a kefir isolate *Lactobacillus plantarum* ST8KF. *International Dairy Journal*, 17, 190–198. doi:10.1016/j.idairyj.2006.02.012.
- Purutoğlu, K., İspırlı, H., Yüzer, M.O., Serencam, H., Dertli, E. (2019) Diversity and functional characteristics of lactic acid bacteria from traditional kefir grains. *International Journal of Dairy Technology*, 70, 1- 10. doi:10.1111/1471-0307.12633.
- Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Resmi Gazete. 2022/44 nolu, 30 Kasım 2022 tarih ve sayı: 32029.
- Rodrigues, K.L., Caputo, L.R.G., Carvalho, J.C.T., Evangelista, J., Schneedorf, J.M. (2005) Antimicrobial and healing activity of kefir and kefiran extract. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 25, 404 408.360. doi:10.1016/j.ijantimicag.2004.09.020.
- Rosa, D.D., Dias, M.M., Grzeskowiak, Ł.M., Reis, S.A., Conceiçao, L.L., Peluzio, M.C.G. (2017) Milk kefir: nutritional, microbiological and health benefits. *Nutrition Research Reviews*, 1-15.
- Sarkar, S. (2007) Potential of kefir as a dietetic beverage—A review. *British Journal of Nutrition*, 109, 280–290.
- Sarkar, S. (2008) Biotechnological innovations in kefir production: a review. *British Food Journal*, 2008, 110 (3), 283-295.
- Shaukat, A., Levitt, M.D., Taylor, B.C.(2010) Systematic review: effective management strategies for lactose intolerance. *Annals of*

Internal Medicine, 152:797– 803. doi:10.7326/0003-4819-152-12-201006150-00241.

- Taheur, F.B, Mansour, C., Kouidhi, B., Chaieb, K. (2019) Use of lactic acid bacteria for the inhibition of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus carbonarius* growth and mycotoxin production. *Toxicon*, 166, 15– 23. doi:10.1016/j.toxicon.2019.05.004.
- T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, (2015) Türkiye Kalp ve Damar Hastalıkları Önleme ve Kontrol Programı Eylem Planı (2015-2020), Ankara, Yayın no: 988, 2015.
- T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, (2014) Türkiye Diyabet Programı (2015-2020)(2.basım), Ankara, Yayın no:816, Ekim 2014.
- Üstün-Aytekin, Ö., Şeker, A., Arısoy, S. (2019) The effect of in vitro gastrointestinal simulation on bioactivities of kefir. *International Journal of Food Science and Technology*, 2019, doi:10.1111/ijfs.14274.
- Vélez, C.A.C., Leon Peláez, A.M.L. (2014) Fungal growth inhibition of *Aspergillus ochraeus* with panelafermented with water kefir grains. *Vitae*, vol.21 no.3 Print version ISSN 0121-4004.
- Vieira, C.P., Álvares, T.S., Gomes, L.S., Torres, A.G., Paschoalin, V.M.F., Conte-Junior, C.A. (2015) Kefir grains change fatty acid profile of milk during fermentation and storage. *Plos One*, 10(10):e0139910. doi:10.1371/journal.pone.0139910.
- Wang, Y., Xu, N., Xi, A. (2009) Effects of *Lactobacillus plantarum* MA2 isolated from Tibet kefir on lipid metabolism and intestinal microflora of rats fed on high-cholesterol diet. *Applied Microbiology Biotechnology*, 84, 341–347. doi:10.1007/s00253-009-2012-x.
- Wang, S.Y., Chen, K.Y., Lo, Y.M., Chiang, M.L., Chen, H.C., Liu, J.R. (2012) Investigation of microorganisms involved in biosynthesis of the kefir grain. *Food Microbiology*, 32, 274–285.
- Wszolek, M., Tamime, A.Y., Muir, D.D., Barclay, M.N.I.(2001) Properties of kefir made in scotland and poland using bovine,

caprine and ovine milk with different starter cultures. *LWT-Food Science and Technology*, 34 (4), 251-261. doi:10.1006/fstl.2001.0773.

- Yang, J., Deng, Y., Chu, H., Cong, Y., Zhao, J., Pohl, D., Misselwitz, B., Fried, M., Dai, N., Fox, M. (2013). Prevalence and presentation of lactose intolerance and effects on dairy product intake in healthy subjects and patients with irritable bowel syndrome. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 11(3), 262–268. doi:10.1016/j.cgh.2012.11.034.
- Yaşar, M., Taşkın, A.K., Kaya, B., Aydın, M., Özaydın, İ., İskender, A., Erdem, H., Ankatalı H., Kandis, H. (2013) The early anti-inflammatory effect of kefir in experimental corrosive esophagitis. *Annali Itaialiani Chirurgia*, 84, 6, 681-685.
- Yoshida, Y., Yokoi, W., Ohishi, K., Ito, M., Naito, E., Sawada, H. (2005) Effects of the Cell Wall of *Kluyveromyces marxianus* YIT 8292 on the Plasma Cholesterol and Fecal Sterol Excretion in Rats Fed on a High-Cholesterol Diet. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*, 69(4), 714–723. doi:10.1271/bbb.69.714.

BÖLÜM III

ALTERNATİF BESİN KAYNAĞI OLARAK YENİLEBİLİR

BÖCEKLER: İPEK BÖCEĞİ (*Bombyx Mori*)

Edible Insects as alternative food sources; Silkworm (*Bombyx Mori*)

Dr. Öğr. Üyesi Zehra BATU¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10211192>

¹ İzmir Demokrasi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü Bölümü, İzmir, Türkiye. batu.zehra@hotmail.com, orcid id: 0000-0002-9748-1116

1. GİRİŞ

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından yapılan projeksiyona göre dünya nüfusunun 2050 yılında 9,1 milyara ulaşması beklenmektedir. FAO'nun raporuna göre dünya genelinde kentleşme hızla artacak ve dünya nüfusunun yaklaşık %70'i kentlerde yaşayacaktır. Yüksek gelirli bu kentli nüfusu beslemek için yıllık tahıl üretiminin yaklaşık 3 milyar tona çıkması, yıllık et üretiminin ise 470 milyon tona ulaşması gerekecektir (FAO, 2013). İklim değişikliği nedeniyle tarıma uygun arazilerin azalacağı ve gıda güvencesi sorununun özellikle düşük gelirli ülkelerde artacağı öngörülmektedir (Lange ve Nakamura, 2021). Gıda güvencesi gıdanın bulunabilirliği (gıda istikrarlı olarak yeterli miktarda bulunabilmelidir), gıdaya erişim (sağlıklı besinlere ulaşabilmek için yeterli ekonomik güç olmalıdır) ve gıda kullanımını(besinler uygun kullanılmalıdır) içeren üç temel bileşenden oluşmaktadır. Ayrıca yeterli suya erişim ve hijyen de esas alınmaktadır. Gıda güvencesi konusu tek başına yetersiz beslenmeden kaynaklanabilecek bir sağlık sorunu olarak değil aynı zamanda çevre, ticaret ve sürdürülebilir ekonomik gelişim konuları olarak da ele alınmaktadır (Kıyak ve Şahinöz, 2010)

Nüfustaki hızlı artışla birlikte tarım alanlarının bozulması, biyolojik çeşitliliğin azalması ve küresel ısınma gibi nedenlerle karşı karşıya kalınan besin güvencesizliği riski, mikroalgler, makroalgler, yenilebilir çiçekler, yenilebilir böcekler ve kültürlü etler gibi alternatif besin kaynaklarını gündeme getirmiştir (Tabassum vd., 2016; Loveday, 2019).

Son yıllarda böcekler, hem besin hem de yem olarak büyük ilgi görmektedir. Bu durum, böcek ürünleri üreten işletmelerin sayısına da yansımıştır. Ayrıca bu konuda yapılmış bilimsel yayınların da sayıları giderek artmaktadır. (Van Huis, 2017).

Böceklerin bir besin kaynağı gibi tüketilmesi entomofaji olarak adlandırılmaktadır (Aydoğan vd., 2018). Tarihi kalıntılar ve arkeolojik incelemeler böceklerin eski dönemlerde yaşayan insanların diyetlerinin bir parçası olduğuna işaret etmektedir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri ve Meksika’ da bulunan mağaralarda, fosilleşmiş insan dışkılarında böceklere ait kabuk, kanat ve böcek parçaları bulunmuştur (Mannino ve Thomas, 2023). İspanya’da bulunan Altamira mağarasında üst paleolitik dönemde bölgede yaşayan halklar ile ilgili fikir veren resimler, yenilebilir böcekler ve yabani arı yuvalarından oluşan bir koleksiyonu tasvir etmektedir (Renfrew ve Bahn, 2016). Kutsal metinlerde de böcek tüketimine ilişkin refranslar bulunmaktadır. Örneğin Eski Ahit Levililer kitabı 11:20-23’ te şöyle yazmaktadır: ²⁰Dört ayaklı ve kanatlı böceklerin hepsi sizin için iğrençtir. ²¹Ama dört ayaklı ve kanatlı olup ayaklarını sıçramak için kullanan bazılarının etini yiyebilirsiniz. ²²Şunları yiyeceksiniz: Bütün çekirge türleri, küçük çekirge, cırcırböceği, ağustosböceği. ²³Öbür dört ayaklı, kanatlı böceklerin hepsi sizin için iğrenç sayılır.’ İslamiyette de karada yaşayan her türlü haşeratin tüketimi yasaklanırken çekirge istisna tutulmuştur. Hadis kitaplarında İslam peygamberinin seferlerde çekirge yediği bildirilmektedir (Boran, 2020).

Birçok ülkeden “yenilebilir böcek” olarak bildirilen böcek türü sayısı oldukça fazladır (Seyhan ve Nakilcioğlu, 2022). İnsanlar tarafından besin olarak kullanılan böceklerin en az on takımı, 90'dan fazla aileyi ve 370'den fazla cinsi temsil ettiği ve gerçekte kullanılan sayının şüphesiz büyük ölçüde eksik rapor edildiği bildirilmektedir (Defoliart, 1995). Besin olarak kullanılan böceklerde Coleoptera (Böcekler, Kurtçuklar), Hymenoptera (Arılar, Karıncalar, Eşek Arıları), Isoptera (Termitler), Lepidopteri'era (Kelebekler, Güveler) ve Ortoptera (Çekirge, Cırcır Böceği, vb.) en çok öne çıkan takımlardır.

'Hayvancılık 'Evcil hayvanlara bakma ve yetiştirme işi' olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2023). Tropikal ülkelerde doğadan toplanan böcekler kâr amacıyla yaygın olarak satılsa da, çok az sayıda böcek türü evcilleştirilme kriterlerini karşılamaktadır. Muhtemelen bu kriterleri en iyi şekilde karşılayan ipekböceği veya dut ipek güvesi *Bombyx mori*'dir (Defoliart, 1995).

İpekböceği (*Bombyx Mori*), büyük ölçeklerde yetiştirilebilen, katma değeri yüksek bir böcektir. İpekböceği ve ürünleri medikal, tekstil ve gıda sektörlerinde kullanılmaktadır. (Ratcliffe vd, 2011). İpekböceği yaşam döngüsü ova (yumurta), larva (turtıl), pupa (krizalit) ve imago (kelebek) olmak üzere dört farklı gelişim aşamasını kapsamaktadır. İpekböceklerinin larvadan pupaya dönüşmesi sırasında kozadan ipek elde edilmektedir (Ratcliffe vd., 2011; HAYGEM, 2023). Çin'de 5000 yılı aşkın süredir yetiştirilen ve ata türlerine çok az benzerlik gösterdiği düşünülen bu tür, vahşi durumda hayatta kalamamaktadır. Yüzyıllardır insanların hayatının bir parçası olan ipek

böceği pupalarının ticari ipek üretiminin yanısıra yan ürün olarak pupaların neredeyse tüm Doğu ve Güneydoğu Asya ülkelerinde besin ve/veya hayvan yemi olarak yaygın şekilde kullanılması şaşırtıcı değildir (Defoliart, 1995).

İpekböceğinin (*Bombyx mori*) yaşam evrelerinin her birinin potansiyel tıbbi etkileri bildirilmiştir. Larvaların adipokinetik hormon (AKH), kimotripsin inhibitörleri, β -N-setilglukozaminidaz, amino asitler vb. için potansiyel bir kaynak olduğu kabul edilmektedir. Özellikle kalp ve diyabet hastaları için sağlıklı bir besin olmanın yanı sıra, bronşiyal astım, primer trigeminal nevralji, vokal nodüller ve polipler ile yüz felci ve ağrı tedavisinde kullanılabilir. Pupal protein, B1, B2 ve E vitaminleri, diapoz hormonu, amino asitler vb. kaynağıdır. Antibakteriyel ve antihistaminik preparatların bir parçası olmanın yanı sıra erkek güveler kısırlığın tedavisinde kullanılmaktadır. İpekböceği dışkısından elde edilen macun klorofil, pektin, fitol, karoten, triakontanol, solanesol gibi maddeler hepatit, akut pankreatit, kronik nefrit, mide rahatsızlıkları, lökositopeni, lipide mi gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Fitol, E ve K vitaminlerinin hazırlanmasında, karoten ise A vitamininin yapımında kullanılmaktadır. Sarılmış kozalardan elde edilen pelade, kolesterol ve kan şekerini düşüren, kolayca sindirilebilen ve değerli bir besin maddesi oluşturmaktadır. Pelattan ayrılan krizalitler palmitik, stearik, oleik ve linoleik asitler içermekte, gıda katkı maddesi ve farmasötik preparat bileşeni olarak kullanılmaktadır (Singh ve R.S. Jayasomu, 2002).

