

TÜRKİYE VE DÜNYADA BESLENME VE DİYETETİK

Editör: Prof.Dr. Didem ÖNAY DERİN

yaz
yayınları

Türkiye ve Dünyada Beslenme ve Diyetetik

Editör

Prof.Dr. Didem ÖNAY DERİN

yaz
yayınları

2025

Türkiye ve Dünyada Beslenme ve Diyetetik

Editör: Prof.Dr. Didem ÖNAY DERİN

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8678-53-6

Aralık 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Sürdürülebilir Gıda Sistemleri ve Gezegensel Beslenme

Zeynep Görkem CERİT, Şeyma SÜNBÜL

Yanıkta Nutrisyon Tedavisi.....

Şeyma GÜLİSTAN, Ayşegül BAYRAMOĞLU

Adaptif Beslenme.....

Bilge EREN, Ayşegül BAYRAMOĞLU

Obezite ve Yeme Davranış Problemine Yönelik Dijital Destekli Müdahalelerin Rolü.....

Sedat COŞKUNSU

Gece Yeme Davranışı ve Metabolik Sağlık: Yeme Davranışı, Glisemik Kontrol ve İnsülin Duyarlılığı Arasındaki Etkileşim.....

Betül ARSLANER, Didem ÖNAY DERİN

Şeker ve Tatlandırıcı Tüketiminin Sağlık Üzerine Etkileri

Büşra KARAOĞLU, Yasemin ERSOY

Çatalımızda Devrim (ENTOMOFAJİ)

Dilara ERGEN, Didem ÖNAY DERİN

Serotonin, Nutrition, and Metabolism.....

Ayşe Semra AKSOY, Seray ÖZVATAN

Gıda Etiketleme

Murat GÜNER

**Klinik ve Fonksiyonel Beslenmede Kolostrumun Güncel
Kullanımı.....**

Bircan ULAŞ KADIOĞLU

**Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar İçeren Gıdaların İnsan
Sağlığı Üzerine Etkisi.....**

Büşra KARAOĞLU, Tuğba DEMİRİZ YÜCER

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

SÜRDÜRÜLEBİLİR GIDA SİSTEMLERİ VE GEZEĞENSEL BESLENME

Zeynep Görkem CERİT¹

Şeyma SÜNBÜL²

1. GİRİŞ

Küresel gıda sistemleri günümüzde çevresel, ekonomik ve halk sağlığı açısından önemli bir dönüşüm baskısı altındadır. Dünya nüfusunun 2050 yılında 9,7 milyara ulaşacağı öngörülmekte olup mevcut üretim modelleri bu artan talebi karşılamaya çalışırken toprak, su ve enerji kaynakları üzerinde ciddi baskı oluşturmaktadır (FAO, 2018). Tarım ve gıda sektörü, küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık üçte birinden sorumludur; bu emisyonlar ağırlıklı olarak tarımsal üretim, hayvancılık, işleme, ambalajlama ve nakliye gibi süreçlerden kaynaklanmaktadır (IPCC, 2022). Artan sentetik girdi kullanımı, toprak verimliliğinin azalması, su kaynaklarının tükenmesi ve biyoçeşitlilik kayıpları mevcut üretim modellerinin sürdürülebilirlik açısından sınırlarına ulaştığını göstermektedir (Rockström ve ark., 2020).

Sürdürülebilir gıda sistemleri yalnızca çevresel etkilerin azaltılmasını değil, aynı zamanda halk sağlığının korunmasını ve güvenli, besleyici gıdaya erişimin iyileştirilmesini de amaçlamaktadır. Yüksek karbon ayak izine sahip diyet örüntülerinin obezite, kardiyovasküler hastalıklar ve diyabet gibi

¹ Öğr. Gör. Zeynep Görkem CERİT, Ankara Üniversitesi Kalecik Meslek Yüksek Okulu Gıda Teknolojisi Programı, ORCID: 0000-0003- 3955-9584.

² Öğr. Gör. Dr. Şeyma SÜNBÜL, Ankara Üniversitesi Kalecik Meslek Yüksek Okulu Gıda Teknolojisi Programı, ORCID: 0000-0002-3333-7203.

bulaşıcı olmayan hastalıklarla ilişkili olduğu gösterilmektedir (Willett ve ark., 2019). Ayrıca dünya genelinde üretilen gıdanın yaklaşık üçte birinin kaybedilmesi veya israf edilmesi, hem ekonomik hem çevresel kayıplara yol açmaktadır (FAO, 2011). Bu nedenle üretim-tüketim zincirinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir. Bu çalışma, sürdürülebilir gıda sistemlerinin temel bileşenlerini, gıda endüstrisinde uygulanan sürdürülebilir üretim tekniklerini, beslenme bilimi yaklaşımlarını ve gıda güvenliği politikalarını bütüncül bir çerçevede ele almayı amaçlamaktadır. Gıda zincirinin tüm aşamalarında çevresel etkinin azaltılması, besin kayıplarının en aza indirilmesi, sağlıklı beslenmenin desteklenmesi ve gıda teknolojilerinin sürdürülebilirlik odaklı iyileştirilmesi çalışmanın ana hedefleridir.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR GIDA SİSTEMLERİNİN BİLEŞENLERİ

Sürdürülebilir gıda sistemleri, doğal kaynak kullanımını optimize eden, çevresel baskıları azaltan, ekonomik uygulanabilirliği destekleyen ve toplumun güvenli, besleyici gıdaya erişimini güvence altına alan bütüncül yapılardır (FAO, 2018). Bu sistemler, üretimden tüketime kadar tüm süreçleri kapsar ve gıda zincirindeki her aşamayı sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda değerlendirmeyi gerektirir. Arazi ve su kullanımının etkin yönetimi, sera gazı emisyonlarının azaltılması, toprak sağlığının iyileştirilmesi ve biyolojik çeşitliliğin korunması sürdürülebilir üretim sistemlerinin temel bileşenleridir (Rockström ve ark., 2020). Aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirlik de önemlidir; sistemlerin hem üretici hem tüketici açısından erişilebilir ve uygulanabilir olması beklenir. Bu çok boyutlu yaklaşım, hem çevresel hem sosyal hem de ekonomik

hedefleri dengeler ve gıda sistemlerinin uzun vadeli dayanıklılığını destekler.

2.1. Tarımsal Üretimde Sürdürülebilirlik

Tarımsal üretimde sürdürülebilirlik, doğal kaynakların tükenmesini önlerken ekosistem hizmetlerini korumayı ve uzun vadeli üretim kapasitesini sürdürmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu sistemler, toprak kalitesinin korunması, su kaynaklarının etkin yönetimi, biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi ve sera gazı salımlarının azaltılması gibi çok yönlü hedefleri içerir. Rejeneratif tarım; toprak organik maddesinin artırılması, karbon sekestrasyonunun desteklenmesi, erozyonun azaltılması ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi hedefleriyle sürdürülebilirlik açısından giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Lal, 2020). Entegre zararlı yönetimi (IPM) ve hassas tarım teknikleri ise pestisit kullanımını azaltarak çevresel etkiyi minimize eder; sensör ve veri temelli uygulamalar sayesinde su, gübre ve enerji kullanımı optimize edilir (Tilman ve ark., 2002). Organik tarım sistemlerinde kimyasal girdilerin sınırlı olması toprak ve su kaynaklarının korunmasına katkı sağlar (Seufert ve ark., 2012). Genel olarak sürdürülebilir tarım, gıda güvenliğini destekleyen, çiftçi refahını artıran ve ekosistem bütünlüğünü koruyan uzun vadeli üretim stratejilerinin temelini oluşturur.

2.2. Hayvancılık ve Bitkisel Protein Kaynakları

Hayvancılık sektörü, sera gazı emisyonları, arazi kullanımı ve ekosistem baskıları nedeniyle sürdürülebilirlik tartışmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %14,5'inin hayvansal üretimden kaynaklandığı ve bu emisyonların büyük bölümünün metan (CH₄) ve diazot monoksit (N₂O) gibi güçlü sera gazlarından oluştuğu bildirilmektedir (IPCC, 2022; FAO, 2018). Özellikle yem üretimi için yapılan ormansızlaşma, karbon tutulum

kapasitesinin azalmasına ve iklim değişikliğinin hızlanmasına katkıda bulunmaktadır (Rockström ve ark., 2020).

Bitkisel protein kaynakları; baklagiller, tahıllar, yağlı tohumlar ve mikroorganizma temelli ürünler gibi geniş bir yelpaze sunmakta olup, hayvansal proteinlere kıyasla çok daha düşük çevresel etkiye sahiptir. Baklagillerin azot fiksasyonu yoluyla toprak verimliliğine katkıda bulunması ve düşük sera gazı emisyonuna sahip olması, onları sürdürülebilir protein üretiminde öne çıkarmaktadır (Springmann ve ark., 2018). Yeni nesil alternatif protein kaynakları arasında bitki bazlı et muadilleri, mikroalgler, böcek proteini ve fermente bitkisel protein ürünleri yer almaktadır. Mikroalgler; hızlı büyüme yeteneği, yüksek protein içeriği ve düşük arazi gereksinimi nedeniyle çevresel açıdan avantajlıdır (Bleakley & Hayes, 2021). Fermente bitkisel protein ürünlerinde antinutrient bileşiklerin azalması ve sindirilebilirliğin artması avantaj sağlamaktadır (Patel ve ark., 2025). Böcek proteini ise yüksek yem dönüşüm oranı ve düşük karbon ayak izi ile geleceğin sürdürülebilir protein kaynakları arasında değerlendirilmektedir. Hayvansal üretimin çevresel etkilerini azaltmak ve iklim dostu gıda sistemlerine geçişi desteklemek için bitkisel ve yenilikçi alternatif protein kaynaklarının yaygınlaştırılması önemli bir strateji olarak görölmektedir.

3. GIDA MÜHENDİSLİğİ PERSPEKTİFİNDEN SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM TEKNİKLERİ

Gıda mühendisliği, sürdürülebilir gıda sistemlerinin geliştirilmesinde temel bir disiplin olup üretim süreçlerinin enerji verimliliği, su kullanımı, atık oluşumu, gıda güvenliği ve çevresel etki optimizasyonu doğrudan mühendislik tasarımlarına bağlıdır. Endüstriyel gıda üretimi; ısıtma işlemler, kurutma, ekstraksiyon, fermentasyon, soğutma, depolama ve ambalajlama gibi çok

aşamalı proseslerden oluşur. Bu süreçlerde enerji tüketiminin azaltılması, hammadde kullanımının optimize edilmesi ve atıkların geri kazanımı sürdürülebilir gıda sistemlerine geçişte kritik öneme sahiptir (Augustin ve ark., 2016). Modern gıda mühendisliği uygulamaları, hem ürün güvenliğini hem de çevresel verimliliği artırmaya yönelik yenilikçi çözümleri içermektedir.

3.1. Enerji Verimliliği ve Proses Optimizasyonu

Gıda işletmelerinde toplam enerji tüketiminin büyük bir kısmı ısıl işlemlere bağlıdır. Pastörizasyon, sterilizasyon, buharlaştırma ve kurutma gibi enerji yoğun işlemlerde sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için proses optimizasyonu ve enerji yönetimi giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Isıl işlemlerin optimize edilmesi amacıyla matematiksel modelleme, gelişmiş proses kontrol sistemleri, sensör teknolojileri ve veri analitiği kullanılmaktadır (Fellows, 2017). Bu yaklaşımlar hem mikrobiyal güvenliği korumakta hem de gereksiz enerji kayıplarını azaltmaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim hatlarına entegrasyonu (örneğin güneş enerjili kurutma sistemleri, biyogaz destekli ısıl sistemler) karbon ayak izini önemli ölçüde düşürmektedir. Atık ısı geri kazanımı, enerji verimliliği açısından öne çıkan bir diğer mühendislik çözümüdür. Özellikle süt endüstrisi gibi yüksek hacimli işletmelerde eşanjör sistemleri aracılığıyla proseslerde ortaya çıkan ısıнын başka üretim aşamalarında yeniden kullanılması enerji kullanımını %20–30 oranında azaltabilmektedir (Ramírez ve ark., 2006).

3.2. Gıda Atığı ve Yan Ürünlerin Değerlendirilmesi

Gıda endüstrisinde oluşan atıklar, sürdürülebilirlik açısından hem ekonomik hem de çevresel sorunlara yol açmaktadır. Ancak modern süreç teknolojileri sayesinde bu atıklar katma değerli bileşenlere dönüştürülebilmektedir. Meyve

ve sebze posaları, kabuklar ve çekirdekler; fenolik bileşikler, pigmentler, diyet lifi ve mineraller açısından zengindir. Ekstraksiyon, membran filtrasyonu, süperkritik akışkan ekstraksiyonu ve enzimatik hidroliz gibi teknolojilerle bu atıklardan doğal antioksidanlar, prebiyotikler, gıda katkı maddeleri ve fonksiyonel bileşenler elde edilebilmektedir (Patel ve ark., 2025). Böylece hem atık miktarı azalmakta hem de ekonomik değer yaratılmaktadır. Ayrıca yan ürünlerin hayvan yeminde, biyopolimer üretiminde, biyogaz ve biyoyakıt elde edilmesinde kullanılması döngüsel ekonomi yaklaşımının önemli bir bileşenidir. Modern sürdürülebilirlik araştırmaları, gıda atıklarının biyorefinery sistemleriyle işlenmesinin gelecek yıllarda kritik bir üretim modeli olacağını göstermektedir (Jones & Mohanty, 2022).

3.3. Sürdürülebilir Ambalajlama Teknolojileri

Ambalajlama, gıda kalitesinin korunması ve raf ömrünün uzatılması açısından kritik olsa da geleneksel plastik ambalajlar çevre üzerinde önemli bir yük oluşturmaktadır. Bu nedenle biyopolimer esaslı ambalajlar sürdürülebilir gıda sistemlerinin önemli bir bileşeni haline gelmiştir. Nişasta, selüloz, pektin, kitosan ve polilaktik asit (PLA) temelli biyopolimerler hem biyobozunur olmaları hem de fosil kaynaklara olan bağımlılığı azaltmaları nedeniyle sürdürülebilir alternatifler sunmaktadır (Siracusa, 2008). Bunun yanında yenilikçi ambalajlama teknolojileri giderek önem kazanmaktadır:

Aktif ambalajlar: Antimikrobiyal, antioksidan veya nem tutucu bileşenler içererek raf ömrünü uzatır.

Akıllı ambalajlar: Sıcaklık, tazelik, pH veya oksijen değişimlerine duyarlı göstergeler içerir ve gıda güvenliğini artırır.

Yenilebilir ambalajlar: Protein, polisakkarit veya lipit bazlı yenilebilir film ve kaplamalardan oluşur.

4. GEZEGENSEL BESLENME (PLANETARY HEALTH DIET) YAKLAŞIMI

Mevcut gıda sisteminin hem bulaşıcı olmayan hastalıklar hem de iklim değişikliği üzerindeki etkisi göz önünde bulundurulduğunda, çevresel sürdürülebilirliği destekleyen sağlıklı bir diyet modeline geçişin gerekliliği açıktır (Willet et al., 2019). Bu bağlamda EAT-Lancet Komisyonu tarafından önerilen Gezegen Sağlığı Diyeti (Planetary Health Diet; GSD), bireylerin sağlık hedefleri ile gezegenin ekolojik sınırları arasında denge kurmayı amaçlayan bütüncül bir beslenme yaklaşımıdır (Verkerk, 2019). GSD, özellikle Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) ve Paris Anlaşması ile uyumlu olup, sürdürülebilir gıda üretim-tüketim sistemlerine geçişte yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır (EAT-Lancet Commission, 2022). Gezegen Sağlığı Diyetinin sürdürülebilirlik açısından en önemli katkılarından biri, küresel gıda israfını azaltma potansiyeli ve tarımsal kaynakların daha verimli kullanımına olan etkisidir (Blackstone & Conrad, 2020). Ayrıca, yüksek hayvansal protein tüketimiyle ilişkili sera gazı emisyonlarının azaltılmasına önemli ölçüde katkı sağladığı bildirilmektedir. Diyet, özellikle kırmızı et ve rafine şeker tüketiminin azaltılmasını; sebze, meyve, tam tahıl, baklagil, yağlı tohum ve sağlıklı yağ tüketiminin artırılmasını temel alır. Bu yönleriyle ağırlıklı olarak bitki bazlı bir yapıya sahiptir (Stubbendorff et al., 2022).

Gezegen Sağlığı Diyeti, içerik açısından Akdeniz diyetine benzerlik gösterse de bazı önemli noktalarda farklılaşmaktadır. Akdeniz diyetinde balık ve deniz ürünlerine daha fazla yer verilirken, GSD'de bu ürünler daha sınırlı miktarlarda önerilmektedir. Ayrıca GSD'de kırmızı et tüketimi Akdeniz diyetine kıyasla daha düşük seviyelerde tutulur; bu durum özellikle sera gazı emisyonlarının azaltılması açısından önemlidir (Pérez-Martínez et al., 2019). GSD'nin küresel düzeyde uygulanmasının, insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinin yanı

sıra, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayarak SKH 12 (Sorumlu Üretim ve Tüketim) ve SKH 13 (İklim Eylemi) hedeflerinin gerçekleştirilmesine destek olacağı öngörülmektedir. Örneğin SKH 13.3'te belirtilen iklim değişikliği ile mücadele kapsamında eğitim, farkındalık ve kurumsal kapasite geliştirilmesi hedefi ile SKH 12.8'de yer alan "2030'a kadar sürdürülebilir yaşam biçimlerine yönelik bilgi ve farkındalığın artırılması" maddeleri, sürdürülebilir diyetlerin önemini açıkça vurgulamaktadır. Dolayısıyla GSD, yalnızca bireysel beslenme alışkanlıkları için değil; aynı zamanda küresel çevre politikaları açısından da stratejik bir araçtır. Sonuç olarak, Gezegen Sağlığı Diyeti; insan sağlığını destekleyen, çevresel etkiyi azaltan ve küresel gıda sistemlerinin daha sürdürülebilir bir yapıya kavuşmasına katkı sunan bütüncül bir beslenme modeli olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir diyet örüntülerinin benimsenmesi hem halk sağlığının geliştirilmesi hem de ekosistemlerin korunması açısından kritik bir öneme sahiptir.

5. GIDA GÜVENLİĞİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İLİŞKİSİ

Sürdürülebilir gıda sistemleri yalnızca çevresel ve ekonomik bileşenleri değil, aynı zamanda gıda güvenliği boyutunu da kapsamaktadır. Gıda güvenliği; gıdaya fiziksel, ekonomik ve sosyal erişimi, gıdanın yeterli, güvenli ve besleyici olmasını ve bu özelliklerin sürekliliğini ifade eder. Günümüzde küresel gıda güvenliğini tehdit eden başlıca unsurlar arasında antimikrobiyal direnç (AMR), iklim değişikliğinin etkileri, doğal afetler, pandemiler ve tedarik zinciri kırılmalıkları bulunmaktadır (FAO, 2020). Bu risklerin her biri sürdürülebilir üretim ve tüketim sistemleri ile doğrudan ilişkilidir. Yoğun hayvancılık uygulamaları ve bilinçsiz antibiyotik kullanımı,

antimikrobiyal dirençli mikroorganizmaların yayılmasına neden olarak hem insan sağlığını hem de gıda üretim sistemlerinin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. AMR, gıda kaynaklı enfeksiyonların tedavisini zorlaştırmakta; üretim kayıpları, sağlık harcamalarının artması ve uluslararası ticaretin olumsuz etkilenmesi gibi çok boyutlu sonuçlar doğurmaktadır (O'Neill, 2016). Bu nedenle sürdürülebilir gıda sistemleri, antibiyotik kullanımının azaltılması, hayvan refahının artırılması ve biyogüvenlik önlemlerinin güçlendirilmesi gibi stratejileri içermelidir.

İklim değişikliği de gıda güvenliği açısından kritik bir etkidir. Artan sıcaklıklar, değişen yağış rejimleri ve nem oranlarındaki dalgalanmalar; *Salmonella*, *Listeria*, *Campylobacter* ve *Vibrio* gibi patojenlerin yayılımını, çoğalma hızını ve coğrafi dağılımını değiştirmektedir (Duchenne-Moutien ve ark., 2021). Örneğin *Vibrio* enfeksiyonlarının Kuzey Avrupa kıyılarında artması, deniz sıcaklıklarının yükselmesi ile ilişkilendirilmiştir. Bu durum, gıda güvenliği risklerinin artık yalnızca üretim koşullarına değil, küresel iklim süreçlerine de bağlı olduğunu göstermektedir. Bunun yanında, küresel tedarik zincirleri; savaş, pandemi, afetler ve lojistik kesintiler gibi dışsal faktörlere oldukça kırılgandır. Özellikle COVID-19 pandemisi, gıda arz zincirlerinde kırılganlığın boyutlarını ortaya koymuş ve ülkelerin yerel üretim–yerel tüketim modellerine geçiş ihtiyacını güçlendirmiştir. Sürdürülebilir gıda sistemleri bu nedenle, yerelleştirilmiş üretim, çeşitlendirilmiş tedarik kaynakları, dijital izlenebilirlik teknolojileri, soğuk zincir altyapısının geliştirilmesi ve acil durum planlaması gibi stratejilerle tedarik zinciri dayanıklılığını artırmayı amaçlar (Springmann ve ark., 2018).

Genel olarak, gıda güvenliği ve sürdürülebilirlik birbirini tamamlayan iki temel kavramdır. Sürdürülebilirliği sağlamayan bir gıda sistemi uzun vadede güvenli olamayacağı gibi, gıda güvenliği risklerini yönetmeyen bir gıda sistemi de

sürdürülebilirliğini koruyamaz. Bu nedenle AMR kontrolü, iklim değişikliğine uyum, tedarik zinciri dayanıklılığı ve çevresel etkilerin azaltılması hem gıda güvenliği hem de sürdürülebilirlik açısından stratejik önceliklerdir.

6. POLİTİKA, MEVZUAT VE ULUSAL STRATEJİLER

Sürdürülebilir gıda sistemlerinin yaygınlaştırılmasında politika, mevzuat ve stratejik planlamalar kritik bir role sahiptir. Küresel ve ulusal düzeyde geliştirilen politikalar; çevresel etkilerin azaltılması, gıda güvenliğinin güçlendirilmesi, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının teşvik edilmesi ve tarımsal üretimin dayanıklılığının artırılmasını hedefleyen bütüncül yaklaşımlar sunmaktadır.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO), sürdürülebilir gıda sistemlerine yönelik uluslararası politikaların çerçevesini oluşturmaktadır. FAO'nun "Sürdürülebilir Gıda Sistemleri için Eylem Planı" ve WHO'nun çevre, gıda güvenliği ve beslenme odaklı politikaları; ülkelerin sürdürülebilir tarım uygulamaları, gıda kaybı ve israfının azaltılması, sağlıklı diyetlerin teşvik edilmesi ve bütüncül gıda güvenliği sistemlerinin kurulması için rehberlik etmektedir (FAO, 2018; WHO, 2019). Bu kurumlar aynı zamanda ülkelere teknik destek sağlayarak politika uygulamalarının güçlendirilmesini amaçlar.

Avrupa Birliği'ne bağlı Farm to Fork (Çiftlikten Çatala) Stratejisi, üretimden tüketime kadar tüm gıda zincirinde sürdürülebilirliğin artırılmasına yönelik kapsamlı bir yaklaşımdır. Strateji; pestisit ve antibiyotik kullanımının azaltılması, organik tarımın yaygınlaştırılması, sürdürülebilir ambalajlama, karbon ayak izinin azaltılması, tedarik zincirinde şeffaflığın artırılması ve tüketici bilincinin geliştirilmesi gibi hedefleri içermektedir

(European Commission, 2020). Farm to Fork, AB'nin 2050 yılına yönelik "iklim nötr kıta" hedefinin de temel bileşenlerinden biridir.

Türkiye'de de sürdürülebilir gıda ve beslenme politikaları giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Stratejik Planları, "Milli Tarım Projesi", "Gıda Kayıp ve İsrafının Önlenmesi Programı", "Halk Sağlığı ve Beslenme Rehberleri" ve Sağlık Bakanlığı koordinasyonundaki "Türkiye Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı" bu kapsamda yürütülen önemli girişimlerdir. Bununla birlikte Türkiye'de sürdürülebilir gıda politikalarının henüz tam anlamıyla entegre ve çok sektörlü bir yapıya dönüşmediği, üretim-tüketim zincirinin bütününde uygulanabilirliği artıracak kapsamlı bir ulusal eylem planına ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Şahin, 2022). Sürdürülebilir gıda sistemlerinde politika ve mevzuatın etkinliği, hem üretim hem de tüketim boyutlarını kapsayan, çok paydaşlı ve kanıta dayalı stratejilerin uygulanmasına bağlıdır. Uluslararası iş birlikleri, bilimsel kanıtın politika yapımına entegrasyonu ve ulusal düzeyde uzun vadeli eylem planlarının geliştirilmesi, sürdürülebilir gıda sistemlerine geçişte kritik öneme sahiptir.

7. GELECEK PERSPEKTİFLERİ VE ARAŞTIRMA ALANLARI

Sürdürülebilir gıda sistemlerinin geleceği, yenilikçi teknolojilerin gelişimi, veri odaklı üretim modelleri ve çevresel etkilerin minimize edilmesini hedefleyen bütüncül yönetim stratejileri ile şekillenecektir. Bu doğrultuda hücre kültürü eti, karbon-nötr üretim modelleri, sürdürülebilirlik indeksleri ve yapay zekâ temelli süreç optimizasyonları gıda sistemlerinin dönüşümünde ön plana çıkan araştırma alanlarıdır. Hücre kültürü eti, hayvanlardan alınan hücrelerin kontrollü laboratuvar

koşullarında çoğaltılmasıyla elde edilen alternatif bir protein kaynağıdır. Geleneksel hayvansal üretime kıyasla daha düşük karbon ayak izi, daha az arazi kullanımı ve su tüketimi sağlaması nedeniyle geleceğin sürdürülebilir gıda sistemlerinde önemli bir rol üstlenmesi beklenmektedir (Post, 2012). Son yıllarda biyoreaktör teknolojilerinin gelişmesi, serum içermeyen üretim ortamlarının tasarlanması ve maliyetlerin düşürülmesine yönelik biyoteknolojik ilerlemeler, kültür eti ürünlerinin ticarileşme potansiyelini artırmaktadır (Mayhall et al., 2023). Bununla birlikte düzenleyici süreçlerin geliştirilmesi ve tüketici kabulünün artırılması, bu teknolojinin yaygınlaşmasında kritik faktörlerdir.

Karbon-nötr gıda üretim modelleri, üretim süreçlerinde sera gazı emisyonlarının minimize edilmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını ve süreç içi enerji geri kazanımını temel alır. Özellikle et, süt ve tahıl endüstrilerinde biyogaz üretimi, atık ısı geri kazanımı, güneş enerjili prosesler ve düşük enerji tüketimli ekipmanlar sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için kullanılmaktadır (Foley ve ark., 2011). Gelecekte karbon-nötr gıda üretimi, uluslararası sürdürülebilirlik standartlarının temel bir bileşeni haline gelmesi beklenen kapsamlı bir yaklaşımdır.

Sürdürülebilir beslenme ve üretim performansını değerlendirmek için geliştirilen Planetary Health Diet Index (PHDI) gibi ölçme araçları, bireylerin ve toplumların çevresel etkisi düşük, sağlıklı diyetlere ne kadar uyum sağladığını değerlendirmektedir (Willett ve ark., 2019). Gelecekte beslenme kalitesi, çevresel ayak izi, su kullanımı, arazi verimliliği ve ekonomik göstergeleri birlikte değerlendiren daha bütüncül indekslerin geliştirilmesi, politika yapıcılar için etkili karar destek sistemleri oluşturacaktır (Siminiuc et al., 2025). Bu tür indeksler aynı zamanda sürdürülebilir diyet rehberlerinin oluşturulmasında da temel referans olacaktır. Yapay zekâ (AI) ve makine öğrenmesi (ML), gıda üretim zincirinin enerji tüketimi,

hammadde kullanımı, raf ömrü optimizasyonu, atık azaltımı ve kalite kontrol süreçlerinde devrim niteliğinde çözümler sunmaktadır. Sensör tabanlı veri toplama sistemleri, gerçek zamanlı kalite izleme uygulamaları, otomatik üretim kontrolü ve tedarik zinciri yönetiminde kullanılan algoritmalar, hem verimliliği artırmakta hem de çevresel kaynak kullanımını azaltmaktadır (Liakos ve ark., 2018). Gıda güvenliği alanında da yapay zekâ destekli patojen tespit sistemleri ve izlenebilirlik teknolojileri gelecekte kritik bir öneme sahip olacaktır (Ikram et al., 2024). Sürdürülebilir gıda sistemlerinin geleceği, biyoteknoloji, yenilenebilir enerji, veri bilimi ve çevresel izleme teknolojilerinin entegre edildiği çok disiplinli yaklaşımlar ile şekillenecektir. Bu yenilikçi teknolojiler, hem gezegen sağlığını hem de insan sağlığını önceleyen güvenli, verimli ve dirençli gıda sistemlerinin inşa edilmesini mümkün kılacaktır.

8. SONUÇ

Sürdürülebilir gıda sistemleri, çevresel etkilerin azaltılması, sağlıklı beslenme örüntülerinin yaygınlaştırılması ve gıda güvenliğinin güçlendirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu bölümde ele alınan tarımsal sürdürülebilirlik uygulamaları, alternatif protein kaynakları, enerji verimli üretim teknolojileri, biyopolimer ambalaj çözümleri ve gezegensel beslenme modeli, hem insan sağlığını hem de ekosistem bütünlüğünü koruyan bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır. Antimikrobiyal direnç, iklim değişikliğine bağlı gıda güvenliği riskleri ve tedarik zinciri kırılganlıkları sürdürülebilirliğin önündeki temel tehditler olup, bunların yönetimi için bilim temelli politikalar ve çok paydaşlı stratejiler gereklidir. Gelecekte biyoteknolojik yenilikler, yapay zekâ destekli süreç optimizasyonları ve karbon-nötr üretim modelleri, gıda sistemlerinin dönüşümünde belirleyici olacaktır. Tüm bu unsurlar

bir arada değerlendirildiğinde, sürdürülebilir gıda sistemlerinin geliştirilmesi hem günümüz hem de gelecek nesiller için güvenli, besleyici ve çevre dostu bir gıda arzı sağlamanın temel anahtarını oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

- Augustin, M. A., Riley, M., Stockmann, R., Bennett, L., Kahl, A., Leu, S., & Aguilera, J. M. (2016). Role of food processing in food and nutrition security. *Trends in Food Science & Technology*, 56, 115–125. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.08.005>
- Blackstone, N. T., & Conrad, Z. (2020). Comparing the recommended eating patterns of the EAT-Lancet Commission and dietary guidelines for Americans: Implications for sustainable nutrition. *Current Developments in Nutrition*, 4(3), nzaa015.
- Bleakley, S., & Hayes, M. (2021). Algal proteins: Extraction, application, and challenges concerning production. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 404–414. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.031>
- Duchenne-Moutien, R. A., & Neetoo, H. (2021). Climate change and emerging food safety issues: A review. *Journal of Food Protection*, 84(11), 1884–1897. <https://doi.org/10.4315/JFP-21-109>
- EAT-Lancet Commission. (2022). Healthy diets from sustainable food systems: Summary report. <https://eatforum.org/eat-lancet-commission/eat-lancet-commission-summary-report/>
- European Commission. (2020). Farm to Fork Strategy: For a fair, healthy and environmentally-friendly food system. https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en
- FAO. (2011). Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention. <https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>

- FAO. (2018). The future of food and agriculture: Alternative pathways to 2050. <https://www.fao.org/global-perspectives-studies/resources/detail/en/c/1157074/>
- Fellows, P. J. (2017). Food processing technology: Principles and practice (4th ed.). Woodhead Publishing.
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., ... Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478, 337–342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>
- Ikram, A., Mehmood, H., Arshad, M. T., Rasheed, A., Noreen, S., & Gnedeka, K. T. (2024). Applications of artificial intelligence (AI) in managing food quality and ensuring global food security. *CyTA – Journal of Food*, 22(1), 2393287. <https://doi.org/10.1080/19476337.2024.2393287>
- IPCC. (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157926>
- Jones, D., & Mohanty, A. (2022). Valorization of food processing by-products through biorefinery approaches. *Journal of Cleaner Production*, 380, 135064.
- Lal, R. (2020). Regenerative agriculture for food and climate. *Journal of Soil and Water Conservation*, 75(5), 123A–128A. <https://doi.org/10.2489/jswc.2020.0620A>
- Liakos, K. G., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., & Bochtis, D. (2018). Machine learning in agriculture: A review. *Sensors*, 18(8), 2674. <https://doi.org/10.3390/s18082674>
- Mayhall, A. J., Mirliani, A. B., Rittenberg, M. L., Shub, M., White, E. C., Yuen Jr., J. S. K., & Kaplan, D. L. (2022). Simple and effective serum-free medium for sustained

expansion of bovine satellite cells for cell-cultured meat. *Communications Biology*, 5, 466. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03423-8>

O'Neill, J. (2016). Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations. <https://amr-review.org/Publications.html>

Patel, P., Pang, Y. L. J., Choi, W. J., & Wong, A. (2025). Protein extraction and isolation from legumes and algae: An industry primer. *Food and Bioprocess Technology*, 18, 8380–8408. <https://doi.org/10.1007/s11947-025-03958-8>

Pérez-Martínez, P., Huelgas, R. G., & Pérez-Jiménez, F. (2019). Healthy planetary diet: Do we have to rethink the recommendations based on the Mediterranean diet? *Clinica e Investigación en Arteriosclerosis*, 31(5), 218–221.

Post, M. J. (2012). Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. *Meat Science*, 92(3), 297–301. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.008>

Ramírez, C. A., Patel, M., & Blok, K. (2006). From fluid milk to milk powder: Energy use and energy efficiency in the European dairy industry. *Energy*, 31(12), 1984–2004. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2005.10.014>

Rockström, J., Edenhofer, O., Gaertner, J., & DeClerck, F. (2020). Planet-proofing the global food system. *Nature Food*, 1, 3–5. <https://doi.org/10.1038/s43016-019-0010-4>

Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485(7397), 229–232. <https://doi.org/10.1038/nature11069>

Siminiuc, R., Țurcanu, D., Siminiuc, S., & Virlan, A. (2025). Integration of nutritional and sustainability metrics in food security assessment: A scoping review.

- Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Dalla Rosa, M. (2008). Biodegradable polymers for food packaging: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 19(12), 634–643. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.11.009>
- Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., ... Willet, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728), 519–525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- Stubbendorff, A., Sonestedt, E., Ramne, S., Drake, I., Hallström, E., & Ericson, U. (2022). Development of an EAT-Lancet index and its relation to mortality in a Swedish population. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 115(3), 705–716.
- Şahin, K. (2022). Sürdürülebilir gıda politikaları ve tedarik zincirleri (TÜBA Raporları No. 48). Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları.
- Verkerk, R. (2019). EAT-Lancet – Is there such a thing as “one-size-fits-all” sustainability? *Journal of Holistic Healthcare*, 16, 15–22.
- WHO. (2019). Global strategy on health, environment and climate change. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240000377>
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

Ye, Y., Zhou, J., Guan, X., & Sun, X. (2022). Commercialization of cultured meat products: Current status, challenges, and strategic prospects. *Future Foods*, 6, 100177. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100177>

YANIKTA NÜTRİSYON TEDAVİSİ

Şeyma GÜLİSTAN¹

Ayşegül BAYRAMOĞLU²

1. GİRİŞ

Yanık; elektrik, ısı, kimyasal maddeler ya da radyoaktif ışınların etkisi ile oluşan doku harabiyetidir. Termal yanıklar, vücut dokusunun yoğun ısı temasına maruziyeti sonucunda oluşan ve en sık görülen yanık türü olarak değerlendirilmektedir. (Peck, 2011). Yanıklar çok basit şekilde atlatılabileceği gibi, organizmada ciddi stres oluşturarak bireyde anatomik, fizyolojik, endokrinolojik ve immünolojik değişikliklere de yol açabilir (Özcan, 2011.) Ciddi vakalar multidisipliner ve özel tıbbi bakım gerektiren klinik bir tablodur (Özcan & Tuğrul, 2011.). Yanıklar; vücudun hangi kısmını etkilediğine, derinliğine, ve ne kadar geniş bir alanı kapsadığına göre farklı şiddet dereceleriyle sınıflandırılır.

1.1. Birinci Derece Yanık (Yüzeysel Yanık)

Ciltte yalnızca epidermis tabakasını tutan hafif yanıklardır. Bu yanık türünde, cilt üzerinde kızarıklık, çok hafif ağrı ve yanma hissi görülür. Genellikle birkaç gün içerisinde iz bırakmadan iyileşir ve genellikle acil tıbbi müdahale gerektirmez (Ercan, 2025).

¹ Diyetisyen, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, ORCID: 0000-0002-6209-911X.

² Prof. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, ORCID: 0000-0001-8567-807X

1.2. İkinci Derece Yanık (Parsiyel Kalınlıkta Yanık)

Cilt üzerinde epidermisle beraber dermis tabakasının da etkilendiği ve yanığın daha derin olduğu bir yanık türüdür. İkinci derece yanıklar "yüzeyel ikinci derece" ve "derin ikinci derece" yanık olmak üzere kendi içinde de ikiye ayrılır. Yüzeyel ikinci derece yanık vakalarında epidermis tabakası tamamen etkilenirken, dermisin ise yalnızca üst kısmı hasar görür. Yanık alanında genellikle kızarıklık, şiddetli ağrı, su dolu büller ve nemli bir görüntü meydana gelir. Genellikle 7 ile 21 gün arasında iyileşir ve iz bırakma olasılığı oldukça düşüktür. Ancak derin ikinci derece yanıkta epidermin yanında dermisin derin tabakası da tutulmuştur. Derin ikinci derece yanık vakalarında cilt daha soluk, kuru ve sinir uçlarının da hasar görmesinden dolayı çoğunlukla ağrısızdır. Derin yanıklar 21 günden daha uzun sürede iyileşir ve iz bırakma riski çok yüksektir. Bu yanıklar tıbbi müdahale gerektirir hatta gereklilik durumunda cerrahi müdahale (deri grefti) ile tedavi edilebilir (Akkoç & Özdemir, 2019).

1.3. Üçüncü Derece Yanık (Tam Kalınlıkta Yanık)

En ciddi boyuttaki yanık türüdür ve epidermis ve dermis tabakasının yanında subkutan dokunun da tamamı harabiyete maruz kalır. Üçüncü derece yanıklarda cilt dokusu sertleşerek eskar denilen kalın ve ölü hücre doku tabakasını oluşturur. Yanan cilt bölgesinin rengi beyaz, gri veya kömürleşmiş siyah olur. Üçüncü derece yanık vakalarında ağrı hissi çoğunlukla yoktur, çünkü sinir uçları tamamıyla hasar görmüştür. Üçüncü derece yanık yaraları kendi kendine iyileşemez ve cerrahi müdahale (deri grefti) uygulanması gereklidir. Tedavisi oldukça uzundur ve enfeksiyon, organ disfonksiyonu ve sepsis gibi ciddi komplikasyonlara yol açabilecek potansiyeldedir (Ercan, 2025; Akkoç & Özdemir, 2019).

2. YANIK İNSİDANS VE EPİDEMİYOLOJİSİ

Dünya çapında 2021 yılı içerisinde toplam 15.350.000 yeni yanık vakası görülmüş ve yine dünya çapında yanığa bağlı toplam 117.000 ölüm olduğu tespit edilmiştir. Ülkemiz için ise kesin olmayan sonuçlarla beraber 2018 verilerine göre her yıl toplam 200 bin kişinin yanık yaralanmasıyla karşılaştığı ve bu bireylerin ise 15 bininin hastanede veya sağlık kuruluşlarında yatarak tedavi edildiği, yatırılarak tedavi edilen bireylerin de %7,5'nin major yanıklı olduğu yapılan tahminler arasındadır (Bahçe & Öztaş, 2020; Fan vd., 2009) . Batı ülkelerinde yanık insidansı azalmış olsa bile dünya geneline bakıldığında oldukça ciddi bir sağlık sorunu olduğu ve dünya genelinde her yıl ortalama 2,5 milyon kişinin yanıktan etkilendiği bilinmektedir. (Sobotka, 2013; Zor vd., 2009).

2.1. Yanıkta Beslenme Tedavisi

Yanıktan etkilenen hastaların cilt bariyerleri deforme olduğu için çok ciddi sıvı, protein, elektrolit ve mineral kayıpları olmaktadır. Bu hastalarda katabolik durum ile enfeksiyon miktarı artmakta ve bireylerin makro-mikro besin öğeleri ile beraber enerji gereksinimleri de ciddi oranda artış göstermektedir. (Selimoğlu, 2018.) Bu nedenle tıbbi beslenme tedavisi yanık vakalarının tedavisinin ilk anından tedavinin sonuna kadar en temel basamaklardan birini oluşturmaktadır(Rousseau vd., 2013). Vaka hızlıca değerlendirilerek sıvı tedavisi başta olmak üzere vakanın boyutuna ve genel tıbbi durumuna uygun beslenme tedavisi agresif şekilde başlanmalıdır. Beslenmenin planlanmasında, beslenme zamanı, beslenme yolu, kalori ihtiyacının belirlenmesi, enerji açığına göre beslenmenin düzenlenmesi ve beslenme desteği konuları önem kazanmıştır. Bu anlamda bireyin kan değerleri özenle takip edilmeli ve kan değerlerindeki değişimlere göre beslenme tedavisi yön değiştirilmelidir. İlk süreç

için zaman içerisinde beklenen kan değeri değişimleri aşağıda örneklenmiştir;

-İlk saatlerde (0–6 saat) hemokonsantrasyon (kan yoğunluğu) ve laktat artar. Bu durum dokuların yeterli miktarda oksijenlenememesine neden olur. Ayrıca ilk saatlerde hafif hiperkalemi başlama ihtimali vardır.

-6–24 saatte inflamasyon şiddetlenir, beyaz kan hücreleri artar ve sodyum düşebilir. Bireyde gelişen asidoz nedeniyle pH düşer.

-24–48 saatte kapiller kaçak maksimuma ulaşır bu durum albümin miktarını ciddi şekilde azaltır. Ayrıca bu evrede böbrek fonksiyonları kötüleşmeye başlar.

48–72 saatte sıvı dengesizliği düzelmeye başlar ancak lökositoz devam eder ve hiperkalemi normalize olabilir.

-3. gün ve sonrasında (>72 saat) enfeksiyon riski artar ve eğer sepsis gelişirse laktat aşırı yükselebilir. Multiorgan etkileri başlayabilir.

Yanıkta hemoglobin (Hb) için tahmini ortalama değer 17.5 g/dL olabilir ancak olması gereken değer aralığı 13.5-17.5 g/dL şeklindeyir. Değerin yükselmesinin nedeni sıvı kaybı ile beraber gelişen hemokonsantrasyondur (Wurzer vd., 2018; Church, vd., 2006).

Hematokrit (Hct) için tahmini ortalama değer %52 olabilir ancak olması gereken değer aralığı %38-50 şeklindeyir. Bu yükselmenin nedeni de sıvı kaybı ile beraber gelişen hemokonsantrasyondur (Wurzer vd., 2018; Church, vd., 2006).

Beyaz kan hücreleri (WBC) için tahmini ortalama değer 21.000 /mm³ olabilir ancak olması gereken değer aralığı 4.000-10.000 /mm³ şeklindeyir. Değerdeki düşüşün nedeni vücutta gelişen strese verilen yanıtla beraber gelişen enfeksiyon riskidir (Saleh vd., 2018).

Sodyum (Na^+) için tahmini ortalama değer 134 mEq/L olabilir ancak olması gereken değer aralığı 135-145 mEq/L şeklindedir. Bu durum hafif hiponatremiye neden olabilir (Burgess vd., 2022).

Potasyum (K^+) için tahmini ortalama değer 5.6 mEq/L olabilir ancak olması gereken değer aralığı 3.5-5.1 mEq/L şeklindedir. Hücre hasarı nedeniyle bireyde hiperkalemi gelişme riski vardır (Saleh vd., 2018).

Üre (BUN) için tahmini ortalama değer 58 mg/dL olabilir ancak olması gereken değer aralığı 10-20 mg/dL şeklindedir. Değerdeki artış hipovolemi ve kas kaybındaki artış sonucu gelişmektedir (Saleh vd., 2018).

Kreatinin için tahmini ortalama değer 1.7 mg/dL olabilir ancak olması gereken değer aralığı 0.6-1.2 mg/dL şeklindedir. Değerdeki artışın nedeni böbrek perfüzyonundaki azalmaya bağlı gelişir (Saleh vd., 2018).

Albümin için tahmini ortalama değer 2.0 g/dL olabilir ancak olması gereken değer aralığı 3.5-5.0 g/dL şeklindedir. Albümin miktarındaki düşüşün başlıca nedeni kapiller kaçaktaki artıştır (Hüseyin & Öztürk, 2020).

Kan gazı sonucuna göre pH için tahmini ortalama değer 7.28 olabilir ancak olması gereken değer aralığı 7.35-7.45 şeklindedir. Bu durum metabolik asidoza neden olur (Gutierrez & Serrano, 2016).

Bikarbonat (HCO_3^-) değerleri için tahmini ortalama değer 17 mmol/L şeklindedir ancak olması gereken değer aralıkları 22-26 mmol/L şeklindedir. Değerdeki bu düşüş asidozun bir göstergesidir (Gutierrez & Serrano, 2016).

Laktat için tahmini ortalama değer 3.8 mmol/L olabilir ancak olması gereken değer aralığı 0.5-2.2 mmol/L şeklindedir. Bu yükseklik bize hipoperfüzyonu (organların yetersiz

kanlanması) düşündürür ilerleyen dönemde laktat yüksekliğinin devam etmesi organ yetmezliklerine yol açabilir (Gutierrez & Serrano, 2016).

2.1.1. İlk Beslenme Müdahalesi

Yanık sonrasında görülen hipermetabolizma ve yüksek stresin etkilerini azaltmak ve kısa zamanda iyileşmeyi sağlamak için etkili ve agresif bir beslenme planı elzemdir. Yanık nedeniyle hastaneye başvuran hastaların beslenmesi planlaması, hastanın hastaneye kabul edildiği andan itibaren, bireyin tedavi ve tıbbi bakımının tüm aşamalarında multidisipliner bir ekip ile beraber sürdürülmelidir (Rousseau vd., 2013).

Yanık olgusu nedeniyle vücuttan hızlı ve yüksek miktarda kaybolan sıvının yerine konması için ilk önce sıvı açığının hesaplanarak ihtiyaç duyulan miktarın sağlanması ve hidrasyonun sürdürülmesi gerekmektedir (Karahana, Sezer & Ünsaldı, 2021.; Boeykens & Van Hecke, 2018.). Geniş çaplı yanık vakalarında yanık travmasından sonraki ilk iki saatte toplam vücut sıvısının yaklaşık %15'i, ilk sekiz saatte ise %80'i kaybedilir. Geniş çaplı yanıklarda sıvı kayıpları ve ödem hipovolemiye yol açacaktır ve bu nedenle toplam vücut yanık alanı (TVYA) %15 ve üzeri olan erişkin vakaları ile %10 ve üzeri olan çocuk vakalarında sıvı tedavisine beklenmeden başlanmalıdır. Sıvı tedavisindeki başlıca amaç ekstrasellüler alana geçen sıvının yerine konulmasıdır (Yorgancı & Geyik, 2007). Hastalara verilecek sıvı miktarını belirlemek için birçok formül kullanılmaktadır ancak en yaygın kullanılan formül Parkland formülüdür ($24 \text{ Saatlik Toplam Sıvı İhtiyacı} = 4 \text{ ml} \times \text{TVYA} \times \text{Kg}$). Sıvı tedavisi için hesaplanan sıvının 1/2'si ilk 8 saatte, geri kalan sıvının 1/2'si ikinci 8 saatte ve son kalan miktar da üçüncü 8 saatte verilmelidir. Bireylerin TVYA hesaplanmalı ve bireyin anemnezine uygun olarak makro ve mikro besin öğeleri ile enerji gereksinmesi belirlenmelidir.

Uygun miktarda ve erken zamanda bu bireylerin tıbbi beslenme tedavisine direkt başlanılmalıdır.

2.1.2. Enerji İhtiyacının Belirlenmesi

Yanık travmasından sonraki 72 saat içinde vücudun ihtiyaç duyduğu enerji artarak, 5. ve 7. günlerde enerji ihtiyacı pik yapmaktadır. Yanık sonrasında vücuttaki enerji tüketimini arttırabilecek faktörlerin başında yanık yarasının kapladığı yüzey alanı, uygulanan cerrahi prosedürler ile tıbbi uygulamalar, beslenme desteğinin yüksek miktarlarda aniden başlatılması, fizik tedavi, kullanılan ilaçlar, sepsis ve ortam sıcaklığı yer almaktadır. Ayrıca yanığın derecesi de enerji ihtiyacının belirlenmesinde önemli bir etkidir. Enerji ihtiyacı belirlenirken kullanılan yaygın iki yöntem vardır ve bunlar matematiksel formüller ile indirekt kalorimetri hesabıdır (Christina vd., 2017; Young vd., 2017). Matematiksel formüllere göre vücut ağırlığı ile vücut yüzey alanını baz alan formüller (Curreri, Harris Benedict, Toronto ve kilogram başına kalori hesabı vb.) kullanılmaktadır. Ancak bu formüller bireyde zamanla gerçekleşen metabolizma hızındaki değişimi takip edememekte ve bireylerin gerçek enerji ihtiyaçlarını belirleyememektedir. Bu nedenle bireyler ya gereksiniminden çok daha az beslenmekte veya aşırı yüksek enerji miktarı ile beslenme riskine maruz kalmaktadır. İndirekt kalorimetre ise enerji ihtiyacının belirlenmesinde altın standart olarak kabul edilen bir hesaplama değildir ancak pahalı ve zor erişilebilen bir yöntemdir. Bu nedenle enerji hesaplamasında indirekt kalorimetre genellikle kullanılamamakta ve duruma alternatif olarak Toronto formülü en güvenilir formül olarak kabul edilmektedir. Bu formül bireylerin cinsiyet, ağırlık, boy, yanık yüzdesi, ateş, önceki gün enerji alımı ve travmadan beri devam eden süre gibi bilgilerini kullanarak enerji gereksinmesini hesaplamaktadır (Rousseau vd., 2013; Durmuş vd., 2016).

2.1.2.1. Karbonhidrat

Yanık hastalarının beslenmesinde karbonhidratlar ana enerji kaynağıdır. Karbonhidratların yanıklı hastaların diyetindeki oranını %60-65 aralığında olması gerektiğini söyleyen raporların yanı sıra bu oranın daha yüksek olması gerektiğini savunan raporlar da mevcuttur. Böylece bireyler glikozu direkt enerji kaynağı olarak kullanabilecektir. Ayrıca glikoz endojen insülin üretimine de sebep olur ve insülinin anabolik etkileri sayesinde protein katabolizmasında azalma, yeni protein dokuların üretiminde artış ve yara iyileşmesinin süresinin kısalması gibi olumlu etkiler de sağlanmış olur. Glikoz vücutta birincil enerji kaynağı olmasından dolayı glukoneogenez için vücuttaki kas proteinlerinin katabolizması da diyetteki yüksek karbonhidrat miktarıyla engellenmiş olur (Aydoğan & Ekici, 2012).

2.1.2.2. Protein

Yanıklı hastalarda doğru enerji gereksinmesinin belirlenmesi ve doğru uygulanan beslenme desteğiyle beraber vücutta protein sentezi optimize edilmektedir. Yanık travması nedeniyle idrarda görülen protein kayıpları, glukoneogenez yolağında protein kullanımı ve vücuttaki yaraların iyileşme sürecindeki protein ihtiyacı yanıklı bireylerdeki artmış protein ihtiyacını açıkça göstermektedir. Protein katabolizmasında meydana gelen bu artış yanıklı hastalarda yara iyileşmesinin azalmasına, bireylerde immün yetersizliğe ve beraberinde yağsız kas kütlelerinde direkt kayıplara yol açar. Ancak yanıklı hastalarda protein katabolizması yalnızca proteinin miktarsal olarak alımının arttırılmasıyla düzelebilecek bir problem değildir çünkü vücuttaki aminoasit transportunda da harabiyet ve dolayısıyla sorunlar meydana gelmiştir. Bu nedenle yanıklı hastalarda hipermetabolik yanıtın düşürülmesi doğru beslenme müdahalesi, uygun farmakolojik ve nonfarmakolojik tıbbi tedavi

yöntemlerini (steroidler, büyüme hormonu ve insülin benzeri büyüme faktörü-1 gibi anabolik ajanlar) kapsar ve multidisiplinerdir (Durmuş vd., 2016).