2. İPEK BÖCEĞİ PUPASININ BESİN ÖGESİ İÇERİĞİ

Böcek türlerinin besin ögesi içeriğini inceleyen çalışmalar birbirinden farklı sonuçlar sunabilmektedir. Bu farklılıklar, böceğin beslenme rejiminin, yetiştirildiği coğrafi bölgenin ve iklim koşullarının etkileri ile açıklanmaktadır. Örneğin besleme rejiminin, ipekböceği pupasının yağ ve protein içeriğine etkisini inceleyen bir çalışmada, ipekböceğinin doğal besini olan dut yaprakları ile beslendiğinde, ticari yapay diyete kıyasla daha yüksek yağ ve daha düşük protein içeriğine sahip olduğu gösterilmiştir. Ayrıca aynı çalışma n-3/n-6 yağ asitleri oranının da neredeyse yalnızca besleme faktöründen etkilendiğini bildirmiştir (Chieco vd., 2019). Bunlara ek olarak numune alma ve analiz yöntemleri gibi araştırmacılardan kaynaklanabilecek farklılıkların da göz ardı edilmemesi gerektiği vurgulanmaktadır (Meyer-Rochow vd., 2021).

Literatürde ipek böceği pupasının protein içeriği oranını %48'den %95'e kadar değişen oranlarda bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. İpek böceği pupasının (*B.Mori*) protein içeriği

	% *	Kaynak
Protein	49-54	Wu vd. (2019)
	60-95	Lamberti vd. (2019)
	48-60	Herman vd. (2022)
	60-75	Shukurova vd. (2021)
	52-80	Zotte vd. (2021)

*% değerler kuru ağırlık üzerinden hesaplanmış oranları ifade etmektedir.

İpek böceği pupası tüm elzem aminoasitleri kapsayan çok sayıda amino asitten oluşmaktadır (Sadat vd., 2022). İpek böceği pupasının kuru ağırlığı üzerinden aminoasit örüntüsü Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. İpek böceği (*B.Mori*) pupası (kuru ağırlıkta g/100 g) aminoasit örüntüsü (Brogan vd., 2021).

Elzem Aminoasitler		Elzem Olmayan Aminoasitler	
Histidin	1.69 ± 0.03	Alanine	2.46 ± 0.03
İzölösin	2.35 ± 0.01	Arginine	2.76 ± 0.02
Lösin	3.70 ± 0.01	Aspartic acid	5.22 ± 0.05
Lizin	3.68 ± 0.04	Cysteine	0.72 ± 0.01
Metionin	1.49 ± 0.02	Glutamic Acid	4.99 ± 0.07
Fenilalanin	2.68 ± 0.06	Glycine	2.35 ± 0.06
Treonin	2.27 ± 0.02	Proline	1.96 ± 0.03
Triptofan	0.90 ± 0.02	Serine	1.98 ± 0.02
Valin	2.13 ± 0.01	Tyrosine	3.19 ± 0.04

Altomare vd. (2020), yenilebilir ipek böceği pupalarında protein içeriğini karakterize etmek için niceliksel analitik yaklaşımli bir çalışma yürütmüştür. EmPAI (Exponentially modified protein abundance index) ölçümüne dayanan yarı kantitatif analiz, larva depolama proteini (LSP) sınıfı gibi bir protein sınıfının varlığını ortaya koymuştur. Bu protein sınıfı, besin ögesi deposu olma aktivitesinin yanı sıra, kardiyovasküler hastalıklardaki etkinlikleri nedeniyle de büyük ilgi görmüştür. Ayrıca çalışmada, enzimatik sindirim taklit edilerek, *B. mori* pupa'daki fonksiyonel peptitlerin bağırsakta varlığı gösterilmiştir.

Bu peptitler antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antioksidatif olabilmekte ve bağışıklık sistemini destekleyebilmektedir.

Yüksek kaliteli bir protein kaynağı olarak kabul edilen ipek böceği pupasının fiziksel modifikasyonlarla (yüksek basınç, ışınlama vb.) protein biyoyararlanımının iyileştirilebileceği gösterilmiştir (Zhou, 2017). Örneğin bir çalışmada ipek böceği pupa proteini, üç frekanslı ultrasonik (22/28/40 kHz) ön işleme tabi tutulmuş ve bu işlemin enzimoliz kinetiği, enzimoliz termodinamiği, hidrolizat yapısı ve ipek böceği pupa proteininin hidrolizat antioksidanı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ultrasonik ön işlemin ipek böceği pupa proteini enzimolizini belirgin şekilde arttırdığı, ayrıca hidrolizatının yüzey hidrofobikliğini, termal stabilitesini, kristallliğini ve antioksidan aktivitelerini (DPPH radikal temizleme aktivitesi, Fe²⁺ şelasyon yeteneği ve indirgeme gücü) önemli ölçüde arttırdığı gösterilmiştir (Ge vd., 2023).

Yenilebilir böcekler yüksek proteine ek olarak yüksek oranda yağ da içermektedirler. İpek böceği pupasının yağ içeriği oranı %25-30 arasındadır. Tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri içeriği oranı yüksekken, doymuş yağ asidi içerikleri düşüktür (Wu vd., 2019; Herman vd., 2022; Payne vd., 2016). İpek böceği pupası yağında doymuş yağ asitleri % 28,8, tekli doymamış yağ asitler %27,7 çoklu doymamış yağ asitler ise %43,6 oranında bulunmaktadır (Zhou vd., 2022). İpek böceği pupası yağı yağ asit dağılımı Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. İpekböceği pupa (*B.Mori*) yağının yağ asidi bileşimi

Yağ asidi	Zhou vd. (2022)*	Hu vd. (2017)
Mistirik asit	0,1	0,18
Palmitik asit	24,2	23,18
Palmitoleik asit	1,7	1,07
Stearik asit	4,5	4,69
Oleik asit	26,0	28,32
Linoleik asit	7,3	3,88
α -Linolenik asit	36,3	38,25

*Değerler yağ asitlerinin yüzdesi olarak ifade edilmektedir

Tabloda da görüldüğü gibi α -Linolenik asit içeriği oldukça yüksektir. Yan vd. (2021) gerçekleştirdikleri çalışmada, ipek böceği yağında serbest yağ asitlerinin (FFA'ların) salınım derecesini araştırmıştır. Farklı lipitlerle yapılan in vitro sindirim deneylerinde, maksimum salınan serbest yağ asitleri seviyelerinin ipek böceği yağı > soya fasulyesi yağı > domuz yağı > dut tohumu yağı > keten tohumu yağı olduğunu göstermişlerdir. Düşük erime ve kristalleşme sıcaklığı nedeniyle ipek böceği yağının insan vücudu tarafından hızla emildiği ve üstün sindirim özelliklerine dayalı olarak α -Linolenik asit takviyelerine yeni bir alternatif olarak kullanılabilmesi önerilmiştir.

İpekböceği pupa peptidlerinin yağ sentezini engellediği bilinmektedir. Buradan yola çıkarak gerçekleştirilen bir hayvan çalışmasında, yüzme eğitimi almış hayvanlar kontrol diyet, kontrol diyet+yüzme egzersizi, ipek böceği pupası eklenmiş diyet ve ipek böceği pupası eklenmiş diyet+yüzme egzersizi olmak üzere dört gruba

ayrılmış ve beş hafta süreyle takip edilmiştir. Çalışmanın sonucunda abdominal yağ yastıkçıkları (abdominal ve epididimal) ağırlığı ipek böceği pupası eklenmiş diyet + egzersiz grubunda en düşük olarak belirlenmiştir. Serum trigliserit ve toplam kolesterol konsantrasyonları ipek böceği pupası eklenmiş diyet ve ipek böceği pupası eklenmiş diyet+yüzme egzersizi gruplarında daha düşük çıkarken, HDL-kolesterol gruplar arasında farklılık göstermemiştir. Karaciğer AMPK'si (AMP ile aktifleştirilen protein kinaz), kontrol diyet+egzersiz ve ipek böceği pupası eklenmiş diyet + egzersiz gruplarında artmıştır. Karaciğer PPAR-a (Peroksizom proliferatörüyle aktifleştirilen reseptör alfa), ipek böceği pupası eklenmiş diyet ve ipek böceği pupası eklenmiş diyet + egzersiz gruplarında, L-FABP (karaciğer yağ asitlerini bağlayan protein) ise ipek böceği pupası eklenmiş diyet alan grupta artmıştır. Bu çalışma, ipekböceği pupa alımının ve/veya yüzme egzersizi eğitiminin, serum lipit konsantrasyonunu azaltmak için yağ metabolizmasını aktive edebildiğini göstermektedir. Böylece ipek böceği pupası alımı ile yağ depolamasında azalmaya neden olarak metabolik sendromun azaltılabileceği düşünülmektedir (Ryu, 2014).

Kitin [poli(b-(1-4)-N-asetil-D-glukozamin)] doğada en çok bulunan aminopolisakkaritlerdendir ve böcek dış iskeletinin ana yapı malzemesini oluşturur. Kitinin deasetilasyonu üzerine yarı sentetik bir malzeme olan kitosan, b-(1-4) glikosidik bağlarla bağlanan glukozamin (deasetillenmiş monomer) ve N-asetil-glukozamin (asetillenmiş monomer) monomerlerinden oluşur. İpek böceği pupaları yüksek oranda kitin içerir ve bunun büyük çoğunluğu (~ %90) kitosan haline deasetillenir (Sadat vd., 2022). En yaygın kullanılan ipek böceği türü

olan *Bombyx mori* pupasının kitin lif içeriği kuru ağırlıkta yaklaşık 3,5-4,7 g/100 g, tozunun lif içeriği ise $1,1 \pm 0,16$ g/100 g'dır (Avazova vd., 2020; Akande vd., 2020). Ancak daha yüksek oranlarda lif içeren türler de bulunmaktadır. Örneğin yabani bir ipekböceği türü olan *Saturnia pyri* pupasının kuru ağırlıkta kitin lif içeriği 10.50 ± 0.03 g/100 g'dır (Shukurova vd., 2021).

Bir diğer biyoaktif polisakarit olan ve *Bombyx mori*'den ekstrakte edilen silkrose'un, diyet takviyesi olarak kullanıldığında bazı karides türlerinde doğuştan gelen bağışıklık sistemini iyileştirdiği ve vibriosisi önlediği rapor edilmiştir. Ancak ipek böceği pupasından elde edilmiş ipek tozunun, potansiyel bir immünomodülatör biyobileşen olarak rolünü anlamak için ileri ve ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu bildirilmektedir (Sadat vd., 2022).

3. İPEK BÖCEĞİNİN BESİN OLARAK KULLANIMI İLGİLİ UYGULAMALAR ve POTANSİYEL SORUNLAR

Böcek tüketimi birçok ülkede yaygın bir alışkanlık değildir. Dahası böcek tüketimi fikri insanlarda küçümseme ve tiksinti gibi olumsuz duygular uyandırmaktadır. Ancak böceklerin besleyici, doğal ve pratik besinler arayan tüketicilere hizmet edecek bir besin kaynağı ve/veya besin zenginleştirme ürünü olabileceği düşünülmektedir. Yüksek orandaki yetersiz beslenmeyi en aza indirmek için mevcut besin bileşenlerine alternatif besin kaynaklarının eklenmesinin bir çözüm üretebileceği vurgulanmaktadır. Besleyici çekiciliğine rağmen, böceklerin insan besini olarak tadı ve kabul edilebilirliği konusunda hala iyileştirmelere ihtiyaç duyulmaktadır. Böcekleri veya böceklerin

parçalarını una dönüştürmek ve bu böcek unlarını çorbalar, unlu mamuller, yulaf lapası gibi çeşitli gıda ürünlerine dâhil etmek bu sorunun çözümleri arasında yer almaktadır. Örneğin kurabiyelere besin değerini artırmak için alternatif ürünlerin eklenmesi ürünün üretim aşamalarında ve özelliklerinde önemli değişikliklere yol açmamaktadır. Ayrıca taşıma ve tüketim kolaylığının yanı sıra her yaş grubundan da kabul görmektedir. Bu nedenle kurabiyeler, zenginleştirme çalışmalarında yer bulabilmektedir. Bireyin herhangi yeni bir ürünü diyetine dahil edebilmesi için duyuşal özelliklerinin kabul edilebilir olması ve tadının hoş olması gerektiğinden duyuşal kalite göz ardı edilmemelidir (Torres vd., 2022). Unlu mamüllerin yanı sıra süt ve süt ürünlerinde de ipek böceğİ pupa unu ile zenginleştirme çalışmaları bulunmaktadır. İpekböceğİ pupa unu ile zenginleştirilmiş çırpılmış krema ve dondurmada viskozite artışı ve kremanın aşırı akışkanlığında azalma gözlenmiştir. Bunun tersine, ipekböceğİ pupa unu, köpüğün ayrılmasını azaltmış ve raf ömrünü artırmıştır. Genel olarak ≤ 1 (w/w) konsantrasyonlarındaki ipekböceğİ pupa unu eklemesinin, lezzeti korurken dondurmanın tekno-fonksiyonel özelliklerini geliştirebileceğİ gösterilmiştir (Birman vd., 2022).

İpekböcekleri, morfolojik ve fizyolojik fonksiyonları açısından tamamen birbirinden farklı olan dört gelişim aşamasında (yumurta, larva, pupa, kelebek) tam metamorfoza uğramaktadır. İpekböceğİ pupalarının neden olduğİ besin alerjilerinin yanı sıra, larvaların, kelebeklerin ve ipeğİN de alerjilere neden olduğİ rapor edilmiştir. Bu nedenle ipekböceğİ sadece bir besin alerjeni değıl aynı zamanda bir inhalant alerjeni olarak da kabul edilebilmektedir (He vd., 2021).

Çalışmalar 25-30 kDa'lık ipekböceği pupa proteinlerinin ana alerjenler olabileceğini düşündürmektedir (Yue vd., 2023). İpek böceği pupa ve larvalarında arginin kinaz, tiyol peroksiredoksin ve Bomm 9 gibi potansiyel alerjenler tespit edilmiştir (Altomare vd., 2020; Liu vd., 2009). İpekböceği alerjilerine ilişkin bazı raporlar olmasına rağmen, ipekböceğinden kaynaklanan spesifik alerjenler (ipek, kabuk, dışkı ve kelebeklerin spesifik alerjenleri) hakkında çok az bilgi mevcuttur. Günümüzde WHO/IUIS Alerjen İsimlendirme Alt Komitesi (<http://www.allergen.org/>) tarafından tescil edilen tek ipek böceği alerjen proteini arginin kinaz'dır (Bom m1). Bununla birlikte, ipekböceği pupalarından elde edilen 27-kDa glikoprotein, Bom m9, tiyol peroksiredoksin, kitinaz ve paramiyozin gibi alerjenler, potansiyel yeni alerjenler olarak bildirilmiştir. Bu alerjenlerin, fare modellerinde ipekböceği alerjisi ve indüklenmiş astımı olan hastalardan alınan serumdaki IgE'ye bağlandığı gösterilmiştir. İpekböceği alerjenleri, *Blattella germanica* ve *Periplaneta americana* gibi böceklerden gelen diğer alerjenlerle çapraz reaksiyona girebilmekte ve bu da ipekböceği alerjisi riskini artırmaktadır (He vd., 2021). Bu alerjenleri daha iyi anlamak için araştırmalar yapılmaktadır. Yue vd., (2023) ipekböceği pupa alerjilerinin teşhis ve tedavisine ışık tutabilecek yeni bir ipekböceği pupa alerjeni saflaştırıp karakterize etmiş ve *Bombyx mori* lipoprotein 3 (Bmlp3) olarak tanımlamışlardır. Bu alerjenin ısıya, asitlere, bazlara ve sindirime karşı dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir. Bu tip alerjik reaksiyonlar, ipekböceği pupalarının bir besin kaynağı olarak kullanımını büyük ölçüde sınırlayabileceğini düşündürmektedir. Öte yandan ipek böceği dışkısı Asya ülkelerinin geleneksel tıbbında

felç, kan dolaşımı sorunları ve artrit tedavisinin yanı sıra alerjik kaşıntılar için de uzun süredir kullanılmaktadır. Jung vd., (2019) çalışmalarında bu kullanımın etkinliğini destekleyen sonuçlar elde etmiştir. Araştırmalarında ipek böceği dışkısı ekstraktının potansiyel anti-alerjik aktivitelere sahip olduğunu ve terapötik ajan olarak besin alerjileri gibi alerjik bozuklukların tedavisinde/önlenmesinde faydalı olabileceğini göstermişlerdir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yenilebilir böcekler, makro ve mikro besin öğeleri açısından umut verici, uygun maliyetli, sürdürülebilir ve çevre dostu işlemlerle üretimi mümkün olan ürünler arasında yer almaktadır. Besleyici avantajlarının yanı sıra, işleme operasyonları sırasında devam eden ve çeşitli gıda matrislerine uyum sağlayan potansiyel tekno-fonksiyonel özelliklere de sahiptirler (Birman vd., 2022). İpek böceği dünyada sıklıkla tüketilen böceklerden birisidir (Raheem vd., 2019). *Bombyx mori* pupası yeşil ve döngüsel ekonomi perspektifinde yüksek değerli besin kaynağı olarak özellikle endüstriyel uygulamalarda yüksek potansiyele sahiptir. Fırınlanmış ürünler, süt ürünleri, atıştırmalık ürünler ve et analoglarında fonksiyonel besin bileşenleri olarak kullanımı önerilmektedir (Altomare vd., 2020). İpek böceğinin (*Bombyx mori*) yapısında bulunan alerjen moleküllerin tanımlanması ve alerjenlere yönelik araştırmalar yapılması gerekmektedir. Ayrıca bireyler arasında kabuledilebilirlik çalışmalarının artırılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akande, A. O., Jolayemi, O. S., Adelugba, V. A., & Akande, S. T. (2020). Silkworm pupae (*Bombyx mori*) and locusts as alternative protein sources for high-energy biscuits. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 23(1), 234-241.
- Altomare A A, Baron G, Aldini G, Carini M. (2020) Silkworm pupae as source of high-value edible proteins and of bioactive peptides. *Food Science & Nutrition*, 8(6): 2652-2661. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1546>
- Avazova O, Yugai S, Rashidova S (2020) Effective oil extraction from *Bombyx mori* silkworm pupae and its structural characteristics. *Chem Chem Eng*, 2020(1), 23-26. <https://cce.researchcommons.org/journal/vol18/iss1/5>
- Aydoğan, Z., İncekara, Ü., & Gurol, A. (2018). Preliminary study on edible insect species *Cybister limbatus* (Fabricius 1775) and its heavy element contents. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28 (1), 94-99. <https://dergipark.org.tr/en/pub/anadolu/issue/37021/424629>
- Boran, M. (2020). Fıkıhta çekirgenin hükmü. *İhya Uluslararası İslam Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 259-278. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ihya/issue/52047/624560>
- Brogan, E. N., Park, Y. L., Matak, K. E., & Jaczynski, J. (2021) Characterization of protein in cricket (*Acheta domesticus*), locust (*Locusta migratoria*), and silk worm pupae (*Bombyx mori*) insect powders. *LWT*, 152, 112314. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112314>
- Chieco, C., Morrone, L., Bertazza, G., Cappelozza, S., Saviane, A., Gai, F., ... & Rossi, F. (2019). The effect of strain and rearing medium on the chemical composition, fatty acid profile and carotenoid content in silkworm (*Bombyx mori*) pupae. *Animals*, 9(3), 103. <https://doi.org/10.3390/ani9030103>
- David-Birman, T., Romano, A., Aga, A., Pascoviche, D., Davidovich Pinhas, M., & Lesmes, U. (2022). Impact of silkworm pupae (*Bombyx mori*) powder on cream foaming, ice cream properties

- and palatability. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 75, 102874.
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102874>
- Defoliart, Gene R. (1995) Edible insects as minilivestock. *Biodiversity & conservation*, 4: 306-321.
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00055976>
- FAO (2009) How to Feed the World in 2050,
https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf
- Ge, S., He, C., Duan, Y., Zhou, X., Lei, J., Tong, X., ... & Jia, J. (2023) Characteristics of enzymolysis of silkworm pupa protein after tri frequency ultrasonic pretreatment: kinetics, thermodynamics, structure and antioxidant changes. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11.
<https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1170676>
- HAYGEM (2023) İpekböceği ve Dut Yetiştiriciliği,
<https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Hayvancilik/Ipek-Bocekligi>
- He, W., Li, S., He, K., Sun, F., Mu, L., Li, Q., ... & Wu, X. (2021). Identification of potential allergens in larva, pupa, moth, silk, slough and feces of domestic silkworm (*Bombyx mori*). *Food Chemistry*, 362, 130231.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130231>
- Herman, R.A.; Yan, C.-H.; Wang, J.-Z.; Xun, X.-M.; Wu, C.-K.; Li, Z. N.; Ayepa, E.; You, S.; Gong, L.-C.; Wang, J. (2022) Insight into the silkworm pupae: Modification technologies and functionality of the protein and lipids. *Trends Food Sci. Tech.*, 129, 408–420.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.10.003>
- Jung, S. Y., See, H. J., Kwon, D. A., Choi, D. W., Lee, S. Y., Shon, D. H., & Shin, H. S. (2019). Silkworm dropping extract regulates food allergy symptoms via inhibition of Th2-related responses in an ovalbumin-induced food allergy model. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(15), 7008-7015.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.9993>

- Kıymaz, T., & Şahinöz, A. (2010). Dünya ve türkiye–gıda güvencesi durumu. *Ekonomik Yaklaşım*,21, Sayı:76,1-30. <https://124.im/LOqUS7H>
- Lamberti, C.; Gai, F.; Cirrincione, S.; Giribaldi, M.; Purrotti, M.; Manfredi, M.; Marengo, E.; Sicuro, B.; Saviane, A.; Cappellozza, S. Et al. (2019) Investigation of the protein profile of silkworm (*Bombyx mori*) pupae reared on a well-calibrated artificial diet compared to mulberry leaf diet. *PeerJ* 2019, 7, e6723. <https://doi.org/10.7717/peerj.6723>
- Lange, K. W., & Nakamura, Y. (2021). Edible insects as future food: chances and challenges. *Journal of Future Foods*, 1(1), 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2021.10.001>
- Liu, Z., Xia, L., Wu, Y., Xia, Q., Chen, J., & Roux, K. H. (2009). Identification and characterization of an arginine kinase as a majör allergen from silkworm (*Bombyx mori*) larvae. *International archives of allergy and immunology*, 150(1), 8-14. <https://doi.org/10.1159/000210375>
- Loveday, S.M. (2019) Food proteins: technological, nutritional, and sustainability attributes of traditional and emerging proteins. *Annual Review of Food Science and Technology* 10: 311-33. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121128>
- Mannino, M.A. & Thomas, K.D. (2023) Advances in the Archaeological Study of Invertebrate Animals and Their Products. In Handbook of Archaeological Sciences; John Wiley & Sons, Ltd.: Hoboken, NJ, US; pp. 769–796. ISBN 978-1-119-59211-2.
- Meyer-Rochow, V.B.; Gahukar, R.T.; Ghosh, S.; Jung, C. (2021) Chemical composition, nutrient quality and acceptability of edible insects are affected by species, developmental stage, gender, diet, and processing method. *Foods*, 10, 1036. <https://doi.org/10.3390/foods10051036>
- Payne, C. L. R., Scarborough, P., Rayner, M., & Nonaka, K. (2016) A systematic review of nutrient composition data available for twelve commercially available edible insects, and comparison

- with reference values. *Trends in Food Science & Technology*, 47, 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.10.012>
- Raheem D., Raposo A., Oluwole OB., Nieuwland M., Saraiva A., Carrascosa C. (2019) Entomophagy: Nutritional, ecological, safety and legislation aspects. *Food Research International*; 126, 108672. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108672>
- Ratcliffe, N. A., Mello, C. B., Garcia, E. S., Butt, T. M., & Azambuja, P. (2011). Insect natural products and processes: New treatments for human disease. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 41(10), 747–769. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2011.05.007>
- Renfrew, C.; Bahn, P.G. (2016) *Archaeology: Theories, Methods, and Practice*; Thames & Hudson: London, UK; ISBN 978-0-500-29210-5.
- Ryu, S. P. (2014). Silkworm pupae powder ingestion increases fat metabolism in swim-trained rats. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 18(2), 141. <https://doi.org/10.5717/jenb.2014.18.2.141>
- Sadat, A., Biswas, T., Cardoso, M. H., Mondal, R., Ghosh, A., Dam, P., ... & Mandal, A. K. (2022). Silkworm pupae as a future food with nutritional and medicinal benefits. *Current Opinion in Food Science*, 44, 100818. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100818>
- Seyhan, S., & Nakilcioğlu, E. (2022). Sürdürülebilir Beslenme Kapsamında Yenilebilir Böcekler. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 1166-1178. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.1163805>
- Shukurova, Z.Y.; Khalilov, Z.M.; Shukurlu, I.H. (2021) Study of the organic and mineral composition of living pupae of the wild silkworm *Saturnia pyri* for use as food additives. *Int. J. Indust. Entomol.*, 43, 52-58. <https://doi.org/10.7852/ijie.2021.43.2.44>
- Singh, K. P., & Jayasomu, R. S. (2002). *Bombyx mori*—A Review of its Potential as a Medicinal Insect. *Pharmaceutical biology*, 40(1), 28-32. <https://doi.org/10.1076/phbi.40.1.28.5857>

- Tabassum, A., Abbasi, T. & Abbasi, S.A., (2016) Reducing the global environmental impact of livestock production: the minilivestock option. *Journal of Cleaner Production* 112: 1754-176. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.094>
- TDK (2023) <https://sozluk.gov.tr>
- Torres, K. S., Sampaio, R. F., Ferreira, T. H. B., & Argondoña, E. J. S. (2022). Development of cookie enriched with silkworm pupae (*Bombyx mori*). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16(2), 1540-1548. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01208-x>
- Van Huis, A. & Oonincx, D.G.A.B. (2017) The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37: 43. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0452-8>
- Wu, X.; He, K.; Cirkovic Velickovic, T.; Liu, Z. (2021) Nutritional, functional, and allergenic properties of silkworm pupae. *Food Sci. Nutr.*2021, 9, 4655–4665. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2428>
- Yan, C. H., Xun, X. M., Wang, J., Wang, J. Z., You, S., Wu, F. A., & Wang, J. (2021). An alternative solution for α -linolenic acid supplements: in vitro digestive properties of silkworm pupae oil in a pH-stat system. *Food & Function*, 12(6), 2428-2441. <https://doi.org/10.1039/d0fo03469j>
- Yue, W., Huang, S., Lin, S., He, K., He, W., Chen, J., ... & Wu, X. (2023). Purification, Immunological Identification, and Characterization of the Novel Silkworm Pupae Allergen *Bombyx mori* Lipoprotein 3 (Bomb m 6). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(36), 13527-13534. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c04706>
- Zhou Z F, Ren Z X, Yu H Y, Jia J Q, Gui Z Z. (2017) Effects of different modification techniques on molecular structure and bioactivity of *Bombyx mori* pupae protein. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 20 (1): 35-41. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2016.11.008>

Zhou, Y.; Zhou, S.; Duan, H.; Wang, J.; Yan, W. (2022) Silkworm Pupae: A Functional Food with Health Benefits for Humans. *Foods*, 11, 1594. <https://doi.org/10.3390/foods11111594>

Zotte, A.D.; Singh, Y.; Squartini, A.; Stevanato, P.; Cappelozza, S.; Kovitvadhi, A.; Subaneg, S.; Bertelli, D.; Cullere, M. (2021) Effect of a dietary inclusion of full-fat or defatted silkworm pupa meal on the nutrient digestibility and faecal microbiome of fattening quails. *Animal*, 15, 100112. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100112>

BÖLÜM IV

MİKROBİYOTA, PROBİYOTİKLER VE DUYGUDURUM BOZUKLUKLARI İLİŞKİSİ

The Relationship of Mood Disorders with Microbiota and Probiotics

Arş. Gör. Tuğba TUNA¹

Arş. Gör. Müge COŞĞUN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10211198>

¹ İzmir Demokrasi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İzmir, Türkiye. tugba.tuna@outlook.com.tr, orcid id: 0000-0001-6034-7768

² İzmir Demokrasi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, İzmir, Türkiye. mugecosgun@outlook.com.tr, orcid id: 0000-0003-1673-882X

1. GİRİŞ

“Mikrobiyom” terimi 2001 yılında Joshua Lederberg ve Alexa T. McCray tarafından yayınlanan makale ile ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada insan mikrobiyomu “vücut alanımızı tam anlamıyla paylaşan komensal, simbiyotik ve patojen mikroorganizmalardan oluşan ekolojik topluluk” olarak tanımlanmıştır (Lederberg ve McCray, 2001). Mikrobiyom çeşitli bakteriler, mantarlar, arkeler, protozoalar ve virüsler de dahil olmak üzere birbirleriyle ve konakçıyla etkileşime giren sayısız mikroorganizmadan oluşmaktadır (Chen vd., 2021; El-Sayed vd., 2021). Bakteriler, insan mikrobiyomunun sayısal olarak en çok bulunan üyesidir (Hayes ve Sahu, 2020). Lederberg ve McCray, "mikrobiyota" terimini ortaya koyarak bu alandaki araştırmalara ivme kazandırmış olsalar bile, "insan mikrobiyomu" teriminin tam anlamıyla kavramsallaştırıldığı dönem 2007 yılında “İnsan Mikrobiyom Projesi” programının başlatılmasıyla gerçekleşmiştir. Bu programda insan mikrobiyomunun bileşimini anlamak ve her mikroorganizma türünün vücut içindeki rolünü belirlemek amaçlanmıştır. Tüm genom dizileme teknikleri, bu projenin başarılı bir şekilde ilerlemesine olanak sağlayarak, insan mikrobiyomunun daha ayrıntı bir şekilde haritalandırılmasını mümkün kılmıştır. Proje sayesinde, insan organizmasında bulunan 200'den fazla bakteri türü tanımlanmış ve organizmadaki işlevleri hakkında önemli bilgiler elde edilmiştir (Chaplin vd., 2017). Güncel verilere göre yetişkin bir bireyde %80'i bağırsakta olmak üzere 100 trilyon bakteri bulunmaktadır. Bu sayı, insan vücudundaki hücrelerin yaklaşık on katına denk gelmektedir

(Hou vd., 2022a). Ayrıca “gizli organ” olarak da bilinen insan mikrobiyotasının, tüm insan genomundan 150 kat daha fazla genetik bilgi sağladığı bildirilmektedir (Wang ve Wang, 2016).