Glutamin, vücutta en bol bulunan serbest aminoasittir ve özellikle stres, travma ve yanık gibi durumlarda tüketimi artar. Yanık hastalarında hipermetabolik yanıt sonucu glutamin rezervleri hızla tükenir. Glutamin, immün sistem fonksiyonları, intestinal bariyer bütünlüğü ve antioksidan savunma için gereklidir. Bu nedenle, glutamin takviyesi, enfeksiyon oranını azaltmak, iyileşme sürecini hızlandırmak ve hastanede kalış süresini kısaltmak amacıyla kullanılabilir (Liang vd., 2024).

Yetişkin yanıklı hastalar için önerilen günlük protein miktarı 1,5-2 g/kg (günlük enerjinin %20-25'i) iken çocuk vakalarda bu miktar 2,5-4 g/kg olarak önerilmektedir. Bununla beraber gereksinmeden fazla alınan protein vücutta iyileşmeye yol açmayacağı gibi üre oluşumunu da artırır (Durmuş vd., 2016).

2.1.2.3. Yağ

Yanıklı hastaların diyetinde diyet yağının sınırlı miktarda verilmesi karbonhidrata olan ihtiyacı azaltarak glikoz toleransını iyileştirebilir. Ancak bu hastaların diyetinde yağdan gelen enerji miktarının, toplam enerji miktarının %30'unu geçmeemsi ve parenteral nütrisyonla bu hastalarda intravenöz lipid miktarının 1 g/kg/gün dozunu aşmaması önerilmektedir (Durmuş vd., 2016).

Yanık travmasının iyileşme döneminde diyetteki yüksek lipid alımı iyileşme sürecini sekteye uğratabilir. Yüksek orandaki lipid düzeyleri immünolojik cevabı bozarak enfeksiyona eğilimi artırır. Yağlar iyi bir enerji kaynağıdır fakat yağları protein içermeyen kalori kaynağı yerine kullanırken %12-15 arasında kısıtlamak çok daha makul bir yaklaşımdır (Durmuş vd., 2016).

2.1.2.4. Vitamin ve Mineral Takviyesi

C vitamini: Kolajen sentezi ve yara iyileşmesi süreci için elzemdir (500–1000 mg/gün). Ayrıca ilk 24 saat içerisinde yüksek dozda C vitamini alınması hücre zarını stabilize ederek sıvı resüsitasyonu ihtiyacını azaltabilir (Karahana vd., 2021).

A vitamini: Epitel dokunun onarımı için 10,000–25,000 IU/gün oranında alınmalıdır (Karahana vd., 2021).

D vitamini: Yanık yaranlanması D vitamini metabolizmasını hasara uğratar ve 25-hidroksi vitamin D düzeyi azalır. Ciddi yanık sonrası kırık riski nedeniyle, yanık hastaları yeterli miktarda kalsiyum ve D vitamini almalıdır (Karahana vd., 2021).

Çinko: İmmün yanıt ve yara iyileşmesini destekler (30–50 mg/gün), yara iyileşmesi, lenfosit fonksiyonu, DNA replikasyonu ve protein sentezi için kritiktir

Selenyum, E vitamini ve diğer antioksidanlar da desteklenebilir

2.2. Enteral Beslenme

Rehberler; yanık vakalarında beslenme desteğine en erken yanık travması sonrası ilk 12 saat içerisinde başlanmasını önermektedir. Hasta oral yolu tolere edebildiği sürece beslenme doğal yoldan devam ettirilmelidir. Oral yolun kullanılamaz durumda olması halinde bireylerin beslenmesi enteral yol kullanılarak sürdürülmelidir (Rousseau vd., 2013). Enteral beslenme, bağırsak bariyer fonksiyonlarını aktivelediği ve yağ ve aminoasitlerin emilimini kolaylaştırdığı için oral yoldan sonra öncelikli olarak tercih edilmesi gereken bir beslenme yöntemidir (Prelack vd., 2007; Yang, Feng, Sun, & Teitelbaum, 2009).

Erken dönemde uygulanmaya başlanan enteral beslenmenin birçok faydası vardır;

- a. Vücutta iç organların perfüzyonunu desteklemeye yardımcı olur
- b. Yanık nedeniyle vücutta oluşan hipermetabolik yanıtı düşürür veya geciktirir
- c. Bakteri translokasyonunu önler
- d. Sepsisi azaltır
- e. Bağırsak mukoza bütünlüğünü sağlar

Enteral beslenme için seçilmesi gereken yol hastanın psikolojik ve genel klinik durumu değerlendirildikten sonra belirlenmelidir (Prelack vd., 2007). Piyasada ticari olarak kullanıma direkt hazır birçok farklı özelliğe sahip enteral beslenme ürünleri mevcuttur. Bu ürünler genellikle nitrojenler, aminoasitler, modifiye yağlar, fiber ve karbonhidrat içeriğine sahiptir. Yanıklı bireylere yanık travması ile beraber eşlik eden ikincil hastalıklarının olabileceği ihtimali de her zaman göz önüne alınmalı ve mutlaka her bir hasta için ayrı ve bizzat hastaya özel ve uygun beslenme destek ürünleri düşünülmelidir (Rousseau vd., 2013; Christina vd., 2017). Piyasada şu an için direkt olarak yanığa yönelik için spesifik bir ürün olmasa bile literatür yanıklı hastalarda oluşan yüksek enerji ve protein gereksinmesinden dolayı hiperkalorik ve yüksek proteinli enteral ürünlerin tercih edilmesini uygun görür.

2.3. Paraenteral Beslenme

Parenteral yol yanıklı hastaların beslenme desteği için enteral yoldan sonra gelen ikinci seçenektir. Yanık travmasında parenteral beslenmenin endikasyonları şu şekilde sıralanabilir;

- a. Enteral beslenmenin tolere edilememesi durumunda,
- b. Bireyin vücut ağırlığında %10 veya daha fazla kaybın söz konusu olması
- c. Bireyin klinik durumuna bağlı olan yetersiz beslenme (malnütrisyon)
- d. Vücuttaki yaraların iyileşme sürecinin uzamış olması

Yanıklı hastalar için parenteral beslenme konusunda karar kılınmışsa periferik yol yerine santral yolların tercih edilmesi daha uygundur. Bunun nedeni santral venöz yolun periferik yoldan daha geniş olmasıdır. Periferik yolun kullanımı katabolizma durumunu önleyecek yeterli ve hızlı enerji desteğini sağlayamayacaktır. Parenteral beslenme aynı zamanda yanıklı hastalardaki enfeksiyon riski, sepsis ve mekanik komplikasyonların gelişme ihtimalini de arttırmaktadır ve parenteral beslenme için kullanılan ürünler, enteral beslenme ürünleri ile kıyaslandığında daha yüksek maliyete sahiptir (Durmuş vd., 2016).

2.4. İmmünonütrisyon Önemi

Yanık hastalarında veri eksikliği olmasına karşın, travma popülasyonundan alınan randomize veriler antioksidanlar, α -tokoferol (E vitamini) ve askorbik asit (C vitamini) takviyesinin klinik yararını göstermektedir (Hart vd., 2003; Rousseau vd., 2009; Hatan Mortada vd., 2022). Glutaminin yanıklarda şartlı olarak gerekli bir amino asit olduğu düşünülmektedir. Glutamin bir azot kaynağıdır ve bağışıklık hücreleri ile enterositler için yakıt sağlar. Aynı zamanda glutamin, antioksidan glutatyon için öncü görevi görür ve potansiyel olarak insülin direncini azaltır. Yanıklarda şartlı olarak gerekli bir diğer amino asit olan arginin, prolin ve glutamat için öncü görevi görür, T lenfosit hücrelerinin çoğalmasında destekler, insülin, insülin benzeri büyüme faktörü 1 (ILGF1) ve hipofiz

büyüme hormonunu uyarır ve ayrıca yara iyileşmesini destekler (Wurzer vd., 2018). Omega-3 yağ asitleri, hücre zarlarındaki omega-6 yağ asitlerinin yerini alır ve daha az iltihaplı parçalanma ürünü nedeniyle enfeksiyonu azaltır (Rousseau vd., 2009). Glutamin, bu besinlerin en iyi çalışılmış olanıdır ve yoğun bakım popülasyonunda besin takviyesi olarak öncelikli öneridir (Liang vd., 2024).

3. SONUÇ

Yanık hastalarında hiperkatabolizma nedeniyle kalori ve protein ihtiyacı normal bireylere göre belirgin şekilde artar. Bu hastalarda iyileşmeyi desteklemek için enerji ve protein yönünden zengin atıştırmalıkların günlük diyetle eklenmesi büyük önem taşır. Fıstık ezmesi ve tam buğday ekmeği gibi kombinasyonlar, hem protein hem de kalori bakımından zengin seçeneklerdir. Fıstık ezmesi yüksek miktarda yağ ve protein içerirken, tam buğday ekmeği kompleks karbonhidrat kaynağı olarak enerji desteği sağlar. Bu tür basit kombinasyonlar yanık hastalarının artan ihtiyaçlarını karşılamada pratik bir yoldur. Yoğurt ve granola karışımları da iyi bir protein ve enerji kaynağıdır. Özellikle protein oranı artırılmış yoğurtlar tercih edildiğinde, hastanın protein alımı önemli ölçüde desteklenmiş olur. Granola ise ekstra enerji sağlar ve lif içeriğiyle bağırsak sağlığını da koruyabilir. Protein barları ve yüksek kalorili sıvı içecekler (örneğin özel tıbbi beslenme ürünleri) yanık hastalarında özellikle iştahsızlık görüldüğünde tercih edilen pratik atıştırmalıklardır. Bu ürünler, küçük hacimlerle yüksek miktarda enerji ve protein sağlayarak beslenme hedeflerine ulaşmayı kolaylaştırır. Haşlanmış yumurta, peynir dilimleri ve badem gibi kuruyemişler, hem taşınması kolay hem de yoğun enerji ve protein içeren atıştırmalıklardır. Bu tür gıdalar, özellikle öğün aralarında hızlı bir destek sunarak günlük kalori

alımını artırmada etkilidir. Lor peyniri ile meyve karışımları da hem lezzetli hem de yüksek besin değerine sahiptir. Lor peyniri yüksek protein içerirken, meyveler antioksidan sağlar. Bu kombinasyon, yanık sonrası oksidatif stresi azaltmaya da katkı sunabilir.

KAYNAKÇA

- Akkoç, M. F., & Özdemir, M. (2019). *Derin dermal yanıklar ve yönetimi. Türkiye Klinikleri*.
<https://books.turkiyeklinikleri.com/chapter/derin-dermal-yaniklar-ve-yonetimi/> books.turkiyeklinikleri.com
- Aydoğan, C., & Ekici, Y. (2012). Nutrition support in burn patients. *Turkish Journal of Intensive Care*, 10(2), 74–83.
- Bahçe, Z. Ş., & Öztaş, T. (2020). Epidemiological analysis of patients with burns in third-line hospitals in Turkey. *International wound journal*, 17(5), 1439–1443.
- Boeykens, K., & Van Hecke, A. (2018). İleri düzey hemşirelik uygulamaları: Beslenme hemşiresi uzmanı rolü ve işlevi. *Avrupa Klinik Beslenme ve Metabolizma Derneği*, 26, 72–76.
- Burgess, M., Valdera, F., Varon, D., Kankuri, E., & Nuutila, K. (2022). The immune and regenerative response to burn injury. *Cells*, 11(19), 3073–3097.
<https://doi.org/10.3390/cells11193073>
- Christina, R., Franziska, H., & Michael, W. N. (2017). Clinician's guide to nutritional therapy following major burn injury. *Clinics in Plastic Surgery* 44(3), 555-566.
- Church, D., Elsayed, S., Reid, O., Winston, B., & Lindsay, R. (2006). Burn wound infections. *Clinical Microbiology Reviews*, 19(2), 403–434.
- Durmuş, M., Muhsiroğlu, Ö., Yapıcı, A. K., Bayram, Y., & Eski, M. (2016). Yanıkta tıbbi beslenme tedavisi. *Turkish journal of plastic surgery*, 24(4), 166-172.
- Ercan, V. (2025). 1., 2. ve 3. derece yanıklar: Yanıklı hastada ağrı yönetimi. In B. U. (Ed.), *Birinci basamakta kas-*

iskelet sistemi hastalıklarının yönetimi ve takibi (1. baskı, ss. 53–56). Türkiye Klinikleri.

- Fan, J., Xie, Y., Li, X., Guo, G., Meng, Q., Xiu, Y., Li, T., Feng, W., & Ma, L (2009). The influence of Peyer's patch apoptosis on intestinal mucosal immunity in burned mice. *Burns*, 35(5), 687–694.
- Gutierrez, G., & Serrano, E. (2016). Early lactate levels and outcomes in critically ill burn patients. *PMC Central*, 1–12.
- Hart, D. W., Wolf, S. E., Chinkes, D. L., et al. (2003). Effect of early excision and aggressive enteral feeding on hypermetabolism, catabolism and sepsis after severe burn. *Journal of Trauma*, 54(5), 755–761.
- Hatan Mortada, N., Alhindi, N., Abukhudair, A., Alanazi, Ş., AlSahli, A., & Arab, K. (2022). The effects of glutamine supplementation on reducing mortality and morbidity among burn patients: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *JPRAS Open*, 35, 6–17.
- Hüseyin, Z., & Öztürk, Y. (2020). Protein-energy malnutrition in burn patients: Monitoring albumin and other biochemical markers. *Zagazig Journal of Forensic Medicine*, 22(1), 45–52.
- Karahan, S., Sezer, R., & Ünsaldı, M. (2021). Nutritional requirements of burn patients: Current recommendations. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6, 249–258.
- Liang, B., Su, J., Chen, J., Shao, H., Shen, L., & Xie, B. (2024). *Glutamine enteral therapy for critically ill adult patients: An updated meta-analysis of randomized controlled*

trials and trial sequential analysis. *Clinical Nutrition*, 43(1), 124–133.

Özcan, P. E. (2011). Yanıkta beslenme ve metabolik destek. *Türk Yoğun Bakım Derneği Dergisi/Journal of the Turkish Society of Intensive Care*, 9, 21–25.

Özcan, P. E., & Tuğrul, S. (2011). Özel durumlarda beslenme. *Klinik Gelişim*, 24, 53–58.

Peck, M. D. (2011). Epidemiology of burns throughout the world. Part I: Distribution and risk factors. *Burns*, 37(7), 1087-1100.

Prelack, K., Dylewski, M., & Sheridan, R. L. (2007). Practical guidelines for nutritional management of burn injury and recovery. *Burns*, 33, 14–24.

Rousseau, A.-F., Losser, M. R., Ichai, C., & Berger, M. M. (2013). ESPEN endorsed recommendations: Nutritional therapy in major burns. *Clinical Nutrition*, 32, 497–502.

Saleh, S. M., Hassan, M. H., & Tohamy, A. M. (2018). The effect of moderate and severe burn injuries on human liver, kidney & blood (biochemical study). *Zagazig Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 16(1), 91–102.

Selimoğlu, A. (2018). Sağlıkta ve hastalıkta çocuk beslenmesi. *Yanıklı çocuk beslenmesi*. (1-472). Ankara Tıp Nobel kiabevi.

Sobotka, L. (2013). Yanık hastalarında nütrisyon desteği. In H. Gündoğdu (Çev. Ed.), *Klinik nütrisyonun temelleri* (ss. 563–573). Ankara: Bayt Bilimsel Araştırmalar.

Wurzer, P., Culnan, D., Cancio, L. C., & Kramer, G. C. (2018). Pathophysiology of burn shock and burn edema. In J. S.

Herndon (Ed.), *Total Burn Care* (5th ed., pp. 66–76.e3). Elsevier.

Yang, H., Feng, Y., Sun, X., & Teitelbaum, D. H. (2009). Enteral versus parenteral nutrition: Effect on intestinal barrier function. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1165, 338–346.

Yorgancı, K., & Geyik, S. (2007). Ciddi yanık hastasının izlem ve tedavisi. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 38(3), 135–140.

Young, A. W., Graves, C., Kowalske, K. J., Perry, D. A., Ryan, C. M., Sheridan, R. L., Valenta, A., Conlon, K. M., Jeng, J. C., & Palmieri, T. (2017). Guideline for burn care under austere conditions: Special care topics. *J Burn care research*, 38(2), 497–509.

Zor, F., Ersöz, N., Külahçı, Y., Kapı, E., & Bozkurt, M. (2009). Birinci basamak yanık tedavisinde altın standartlar. *Dicle Medical Journal*, 36(3), 219–225.

ADAPTİF BESLENME

Bilge EREN¹

Ayşegül BAYRAMOĞLU²

1. GİRİŞ

Adaptif beslenme, bireyin hangi besini ne kadar ve ne zaman tüketeceğine vücudun açlık-tokluk sinyallerine dayanarak karar vermesi durumudur. Bu yaklaşım, besin, zihin ve beden arasında sağlıklı bir ilişki geliştirmeyi amaçlamaktadır ve duyguların farkındalığını artırarak yeme deneyiminde hazzı teşvik etmektedir (Kuseyri & Kızıltan, 2019).

Adaptif yeme yaklaşımında, birey içsel açlık ve tokluk sinyallerini tanır ve açlığı bastırmak amacıyla tüketilen besin miktarı veya türü üzerinde bedene izin verir. Bu yaklaşım, bazen “normal yeme” veya “sezgisel yeme” olarak da adlandırılmakta olup, vücut ağırlığı denetimine yönelik yeni bir paradigmaya işaret edebileceği düşünülmektedir. Adaptif yeme, beden kabulünü ön plana çıkararak genel sağlığı ve iyi olma hâlini, kilo kaybı hedeflerinden daha fazla teşvik etmektedir (Kuseyri & Kızıltan, 2019).