Mikrobiyotanın gelişiminin doğum ile başladığı bilinmektedir (Hill vd., 2017). Yenidoğanlarda gelişen bağırsak mikrobiyotası bireyler arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Mikrobiyota bileşimi genetik ve çevresel faktörlerden, doğum tipinden (doğal veya sezaryen), yaşamın erken döneminde beslenmeden (antibiyotiğe maruz kalma ve emzirme süreci) etkilenmektedir (Pascale vd., 2018). Mikrobiyota, bağırsak bütünlüğünü güçlendirmek, bağırsak epitelini şekillendirmek, patojenlere karşı koruma sağlamak ve konakçı bağışıklığını düzenlemek gibi bir dizi fizyolojik fonksiyon yoluyla konakçıya birçok fayda sunmaktadır. “Disbiyoz” olarak bilinen bağırsak bakteri ekosistemindeki değişikliklerin, mikrobiyal dengeyi bozarak çeşitli hastalıklara neden oldukları bilinmektedir (Thursby ve Juge, 2017). Disbiyozun özellikle tip 1 diyabet, tip 2 diyabet, obezite, inflamatuvar barsak hastalığı, karaciğer hastalıkları, çölyak, metabolik bozukluklar gibi hastalıkların gelişiminde rolü olduğu bildirilmiştir (Valdes vd., 2018; B. Wang vd., 2017).

2. MİKROBİYOTA VE DUYGUDURUM BOZUKLUKLARI

İnsan mikrobiyomunun merkezi sinir sistemi ile olan ilişkisi son zamanlarda oldukça popüler bir konu haline gelmiştir. Bakterilerin duygularımız veya davranışlarımız üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir. Bakteriler tarafından salgılanan nörotransmitterler, kısa zincirli yağ

asitleri veya amino asitler gibi nöroaktif maddeler davranışlarımızı, duygularımızı, bilişimizi ve ağrı yönetimimizi etkileyebilmektedir (Chaplin vd., 2017). Bu yüzden bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler duygudurum bozuklukları ile ilişkilendirilmiştir. Duygudurum bozuklukları en sık görülen psikiyatrik bozukluklar arasındadır ve majör depresif bozukluk, bipolar bozukluklar gibi hastalıkları içermektedir. Duygudurum bozukluğu olan bireylerde bağırsak mikrobiyomunda değişiklikler gözlemlenmekte; bilişsel gerilemeye etkisi olabilmektedir (Cenit vd., 2017; Mörkl vd., 2023; Thangaleela vd., 2022). Bağırsak mikrobiyotası ile beyin arasındaki iletişimin kesin mekanizması henüz tam olarak anlaşılammış olsa da bazı olası mekanizmaların üzerinde durulmaktadır.

Bağırsak mikrobiyotası beyin gelişimini ve işlevini düzenlerken; beyin de nöroimmün, nöroendokrin yollar ve sinir sistemi aracılığıyla bağırsak bakterileri ile etkileşime girmektedir. Bu çift yönlü iletişim sistemine genellikle bağırsak-beyin eksenini adı verilmektedir. Bu çift yönlü iletişim sistemi aracılığıyla, beyinden gelen sinyaller bağırsakların hareketlilik, salgılama ve bağışıklık işlevi de dahil olmak üzere fizyolojik işlevlerini etkilemektedir. Bağırsaktan gelen mesajlar ise ruh hali durumları açısından beyin işlevini etkileyebilmektedir (Huang vd., 2019; Järbrink-Sehgal ve Andreasson, 2020).

2.1. Bağırsak-Beyin Ekseni ve Nöroendokrin Yol

Hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) eksenini, stres tepkisine aracılık ederek, bağırsak ve beyin arasındaki etkileşimi düzenlemekte merkezi bir rol oynamaktadır (Dinan ve Cryan, 2017). Kronik veya

uzun süreli stres, HPA ekseninin düzensizliğine yol açarak; bağırsak-beyin eksenini de dahil olmak üzere çeşitli vücut sistemleri üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır (Kelly vd., 2016). Akut stres durumu, ani bir strese karşı biyolojik bir tepki olan HPA eksenini yoluyla kortizol salgınımıyla ilişkilirken; kronik stresin ise HPA eksenindeki dengesizlik ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Rusch vd., 2023).

Kortizolün, bağırsak-beyin eksenini birden fazla yol ile etkilediği bilinmektedir. Kortizol reseptörleri, epitel hücreleri, bağışıklık hücreleri ve enteroendokrin hücreleri de dahil olmak üzere bağırsaktaki çeşitli hücrelerde ekspres edilmektedir. Bu durum, kortizolün bağırsak fonksiyonu üzerinde doğrudan bir etkisi olduğunu göstermektedir. Ayrıca kortizol, hipokampus, amigdala ve prefrontal korteks dahil olmak üzere çeşitli beyin bölgelerinde bulunan glukokortikoid reseptörlerine bağlanarak beyni etkilemektedir. Bağırsak bakterileri, vagus siniri ve enterik sinir sisteminin duyu nöronları yoluyla merkezi sinir sistemindeki stresi tetikleyerek mikrobiyota ile merkezi sinir sistemi arasında sinyal iletiminde rol oynadığı bildirilmiştir. Kortizol ayrıca bağırsak geçiş süresini, bağırsak geçirgenliğini ve besin biyoyararlılığını değiştirerek mikrobiyotanın bileşimini ve çeşitliliğini etkileyebilmektedir (Carabotti vd., 2015). Stres, plazmadaki kortizol seviyesini ve geçirgenliğini artırarak; bakterilerin karaciğere ve dalağa taşınmasını etkileyebilmektedir. Proinflamatuvar sitokinlerden olan interlökin-6 (IL-6), HPA ekseninin bir aktivatörüdür. Bu eksenin aktivasyonu, HPA ekseninin geri bildirim mekanizmasıyla ilişkili olan glukokortikoid reseptörünün aşağı regülasyonuna yol açabileceği

bildirilmiştir. Ayrıca HPA ekseninin aşırı aktivasyonuna yol açarak inflamatuvar reaksiyonun inhibe edilmesini zorlaştırmaktadır (B.-N. Liu vd., 2021).

Mikrobiyotanın depresyon ve kaygıyı hafifletebileceği bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada mikroorganizmasız fareler ve bağırsak mikrobiyotasında patojen içermeyen fareler kullanılarak, bağırsak mikrobiyotası eksikliğinin kaygı ve anksiyete üzerine etkileri incelenmiştir. Bu farelere açık alan testi (güçlü bir ışık ortamına maruz kaldığında) ve sosyal etkileşim testi yapıldığında kaygı benzeri davranışlarında artış olduğu gözlemlenmiştir. Artan bu davranışlara, HPA eksenini tepkisi eşlik etmiştir. Mikroorganizmasız fareler, patojen içermeyen farelere göre akut açık alan stres testinden sonra serum kortizol konsantrasyonunda 2,8 kat artış bildirilmiştir. Farelerde bağırsak mikrobiyotasının yokluğu, akut strese karşı nöroendokrin ve davranışsal tepkileri şiddetlendirmektedir (Crumeyrolle-Arias vd., 2014).

Sonuç olarak stres HPA eksenini aktive ederek, kortizol seviyesini arttırmakta ve bu sebepten dolayı anksiyete düzeylerinde artışa, bağırsak hareketlerine ve bağırsak mikrobiyotasında değişikliklere yol açmaktadır. Ancak bağırsak mikrobiyotası, HPA eksenini yoluyla kortizol artışını da engelleyerek anksiyete ve depresyonu hafifletebilir. Bu nedenle HPA eksenini bağırsak-beyin ekseninin çift yönlü düzenlenmesinde anahtar rol oynamaktadır (L. Liu ve Zhu, 2018).

2.2. Nöroanatomik Yollar

Bağırsak, beyin ile etkileşimini iki nöroanatomik yol aracılığı ile yapmaktadır. İlk olarak omurilikte otonom sinir sistemi (OSS) ve vagus siniri (VS) beyne ve bağırsağa bağlanmaktadır. Diğeri ise bağırsaktaki enterik sinir sistemi (ESS) ile omurilikteki OSS ve VS arasındaki ikili iletişim yoluyla bağırsak ve beyin arasındaki çift yönlü iletişimidir. OSS'nin sempatik sinir sistemi (SSS), parasempatik sinir sistemi (PSS) ve enterik sinir sistemi olmak üzere üç bileşeni bulunmaktadır. Vagus siniri, medulla oblongatadan çıkarak, kafatasının juguler foramenlerinden geçmektedir. Hem genel visseral efferent hem de afferent bileşenlere sahiptir. Gastrointestinal sistem, kalp, akciğer ve ilgili bezlerden beyne bilgi taşımaktadır. Böylece beyin ile gastrointestinal sistemi bağlamaktadır. Kalp hızını, solunum hızını, peristaltik aktiviteyi, ruh halini ve bağışıklık tepkisini kontrol etmektedir. Ayrıca, parasempatik baskınlığa neden olan ve vagal tonu artıran vagus sinirlerinin yoga yoluyla uyarılmasının, depresyon, travma sonrası stres bozukluğu ve inflamatuvar bağırsak hastalığı için yeni bir tedavi yöntemi olabileceği bildirilmiştir. Vagal tonusun arttırılması aynı zamanda sitokin üretimini de azaltmaktadır. Vagus sinirinin uyarılması, duygudurum ve anksiyete bozukluklarında önemli rol oynayan monoaminerjik beyin sistemini etkilemektedir. Mikrobiyota, vagus sinirinin aktivitesini etkileyerek ve GABA, serotonin ve kısa zincirli yağ asitleri gibi nörotransmitterleri salgılayarak stres ve anksiyenin baskılanmasını sağlamaktadır (Morais vd., 2021; Tiwari vd., 2023).

2.3. Bağırsak Bağışıklık Sistemi

Bağırsak kanalındaki dengesizlikler ve geçirgenlikteki değişiklikler, kan sistemine girebilen bir tür proinflamatuvar endotoksin olan lipopolisakkaritin (LPS) üretilmesine yol açmaktadır (Hou vd., 2022; Liu ve Zhu, 2018). Bu küçük molekül, merkezi sinir sisteminin modülasyonunda önemli bir etkiye sahiptir ve amigdala gibi duygusallığın kontrolünde görevlendirilen alanların aktivitesini arttırmaktadır. Aynı zamanda nöropeptit sentezini modüle ederek fizyolojik beyin aktivitesini değiştiren inflamatuvar sitokinlerin üretimine de yol açmaktadır (Mangiola vd., 2016). Duygudurum bozuklukları, yüksek düzeyde pro-inflamatuvar sitokinlere kronik maruz kalma sonrasında gelişmektedir. Sitokinler, beyin gelişiminde önemli bir rol oynayan ve nöronal bütünlüğü, nörojenezi ve sinaptik yeniden yapılanmayı destekleyerek sağlıklı beyin fonksiyonuna katkı sağlamaktadır (Mangiola vd., 2016; Minuti vd., 2022). Ayrıca sitokinlerin neden olabileceği nörotransmitter sistemlerin bozulması, duygudurum bozukluklarının başlangıcında önemli bir rol oynamaktadır. Sitokinlerin beyin yollarını serotonin, dopamin ve glutamat gibi nörotransmitterlerin metabolizmasını değiştirerek, nöroendokrin fonksiyonunu etkileyerek, özellikle glukokortikoid reseptör direncini ve ardından proinflamatuvar sitokinlerin aşırı üretimini indükleyerek, beyinden türetilmiş nörotrofik faktör (BDNF) gibi büyüme faktörlerindeki değişiklikler yoluyla sinaptik plastisiteyi etkileyerek etkinliğini gösterebilmektedir (Minuti vd., 2022). Maes ve ark. majör depresyonlu hastaların serumunda LPS ile ilişkili olan

immünoglobulin M ve immünoglobulin A'da artış olduğunu bildirmişlerdir. Bu artışların yorgunluk hissi ve gastrointestinal semptomların yanı sıra hastalık hissini de tetiklediği bildirilmiştir (Kubera ve Leunis, 2008).