Adaptif yeme, beslenme ve diyetetik alanında “diyetsiz yaklaşım” (non-diet approach), normal yeme, uyuma dönük yeme (adaptive eating), akıllıca yeme (wisdom eating) ve bilinçli yeme (conscious eating) gibi kavramlarla da ifade edilmektedir. Bu yaklaşımın temel ilkesi, bireylerin “vücut bilgeliği” kazanmasını

¹ Diyetisyen, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, ORCID: 0009-0005-5303-484X.

² Prof. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, ORCID: 0000-0001-8567-807X.

sağlamaktır. Adaptif yeme, genellikle bireylerin özel bir sağlık sorunu bulunmadığında, vücut ağırlıklarını kontrol etme ihtiyacına yanıt olarak geliştirilmiş bir yaklaşımdır (Özkan & Bilici, 2018).

Adaptif yeme davranışının doğuştan gelen bir farkındalık yetisi ile geliştiği ve bireyin “karnın aç olduğunda yemek ye ve karnın doyduğunda yemeyi bırak” ilkesi ile hareket ettiği belirtilmektedir (Özkan & Bilici, 2018).

Vücut ağırlığını kaybetmeye yönelik yaygın olan geleneksel stratejiler, enerji alımını sınırlamaya ve sebze ve meyve, kepekli tahıllar, baklagiller ve kuruyemişlerin tüketimini desteklemeye dayanmaktadır. Açlık ve tokluk işaretlerine yanıt olarak yemeyi teşvik eden diyet dışı programların yeme davranışlarında olumlu gelişmelerle sonuçlandığı görülmektedir. Diyet dışı ve alternatif bir vücut ağırlık yönetimi stratejisi olarak ele alınan kavramlardan biri yeme farkındalığı kavramıdır. Yeme farkındalığı, bireylerin açık ve yargılayıcı olmayan bir pozisyon alarak anlık deneyimlerini gözlemlemesine yardımcı olmaktadır. Adaptif yeme, diyet zihniyetini reddeden bir başka diyet dışı yaklaşımdır (Tribole & Resch 2012).

Adaptif yeme yaklaşımında temel prensip, bireyin herhangi bir kronik hastalığı olmadığı sürece (örneğin diyabet veya besin alerjileri) içgüdüsel olarak beslenme dengesini sağlamasıdır. Bu nedenle, besin tüketiminde çeşitlilik ve özgür seçim ön planda tutulur; herhangi bir kısıtlama söz konusu değildir.

Adaptif yemenin dört temel özelliği bulunmaktadır.

- (1) Ne zaman yemek istenirse yemeye koşulsuz izin verilmesi,
- (2) Yemek yemenin duygusal nedenlerden ziyade fiziksel nedenlere dayalı olması,

- (3) İçsel açlık ve tokluk sinyallerine güvenerek ne zaman ve ne kadar yiyeceğe karar vermek,
- (4) Vücut-besin seçimi uyumuna göre yemek yemek; yani bireyin beden gereksinimleri ile besin seçimi arasında bir uyum sağlanmasıdır (Özkan & Bilici, 2018).

Bu yaklaşım, bireyin kendi vücudunu tanımasını, açlık ve tokluk sinyallerini doğru şekilde yorumlamasını ve beslenme davranışında esneklik sağlamasını hedeflemektedir (Özkan & Bilici, 2018).

Geleneksel vücut ağırlık yönetimi yaklaşımı, vücut ağırlık kaybı ve belirli sağlık parametrelerini iyileştirmek için temel stratejiler olarak diyet ve yiyecek kısıtlamasını kullanan vücut ağırlık kaybı programlarına odaklanmaktadır (Tribble & resch 2017; Van Dyke & Drinkwater, 2014).

Geleneksel diyetin başlangıçta vücut ağırlık kaybı ve ardından vücut ağırlık artışı ile sonuçlanmasına rağmen, bir adaptif yeme programının vücut ağırlığını korumaya yardımcı olabileceğine dair kanıtlar da mevcuttur. (Cole ve Horacek 2010; Leblanc, Provencher, Bégin, Corneau, Tremblay, & Lemieux, 2012)

Adaptif yeme, vücut ağırlık yönetimine diyet dışı bir yaklaşım sunmaktadır. Vücudun, sağlığı ve vücut ağırlığını korumak amacıyla yiyecek miktarlarını ve türlerini yemek için sinyaller ileterek kalori ihtiyacını kendi kendine düzenleyebileceğini varsaymaktadır. Bu fizyolojik ipuçlarında genel olarak ifade edilmek istenen açlık durumunda ye ve tokluk durumunda dur diyebilmektir (Anderson DA, Schaumberg K, Anderson LM, Reilly EE, 2015). Yani adaptif yeme sonucu vücut sinyal farkındalığı da gelişmektedir Böylece adaptif yeme, gelişmiş duygusal refah, gelişmiş öz-değer, azaltılmış olumsuz öz-değerlendirme gibi olumlu süreçlere doğru yol çizmede katkı

sağlamaktadır (Hazzard, Telke, Simone, Anderson, Larson, & Neumark-Sztainer, 2020).

Adaptif beslenme modelini hayatlarına uyarlayan bireylerin beslenmeye yönelmesinin amacı; stres ve psikolojik durumlarla baş etmek değil fizyolojik olarak aç hissetmesidir.

Fizyolojik Açlık:

- Vücudun enerji ihtiyacından kaynaklanır ve yavaş yavaş gelişir.
- Kan şekeri seviyeleri düştüğünde ortaya çıkar ve mide guruldaması gibi fiziksel belirtilerle kendini gösterir.
- Herhangi bir yiyecek ile tatmin edilebilir ve yemek sonrası suçluluk hissi yaşanmaz.
- Yemek yedikten sonra doyumluk ve tatmin hissi oluşur.

Duygusal Açlık:

- Stres, üzüntü, yalnızlık gibi duygusal durumlar nedeniyle ortaya çıkar ve genellikle aniden gelişir.
- Belirli yiyeceklere, özellikle şekerli ve yüksek kalorili gıdalara yönelme eğilimi vardır.
- Yemek yedikten sonra suçluluk, utanç veya pişmanlık hissi yaşanabilir.
- Tok olunsa bile yemek yeme isteği devam edebilir.

2. ADAPTİF BESLENME PRENSİPLERİ

Adaptif yeme olgusunu geliştiren Tribole ve Resch'e göre, adaptif beslenme on temel ilkeye dayanmaktadır. Bu ilkeler, bireyin yiyecekler ve beden ile olan ilişkisini yeniden düzenlemeyi ve sağlıklı bir yeme davranışını teşvik etmeyi

amaçlamaktadır (Özkan & Bilici, 2018; Aydoğdu & Akbulut, 2024). İlkeler şunlardır:

1. Diyet zihniyetini reddetme
2. Açlık hissinden onur duyma
3. Yiyeceklerle barışma
4. Memnuniyet faktörünü keşfetme
5. Doygunluğu hissetme
6. Gıda polisine karşı çıkma
7. Hissedilen duyguyu yemeğe yönelmeden yaşama
8. Vücuduna saygı gösterme
9. Egzersiz yaparak farkı hissetme
10. Sağlığını onurlandırma ve hoşgörülü beslenme

Bu ilkeler rehber alınarak, eski beslenme alışkanlıklarının terk edilmesi, besin ve beslenmeye dair tabuların yıkılması ve bireyin doğuştan sahip olduğu adaptif yeme içgüdülerinin yeniden ortaya çıkarılması hedeflenmektedir (Özkan & Bilici, 2018; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

2.1.1. Diyet Zihniyetini Reddetmek

Adaptif beslenme, olması gereken sağlıklı vücut ağırlığını ve yeme davranışlarını destekleyen diyet dışı bir beslenme modelidir. Ağırlık kaybı için uygulanan diyet programları, enerji kısıtlamasına odaklandığı için adaptif beslenme sürecini olumsuz yönde etkilemektedir (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

Diyet zihniyetini reddetmek, hızlı, kolay ve kalıcı vücut ağırlık kaybı için boş beklenti sunan diyet kaynaklarını ele almadan ve yeni bir diyet programına başlamadan hareket etmektir. Yakınlarda yeni ve daha iyi bir diyetin olabileceğini

düşünmek bile adaptif yemeyi keşfetmek için bir engel oluşturmaktadır (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

2.1.2. Onurlandırmak

Vücudun fizyolojik ihtiyaçlarını karşılayabilecek kadar enerji elde etmesi gerekir. Adaptif beslenmenin bu prensibi yeterli enerji ve makro besin alımını içeren bir beslenme modelini vurgulamaktadır. Bu ihtiyaç doğru zamanda ve doğru miktarda karşılanmazsa aşırı yeme isteği tetiklenebilmektedir. Uzun süreli bir açlık durumu sonrasında farkındalıkla ve bilinçli bir şekilde yeme davranışı sergilemek oldukça zordur. Bu durum sağlıklı yiyecek seçimlerine ve aşırı yeme durumlarına sebep olabilmektedir. Ancak açlığın ilk fizyolojik sinyallerine bu duyguyu onurlandırarak cevap veren bireyler, olumsuz yeme davranışlarında bulunmaktadır (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

Açlık hissini onurlandırmak, vücudun biyolojik olarak yeterli enerji ve karbonhidratla beslenmesi gerekmektedir. Aksi halde, aşırı yemek yemeye yönelik ilkel bir güdü tetiklenmektedir. Aşırı açlık anında bilinçli yeme niyeti geçici ve anlamsız olarak görülmektedir. Bu biyolojik ilk sinyali onurlandırmayı öğrenmek besin ile güveni tekrardan inşa etmek için zemin hazırlamaktadır (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

2.1.3. Yiyeceklerle Barışmak

Bu beslenme modeli yiyeceklerle iyi, kötü, kabul edilebilir, kabul edilemez olarak etiketlenmemesi gerektiğini savunmaktadır. Aynı yiyeceğin sürekli arka arkaya tüketilmesi (kısıtlı yeme davranışı), davranışsal ve fizyolojik tepkilerin azalmasıyla sonuçlanan nörobiyolojik bir süreçtir ve bu durumun sonrasında gıda alımının kontrol edilmesi zorlaşmaktadır. Besin alımının miktarının ve zamanlamasının sınırlandırılması ve ek

olarak gıda seçimine ilişkin kısıtlayıcı tutum ve davranışlar, besin yoksunluğu hissine neden olarak zihnin spesifik olarak gıdalarla meşgul olmasını tetikleyebilmektedir (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

Yiyecekler ile barışmak, yiyeceklerle savaşmadan yemek yemek için koşulsuz izin vermektir. Belirli bir yiyeceği yiyememek veya yememek gerektiğini söylemek kontrol edilemeyen aşermeyi ve sıklıkla tıknırcasına yemeyi içine alan yoksunluk duygularına yoğun bir şekilde yol açmaktadır ((Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

2.1.4. Sizi Memnun Eden Yiyecekleri Keşfetmek

Aşırı açlık hissi oluşmadan o an gerçekten ne tüketmek istendiğini anlamak için zaman ayırmak ve aşırı tokluk hissi sonrasında oluşan rahatsızlık olmadan besin tüketimini durdurmak esas alınmıştır (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

Memnuniyet faktörünü keşfetmek, ince ve sağlıklı olmak için yeme deneyiminden zevk almayı ve memnun olmayı göz ardı etmemektir. Gerçekten istenilen bir şey yenildiğinde memnun ve tatminkâr hissetmek bu ilke için önemli bir yere sahiptir. Bu deneyim sağladığında, "yeterli" olduğuna karar vermek için daha az yiyecek alındığı görülmektedir (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

2.1.5. Tokluğu Hissetmek

Besin tüketimi esnasında açlık hissedilmediği anda yemek yemeyi durdurmak için fizyolojik vücut sinyallerini rehber edinerek tokluk hissini önemsemek gerekmektedir. (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

Tokluğa saygı göstermek aç olunmadığını söyleyen vücut sinyallerini dinlemektedir. Doyulduğunu gösteren ipuçlarına

dikkat etmektir. Bir öğün ya da yiyeceğin ortasında mola vermek ve yenilenlerin tadını ve o anki doygunluk seviyesinin ne olduğunu sormaktır (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

2.1.6. Gıda Polisine Meydan Okumak

Gıda polisi (İç kontrol), beslenmesini eleştiren kişilerin iç sesi olarak tanımlanmıştır. Bu eleştiriler yemeğin sağlıklı olup olmadığını, şeker içeriğini, enerji değerini vb. konuları hedef almaktadır. Besinleri iyi ya da kötü olarak sınıflandıran bu iç sese karşı bireylerin mücadele etmesi ve hayır diyebilmesi gerekmektedir. Bunu başarmak adaptif beslenme davranışlarının benimsenmesinde çok önemli bir adım olacağı vurgulanmıştır. (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

En düşük kalorinin yemek için "iyi" olduğunu veya bir parça çikolata kesin "kötü" olduğunu ifade eden düşüncelere yüksek sesle "hayır" diye bağırarak gıda polisine meydan okumaktır. Gıda Polisi, diyetin oluşturduğu mantık dışı kuralları denetlemektir. Polis merkezi ruhun daha derinlerinde yer almakta ve onun hoparlörü umutsuz cümleleri, olumsuz sözleri ve suçluluk uyandıran iddianameyi bağırılmaktadır. Gıda Polisini uzaklaştırmak adaptif yemeye dönmede kritik bir adım olarak görülmektedir (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

2.1.7. Duygularla Yiyecekleri Kullanmadan Baş Etmek

Bireylerin psikolojik durumlarla başa çıkabilmek için yemeğe değil, başka yollara yönelmesi gerektiğini belirtmektedir. Bireyler kaygı, can sıkıntısı, öfke vb. deneyimler yaşarlar. Bireyler hiçbir yiyeceğin olumsuz duyguları düzeltemeyeceğini bilmesi gerekmekte ve bu nedenle çözümü yiyeceklerde aramamalıdır. Tüm bu olumsuz duyguların bir nedeni vardır ve

tedavi edilebilmesi için bu durumun nedeninin araştırılması gerekir. Yiyecek kişinin acısını yalnızca odak noktasını değiştirerek geçici olarak dindirebilmektedir. Ayrıca hedonik açlık sinyallerine dayalı yeme davranışları, bireylerin uzun vadede kendilerini daha kötü hissetmelerine neden olabilir. (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

Yiyecekleri kullanmadan sorunları rahatlatmak, beslemek, zihinden uzaklaştırmak ve çözmek yiyecek kullanmadan duyguları onurlandırmak ilkesi için önemlidir. Yalnızlık, endişe, öfke, can sıkıntısı hayat boyunca yaşanan duygulardır. Bu duyguların her birinin kendine ait tetikleyicisi ve kendine ait yatıştırma politikası vardır. Yiyecekler ise bu duyguların hiçbirini düzeltmemektedir. Yiyecekler kısa vadede rahatlatılabilmekte ama sorunu çözmemektedir. Duygusal açlık adına yemek yeme ise uzun vadede daha da kötü hissettirmektedir (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

2.1.8. Bedene Saygı Göstermek

Vücut yağı, suyu, kas oranı ve kemik yapısı bireyden bireye değişiklik göstermektedir. Bundan kaynaklı olarak sadece ağırlık fiziksel görünüm için yeterli bir gösterge değildir. Adaptif beslenmenin bu ilkesi genetik yapının kabulünü, sağlıklı ve dengeli bir vücudun tek bir tanımlaması olmadığını vurgulamaktadır (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

Genetik yapıyı kabul etmek bedene saygı göstermek ilkesi için önemlidir. Bedene saygı duymak kişinin kendini daha iyi hissetmesine yardımcı olmaktadır. Vücut şekli hakkında aşırı derecede eleştirisel olmak ve gerçekçi olmamak diyet zihniyetini reddetmeyi zorlaştırmaktadır (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

2.1.9. Egzersiz Yaparak Değişimi Hissetmek

Bu ilkeye göre fiziksel aktivite, harcanan enerji seviyesini artırmak ve enerji açığı yaratmaktan ziyade olumlu duygular yaratmak için yapılan bir aktivite olduğu kabul edilmektedir. Fiziksel aktivite olumlu duygularla ilişkilidir. Öte yandan olumsuz sağlık risk faktörleriyle ters ilişkili olduğu da bilinmektedir. Egzersiz, tavsiye edilen günlük fiziksel aktivite düzeylerine ulaşmak veya bu şekilde ağırlık kaybetmek için değil, fiziksel ve zihinsel olarak daha zinde, pozitif ve iyi hissetmek için yapılması gerekmektedir. (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

Yapılan egzersizin kalori yakma etkisi yerine, vücudu harekete geçirmenin nasıl bir his olduğuna odaklanmak egzersiz yapmak-farkı hissetmek ilkesi için önemlidir. Egzersiz yapıldığında nasıl hissedildiğine odaklanmak, tempolu bir sabah yürüyüşü için yataktan kalmak bu farkı hissetmede yardımcı olmaktadır. Eğer tek amaç ağırlık kaybı olursa bu motive edici bir faktör değildir (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

2.1.10. Sağlığı Onurlandırmak; Hoşgörülü Beslenmek

Adaptif beslenmenin son ilkesi, bireylerin vücutlarının beslenme ihtiyaçlarını adaptif olarak anlayabilmelerini ve bunlara hoşgörülü bir şekilde tepki verebilmelerini kapsamaktadır (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

Kişinin kendini iyi hissettirirken, sağlığını ve damak tadını onurlandıran yiyecek tercihleri yapması sağlığı onurlandırmak-hoşgörülü beslenmek ilkesi için önemlidir. Sağlıklı olmak için mükemmel bir diyetle uymak zorunda olunmadığını hatırlamak yararlı olmaktadır (Tribole ve Resch 2012; Tribole ve Resch 2017; Aydoğdu & Akbulut, 2024).