2.4. Bağırsak bakterileri tarafından sentezlenen nörotransmitterler ve sinir düzenleyiciler

Bağırsak bakterileri gama amino asit, bütirik asit, 5-hidroksitriptamin (5-HT), dopamin ve kısa zincirli yağ asitlerini sentezlemektedir. Bu maddeler mikroorganizma hücreleri arasında alışveriş yapabilmektedir. Özellikle bağırsaktaki bağırsak hücreleri beyin üzerinde etkisi olan çok sayıda 5-HT üretebilmektedir. Bu nedenle, vücutta çok sayıda gerekli nörotransmitter bağırsak mikrobiyotası tarafından üretilerek, insan vücudu üzerinde etki oluşturmaktadır (Wang ve Wang, 2016).

3. PROBİYOTİKLERİN DUYGUDURUM BOZUKLUKLARINA ETKİSİ

Probiyotikler, yeterli miktarlarda uygulandığında konakçıya sağlık açısından fayda sağlayan canlı mikroorganizmalardır. Probiyotik mikroorganizmaların pek çok özelliği olmasına rağmen, Uluslararası Probiyotikler ve Prebiyotikler Derneği (ISAPP) probiyotik tanımında “bir probiyotik uygulandığında canlı olmalı, sağlık açısından faydalı olmalı ve etkili bir dozda sunulmalı” ifadesi bulunmaktadır (Sanders vd., 2018). Probiyotik kavramı ilk olarak 1908 yılında Nobel ödüllü Elie Metchnikoff tarafından önerilmiş ve Bulgar köylülerinin uzun

ömrünün fermente süt ürünlerini kullanmalarından kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Alok vd., 2017). Lilly ve Stillwell 1965'te “bir mikroorganizma tarafından salgılanan ve diğerinin büyümesini uyaran maddeleri” tanımlamışlardır. Bu nedenle antibiyotik terimiyle zıtlık oluşturmuştur (Chauhan vd., 2016).

Probiyotiklerin etkinliği üzerine daha fazla çalışma yapılmasıyla birlikte, artan sayıda rapor bunların insan sağlığına ve iyi oluşlarına faydalı olduğunu göstermiştir. Potansiyel olarak patojenik gastrointestinal mikroorganizmaların sayısını azaltarak; gastrointestinal rahatsızlığı, şişkinliği azaltabildikleri ve bağırsak florasını iyileştirebildikleri bildirilmiştir. Probiyotikler ayrıca enfeksiyonlara karşı koruyarak bağışıklık sistemini güçlendirebilmekte, irritabl bağırsak sendromunun semptomlarının hafifletilmesini, *Helicobacter pylori* büyümesinin inhibisyonunu ve kanserin önlenmesini sağlayabilmekte, alerjenlere karşı direnci artırabilmektedir (Aragón vd., 2015; Bagga vd., 2018; Jafarnejad vd., 2016; Maldonado Galdeano vd., 2019; So vd., 2017; Zawistowska-Rojek ve Tyski, 2018). Ayrıca DNA, proteinleri ve lipitleri oksidatif hasardan koruyabildiği, LDL-kolesterolü düşürürken, HDL-kolesterol oranını iyileştirdiği, kan basıncını, kan glikoz düzeylerini ve beden kütle indeksini düşürdüğü bildirilmiştir (George Kerry vd., 2018; Kong vd., 2021; Thushara vd., 2016; Zhang vd., 2016).

Birçok bakteri ve mantar cinsinde probiyotik özellikler gözlemlenmiştir ancak en yaygın kullanılan probiyotikler *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerine aittir. Ayrıca *Streptococcus*, *Enterococcus*

ve *Bacillus* gibi diğer bakteri cinslerinin yanı sıra *Saccharomyces* maya cinsinin üyelerinin de probiyotik özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. En yaygın kullanılan türler: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium bifidum* ve *Bifidobacterium infantis*'dir (Zawistowska-Rojek ve Tyski, 2018).

Giderek artan kanıtlar duygudurum bozukluklarında gastrointestinal homeostazın bozulduğu ve bu nedenden dolayı bilişsel gerileme olabileceğini göstermektedir. Mikrobiyotayı düzenlemek için probiyotik tüketiminin duygudurumunu, karar vermeyi ve stres yönetimini geliştirmeye yardımcı olabileceğini göstermektedir (Sivamaruthi vd., 2019). Logan ve Katzman, probiyotikleri ilk kez majör depresif bozukluğun tedavisinde yardımcı tedavi olarak kullanmışlardır. Majör depresif bozuklukta bağırsak mikroflorası değişmekte, bifidojenik mikroorganizma sayısı azalmaktadır. Bu durumda proinflatuar sitokinler ve oksidatif stres artarak bağırsak fonksiyonları değişebilir. Probiyotiklerin pro-inflatuar sitokinleri ve oksidatif stresi azaltabileceği bildirilmiştir (Logan ve Katzman, 2005). Bir meta-analiz çalışmasında oral probiyotik tüketiminin parkinson hastalarında anksiyeteyi ve depresyonu önemli ölçüde iyileştirdiği gösterilmiştir (Chu vd., 2023). Hsiao ve arkadaşları, *Bacteroides fragilis*'in oral yoldan uygulanmasının, otizm spektrum bozukluğu olduğu bilinen hayvan modelinde bağırsak geçirgenliğini düzelttiğini, mikrobiyal bileşimi değiştirdiğini, duyuusal-motor davranışlarını iyileştirdiğini göstermiştir (Hsiao vd., 2013). Altı hafta boyunca

Bifidobacterium longum ve *B. breve* takviyesinin fare modelinde kaygıyı ve depresif davranışı azalttığı bildirilmiştir (Savignac vd., 2014).

Dört haftalık probiyotik uygulamasının 45 sağlıklı gönüllü üzerindeki etkisine bakılan randomize kontrollü çalışmada, depresyon ve anksiyete anketlerine yönelik davranışsal puanları olumlu olarak etkilemiş ve umutsuzluk ve riskten kaçınma açısından depresyona karşı hassasiyeti azaltmıştır (Bagga vd., 2018). Takada ve ark. tarafından yapılan çalışmada 137 sağlıklı tıp öğrencisine akademik sınavdan önce sekiz hafta boyunca günlük probiyotik tedavisi uygulanmıştır. Tükürük kortizol düzeyleri, fiziksel semptomlar ve kişinin bildirdiği kaygı puanı analiz edilmiştir. Probiyotik takviyesinin, kontrol gününden bir gün önce kortizol düzeylerinde stres kaynaklı artışları hafiflettiği ve tedavinin son haftası boyunca fiziksel semptomların varlığını azalttığı bildirilmiştir (Takada vd., 2016). Randomize kontrollü bir çalışmada, 40 sağlıklı genç öğrencide çok türlü probiyotik müdahalesinin üzgün ruh hali karşısında bilişsel tepkiler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yirmi katılımcıya *B. bifidum*, *B. lactis*, *L. acidophilus*, *L. brevis*, *L. casei*, *L. salivarius* ve *Lactococcus lactis* içeren çok türlü bir probiyotik takviyesi verilirken; yirmi katılımcıya plasebo verilmiştir. Dört haftalık çok türlü probiyotik müdahalesi alan katılımcılarda, üzgün ruh hali karşısında genel bilişsel tepkisellikte önemli ölçüde azalma görülmüştür (Steenbergen vd., 2015). Tillisch ve ark. tarafından yapılan çalışmada sağlıklı kadınlar, dört hafta boyunca günde iki kez fermente süt ürünü verilen grup (n=12), fermente edilmemiş süt ürünü verilen grup (n=11) veya hiçbir müdahale yapılmayan grup (n = 13)

olmak üzere üç gruba randomize edilmişlerdir. Fermente süt ürünü, *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis*, *Streptococcus termophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* ve *Lactococcus lactis subsp Lactis'i* içermektedir. Katılımcılara korku ve öfke ifade eden olumsuz duygusal yüzler gösterilirken, beyin aktiviteleri fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ile kaydedilmiştir. Duygusal işlemenin kontrolünden sorumlu spesifik beyin bölgelerinin aktivitesinin, probiyotik alımıyla belirgin şekilde azaldığı bulunmuştur. Bu sonuç probiyotiklerin sağlıklı bireylerde duygusal uyarılara verilen reaksiyonları modüle etme yeteneği olabileceğini göstermektedir (Tillisch vd., 2013). Zihinsel bozuklukların tanısal ve istatistiksel el kitabı (DSM)-IV kriterlerine göre majör depresif bozukluk tanısı konan 40 hasta, rastgele sekiz haftalık *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* ve *Bifidobacterium bifidum* probiyotik takviyesi veya plasebo almak üzere iki gruba ayrılmıştır. Probiyotik takviyesi, plaseboya göre depresyonun şiddetini önemli ölçüde iyileştirmiştir (Akkasheh vd., 2016). Genetik olarak sosyal anksiyete geliştirmeye yatkın olan 715 kişinin katıldığı çalışmada probiyotik tüketiminin sosyal anksiyete semptomlarını hafiflettiği bildirilmiştir (Hilimire vd., 2015).

Olumlu sonuçların aksine herhangi bir etkinin olmadığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Romijn ve ark. tarafından yapılan çalışmada sağlıklı yaşlı kişilerde bilişsel işlevi iyileştirdiği gözlenen *L. Helveticus'i* içeren fermente sütün, stres veya geriatrik depresyon semptomları üzerinde yararlı etki göstermediği bildirilmiştir (Romijn vd., 2017). Bipolar bozukluk tanısı bulunan hastalarda

probiyotik tedavisinin depresyon skorunu düşürdüğü ancak bu sonucun anlamlı olmadığı bulunmuştur (Shahrbabaki vd., 2020).

4. SONUÇ

Literatürdeki kanıtlar, bağırsak mikrobiyotasındaki bozulmanın duygudurum bozukluklarının gelişiminde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Ancak bunun hangi mekanizma aracılığıyla gerçekleştiği henüz belirsizdir. Duygudurum bozuklukları gelişiminde bağırsak florasının rolünün daha derinlemesine değerlendirilmesi gereklidir. Bağırsak mikrobiyotasının modülasyonuna ilişkin olarak yapılan çalışmalar probiyotiklerin duygudurum bozukluklarının tedavisinde potansiyel rolünü desteklemektedir. Ancak bugüne kadarki bu umut verici bulgulara rağmen, duygudurum bozukluğu olan hastalarda probiyotik müdahalenin etkinliğine dair hala sınırlı kanıt bulunmaktadır. Probiyotiklerle ilgili klinik araştırmalar doz, probiyotik türü seçimi ve tedavi süresi açısından heterojen olduğundan, bu umut verici müdahalenin etkinliğini doğrulamak için daha fazla randomize kontrollü klinik araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

5. KAYNAKLAR

- Akkasheh, G., Kashani-Poor, Z., Tajabadi-Ebrahimi, M., Jafari, P., Akbari, H., Taghizadeh, M., Memarzadeh, M. R., Asemi, Z., & Esmailzadeh, A. (2016). Clinical and metabolic response to probiotic administration in patients with major depressive disorder: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Nutrition*, 32(3), 315-320.
- Alok, A., Singh, I. D., Singh, S., Kishore, M., Jha, P. C., & Iqbal, M. A. (2017). Probiotics: A new era of biotherapy. *Advanced biomedical research*, 6.
- Aragón, F., Carino, S., Perdigón, G., & de LeBlanc, A. de M. (2015). Inhibition of growth and metastasis of breast cancer in mice by milk fermented with *Lactobacillus casei* CRL 431. *Journal of Immunotherapy*, 38(5), 185-196.
- Bagga, D., Reichert, J. L., Koschutnig, K., Aigner, C. S., Holzer, P., Koskinen, K., Moissl-Eichinger, C., & Schöpf, V. (2018). Probiotics drive gut microbiome triggering emotional brain signatures. *Gut microbes*, 9(6), 486-496.
- Carabotti, M., Scirocco, A., Maselli, M. A., & Severi, C. (2015). The gut-brain axis: interactions between enteric microbiota, central and enteric nervous systems. *Annals of gastroenterology: quarterly publication of the Hellenic Society of Gastroenterology*, 28(2), 203.
- Cenit, M. C., Sanz, Y., & Codoñer-Franch, P. (2017). Influence of gut microbiota on neuropsychiatric disorders. *World journal of gastroenterology*, 23(30), 5486.
- Chaplin, A. V., Rebrikov, D. V., & Boldyreva, M. N. (2017). The human microbiome. *Bulletin of Russian State Medical University*, 2, 5-13.
- Chauhan, A., Ranjan, A., Basniwal, R. K., & Jindal, T. (2016). Probiotic, prebiotic and synbiotics in the prevention of lifestyle disorders. *Int J Curr Microbiol App Sci*, 4(2), 933-947.

- Chen, Y., Zhou, J., & Wang, L. (2021). Role and mechanism of gut microbiota in human disease. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 11, 86.
- Chu, C., Yu, L., Li, Y., Guo, H., Zhai, Q., Chen, W., & Tian, F. (2023). Meta-analysis of randomized controlled trials of the effects of probiotics in Parkinson's disease. *Food & Function*, 14(8), 3406-3422.
- Crumeyrolle-Arias, M., Jaglin, M., Bruneau, A., Vancassel, S., Cardona, A., Daugé, V., Naudon, L., & Rabot, S. (2014). Absence of the gut microbiota enhances anxiety-like behavior and neuroendocrine response to acute stress in rats. *Psychoneuroendocrinology*, 42, 207-217. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2014.01.014>
- Dinan, T. G., & Cryan, J. F. (2017). Gut instincts: microbiota as a key regulator of brain development, ageing and neurodegeneration. *The Journal of physiology*, 595(2), 489-503.
- El-Sayed, A., Aleya, L., & Kamel, M. (2021). Microbiota's role in health and diseases. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(28), 36967-36983. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14593-z>
- George Kerry, R., Patra, J. K., Gouda, S., Park, Y., Shin, H.-S., & Das, G. (2018). Benefaction of probiotics for human health: A review. *Journal of Food and Drug Analysis*, 26(3), 927-939. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfda.2018.01.002>
- Hayes, W., & Sahu, S. (2020). The Human Microbiome: History and Future: Microbiome. *Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*, 23, 406-411.
- Hilimire, M. R., DeVlyder, J. E., & Forestell, C. A. (2015). Fermented foods, neuroticism, and social anxiety: An interaction model. *Psychiatry research*, 228(2), 203-208.
- Hill, C. J., Lynch, D. B., Murphy, K., Ulaszewska, M., Jeffery, I. B., O'Shea, C. A., Watkins, C., Dempsey, E., Mattivi, F., Tuohy, K., Ross, R. P., Ryan, C. A., O' Toole, P. W., & Stanton, C. (2017). Evolution of gut microbiota composition from birth to 24 weeks

- in the INFANTMET Cohort. *Microbiome*, 5(1), 4.
<https://doi.org/10.1186/s40168-016-0213-y>
- Hou, K., Wu, Z.-X., Chen, X.-Y., Wang, J.-Q., Zhang, D., Xiao, C., Zhu, D., Koya, J. B., Wei, L., & Li, J. (2022). Microbiota in health and diseases. *Signal transduction and targeted therapy*, 7(1), 135.
- Hsiao, E. Y., McBride, S. W., Hsien, S., Sharon, G., Hyde, E. R., McCue, T., Codelli, J. A., Chow, J., Reisman, S. E., & Petrosino, J. F. (2013). Microbiota modulate behavioral and physiological abnormalities associated with neurodevelopmental disorders. *Cell*, 155(7), 1451-1463.
- Huang, T.-T., Lai, J.-B., Du, Y.-L., Xu, Y., Ruan, L.-M., & Hu, S.-H. (2019). Current understanding of gut microbiota in mood disorders: an update of human studies. *Frontiers in genetics*, 10, 98.
- Jafarnejad, S., Shab-Bidar, S., Speakman, J. R., Parastui, K., Daneshi-Maskooni, M., & Djafarian, K. (2016). Probiotics Reduce the Risk of Antibiotic-Associated Diarrhea in Adults (18–64 Years) but Not the Elderly (> 65 Years) A Meta-Analysis. *Nutrition in Clinical Practice*, 31(4), 502-513.
- Järbrink-Sehgal, E., & Andreasson, A. (2020). The gut microbiota and mental health in adults. *Current Opinion in Neurobiology*, 62, 102-114.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conb.2020.01.016>
- Kelly, J. R., Borre, Y., O'Brien, C., Patterson, E., El Aidy, S., Deane, J., Kennedy, P. J., Beers, S., Scott, K., & Moloney, G. (2016). Transferring the blues: depression-associated gut microbiota induces neurobehavioural changes in the rat. *Journal of psychiatric research*, 82, 109-118.
- Kong, C.-Y., Li, Z.-M., Mao, Y.-Q., Chen, H.-L., Hu, W., Han, B., & Wang, L.-S. (2021). Probiotic yogurt blunts the increase of blood pressure in spontaneously hypertensive rats via remodeling of the gut microbiota. *Food & Function*, 12(20), 9773-9783.
- Kubera, M. M., & Leunis, J. C. (2008). The gut-brain barrier in major depression: intestinal mucosal dysfunction with an increase translocation of LPS from gram negative enterobacteria (leaky

- gut) plays a role in the inflammatory pathophysiology of depression. *Neuro Endocrinol. Lett*, 29(1), 117-124.
- Lederberg, J., & McCray, A. T. (2001). Ome SweetOmics--A genealogical treasury of words. *The scientist*, 15(7), 8.
- Liu, B.-N., Liu, X.-T., Liang, Z.-H., & Wang, J.-H. (2021). Gut microbiota in obesity. *World journal of gastroenterology*, 27(25), 3837.
- Liu, L., & Zhu, G. (2018). Gut–brain axis and mood disorder. *Frontiers in psychiatry*, 9, 223.
- Logan, A. C., & Katzman, M. (2005). Major depressive disorder: probiotics may be an adjuvant therapy. *Medical hypotheses*, 64(3), 533-538.
- Maldonado Galdeano, C., Cazorla, S. I., Lemme Dumit, J. M., Vélez, E., & Perdigón, G. (2019). Beneficial effects of probiotic consumption on the immune system. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 74(2), 115-124.
- Mangiola, F., Ianiro, G., Franceschi, F., Fagioli, S., Gasbarrini, G., & Gasbarrini, A. (2016). Gut microbiota in autism and mood disorders. *World journal of gastroenterology*, 22(1), 361.
- Minuti, A., Brufani, F., Menculini, G., Moretti, P., & Tortorella, A. (2022). The complex relationship between gut microbiota dysregulation and mood disorders: A narrative review. *Current Research in Neurobiology*, 3, 100044. [https:// doi.org/https://doi.org/10.1016/j.crneur.2022.100044](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.crneur.2022.100044)
- Morais, L. H., Schreiber, H. L., & Mazmanian, S. K. (2021). The gut microbiota–brain axis in behaviour and brain disorders. *Nature Reviews Microbiology*, 19(4), 241-255. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-00460-0>
- Mörkl, S., Butler, M. I., & Lackner, S. (2023). Advances in the gut microbiome and mood disorders. *Current Opinion in Psychiatry*, 36(1), 1-7.
- Pascale, A., Marchesi, N., Marelli, C., Coppola, A., Luzi, L., Govoni, S., Giustina, A., & Gazzaruso, C. (2018). Microbiota and metabolic diseases. *Endocrine*, 61, 357-371.

- Romijn, A. R., Rucklidge, J. J., Kuijer, R. G., & Frampton, C. (2017). A double-blind, randomized, placebo-controlled trial of *Lactobacillus helveticus* and *Bifidobacterium longum* for the symptoms of depression. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 51(8), 810-821.
- Rusch, J. A., Layden, B. T., & Dugas, L. R. (2023). Signalling cognition: the gut microbiota and hypothalamic-pituitary-adrenal axis. *Frontiers in Endocrinology*, 14, 1130689.
- Sanders, M. E., Merenstein, D., Merrifield, C. A., & Hutkins, R. (2018). Probiotics for human use. *Nutrition bulletin*, 43(3), 212-225.
- Savignac, H. M., Kiely, B., Dinan, T. G., & Cryan, J. F. (2014). Bifidobacteria exert strain-specific effects on stress-related behavior and physiology in BALB/c mice. *Neurogastroenterology & Motility*, 26(11), 1615-1627.
- Shahrbabaki, M. E., Sabouri, S., Sabahi, A., Barfeh, D., Divsalar, P., Esmailzadeh, M., & Ahmadi, A. (2020). The efficacy of probiotics for treatment of bipolar disorder-type 1: a randomized, double-blind, placebo controlled trial. *Iranian Journal of Psychiatry*, 15(1), 10.
- Sivamaruthi, B. S., Prasanth, M. I., Kesika, P., & Chaiyasut, C. (2019). Probiotics in human mental health and diseases-A minireview. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 18(4), 889-895.
- So, S. S. Y., Wan, M. L. Y., & El-Nezami, H. (2017). Probiotics-mediated suppression of cancer. *Current opinion in oncology*, 29(1), 62-72.
- Steenbergen, L., Sellaro, R., van Hemert, S., Bosch, J. A., & Colzato, L. S. (2015). A randomized controlled trial to test the effect of multispecies probiotics on cognitive reactivity to sad mood. *Brain, behavior, and immunity*, 48, 258-264.
- Takada, M., Nishida, K., Kataoka-Kato, A., Gondo, Y., Ishikawa, H., Suda, K., Kawai, M., Hoshi, R., Watanabe, O., & Igarashi, T. (2016). Probiotic *Lactobacillus casei* strain Shirota relieves stress-associated symptoms by modulating the gut-brain interaction in human and animal models. *Neurogastroenterology & Motility*, 28(7), 1027-1036.

- Thangaleela, S., Sivamaruthi, B. S., Kesika, P., & Chaiyasut, C. (2022). Role of Probiotics and Diet in the Management of Neurological Diseases and Mood States: A Review. *Microorganisms*, 10(11), 2268.
- Thursby, E., & Juge, N. (2017). Introduction to the human gut microbiota. *Biochemical Journal*, 474(11), 1823-1836. <https://doi.org/10.1042/BCJ20160510>
- Thushara, R. M., Gangadaran, S., Solati, Z., & Moghadasian, M. H. (2016). Cardiovascular benefits of probiotics: a review of experimental and clinical studies. *Food & function*, 7(2), 632-642.
- Tillisch, K., Labus, J., Kilpatrick, L., Jiang, Z., Stains, J., Ebrat, B., Guyonnet, D., Legrain-Raspaud, S., Trotin, B., & Naliboff, B. (2013). Consumption of fermented milk product with probiotic modulates brain activity. *Gastroenterology*, 144(7), 1394-1401.
- Tiwari, P., Dwivedi, R., Bansal, M., Tripathi, M., & Dada, R. (2023). Role of gut microbiota in neurological disorders and its therapeutic significance. *Journal of Clinical Medicine*, 12(4), 1650.
- Valdes, A. M., Walter, J., Segal, E., & Spector, T. D. (2018). Role of the gut microbiota in nutrition and health. *Bmj*, 361.
- Wang, B., Yao, M., Lv, L., Ling, Z., & Li, L. (2017). The Human Microbiota in Health and Disease. *Engineering*, 3(1), 71-82. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.01.008>
- Wang, H.-X., & Wang, Y.-P. (2016). Gut Microbiota-brain Axis. *Chinese Medical Journal*, 129(19). https://journals.lww.com/cmj/fulltext/2016/10050/gut_microbiot_a_brain_axis.16.aspx
- Zawistowska-Rojek, A., & Tyski, S. (2018). Are probiotic really safe for humans? *Polish journal of microbiology*, 67(3), 251-258.
- Zhang, Q., Wu, Y., & Fei, X. (2016). Effect of probiotics on body weight and body-mass index: a systematic review and meta-analysis of randomized, controlled trials. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 67(5), 571-580.

BÖLÜM V

RUHSAL BOZUKLUĞU OLAN BİREYLERDE YEME DAVRANIŞI

Eating Behavior in Individuals with Mental Disorders

Arş. Gör. Müge COŐĐUN¹

Arş. Gör. Tuğba TUNA²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10211200>

¹ İzmir Demokrasi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, İzmir, Türkiye. mugecosgun@outlook.com.tr, orcid id: 0000-0003-1673-882X

² İzmir Demokrasi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İzmir, Türkiye. tugba.tuna@outlook.com.tr, orcid id: 0000-0001-6034-7768

1. GİRİŞ

Sağlıklı beslenme davranışı "sağlığı iyileştirmek, sürdürmek ve/veya geliştirmekle tutarlı yeme uygulamaları ve davranışları" olarak tanımlanmaktadır (Taylor vd., 2005). Sağlıklı bir diyet uygulamak, genel olarak yüksek sebze ve meyve alımı ile düşük yağ, şeker ve tuz alımının yanı sıra diyet bileşimde çeşitlilik ve denge anlamına gelmektedir (de Ridder vd., 2017; Pem ve Jeewon, 2015). Sağlıklı beslenmek, vücuda hem niteliksel hem de niceliksel olarak doğru besinleri sağlamak için besin tüketiminin sürekli izlenmesi ve öz düzenlenmesi gereklidir. Aynı zamanda sağlıklı beslenmek, yeme davranışı üzerinde kontrol kaybı yaşamadan yemeğin ödüllendirici yönlerinin tadını çıkarabilmek anlamına da gelmektedir (Meule ve Vögele, 2013).

Düzensiz beslenme ise, enerji açısından yoğun, besin değeri açısından yetersiz besinlerin daha fazla tüketilmesi (Purseley vd., 2015), yüksek beden kütle indeksi, diyabet ve metabolik sendrom gibi kardiyometabolik komplikasyonlar (Nagata vd., 2018; Yoon vd., 2019), depresyon, anksiyete ve psikolojik distress gibi ruh sağlığı sorunları (Herpertz-Dahlmann vd., 2008; Kärkkäinen vd., 2018, Burrows vd., 2018) ve daha düşük yaşam kalitesi gibi bir dizi olumsuz sağlık sonucuyla ilişkilidir (Wade vd., 2012). Kronik ruhsal bozukluğa sahip olan bireyler için bu durumun, genel nüfusa kıyasla 10-15 yıllık mortalite farkına yol açan kötü beslenme ve uygunsuz yeme davranışlarının yeterince dikkate alınmayan bir nedeni olabileceği düşünülmektedir (Teasdale vd., 2019). Kronik ruhsal bozukluğa sahip

olan bireyler arasında aşırı kilo ve obezite prevalansı genel nüfusa göre iki ile üç kat daha yüksektir (Holt, 2019). Ek olarak kronik ruhsal bozukluğa sahip olan bazı bireylerde yeme davranışının aşırı düzenlenerek düşük ağırlık ve malnütrisyonun ortaya çıktığı; anoreksiya nervoza gibi yeme bozukluğu vakalarının olduğu da uzun zamandır bilinmektedir (Bemporad, 1996). Bu durum, tıbbi bakım ve tedavi maliyetlerinin artmasına, yaşam kalitesinin düşmesine ve bireylerin sosyal, fiziksel, psikolojik iyi oluşlarının olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Ragelienė ve Grønhoj, 2020).

Besin tüketimi ve ruh sağlığı arasında çift yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Ruh sağlığındaki değişimler sağlıklı beslenmeye katkıda bulunabilir veya sağlıklı beslenmeyi bozabilir. Bireyin ruh hali veya psikolojik durumu ne tükettiği ve ne kadar tükettiğini etkileyebilmekte ve besin tüketimi de kişinin ruh halini ve psikolojik iyi oluşunu etkilemektedir. Dolayısıyla, sağlıklı beslenmeyi desteklemek ve bu yönde stratejiler geliştirmek istiyorsak, ruh sağlığı ve sağlıklı beslenme arasındaki bağlantıların anlaşılması önemlidir (Polivy vd., 2005).

2. YEME DAVRANIŞI

İnsanlar her gün hayatta kalma meselesi olarak yeme davranışında bulunurlar. Birey neyi, ne zaman ve ne kadar tüketeceği konusunda seçimler yapmak zorundadır. Besin tüketimi temelde ödüllendirici bir davranıştır ve bu nedenle ruh hali ve duygularla yakından ilişkilidir (Vögele ve Gibson, 2010).