3. ADAPTİF BESLENME VE DİYET KÜLTÜRÜ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Araştırmalar, kısıtlı diyet uygulayan kişilerin, beslenme kurallarını ihlal etmeleri veya yasaklı yiyecekleri tüketmeleri nedeniyle aşırı yiyecek bağımlılığı sergilediklerini göstermiştir (Cole, Clark, Heilesen, DeMay, & Smith, 2016).

Benzer şekilde, kısıtlı diyet uygulayan kişilerin koku ve tat gibi faktörlere karşı daha duyarlı oldukları ve bunun da gıda alımlarını artırabileceği bulunmuştur. Sonuçta, diyet kısıtlaması yiyeceklerle meşgul olmayı daha da artırır; yiyecek alımını kısıtlayan kişiler, koşulsuz olarak yemelerine izin verilenlerden daha fazla yemek yerler (Carbonneau, Bégin, Lemieux, Mongeau, Paquette, Turcotte, & Provencher, 2017).

Kronik olarak diyet yapma davranışı, bireylerin adaptif yeme yetenekleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yapılan araştırmalar, doyduklarında yemeyi bırakabilen bireylerin, bu davranışı gösteremeyenlere kıyasla geçmişte daha az diyet uyguladıklarını göstermektedir (Lucherini Angeletti, Spinelli, Cassioli, Rossi, Castellini, Brogioni, Ricca, & Rotella, 2024). Bu bulgu, sürekli diyet uygulamalarının bireylerin açlık ve tokluk sinyallerine olan duyarlılığını azaltabileceğini ve dolayısıyla adaptif yeme becerisini olumsuz yönde etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Küçük çocuklar üzerinde yapılan bir araştırma, çocukların gıda alımlarını düzenleyen iç mekanizmalara sahip olduklarını göstermektedir. Bu çocukların besin ögesi alımlarındaki farklılıklara rağmen toplam günlük enerji alımlarının sabit olduğu görülmüştür (Tylka, 2006). Ancak yaşlandıkça iç kontrol mekanizmalarının yerini çevresel uyaranların ve dış kuralların alabileceği düşünülmektedir. Özellikle dış kurallar olarak tanımlanan özel diyet programı uygulama, kısıtlama ve yasaklama süreçleri bireylerin kendi içsel sinyallerine

güvenmelerini engelleyebilmektedir. İç kontrol mekanizmalarının yerini, duygusal olarak tetiklendiğinde kontrol edilemeyen dış kurallar alır; bu da yiyecek tercihlerinde, tüketim miktarlarında ve zamanlamada farklılıklara neden olur (Dockendorff, Petrie, Greenleaf, & Martin, 2012).

Fast food yemek, bilgisayar karşısında atıştırma, bazı düzensiz yeme alışkanlıkları ve günümüzde sıkça maruz kaldığımız reklamlar da adaptif yeme için tehdit oluşturabilir. Yemek yerken odaklanmanın artması, yediğinizi içselleştirmeniz ve zihninizdeki düşünce ve duygulara olan duyarlılığın azalması da adaptif yemede daha sağlıklı gıda tüketimini desteklemektedir (Rogers & Smit, 2000).

Literatür incelendiğinde, adaptif yeme ve diyet farkındalığı gibi diyet dışı yaklaşımlarla ilgili programların diyet kalitesini iyileştirmede etkisi olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Timmerman & Brown, 2012; Carroll, Borkoles, & Polman, 2007).

Öte yandan bazı çalışmalar bu programların beslenme kalitesine etkisinin olmadığını belirtmektedir. Tutarsız sonuçlar daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir (Cole ve Horacek, 2010).

Adaptif yeme yetisine sahip bireylerin, vücut ağırlığını artıran yeme davranışlarını, adaptif besin tüketmeyen bireylere kıyasla daha düşük düzeyde gösterme eğiliminde oldukları gözlemlenmiştir (Tylka, Calogero, & Danielsdottir, 2020).

Kanada'da 18–65 yaş arası kadın ve erkekler üzerinde yapılan bir çalışmada, erkeklerin adaptif yeme davranışlarının kadınlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Carbonneau vd., 2017). Benzer şekilde, Fransa'da gerçekleştirilen bir çalışmada erkeklerin adaptif yeme davranışının kadınlardan daha yüksek olduğu ve kadınların duygusal değil, fiziksel sebeplerle yeme puanlarının erkeklere göre düşük olduğu bildirilmiştir (Camilleri,

Méjean, Bellisle, Andreeva, Kesse-Guyot, Hercberg, & Peneau, 2016).

Adaptif yeme davranışı, yeme bozukluğu belirtileri, beden memnuniyetsizliği ve zayıf olma idealinin benimsenmesi ile negatif korelasyon göstermektedir. Almanya’da 18–91 yaş arası 532 yetişkinin katılımıyla yapılan bir çalışmada, adaptif yeme skorunun duygusal yeme, yemek yeme tutumu, tıkinırcasına yeme, aşırı yeme ve yeme bozukluğu belirtileri ile negatif ilişkiler gösterdiği bulunmuştur (Ruzanska & Warschburger, 2017).

Buna ek olarak, adaptif yemeyi destekleyen müdahale veya eğitim programlarının sağlıklı yeme tutum ve davranışlarının gelişmesine katkı sağladığı ve aşırı yeme veya tıkinırcasına yeme sıklığını anlamlı düzeyde azalttığı ifade edilmiştir (Schaefer & Magnuson, 2014).

4. SONUÇ

Yemek yemek hem keyifli hem de sağlıklı olabilir. Klinisyenler, bireylerin sağlık için yemek yemeyi, yedikleri hedonik, sosyal ve çevresel nedenlerle dengelemeyi öğrenmelerine yardımcı olabilir. Adaptif yeme çerçevesi, klinisyenlerin bireylerin açlık ve tokluk sinyalleriyle yeniden bağlantı kurmasına yardımcı olurken yeme davranışlarını etkileyen birçok faktörü takdir edip kabul etmelerine yardımcı olabilecekleri olası bir yoldur. Bir klinisyen olarak, yeme davranışlarını sağlıkla ilişkilendirerek tartışmak kolaydır. Ancak, insanların tek yeme nedeninin sağlık olduğunu ima eden mesajlar ilişkilendirilemez olabilir ve istemeden sürdürülemez kısıtlayıcı yeme uygulamalarını teşvik edebilir. Tersine, kapsayıcı mesajların (örneğin, "her yiyecek uyar") her yiyeceğin nasıl uyarlanacağına dair rehberlikle birleştirilmediği sürece sağlığın iyileşmesiyle sonuçlanması olası değildir. Akılda kalıcı bir ifade olmasa da, bir klinisyenin yaşam tarzı tıbbında sunabileceği en

anamlı sağlık mesajı, birçok faktörün yeme kararlarını etkilediğini yargısız bir şekilde kabul eden ve sağlıktan ödün vermeden bu faktörlere öncelik verme konusunda klinisyen desteğini ileten mesajdır.

KAYNAKÇA

- Anderson, D. A., Schaumberg, K., Anderson, L. M., & Reilly, E. (2015). Is level of intuitive eating associated with plate size effects? *Eating Behaviors*, 18, 125–130.
- Aydoğdu, G. S., & Akbulut, G. (2024). Vücut ağırlığı denetiminde güncel bir yaklaşım: Sezgisel yeme. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(2), 974–983.
- Camilleri, G. M., Méjean, C., Bellisle, F., Andreeva, V. A., Kesse-Guyot, E., Hercberg, S., & Peneau, S. (2016). Intuitive eating is inversely associated with body weight status in the general population-based NutriNet-Santé study. *Obesity*, 24(5), 1154–1161.
- Carbonneau, E., Bégin, C., Lemieux, S., Mongeau, L., Paquette, M. C., Turcotte, M., & Provencher, V. (2017). A Health at Every Size intervention improves intuitive eating and diet quality in Canadian women. *Clinical Nutrition*, 36(3), 747–754.
- Carroll, S., Borkoles, E., & Polman, R. (2007). Short-term effects of a non-dieting lifestyle intervention program on weight management, fitness, metabolic risk, and psychological well-being in obese premenopausal females with the metabolic syndrome. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 32(1), 125–142.
- Cole, R. E., & Horacek, T. (2010). Effectiveness of the My Body Knows When intuitive eating pilot program. *American Journal of Health Behavior*, 34(3), 286–297.
- Cole, R. E., Clark, H. L., Heilesen, J., DeMay, J., & Smith, M. A. (2016). Normal weight status in military service members was associated with intuitive eating characteristics. *Military Medicine*, 181(6), 589–595.

- Dockendorff, S. A., Petrie, T. A., Greenleaf, C. A., & Martin, S. (2012). Intuitive eating scale: an examination among early adolescents. *Journal of counseling psychology*, 59(4), 604–611.
- Hazzard, V. M., Telke, S. E., Simone, M., Anderson, L. M., Larson, N. I., & Neumark-Sztainer, D. (2020). Intuitive eating longitudinally predicts better psychological health and lower use of disordered eating behaviors: Findings from EAT 2010–2018. *Eating and Weight Disorders*, 26, 287–294.
- Kuseyri, G., & Kızıltan, G. (2019). Üniversite öğrencilerinde yeme farkındalığı ve sezgisel yeme davranışının beslenme durumu üzerine etkisi. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 4(3), 202–219.
- Leblanc, V., Provencher, V., Bégin, C., Corneau, L., Tremblay, A., & Lemieux, S. (2012). Impact of a Health-at-Every-Size intervention on changes in dietary intakes and eating patterns in premenopausal overweight women: Results of a randomized trial. *Clinical Nutrition*, 31, 481–488.
- Lucherini Angeletti, L., Spinelli, M. C., Cassioli, E., Rossi, E., Castellini, G., Brogioni, G., Ricca, V., & Rotella, F. (2024). From Restriction to Intuition: Evaluating Intuitive Eating in a Sample of the General Population. *Nutrients*, 16(8), 1-11.
- Özkan, N., & Bilici, S. (2018). Yeme davranışında yeni yaklaşımlar: Sezgisel yeme ve yeme farkındalığı. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(2), 16–24.
- Rogers, P. J., & Smit, J. H. (2000). Food craving and food “addiction”: A critical review of the evidence from a biopsychosocial perspective. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 66(1), 3–14.

- Ruzanska, U. A., & Warschburger, P. (2017). Psychometric evaluation of the German version of the Intuitive Eating Scale-2 in a community sample. *Appetite*, 117, 126–134.
- Schaefer, J. T., & Magnuson, A. B. (2014). A review of interventions that promote eating by internal cues. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114(5), 734–760.
- Timmerman, G. M., & Brown, A. (2012). The effect of a mindful restaurant eating intervention on weight management in women. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 44(1), 22–28.
- Tribole, E. and Resch, E. (2017). “The Intuitive Eating Workbook: Ten Principles for Nourishing a Healthy Relationship With Food”. New Harbinger Publications.
- Tribole, E., Resch, E. (2012). Intuitive eating: a revolutionary program that works, 3rd ed, New York, St. Martin’s Press.
- Tylka, T. (2006). Development and psychometric evaluation of a measure of intuitive eating. *Journal of Counseling Psychology*, 53(2), 226–240.
- Tylka, T. L., Calogero, R. M., & Daniélsdottir, S. (2020). Intuitive eating is connected to self-reported weight stability in community women and men. *Eating Disorders*, 28(3), 256–264.
- Van Dyke, N. and Drinkwater, E.J. (2014). “Review Article Relationships Between Intuitive Eating and Health Indicators: Literature Review”. *Public Health Nutrition*, 17 (8), 1757-1766.

OBEZİTE VE YEME DAVRANIŞ PROBLEMİNE YÖNELİK DİJİTAL DESTEKLİ MÜDAHALELERİN ROLÜ

Sedat COŞKUNSU

Unvan:Araştırma Görevlisi

Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Email:sedatcoskunsu@artuklu.edu.tr

ORCID:0000-0002-9667-7854

1. Giriş

Obezite, genetik, moleküler, çevresel ve davranışsal etkileşimlerin sonucu olarak ortaya çıkan çok faktörlü bir kronik hastalıktır. Yaygınlığı dünya çapında artmakta olup, önemli bir halk sağlığı sorunu haline gelmiştir. Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) göre, obezite önemli bir küresel sağlık sorunu olmaya devam etmektedir (1).

Obezite tedavisinde kullanılan başlıca müdahaleler, diyet, egzersiz ve davranış terapisi gibi yaşam tarzı değişiklikleridir. Bu müdahaleler etkili olmakla birlikte, mevcut tedavi seçenekleri obezite prevalansındaki küresel artışı durdurmada veya nüfus düzeyinde uzun vadeli kilo korumasını sağlamada başarılı olamamıştır. E-sağlık ve m-sağlık, dijital sağlığın ayrılmaz bileşenleridir ve sağlık hizmetlerinin sunumunu ve sonuçlarını iyileştirmek için teknolojiyi kullanmaya odaklanır. Bu bağlamda dijital tedaviler çok çeşitli e-sağlık ve m-sağlık araçlarını içerir: web tabanlı programlar, akıllı telefon uygulamaları, SMS veya mesajlaşma tabanlı müdahaleler, giyilebilir cihazlara bağlı platformlar, tele-sağlık/tele-koçluk ve tamamen dijital terapötik programlar (ör. internet tabanlı bilişsel davranışçı terapi, ICBT). Bu sistemler genellikle , geri bildirim, hedef belirleme, uyarılar, problem çözme ve sosyal destek gibi davranış değiştirme tekniklerini içerir (2,3).

Dijital sağlık müdahaleleri, aşırı kilolu ve obez yetişkinlerde önemli faydalar sağlar ve dijital sağlık müdahaleleri, yerleşik obezite tedavilerinin yerine geçmekten ziyade, değerli birer yardımcı olarak konumlandırılmalıdır. Kapsamlı bakım modellerine entegre edilmeleri, sürekli izleme, gerçek zamanlı geri bildirim ve iyileştirilmiş erişilebilirlik yoluyla geleneksel müdahaleleri geliştirebilir, ancak davranışsal danışmanlık ve klinik gözetim gibi kanıtlanmış etkinliği olan müdahaleler sürdürülmelidir (2,4). Yeme bozukluğu tedavisinde ise uzaktan CBT-E (geliştirilmiş CBT) ve diğer teknoloji tabanlı programların, özellikle bir dereceye kadar klinisyen desteği sağlandığında, temel yeme bozukluğu psikopatolojisini ve aşırı yeme sıklığını azaltabileceğini göstermektedir (5,6).

2. Obezite ve Yeme Sorunlarında Dijital Müdahalelerin Rolü

Obezite ve yeme davranışı sorunları multifaktöriyel etiyolojiye sahip hastalıklar olduğundan, bunların etkin bir şekilde tedavi edilebilmesi için tıbbi tedavi ve yaşam tarzı değişikliklerini içeren biyopsikososyal bir yaklaşım gerektirmektedir (7). Son yıllarda, dijital teknolojiler hızla gelişmiş ve tıbbi sorunları gidermek için uygulanmaya başlanmıştır. Bu teknolojiler, günlük yaşamımızda fiziksel ve zihinsel sağlığımızı izlememizi ve yönetmemizi sağlar. Yaşam tarzı değişikliği, obezite ve yeme davranışı sorunlarının yönetiminin temel taşı olduğundan, dijital tabanlı müdahaleler güçlü ve

kolay erişilebilir bir tedavi yöntemi sunmaktadır (24). Grafikte gösterildiği gibi obezite tedavisi için çok boyutlu yaklaşım: Dijital uygulaması, kişiselleştirilmiş diyet ve egzersiz planı, bilişsel davranışsal destek, hatırlatıcılar, ilaç alımının takibi ve sağlık uzmanlarıyla çevrimiçi iletişim imkanı sağlamaktadır (29).



2.1. Web Tabanlı ve Mobil Uygulamalı Dijital Müdahaleleri

Aşırı kilolu veya obez yetişkinlere yönelik web tabanlı müdahalelerin geniş kapsamlı sistematik incelemesi ve meta-analizi, bu tür müdahalelerin kilo kaybı üzerinde orta derecede bir etki yarattığını (standartlaştırılmış ortalama fark $\approx -0,57$) ve özellikle kişiselleştirilmiş bilgiler ve e-danışmanlığın etkili bileşenler olduğunu bildirmiştir (8). Başka bir sistemik derlemede ise e-sağlık müdahalelerinin kontrol müdahalelerinden veya hiçbir bakım uygulanmamasından daha etkili olduğunu ve yüz yüze müdahalelerle karşılaştırıldığında ise aralarında fark olmadığı gösterilmiş (4).

Diyet ve fiziksel aktivite gibi yaşam tarzı değişiklikleri yoluyla kilo vermek, obeziteyle mücadelede birincil yaklaşımdır. Araştırmalar, vücut ağırlığının %5 ila %10 oranında azaltılmasının obeziteye bağlı komplikasyonları önemli ölçüde azaltabileceğini göstermektedir. Son zamanlarda, akıllı telefon uygulamaları kilo vermeye yardımcı olan popüler araçlar olarak ortaya çıkmıştır. Akıllı telefonların hızla yayılması, dikkatleri uygulamalara yöneltti. Obezite yönetiminde mobil uygulamalar üzerine yapılan yakın tarihli bir meta-analiz, özellikle kişiselleştirme veya insan desteğinin sınırlı olduğu durumlarda, yalnızca uygulama tabanlı müdahalelerin klinik olarak anlamlı kilo kaybını kısa dönemde sağladığını ancak 6 ay ve daha uzun dönemde başarılı olmadığını öne sürdü (9). Buna karşılık, akıllı telefon ve Web 2.0 müdahalelerine ilişkin daha geniş kapsamlı bir sistematik inceleme, çok bileşenli dijital programların (uygulamalar ve

etkileşimli çevrimiçi özellikler) geleneksel kontrol koşullarına göre daha fazla kilo kaybı sağladığını, ancak etki büyüklüğünün hafif olduğunu ortaya koymuştur (10).

Şişman ve obez yetişkinlerde, mobil uygulamalarının ağırlık ve davranış (fiziksel aktivite vb.) üzerindeki etkisini ve bu müdahalelerde kullanılan davranış değişikliği tekniklerini değerlendiren bir metaanaliz çalışmada ağırlık yönetiminde iyileşmeler sağladığı vurgulanmaktadır (26). Bir başka çalışmada ise Web tabanlı bir platform aracılığıyla sağlanan ağırlık kaybına yönelik bir davranış değişikliği programı, müdahaleden sonraki 6 aya kadar, minimum müdahaleye kıyasla daha fazla ağırlık kaybına, meyve ve sebze alımının artmasına ve aşırı işlenmiş besin tüketiminin azalmasına yol açtığı tespit edilmiş. İnsan tarafından sağlanan bireysel geri bildirimle geliştirilen platform, ağırlık kaybı için bilgisayar tabanlı kişiselleştirilmiş bir yaklaşıma sahip platformdan daha üstün bulunmamış. Bununla birlikte, platform+koçluk zayıf da olsa, klinik olarak anlamlı ağırlık kaybı elde etmeyle ilişkili olan daha yüksek katılım (uyum, bağlılık) seviyelerine sahip olmasını sağlamaktadır (27).

Sonuçlar, ağırlık kaybı müdahalesinde, teknolojinin yaşam tarzı müdahalesine daha düşük yük sağlama potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, mobil teknolojilerin kendi kendini izlemeyi ve ağırlık kaybı müdahalesiyle etkileşimi geliştirebileceğini göstermektedir. Davranışsal danışmanlık, kendi kendini izlemenin kağıt üzerinde mi yoksa akıllı telefon üzerinde mi yapıldığına bakılmaksızın klinik olarak anlamlı ağırlık kaybı sağlayabilmektedir (28).

2.2 Dijital Kendi Kendini İzleme

Dijital sağlık yoluyla kendi kendini izleme, davranışsal obezite tedavisinde kilo kaybıyla tutarlı bir şekilde ilişkilidir. Dijital kendi kendini izleme içeren 67 müdahalenin %72'sinde kilo, %81'inde diyet ve %82'sinde fiziksel aktivite izlenmiştir. Web siteleri en yaygın kendi kendini izleme yöntemi olmuş, bunu mobil uygulamalar, giyilebilir cihazlar, elektronik tartılar ve son olarak da kısa mesajlar izlemiştir. Daha fazla dijital kendi kendini izleme, daha fazla ağırlık kaybı sağladığını ve dijital yol ile kendi kendini izlemenin daha sürdürülebilir olduğu gösterilmiştir (11).

Diyetle ilgili kendi kendine izleme yoğunluğu üzerine yapılan ilgili çalışmalar, hem düşük hem de yüksek yoğunluklu dijital izlemenin kilo kaybını destekleyebileceğini, ancak zamanla bağlılığın azalma eğiliminde olduğunu ortaya koymuştur. Bu da, basitleştirilmiş veya uyarlanabilir izleme stratejilerinin gerekliliğini vurgulamaktadır (12,13).

2.3 Çocuklar ve Ergenler için Dijital Sağlık

E-sağlık ve mobil sağlık (mHealth) müdahaleleri, çocuk ve ergenler arasında sağlıklı davranışların teşvik edilmesinde umut vaat etmektedir. Dijital destek, mobil ve sosyal teknolojileri yoğun olarak kullanan gençler için özellikle caziptir. Çocuklar ve ergenler için yaşam tarzı e-Sağlık ve m-Sağlık müdahalelerine ilişkin yakın zamanda yapılan bir meta analiz, dijital programların, özellikle etkileşimli, oyunlaştırılmış ve ebeveyn veya aile bileşenleri içeren programların, fiziksel aktivite, beslenme kalitesi ve kilo durumunda orta düzeyde ancak anlamlı iyileşmeler sağladığı sonucuna varmıştır (14).

Yapılan bir çalışmada, 3-5 yaş arası çocuklarda şekerle tatlandırılmış içecek ve meyve suyu (SSB/meyve suyu) tüketimini azaltmaya odaklanan altı aylık bir akıllı telefon

programının etkinliğini değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, bu mobil sağlık mşdahalesinin yalnızca çocukların şekerli içecek tşketimini azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda annelerin kilo kaybına da yardımcı olacağını varsaymıştır. Metodoloji, belirli vşcut kitle indeksine (BKİ) ve akıllı telefon kullanımına sahip olan anneler ile yşksek SSB/meyve suyu tşketen çocukları dahil etmiştir; mşdahale grubuna dijital bir uygulama, yşz yşze oturumlar ve davranışsal stratejiler sunulmuştur. Sonuçlar, mşdahale grubunda hem çocukların şekerli içecek alımının hem de annelerin kilo ve içecek alımının kontrol grubuna gşre anlamlı lşde azaldığını gşstermiştir (15).

Tele-sağlık, kendi kendini izleme, davranış değişikliği ve kilo vermeyi teşvik etmede etkilidir ve çocuklarda ve ergenlerde sağlıklı bir yaşam tarzını teşvik etmek ve hareketsiz davranışları azaltmak için evrimii beslenme desteği ve egzersiz eğitim programları gerçekleştirme fırsatı sunar (23).

2.4.Yeme Davranışı Sorunları ve Yeme Bozukluklarında Dijital Sağlığın Rolş

Yeme bozuklukları (YB), yaşam kalitesinin dşşmesi ve yşksek lşm oranları ile karakterize edilen ciddi psikiyatrik rahatsızlıklardır. Ancak, YB hastalarının sadece az bir kısmı tedaviye başvurmakta ve çok azı tedavi gşrmektedir. İnternet şzerinden sunulan bilişsel davranışşı terapi (ICBT), kanıta dayalı tedavilere erişimi artırma potansiyeline sahiptir. Giderek artan sayıda araştırma, tam veya eşik altı yeme bozuklukları için internet tabanlı CBT'ye (ICBT) odaklanmaktadır. Wiberg ve ark. (2022), kullanıcı odaklı bir tasarım kullanarak ve temel sşrdşrme mekanizmalarını (diyet kısıtlaması, kilo/şekil ařırđ değer biçme, duygu dşzenleme) hedefleyen CBT modşlleri sunan, yeme bozuklukları için bir ICBT-E programının geliştirilmesini ve uygulanabilirlik değerlendirmesini açıklamıştır. Çalışma, iyi bir kullanılabilirlik ve umut verici n sonuçlar bulmuş ve klinik hizmetlerde dijital CBT-E'nin uygulanabilirliğini desteklemiştir (16).

Hamid (2024) tarafından yapılan sistematik bir inceleme ve meta-analiz, ICBT'nin yeme bozukluklarının önlenmesi, tedavisi ve nşksetmesinin önlenmesinde etkili olduğu ve tedavi odaklı mşdahalelerin semptomlarda en bşyşk azalmayı sağladığı sonucuna varmıştır (17). Hamatani ve ark. (2025), Japonya'da çok merkezli bir çalışmada bulimia nervoza için rehberli ICBT'yi test etmişlerdir: ICBT ve olağan bakım alan kadınlar, sadece olağan bakım alanlara gşre bulimik semptomlarda önemli lşde daha fazla azalma yaşamışlardır ve tedaviye uyum ve hasta memnuniyeti kabul edilebilir dşzeyde olmuştur (18). Tele-sağlık yoluyla sunulan CBT-E klinik olarak yararlıdır ve ayakta tedavi ortamında kilo ve yeme bozukluğu, depresyon ve anksiyete semptomlarında anlamlı iyileşmeler sağlar (19).

2.5 Obezite ve Duygusal/Tıkınırcasına Yeme Davranışına Yönelik Dijital Yaklaşımlar

Dijital CBT ve ilgili yaklaşımlar, ařırđ kilo veya obezite sorunu olan bireylerde ařırđ yeme ve duygusal yeme sorunlarına da uygulanmaktadır. Abedishargh ve arkadaşları, ařırđ kilolu kadınlarda internet tabanlı CBT'yi değerlendirmiş ve kontrol grubuyla karşılaştırıldığında beden kitle indeksinde azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Bu da, dijital CBT'nin ařırđ yemenin kilo alma nedenlerini azaltmadaki potansiyelini yansıtmaktadır (20).

Dijital müdahalelerin, gıda konusunda özdenetimi iyileştirebileceğini, aşırı yeme sıklığını azaltabileceğini ve uyarlanabilir yollarla diyet kısıtlamasını artırabileceğini göstermektedir. Teori, kanıt ve kullanıcı testlerine dayalı dijital çözümlerin geliştirilmesine yönelik sistematik bir yaklaşım, davranış değişikliği biliminin ilerlemesine önemli ölçüde katkıda bulunabilir ve sürdürülebilir kilo yönetimi için mevcut çözümleri iyileştirebilir. Motivasyon ve öz düzenleme ile duygu düzenlemenin etkisini ayrı ayrı ve bunların kilo kaybını sürdürmedeki etkileşimini incelemek için eşsiz bir fırsat sağlar (21).

Bir rehber eşliğinde dijital, bilişsel davranışçı terapi (BDT) müdahalesinin, yeme bozukluğu olan üniversiteli kadınlar üzerinde yapılan bir çalışmada, uygulama, YB davranışlarının azaltılması (örneğin, kendi kendini izleme ve düzenli yemek yoluyla), vücut imajının iyileştirilmesi, duyguların düzenlenmesi, olumsuz düşüncelerle baş etme ve tekrarlanmasının önlenmesi gibi YB'lara ilişkin BDT'nin temel bileşenlerini içermektedir. Koç+dijital BDT müdahalesi, uzun süreli takip yoluyla YB psikopatolojisini, kompanse edici davranışları, depresyonu ve klinik bozulmayı azaltmada ve tedaviye erişimi gerçekleştirmede etkili olmuştur. Yeme Davranış Bozukluğu olan üniversiteli kadınlara yönelik koçluk+dijital bir BDT müdahalesi, Yeme Davranış Bozukluğu ile ilgili geniş tedavi açığını iyileştirmede etkin rol oynayabilmektedir (22). Aşırı yeme davranış bozukluğu bireyler üzerinde video konferans üzerinden yapılandırılmış terapilerin hem tıkanırcasına yemeyi azaltmada hem de genel ruh sağlığında iyileşmeler sağladığı gösterilmiştir (25).

3. Obezite Tedavisinde Yapay Zekanın Rolü

Obezitenin kronik yapısı, uzun vadeli izleme ve destek gerektirmektedir. Bu da, zaten aşırı yüklenmiş sağlık sistemlerine ek yük getirmekte ve insan kaynaklarını aşırı zorlamadan sürekli bakım sağlayabilecek otomatik, akıllı çözümlerin ihtiyacını vurgulamaktadır (30). Yapay zeka, sağlık hizmetlerinde dönüştürücü bir güç olarak ortaya çıkmış ve veriye dayalı, kişiselleştirilmiş ve ölçeklenebilir müdahalelerle obezitenin önlenmesi, teşhisi ve yönetiminde devrim yaratacak benzeri görülmemiş fırsatlar sunmaktadır. Makine öğrenimi, derin öğrenme, doğal dil işleme ve bilgisayar görüşünü kapsayan yapay zeka teknolojileri, elektronik sağlık kayıtları, giyilebilir cihazlar, mobil uygulamalar ve tıbbi görüntüleme dahil olmak üzere çok sayıda kaynaktan gelen büyük miktarda heterojen veriyi analiz ederek eyleme geçirilebilir içgörüler ve kişiselleştirilmiş öneriler üretme yeteneğine sahiptir (31). Obezite yönetimine yapay zekanın entegrasyonu, bireysel ihtiyaçlara ve koşullara gerçek zamanlı olarak uyum sağlayabilen proaktif, sürekli ve hassasiyet odaklı yaklaşımlara doğru bir paradigma değişikliğini temsil etmektedir (32). Yapay zeka destekli kişiselleştirilmiş obezite yönetiminin etkileşimli ve gelişen sürecini yansıtarak, uzun vadeli müdahalenin başarısını sürdüren sürekli veri entegrasyonu, uyarlanabilir öğrenme, davranışsal destek ve duygusal duyarlılığı vurgulamaktadır (33).

Yapay zeka, tahmine dayalı analiz, gerçek zamanlı davranış müdahalesi ve hasta sonuçlarının iyileştirilmesi yoluyla bu hususların her birinde yardımcı olabilir. Yapay zekayı hasta yönetimine entegre ederken, veri gizliliğinin sağlanması ve algoritma önyargısının azaltılması gibi belirli zorluklar bulunmaktadır. Ancak genel olarak, obeziteyi tedavi eden hem bireyleri hem de hekimleri güçlendirmek için umut vaat eden bir araçtır (34).

Yapay zekanın (YZ) obezite tedavisinde sunduğu bir diğer yenilikçi yaklaşım, sosyal belirleyicilerin ve toplumsal faktörlerin analizine olanak tanımasıdır. Arash Shaban-Nejad ve arkadaşlarının çalışmasında, YZ algoritmalarının sosyal sağlık belirleyicileri (SDoH) ve diğer veri setlerini entegre ederek, sağlık hizmetlerine erişimdeki eşitsizlikleri tespit edebildiği ve risk altındaki gruplara yönelik özelleştirilmiş müdahaleler tasarlayabildiği belirtilmiştir. Bu yaklaşım, obezite gibi toplumsal kökenli sağlık sorunlarının çözümünde, kaynakların daha etkin dağıtılması ve dezavantajlı gruplara yönelik hedefli stratejilerin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (35).

YZ'nin obezite ve yeme davranış problemlerine yönelik tedavilerdeki rolü, aynı zamanda sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliği ve kalitesinin artırılması açısından da değerlendirilmektedir. Oğuz Işık ve Yasin Çilhoroz'un çalışmasında, YZ yöntem ve tekniklerinin sağlık hizmetlerinde maliyetleri ve bekleme sürelerini azalttığı, tanı ve tedavide ise daha kesin ve doğru sonuçlara ulaşıldığı rapor edilmiştir. Bu bulgu, obezite gibi kronik hastalıkların yönetiminde YZ'nin sağlık sistemleri üzerindeki yükü azaltabileceğini ve hizmet kalitesini yükseltebileceğini göstermektedir (36). Obezite ve yeme davranış problemlerine yönelik tedavilerde YZ'nin rolü, tanıdan tedaviye, hasta takibinden davranışsal müdahalelere, etik ve toplumsal boyutlardan sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliğine kadar çok geniş bir yelpazede etkili olmaktadır. YZ tabanlı yaklaşımlar, obeziteyle mücadelede bireyselleştirilmiş, veri odaklı ve bütüncül çözümler sunarken, beraberinde getirdiği etik, eğitimsel ve toplumsal sorumlulukların da dikkate alınmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, obezite ve yeme davranış problemlerinin tedavisinde YZ'nin etkin ve güvenli şekilde kullanılabilmesi için multidisipliner iş birliği, etik çerçeveler ve sürekli eğitim süreçlerinin önemi giderek artmaktadır.

3. Sonuç

Obezite ve yeme davranışı bozuklukları; genetik, çevresel ve davranışsal faktörlerin etkileşimiyle ortaya çıkan, karmaşık ve kronik halk sağlığı sorunlarıdır. Mevcut geleneksel tedavi yöntemleri (diyet, fiziksel aktivite, davranış terapisi) etkili olmakla birlikte, küresel obezite artış hızını yavaşlatmakta ve uzun vadeli kilo koruma oranlarını artırmakta yetersiz kalmıştır. Bu nedenle, dijital sağlık teknolojilerinin (e-sağlık ve m-sağlık) tedavi süreçlerine entegrasyonu giderek daha kritik hâle gelmiştir.

Literatür, web tabanlı programlar, mobil uygulamalar, SMS tabanlı destekler, giyilebilir teknolojiler ve internet tabanlı bilişsel davranışçı terapi (ICBT) gibi dijital müdahalelerin, kilo yönetimi ve yeme davranışı düzenlemede orta düzeyde fakat anlamlı etkiler yarattığını göstermektedir. Dijital kendi kendini izleme, davranışsal obezite tedavisinde en güçlü belirleyicilerden biri olup, daha yüksek izleme sıklığı daha fazla kilo kaybı ile ilişkilidir.

Yeme bozukluklarında ise dijital CBT-E ve rehberli ICBT uygulamaları, özellikle klinisyen desteğiyle birleştirildiğinde, temel psikopatolojiyi ve tıknırcasına yeme sıklığını azaltmada etkili görünmektedir. Bu bulgular, dijital terapilerin yalnızca erişilebilirliği artırmakla kalmayıp, tedavi etkinliğini de destekleyebileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte, etki büyüklüklerinin genellikle orta düzeyde olduğu, kullanıcı bağlılığının zamanla azaldığı, uzun vadeli sonuçların sınırlı olduğu ve her dijital aracın klinik geçerliliğinin eşit olmadığı unutulmamalıdır. Dijital uçurum, veri güvenliği, aşırı öz izlemenin olası zararları gibi riskler dikkate alınması gereken diğer önemli sınırlamalardır.