Enerji eksikliği olduğunda, fizyolojik süreçlerin karmaşık bir dizi etkileşimi beyne besin tüketilmesi gerektiği sinyali verir. Bunun sonucunda birey kendini aç hisseder. Yeterli besin tüketildiğinde ise fizyolojik süreçler aracılığıyla tüketimin sonlandırılması gerektiği sinyali iletilir. Bu durumda birey kendini doymun veya tok hisseder (Benelam, 2009). Ancak yemek yemenin homeostatik düzenlemesinin sağlanması, besin ve besinle ilgili ipuçlarının bireyin çevresinde sürekli bulunmasıyla zorlaşmaktadır. Dolayısıyla, açlık yokken bile yeme tetiklenebilir veya doymunluğun ötesine geçilebilir (Lowe ve Butryn, 2007).

Bir davranış şekli olan yemek yemenin fizyolojik boyutu vardır ve bu davranış öğrenme yoluyla da geliştirilmektedir. (Bozan, 2009). Yeme davranışı, sadece beslenme ihtiyacını karşılamakla sınırlı olmayıp, aynı zamanda duygusal durumlar, düşünce süreçleri, sosyal etkileşimler ve çevresel faktörler tarafından etkilenen karmaşık bir fenomendir. Bireyin ruh sağlığı ile yeme miktarı, yeme sıklığı ve yemek seçimi arasında fizyolojik ihtiyaçlardan bağımsız, bireyin duygularına göre değişkenlik gösterebilen bir ilişki bulunmaktadır. (Tezcan, 2009).

Yeme davranışı, bireyin yemek yemeyle ilgili gösterdiği alışkanlıklar, tercihler ve tutumları ifade etmektedir. Yeme davranışını otomatik ve örtük bir şekilde belirleyen veya yönlendiren çok sayıda faktör olduğu bilinmektedir. Yeme davranışı, fizyolojik, psikolojik, kültürel ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir. (Cohen ve Farley, 2008). Vücudun ihtiyaçlarına bağlı olarak yemek yeme davranışı belirlenir. Açlık, tokluk ve tat alma duyusu gibi fizyolojik faktörler

yeme davranışını etkilemektedir (Palascha vd., 2021; Karaman ve Çetinkaya, 2020).

Yeme davranışı sıklıkla sosyal etkiler altında gelişmektedir. Başkalarıyla birlikte yemek yeme, toplumsal etkileşim ve sosyal bağları güçlendirebilir. Örneğin, yemek yeme başkalarının varlığıyla başlatılabilir veya uzatılabilir. Bu durumda yeme davranışı sosyal faktörlerden etkilenmektedir (Herman ve Polivy, 2004). Yeme davranışını çevresel faktörler de etkilemektedir. Besinlerin kolaylıkla ulaşılabilirliği, besin reklamları, porsiyon boyutları gibi etmenler yeme davranışını etkileyebilmektedir. Besin seçimleri ve tüketimi ayrıca reklam, ambalaj, porsiyon boyutları, aydınlatma ve daha pek çok çevresel faktörden de güçlü bir şekilde etkilenmektedir (Cohen ve Babey, 2012). Kültürel faktörler de yeme davranışını etkilemektedir. Kültür, yeme alışkanlıklarını ve yemek tercihlerini büyük ölçüde etkilemektedir. Farklı kültürlerde yemeklerin hazırlanma biçimi, sunumu ve hangi besinlerin tüketildiği farklılık göstermektedir (Rappoport, 2010). Stres, depresyon, kaygı gibi psikolojik faktörler yeme davranışını önemli ölçüde etkileyebilir. Bazı bireyler bu duygusal faktörlere tepki olarak aşırı besin tüketme veya besin tüketimini kısıtlama eğilimindedir (Ramón-Arbués ve JM, 2019; Rappoport, 2010).

Yeme davranışı, bazı bireyler için sağlıklı ve dengeli bir şekilde yönetilirken, diğerleri için yönetmesi zor hale gelebilmektedir. Yeme bozuklukları, yeme davranışında sapmaları ifade eden ciddi durumlar arasında yer alır ve özel tedavi gerektirmektedir. Yeme bozuklukları,

orta ve yüksek gelirli ülkelerde genç kadınların %15'ini ve genç erkeklerin %3'ünü etkileyen yaygın psikiyatrik bozukluklardır (Silén vd., 2020; Allen vd., 2009). En yaygın başlangıç yaşı, gelişimsel açıdan hassas bir dönem olan 16-19 yaş arasındadır (Galmiche vd., 2019). Başlıca yeme bozukluğu tanıları arasında anoreksiya nervoza, bulimiya nervoza, tıknırcasına yeme bozukluğu (binge eating disorder) yer almakta olup; ağırlık kontrolü amacıyla kusma, laksatif ve diüretiklerin kötüye kullanımı gibi yeme davranışı bozuklukları veya telafi edici davranışlar yer almaktadır (Silén vd., 2020). Yeme davranışını anlamak ve sağlıklı bir şekilde yönetmek, bireylerin genel sağlıklarını ve yaşam kalitelerini etkileyebilir. Bu nedenle yeme davranışı ve beslenme hakkında bilinçli olmak önemlidir.

Bozuk yeme davranışının ruhsal durum ile ilişkili olduğu öne sürülmüştür. Lazarevich ve ark.'nın (2013) 1122 üniversite öğrencisiyle gerçekleştirdikleri kesitsel çalışmada değişken yeme davranışlarına sahip öğrencilerde dürtüsellik ve depresyon düzeyleri yüksek bulunmuştur (Lazarevich vd., 2013). Olumsuz duygulara yanıt olarak besin tüketimi, besin alımının açlık ve tokluk gibi homeostatik süreçlerden işlevsiz bir şekilde ayrılmasını gösteren hedonik yeme için önemli bir kavramdır (Burgess vd., 2014; Verhoeven vd., 2015). Olumsuz duyguların yanı sıra, olumlu duygular da yeme davranışını etkileyebilmektedir. Araştırmalar olumlu duyguların artan besin alımındaki rolünü kabul etmeye başlamıştır (Evers vd., 2018). Aşırı yeme ve tıknırcasına yeme olumsuz duygular ile başa çıkmada etkisiz bir yöntem olarak gösterilmektedir (Nicholls vd., 2016). Olumlu duygusal yemeye kıyasla olumsuzun klinik olmayan örneklerde

tıkınırcasına yeme ile daha güçlü bir şekilde ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Sultson vd., 2017).

Tıkınırcasına yeme/aşırı yemenin aksine, duygusal yemenin kısıtlı yeme ve kendini aç bırakma ile ilişkisi daha az araştırılmıştır. Anoreksiya nervozalı bireyler, kısıtlı yemenin ve kendini aç bırakmanın olumsuz duygularını yönetmeye yardımcı olduğunu ve olumsuz duygulardan kaçınmayı kolaylaştırdığını bildirmişlerdir (Espeset vd., 2012; Engel vd., 2013).

3. RUHSAL BOZUKLUKLARDA YEME DAVRANIŞI

Ruh sağlığı sorunları, anksiyete bozuklukları, bipolar bozukluklar, depresyon ve yeme bozuklukları da dahil olmak üzere geniş bir yelpazedeki ruhsal bozukluklardan oluşmakta ve genellikle olağandışı düşünceler, duygular, davranışlar ve kişilerarası ilişkilerin bir kombinasyonu ile karakterize edilmektedir (WHO, 2017). Ağır ruhsal bozukluğu olan bireylerin farklı yeme tutumları sergiledikleri ve beslenme ihtiyaçlarını karşılamada isteksiz davrandıkları vurgulanmaktadır (Simon Kurpad vd., 2010). Kronik ruhsal bozukluğu olan bireylerde yeme davranışı birçok faktörden etkilenmektedir. Kronik ruhsal bozukluğa sahip olan bireyler toplum katılımında sorunlar yaşamakta, stigma ile karşılaşmakta, potansiyel olarak sınırlı istihdam ve barınma koşullarına sahip olmaktadır (Morgan vd., 2017). Yeme davranışının düzenlenmesi, özellikle de antipsikotik ilaçların kullanılmaya başlanmasıyla birlikte olağan fiziksel açlık sinyallerinin bozulması ve yeme isteğinin inhibe edilmesiyle daha da karmaşık hale gelmektedir (Stogios vd., 2020). Yeme davranışındaki

bozulmalar, ruhsal bozukluğu olan bireylerde obezite ve kardiyovasküler hastalıklara yol açabilmektedir (Elman vd., 2006). Özellikle antipsikotik ilaçlar ve buna ek olarak hastalık yükü stres seviyelerini yükseltebilir (Dipasquale vd., 2013), duygusal uyarımın yoğunluğunu artırır ve besin alımının artmasına neden olmaktadır (Khazaal vd., 2007). Bu durumun, bireylerde artan beden kütle indeksi (BKİ) nedeniyle olumsuz beden imajına yol açtığı ve bunun da olumsuz duyguları şiddetlendirdiği düşünülmektedir (Geliebter ve Aversa, 2003).

Kouidrat ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, şizofreni hastalarında sağlıklı yeme davranışının sağlıklı bireylere kıyasla anlamlı derecede daha yaygın olduğu bulunmuştur (Kouidrat vd., 2018). Yapılan diğer bir çalışmada, bipolar bozukluk tanısı konan bireylerin yeme alışkanlıkları incelenmiş ve bipolar bozukluk tanısı alan bireylerin sağlıklı bireylere kıyasla duygusal yeme davranışı sergileme oranlarının daha yüksek olduğu bulunmuştur (Martin vd., 2016).

Depresif bozukluğun semptomlarının ve şizofreninin negatif semptomlarının hedonik ve duygusal yemeye yol açtığı ve kilo artışında aracı rol oynadığı literatürde gösterilmektedir (van Strien vd., 2016). Şizofreni spektrum bozuklukları ve duygudurum bozuklukları olan bireylerde yeme bozuklukları ve düzensiz yeme prevalansının ruhsal bozukluğu olmayan bireylere göre daha yüksek olduğu vurgulanmaktadır (Sankaranarayanan vd., 2021; Fornaro vd., 2021).

Düzensiz yeme, özellikle de aşırı besin alımına yol açan davranışlar, duygudurum bozukluğu olan bireylerde, ruhsal bozukluğu olmayan bireylere göre daha yaygındır. Örneğin, bipolar bozukluğu olan genç yetişkinlerin %27,5'i tıknırcasına ya da duygusal yeme eğilimleri olduğunu ve stres kaynaklı sağlıklı yeme davranışlarında bulunma olasılıklarının daha yüksek olduğunu bildirmiştir (Martin vd., 2016). Majör depresif ve/veya anksiyete bozukluğu olan kadınların %39'u, depresif veya anksiyete bozukluğu olmayan kadınların %11'ine kıyasla, yaşamları boyunca klinik olarak anlamlı en az bir düzensiz yeme davranışında bulduklarını bildirmiştir (Garcia vd., 2020). Bu durum, ağır ruhsal bozukluğu olan bireyler arasında obezite prevalansının yüksek olmasını kısmen açıklayabilmektedir. Obezite nedeniyle fiziksel görünümle ilgili kaygı, ağır ruhsal bozukluğu olan bireylerde yeme ile ilgili stresi arttırmaktadır (Kouidrat vd., 2018).

Tuncer ve Çetinkaya Duman'ın (2020) yaptıkları çalışmada ağır ruhsal bozukluğu olan bireylerde duygusal yeme davranışı incelenmiştir. Sonuçlar, ağır ruhsal bozukluğu olan bireylerde duygusal yeme davranışının tanıdan, antipsikotik ilaç kullanımından, beden kütle indeksinden (BKİ), fiziksel egzersizden ve yeme davranışından bağımsız olarak ortaya çıkabileceğini göstermiştir. Yapılan çalışmada duygusal yeme davranışının orta yaşlı olma, kadın olma ve gece yeme davranışı ile ilişkili olduğu gözlemlenmiştir (Tuncer ve Çetinkaya Duman, 2020).

Ruhsal bozukluğu olan 28 bireyle gerçekleştirilen kalitatif çalışmada, katılımcıların çoğu için kilit bir konu olarak vücut

ağırlıklarından kaynaklanan zihinsel yük öne çıkmaktadır. Bu durum, bireylerde suçluluk ve stigma gibi olumsuz sonuçlara neden olmakta, beslenme davranışlarını düzenlemek ve sürdürmekte güçlük yaşamalarına yol açmaktadır. Ruhsal bozukluğa sahip olan bireylere yeme davranışları hakkında danışmanlık desteği sunulması öncelikli olmalıdır (Mueller-Stierlin vd., 2022).

4. SONUÇ

Ruh sağlığı, insan sağlığının ayrılmaz ve temel bir bileşenidir. Uygunsuz yeme davranışları gibi sağlığı desteklemeyen alışkanlıklar, ruh sağlığı sorunları ile ilişkilendirilebilir. Bilimsel çalışmalar, beyin fonksiyonlarının ve iyi oluşun korunması için sağlıklı bir yaşam tarzının eşlik ettiği dengeli ve çeşitli bir diyetin, uygun yeme davranışlarıyla entegrasyonunun gerekliliğini desteklemektedir (Muscaritoli, 2021). Ruhsal bozuklukları olan bireylerde yeme bozuklukları ve düzensiz yeme prevalansının ruhsal bozukluğu olmayan bireylere göre daha yüksek olduğu vurgulanmaktadır (Sankaranarayanan vd., 2021; Fornaro vd., 2021). Kronik ruhsal bozukluğa sahip olan bireyler hastalığın doğası ve tedavinin getirdiği değişim ve güçlükler ile fiziksel ve ruhsal sağlıklarını etkileyebilecek bir dizi unsurla karşı karşıya kalmaktadırlar. Örneğin, depresyon, anksiyete ve şizofreni gibi ruhsal bozukluklar, iştah değişikliklerine ve kilo değişimlerine neden olabilmektedir. Yeme davranışındaki bozulmaların, ruhsal bozukluğu olan bireylerde obezite ve kardiyovasküler hastalıklara yol açabildiği (Elman vd., 2006), antipsikotik ilaçların kullanımı ve hastalık yükünün stres seviyelerini

yükseltmesi (Dipasquale vd., 2013) sonucu etkisiz bir baş etme yolu olarak gereksinimden fazla beslenmenin bireylerde artan beden kütle indeksi (BKİ) nedeniyle bireylerde olumsuz beden imajına ve düşük psikolojik iyi oluşa neden olduğu gösterilmektedir (Geliebter ve Aversa, 2003). Kronik ruhsal bozukluğa sahip olan bireyler arasında, ruhsal bozukluğu olmayan bireylere göre daha erken mortalite ve daha yüksek obezite prevalanslarının olduğu bildirilmiştir (Teasdale vd., 2019; Holt, 2019). Kronik ruhsal bozuklukları olan bireyler için uygun yeme davranışları hem fiziksel hem de ruhsal sağlığın korunması ve iyileştirilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle, bireylere yeme davranışı konusunda sağlıklı alışkanlıklar geliştirme ve sürdürme konusunda destek sağlamak önemlidir. Ayrıca, ruh sağlığı profesyonelleri, multidisipliner yaklaşımlar aracılığı ile bireylerin yeme davranışları üzerinde olumsuz etkileri değerlendirmeli ve uygun tedavi, destek ve bakımı sağlamalıdır.

KAYNAKLAR

- Allen, K. L., Byrne, S. M., Forbes, D., & Oddy, W. H. (2009). Risk factors for full-and partial-syndrome early adolescent eating disorders: a population-based pregnancy cohort study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 48(8), 800-809.
- Bemporad, J. R. (1996). Self-starvation through the ages: Reflections on the pre-history of anorexia nervosa. *International Journal of Eating Disorders*, 19(3), 217-237.
- Benelam, B. (2009). Satiating, satiety and their effects on eating behaviour. *Nutrition bulletin*, 34(2), 126-173.
- Bozan, N. (2009). *Hollanda yeme davranışı (DEBQ) anketinin Türk üniversite öğrencilerinde geçerlik ve güvenilirliğinin sınanması* (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Burgess, E. E., Turan, B., Lokken, K. L., Morse, A., & Boggiano, M. M. (2014). Profiling motives behind hedonic eating. Preliminary validation of the Palatable Eating Motives Scale. *Appetite*, 72, 66-72.
- Burrows, T., Kay-Lambkin, F., Pursey, K., Skinner, J., & Dayas, C. (2018). Food addiction and associations with mental health symptoms: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 31(4), 544-572.
- Cohen, D. A., & Babey, S. H. (2012). Contextual influences on eating behaviours: heuristic processing and dietary choices. *Obesity Reviews*, 13(9), 766-779.
- Cohen, D. A., & Farley, T. A. (2008). Eating as an automatic behavior. *Preventing Chronic Disease*, 5(1), 1-7.
- de Ridder, D., Kroese, F., Evers, C., Adriaanse, M., & Gillebaart, M. (2017). Healthy diet: Health impact, prevalence, correlates, and interventions. *Psychology & health*, 32(8), 907-941.
- Dhandevi, P. E. M., & Jeewon, R. (2015). Fruit and vegetable intake: Benefits and progress of nutrition education interventions-narrative review article. *Iranian journal of public health*, 44(10), 1309.

- Dipasquale, S., Pariante, C. M., Dazzan, P., Aguglia, E., McGuire, P., & Mondelli, V. (2013). The dietary pattern of patients with schizophrenia: a systematic review. *Journal of psychiatric research, 47*(2), 197-207.
- Elman, I., Borsook, D., & Lukas, S. E. (2006). Food intake and reward mechanisms in patients with schizophrenia: implications for metabolic disturbances and treatment with second-generation antipsychotic agents. *Neuropsychopharmacology, 31*(10), 2091-2120.
- Engel, S. G., Wonderlich, S. A., Crosby, R. D., Mitchell, J. E., Crow, S., Peterson, C. B., Le Grange, D., Simonich, H.K., Cao, L., Lavender, J.M., & Gordon, K. H. (2013). The role of affect in the maintenance of anorexia nervosa: evidence from a naturalistic assessment of momentary behaviors and emotion. *Journal of abnormal psychology, 122*(3), 709.
- Espeset, E. M., Gulliksen, K. S., Nordbø, R. H., Skårderud, F., & Holte, A. (2012). The link between negative emotions and eating disorder behaviour in patients with anorexia nervosa. *European Eating Disorders Review, 20*(6), 451-460.
- Evers, C., Dingemans, A., Junghans, A. F., & Boevé, A. (2018). Feeling bad or feeling good, does emotion affect your consumption of food? A meta-analysis of the experimental evidence. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 92*, 195-208.
- Fornaro, M., Daray, F. M., Hunter, F., Anastasia, A., Stubbs, B., De Berardis, D., Shin, J.I., Husain, M.I., Dragioti, E., Fusar-Poli, P., Solmi, M., Berk, M., Vieta, E., & Carvalho, A. F. (2021). The prevalence, odds and predictors of lifespan comorbid eating disorder among people with a primary diagnosis of bipolar disorders, and vice-versa: systematic review and meta-analysis. *Journal of affective disorders, 280*, 409-431.
- Galmiche, M., Déchelotte, P., Lambert, G., & Tavolacci, M. P. (2019). Prevalence of eating disorders over the 2000–2018 period: a systematic literature review. *The American journal of clinical nutrition, 109*(5), 1402-1413.

- Garcia, S. C., Mikhail, M. E., Keel, P. K., Burt, S. A., Neale, M. C., Boker, S., & Klump, K. L. (2020). Increased rates of eating disorders and their symptoms in women with major depressive disorder and anxiety disorders. *International Journal of Eating Disorders*, 53(11), 1844-1854.
- Geliebter, A., & Aversa, A. (2003). Emotional eating in overweight, normal weight, and underweight individuals. *Eating behaviors*, 3(4), 341-347.
- Herman, C. P., & Polivy, J. (2004). The self-regulation of eating. *Handbook of self-regulation*, 492-508.
- Herpertz-Dahlmann, B., Wille, N., Hölling, H., Vloet, T. D., Ravens-Sieberer, U., & BELLA Study Group. (2008). Disordered eating behaviour and attitudes, associated psychopathology and health-related quality of life: results of the BELLA study. *European child & adolescent psychiatry*, 17, 82-91.
- Holt, R. I. (2019). The management of obesity in people with severe mental illness: an unresolved conundrum. *Psychotherapy and psychosomatics*, 88(6), 327-332.
- Karaman, E. E., & Çetinkaya, N. (2020). Gıda tercihinde duyuların rolü: tat duyusunun tat testi ile demografik özelliklere göre farklılığının tespiti. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 883-898.
- Kärkkäinen, U., Mustelin, L., Raevuori, A., Kaprio, J., & Keski-Rahkonen, A. (2018). Do disordered eating behaviours have long-term health-related consequences?. *European Eating Disorders Review*, 26(1), 22-28.
- Khazaal, Y., Fresard, E., Rabia, S., Chatton, A., Rothen, S., Pomini, V., Grasset, F., Borgeat, F., & Zullino, D. (2007). Cognitive behavioural therapy for weight gain associated with antipsychotic drugs. *Schizophrenia research*, 91(1-3), 169-177.
- Koudrat, Y., Amad, A., Stubbs, B., Louhou, R., Renard, N., Diouf, M., Lalau, J.D., & Loas, G. (2018). Disordered eating behaviors as a potential obesogenic factor in schizophrenia. *Psychiatry Research*, 269, 450-454.

- Lazarevich, I., Irigoyen-Camacho, M. E., & del Consuelo Velázquez-Alva, M. (2013). Obesity, eating behaviour and mental health among university students in Mexico City. *Nutricion hospitalaria*, 28(6), 1892-1899.
- Lowe, M. R., & Butryn, M. L. (2007). Hedonic hunger: a new dimension of appetite?. *Physiology & behavior*, 91(4), 432-439.
- Martin, K., Woo, J., Timmins, V., Collins, J., Islam, A., Newton, D., & Goldstein, B. I. (2016). Binge eating and emotional eating behaviors among adolescents and young adults with bipolar disorder. *Journal of affective disorders*, 195, 88-95.
- Meule, A., & Vögele, C. (2013). The psychology of eating. *Frontiers in psychology*, 4, 215.
- Morgan, V. A., Waterreus, A., Carr, V., Castle, D., Cohen, M., Harvey, C., Galletly, C., Mackinnon, A., McGorry, P., McGrath, J.J., Neil, A.L., Saw, S., Badcock, J.C., Foley, D.L., Waghorn, G., Coker S., & Jablensky, A. (2017). Responding to challenges for people with psychotic illness: Updated evidence from the Survey of High Impact Psychosis. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 51(2), 124-140.
- Mueller-Stierlin, A. S., Peisser, A., Cornet, S., Jaeckle, S., Lehle, J., Moerkl, S., & Teasdale, S. B. (2022). Exploration of Perceived Determinants of Disordered Eating Behaviors in People with Mental Illness—A Qualitative Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1), 442.
- Muscaritoli, M. (2021). The impact of nutrients on mental health and well-being: insights from the literature. *Frontiers in nutrition*, 97.
- Nagata, J. M., Garber, A. K., Tabler, J., Murray, S. B., Vittinghoff, E., & Bibbins-Domingo, K. (2018). Disordered eating behaviors and cardiometabolic risk among young adults with overweight or obesity. *International Journal of Eating Disorders*, 51(8), 931-941.
- Nicholls, W., Devonport, T. J., & Blake, M. (2016). The association between emotions and eating behaviour in an obese population with binge eating disorder. *Obesity reviews*, 17(1), 30-42.

- Palascha, A., van Kleef, E., de Vet, E., & van Trijp, H. C. (2021). Internally regulated eating style: a comprehensive theoretical framework. *British Journal of Nutrition*, *126*(1), 138-150.
- Polivy, J., Coleman, J., & Herman, C. P. (2005). The effect of deprivation on food cravings and eating behavior in restrained and unrestrained eaters. *International Journal of Eating Disorders*, *38*(4), 301-309.
- Pursey, K. M., Collins, C. E., Stanwell, P., & Burrows, T. L. (2015). Foods and dietary profiles associated with 'food addiction' in young adults. *Addictive behaviors reports*, *2*, 41-48.
- Ragelienė, T., & Grønhøj, A. (2020). The influence of peers' and siblings' on children's and adolescents' healthy eating behavior. A systematic literature review. *Appetite*, *148*, 104592.
- Ramón-Arbués, E., & JM, G. L. (2019). Eating behavior and relationships with stress, anxiety, depression and insomnia in university students. *Nutricion hospitalaria*, *36*(6), 1339-1345.
- Rappoport, L. (2010). *How we eat: appetite, culture, and the psychology of food*. Ecw Press.
- Sankaranarayanan, A., Johnson, K., Mammen, S. J., Wilding, H. E., Vasani, D., Murali, V., Mitchison, D., Castle, D.J., & Hay, P. (2021). Disordered eating among people with schizophrenia spectrum disorders: a systematic review. *Nutrients*, *13*(11), 3820.
- Silén, Y., Sipilä, P. N., Raevuori, A., Mustelin, L., Marttunen, M., Kaprio, J., & Keski-Rahkonen, A. (2020). DSM-5 eating disorders among adolescents and young adults in Finland: A public health concern. *International Journal of Eating Disorders*, *53*(5), 790-801.
- Simon Kurpad, S., George, S. A., & Srinivasan, K. (2010). Binge eating and other eating behaviors among patients on treatment for psychoses in India. *Eating and Weight Disorders-Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*, *15*, e136-e143.
- Stogios, N., Smith, E., Asgariroozbehani, R., Hamel, L., Gdanski, A., Selby, P., Sockalingam, S., Graff-Guerrero, A., Taylor, V.H., Agarwal, S.M., & Hahn, M. K. (2020). Exploring patterns of

disturbed eating in psychosis: a scoping review. *Nutrients*, 12(12), 3883.

- Sultson, H., Kukk, K., & Akkermann, K. (2017). Positive and negative emotional eating have different associations with overeating and binge eating: Construction and validation of the Positive-Negative Emotional Eating Scale. *Appetite*, 116, 423-430.
- Taylor, J. P., Evers, S., & McKenna, M. (2005). Determinants of healthy eating in children and youth. *Canadian journal of public health= Revue canadienne de santé publique*, 96(Suppl 3), S22.
- Teasdale, S. B., Ward, P. B., Samaras, K., Firth, J., Stubbs, B., Tripodi, E., & Burrows, T. L. (2019). Dietary intake of people with severe mental illness: systematic review and meta-analysis. *The British Journal of Psychiatry*, 214(5), 251-259.
- Tezcan, B. (2009). Obez bireylerde benlik saygısı, beden algısı ve travmatik geçmiş yaşantılar. *Uzmanlık Tezi, TC Sağlık Bakanlığı Bakırköy Prof. Dr. Mazhar Osman Ruh Sağlığı ve Sinir Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul.*
- Tuncer, G. Z., & Duman, Z. Ç. (2020). An examination of emotional eating behavior in individuals with a severe mental disorder. *Archives of Psychiatric Nursing*, 34(6), 531-536.
- van Strien, T., Kontinen, H., Homberg, J. R., Engels, R. C., & Winkens, L. H. (2016). Emotional eating as a mediator between depression and weight gain. *Appetite*, 100, 216-224.
- Verhoeven, A. A., Adriaanse, M. A., de Vet, E., Fennis, B. M., & de Ridder, D. T. (2015). It's my party and I eat if I want to. Reasons for unhealthy snacking. *Appetite*, 84, 20-27.
- Vögele, C., & Gibson, E. L. (2010). Mood, emotions, and eating disorders.
- Wade, T. D., Wilksch, S. M., & Lee, C. (2012). A longitudinal investigation of the impact of disordered eating on young women's quality of life. *Health Psychology*, 31(3), 352.
- World Health Organization (2017). Mental Health. Mental disorders. http://www.who.int/mental_health/management/en/

Yoon, C., Jacobs Jr, D. R., Duprez, D. A., Neumark-Sztainer, D., Steffen, L. M., & Mason, S. M. (2019). Problematic eating behaviors and attitudes predict long-term incident metabolic syndrome and diabetes: The Coronary Artery Risk Development in Young Adults Study. *International Journal of Eating Disorders*, 52(3), 304-308.



IKSAD
Publishing House



ISBN: 978-625-367-435-9