Genel olarak eldeki kanıtlar, dijital sağlık müdahalelerinin geleneksel tedavilerin yerine geçmekten ziyade onları tamamlayan, erişimi artıran ve davranış değişikliğini destekleyen güçlü yardımcı araçlar olduğunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

- 1.Młynarska, E., et al. (2025). "Obesity as a Multifactorial Chronic Disease: Molecular Mechanisms, Systemic Impact, and Emerging Digital Interventions." Current Issues in Molecular Biology **47**(10): 787.
- 2.Chiavarini, M., Giacchetta, I., Rosignoli, P., & Fabiani, R. (2025). E-Health and M-Health in Obesity Management: A Systematic Review and Meta-Analysis of RCTs. *Nutrients*, *17*(13), 2200.
- 3.Kim M, Choi HJ. Digital Therapeutics for Obesity and Eating-Related Problems. *Endocrinol and Metab*, 2021; 36(2): 220
- 4.Kupila, S.K.E., Joki, A., Suojanen, LU. *et al.* The Effectiveness of eHealth Interventions for Weight Loss and Weight Loss Maintenance in Adults with Overweight or Obesity: A Systematic Review of Systematic Reviews. *Curr Obes Rep* **12**, 371–394 (2023).
5. Baker J, Jones N, Freestone D, Effland L, Bohon C. Remotely Delivered Cognitive Behavioral Therapy for Adults With an Eating Disorder: Retrospective Analysis of a Real-World Patient Sample. *J Med Internet Res* 2025;27:e76464.
- 6.Jianan Zhong, Yihan Zhang, Yifan Sun, Qi Wang, Guanxi Dong, Xiaobai Li. The efficacy of internet-based cognitive behavioral therapy for adult binge spectrum eating disorders: A meta-analysis, *Journal of Affective Disorders*, Volume 361, 2024, 684-692
- 7.Castelnuovo G, Pietrabissa G, Manzoni GM, Cattivelli R, Rossi A, Novelli M, Molinari E. Cognitive behavioral therapy to aid weight loss in obese patients: current perspectives. *Psychol Res Behav Manag*, 2017.
- 8.Shi, Y., Wakaba, K., Kiyohara, K., Hayashi, F., Tsushita, K., & Nakata, Y. (2023). Effectiveness and Components of Web-Based Interventions on Weight Changes in Adults Who Were Overweight and Obese: A Systematic Review with Meta-Analyses. *Nutrients*, *15*(1), 179
- 9.Pujia, C., Ferro, Y., Mazza, E., Maurotti, S., Montalcini, T., & Pujia, A. (2025). The Role of Mobile Apps in Obesity Management: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of medical Internet research*, *27*, e66887.
- 10.Khan, M. K., et al. (2025). "Smartphones and Web 2.0. interventions for weight management." Frontiers in Digital Health **Volume 7**

11. Patel ML, Wakayama LN, Bennett GG. Self-Monitoring via Digital Health in Weight Loss Interventions: A Systematic Review Among Adults with Overweight or Obesity. *Obesity* (Silver Spring). 2021 Mar;29(3):478-499.
12. Patel M, Hopkins C, Brooks T, Bennett G. Comparing Self-Monitoring Strategies for Weight Loss in a Smartphone App: Randomized Controlled Trial *JMIR Mhealth Uhealth* 2019;7(2):e12209
13. Raber, Margaret, et al. "A systematic review of the use of dietary self-monitoring in behavioural weight loss interventions: delivery, intensity and effectiveness." *Public health nutrition* 24.17 (2021): 5885-5913.
14. Singh B, et al. Lifestyle eHealth and mHealth Interventions for Children and Adolescents: Systematic Umbrella Review and Meta-Analysis *J Med Internet Res* 2025;27:e69065
15. Nezami B, Ward D, Lytle L, Ennett S, Tate D. A mHealth randomized controlled trial to reduce sugar-sweetened beverage intake in preschool-aged children. *Pediatr Obes*, 2018; 13(11): 668-676.
16. Wiberg AC, Ghaderi A, Danielsson HB, Safarzadeh K, Parling T, Carlbring P, Jansson M, Welch E. Internet-based cognitive behavior therapy for eating disorders - Development and feasibility evaluation. *Internet Interv*. 2022 Aug 30;30:100570.
17. Hamid, N. (2024). Internet-based cognitive behaviour therapy for the prevention, treatment and relapse prevention of eating disorders: A systematic review and meta-analysis. *PsyCh Journal*, 13(1), 5-18.
18. Hamatani S, Matsumoto K, Andersson G, et al. Guided Internet-Based Cognitive Behavior Therapy for Women With Bulimia Nervosa: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 2025;8(8):e2525165.
19. Baker JH, Jones NM, Freestone D, Effland L, Bohon C. Remotely Delivered Cognitive Behavioral Therapy for Adults With an Eating Disorder: Retrospective Analysis of a Real-World Patient Sample *J Med Internet Res* 2025;27:e76464
20. Abedishargh N, Ramezani Farani A, Gharraee B, Farahani H. Effectiveness of Internet-based Cognitive Behavioral Therapy in Weight Loss, Stress, Anxiety, and Depression via Virtual Group Therapy. *Iran J Psychiatry Behav Sci*. 2021;15(3):e113096.
21. Marques MM. Et al. A Theory- and Evidence-Based Digital Intervention Tool for Weight Loss Maintenance (NoHoW Toolkit): Systematic Development and Refinement Study *J Med Internet Res* 2021;23(12):e25305
22. Fitzsimmons-Craft EE, Taylor CB, Graham AK, Sadeh-Sharvit S, Balantekin KN, Eichen DM, Karam AM. Effectiveness of a digital cognitive behavior therapy-guided self-help intervention for eating disorders in college women: a cluster randomized clinical trial. *JAMA network open*, 2020; 3(8): e2015633-e2015633.
23. Staiano A.E., Beyl R.A., Guan W., Hendrick C.A., Hsia D.S., Newton R.L. Home-Based Exergaming among Children with Overweight and Obesity: A Randomized Clinical Trial. *Pediatr Obes*. 2018;13:724-733

24. Kim, M., & Choi, H. J. (2021). Digital Therapeutics for Obesity and Eating-Related Problems. *Endocrinology and metabolism (Seoul, Korea)*, 36(2), 220–228.
25. da Luz, F. Q., Mohsin, M., Teixeira, P. C., dos Santos, E., Gaeta, T., Ferrari, S., Martin, K., Dias, A., Jana, T. A., Marinho, L. S., Lobo, I., Pascoareli, L., Cordás, T., & Hay, P. (2024). A Comparison of the Efficacy of Online HAPIFED versus Online Cognitive Behavioural Therapy for Binge Eating Disorder: A Randomized Controlled Trial. *Obesities*, 4(2), 145-159
26. Li, S., Zhou, Y., Tang, Y., Ma, H., Zhang, Y., Wang, A., Tang, X., Pei, R., & Piao, M. (2025). Behavior Change Resources Used in Mobile App-Based Interventions Addressing Weight, Behavioral, and Metabolic Outcomes in Adults With Overweight and Obesity: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *JMIR mHealth and uHealth*, 13, e63313.
27. Beleigoli A, Andrade AQ, Diniz MDF, Ribeiro AL. Personalized Web-Based Weight Loss Behavior Change Program With and Without Dietitian Online Coaching for Adults With Overweight and Obesity: Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*, 2020; 22(11): e17494
28. Spring B, Pellegrini CA, Pfammatter A, Duncan JM, Pictor A, McFadden HG, Hedeker D. Effects of an abbreviated obesity intervention supported by mobile technology: The ENGAGED randomized clinical trial. *Obesity*, 2017; 25(7): 1191-1198
29. Bertoli S, Capodaglio P, Colosimo S, De Amicis RS, Gilardini L, Bruno A, Mambrini SP, Pietrabissa G, Cavaggioni L, Castelnovo G, Piazzolla G Effectiveness of a Digital Therapy on 6-Month Weight Loss in People With Obesity: The Digital Therapy to Promote Weight Loss in Patients With Obesity by Increasing Their Adherence to Treatment (DEMETRA) Randomized Clinical Trial *J Med Internet Res* 2025;27:e72054
30. Wolfenden, L., Ezzati, M., Larijani, B., & Dietz, W. (2019). The challenge for global health systems in preventing and managing obesity. *Obesity Reviews*, 20, 185-193.
31. Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature medicine*, 25(1), 44-56.
32. Asiri, N., Al Shehri, A., & Al Otaibi, T. (2023). Obesity Management and Artificial Intelligence: A Narrative Review. *Journal of Health Informatics in Developing Countries*, 17(02).
33. Teke, J., Msiska, M., Adanini, O. A., Egbon, E., Osborne, A., & Olawade, D. B. (2025). Artificial intelligence for obesity management: A review of applications, opportunities, and challenges. *Obesity Medicine*, 100657.
34. Agarwal, Khushboo. Artificial Intelligence in the Management of Obesity. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism* 29(3):p 283-284, May–Jun 2025.
35. Shaban-Nejad, A., Michalowski, M., & Bianco, S.. (2024). Breaking Barriers: The Power of Artificial Intelligence in Advancing Health Equity. *Studies in Computational Intelligence*.

36. IŞIK, O., & ÇİLHORUZ, Y. (2021). Yapay Zekâ: Sağlık Hizmetlerinden Uygulamalar. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*

GECE YEME DAVRANIŞI VE METABOLİK SAĞLIK: YEME DAVRANIŞI, GLİSEMİK KONTROL VE İNSÜLİN DUYARLILIĞI ARASINDAKİ ETKİLEŞİM

1. GİRİŞ

Son yıllarda metabolik hastalıkların görülme sıklığındaki artış, beslenme alışkanlıklarının sadece ne yediğimiz açısından değil, ne zaman ve nasıl yediğimiz açısından da yeniden düşünülmesine neden olmuştur. Bu bağlamda sirkadiyen ritim, yani vücudun 24 saatlik iç biyolojik döngüsü, enerji metabolizmasını yönlendiren temel yapılardan biri olarak öne çıkmaktadır. Sirkadiyen sistem; glikozun nasıl işlendiğı, insülinin ne kadar etkili olduğı, sindirim sisteminin hareketliliğı, bağırsak mikrobiyotasının günlük düzeni ve açlık–tokluk sinyallerinin oluşması gibi pek çok süreci etkiler (Manoogian & Panda, 2017). Modern yaşamda geç yatma, ekran kullanan birey sayısındaki artış, vardiyalı çalışma ve düzensiz uyku süreleri gibi etkenler bu ritmin bozulmasına ve metabolik sağlığın zayıflamasına yol açabilmektedir.

Uyku zamanının gecikmesiyle birlikte hormonların doğal akışı da değişmektedir. Leptin, ghrelin, melatonin ve kortizol gibi metabolik düzenleyici hormonlar gece boyunca belirli bir ritme göre salınır. Uykunun kesintiye uğraması veya geç saatlere ertelenmesi, bu hormonların salınımını bozarak özellikle ödöl temelli beslenme davranışlarını artırır (Chaput ve ark., 2023). Bu durum, kişinin fizyolojik olarak aç olmasa bile gecenin ilerleyen saatlerinde yüksek kalorili, şekerli ve yağlı yiyeceklere yönelmesine katkıda bulunur. Dolayısıyla gece beslenmesi çoğı zaman biyolojik açıktan değil, hormonal dengenin bozulmasından etkilenir.

Beslenme zamanlaması sirkadiyen ritimle uyumlu olmadığında glisemik kontrolün bozulduğı bilinmektedir. Araştırmalar, insülin duyarlılığının sabah saatlerinde daha yüksek

olduğunu; akşam ve gece ise belirgin şekilde azaldığını göstermektedir (Wells, 2019). Bu nedenle özellikle geç saatlerde karbonhidrat ve yağ içeriği yüksek bir öğün tüketildiğinde, kan şekeri daha uzun süre yüksek seyredebilir ve gece boyunca yağ yakımı belirgin şekilde azalabilir.

Gece tüketilen yiyeceklerin sadece makrobesin içeriği değil, toplam enerji yükü ve gıdaların niteliği de önem taşır. Gece atıştırmalarının çoğu düşük lifli, yüksek glisemik indeksli ve rafine karbonhidrat ağırlıklı olduğu için, bu tür gıdalar iştahı düzenleyen hormonlarla etkileşerek tekrarlayan bir tüketim davranışı oluşturabilir (McHill & Wright, 2017). Böylece gece beslenmesi sadece bir alışkanlık değil, zamanla davranışsal olarak pekişen bir döngü hâline gelir.

Bağırsak mikrobiyotası, son yıllarda gece yeme davranışının metabolik etkilerini anlamada önemli bir araştırma alanı hâline gelmiştir. Mikrobiyal topluluklar gün içinde ritmik bir değişim gösterir; ancak besin alım zamanının geceye kayması bu ritmin bozulmasına neden olabilir. Bunun sonucunda mikrobiyotanın bileşiminde değişiklikler, kısa zincirli yağ asitlerinde azalma ve bağırsak bariyer bütünlüğünde zayıflama görülebilir (Leone ve ark., 2015; Zarrinpar ve ark., 2014). Bu tür değişimler düşük dereceli inflamasyonu artırarak insülin direncinin gelişmesini kolaylaştırabilir (Thaiss ve ark., 2014).

Uyku yoksunluğu ile gece beslenmesi birleştiğinde ise metabolik risk daha da artar. Uykusuzluk; leptin düzeyinin düşmesine, ghrelinin yükselmesine ve kortizolün artmasına yol açarak kişinin yüksek enerjili besinlere yönelimini güçlendirir (St-Onge ve ark., 2016). Aynı zamanda gece beslenmesinin mikrobiyota üzerindeki etkileri, epigenetik düzeyde değişikliklere ve metabolik sinyal yollarının zayıflamasına da neden olabilir. Tüm bu faktörler bir araya geldiğinde enerji dengesinin aleyhte bozulduğu bir döngü oluşur.

Bu nedenle gece beslenmesi sadece geç saatlerde yemek yemekten ibaret değildir; sirkadiyen ritim, hormonal düzen, bağırsak mikrobiyotasının durumu ve metabolik süreçlerin tamamıyla ilişkili çok yönlü bir konudur. Bu bölümde gece yeme davranışının nedenleri, gece seçilen besinlerin özellikleri, enerji dengesi üzerindeki etkiler, mikrobiyota ve kısa zincirli yağ asitleriyle ilişkisi, uyku düzeninin rolü ve glisemik kontrol üzerindeki etkiler güncel literatür doğrultusunda ele alınacaktır. Amaç, gece beslenmesinin metabolik sağlık üzerindeki sonuçlarını krononütrisyon çerçevesinde bütüncül bir bakışla açıklamak ve bu alanda yapılacak müdahalelere bilimsel bir temel sunmaktır.

2. YEME DAVRANIŞI BOZUKLUKLARI ÇERÇEVESİNDE GECE YEME SENDROMU

Yeme davranışı bozuklukları, yalnızca bireylerin beslenme düzenlerini değil; duygu durumlarını, düşünce süreçlerini ve beden algılarını da etkileyen çok yönlü ruhsal durumlardır. Bu bozukluklar arasında yer alan gece yeme sendromu (NES), hem yeme alışkanlıklarında hem de uyku düzeninde belirgin değişikliklere yol açması nedeniyle ayrı bir öneme sahiptir(Lavery, 2022).

NES'in tanımı ilk kez 1955 yılında Stunkard, Grace ve Wolff tarafından, obezite tedavisi amacıyla başvuran bireylerle yürütülen çalışmalar sırasında yapılmıştır. Araştırmacılar, bazı kişilerin günlük kalori alımlarının önemli bir kısmını, yaklaşık %25 veya daha fazlasını, genellikle yemek yenmeyen geç saatlerde tükettiklerini gözlemlemiştir. Bu durum çoğu zaman akşam yemeğinden sonra belirgin şekilde artan yeme davranışı ya da uykudan uyandıktan sonra yemek yeme şeklinde ortaya çıkar. Her iki davranış da sendromun temel özellikleri arasında kabul edilmektedir(Stunkard, Grace & Wolff, 1955).

Tanı açısından bakıldığında, NES yaygın olarak sabah iştahsızlığı, akşam saatlerinde artan yeme isteği, uykuya dalmada ya da uykuyu sürdürmede zorluk, özellikle günün ilerleyen saatlerinde kötüleşme eğiliminde olan depresif duygu durumu ve yeniden uykuya dalmak için yemek yeme gereksinimine ilişkin inanç gibi belirtilerle kendini gösterir. Bu özelliklerin hepsi her bireyde görülmeyebilir; ancak tanının konulabilmesi için bu belirtilerden en az üçünün bulunması beklenir. Ayrıca kişinin bu yeme davranışlarının farkında olması ve sonradan hatırlayabilmesi önemlidir.

DSM-5 sınıflandırmasında gece yeme sendromu, “diğer tanımlanmış beslenme veya yeme bozuklukları” başlığı altında yer almaktadır(Vander Wal, 2014). Bu konumlandırma, sendromun hem davranışsal hem de duygusal bileşenleri içeren karmaşık yapısını vurgulamaktadır.

Gece yeme sendromunun ortaya çıkışında biyolojik, psikolojik ve çevresel birçok etkenin bir araya geldiği düşünülmektedir. Özellikle sirkadiyen ritimdeki bozulmalar, melatonin ve leptin dengesinde görülen değişiklikler, kortizol düzeylerindeki artış ile stres yanıt sisteminin aşırı uyarılması gibi fizyolojik süreçlerin gece yeme davranışını tetikleyebileceği çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir(Bargagna & Casu, 2024). Bu biyolojik zemin, stres, kaygı ve depresyon gibi duygusal zorluklarla birleştiğinde, yeme davranışının giderek döngüsel bir düzensizliğe dönüşmesine yol açabilmektedir(Sakthivel, Hay & Mannan, 2023). Bu nedenle NES, yalnızca bir yeme davranışındaki değişim olarak değil, çoklu sistemlerin etkileşimiyle ortaya çıkan bir durum olarak ele alınmalıdır.

NES, tıknırcasına yeme bozukluğu ile benzerlikler taşısa da, iki bozukluk arasında belirgin farklar bulunmaktadır. Örneğin tıknırcasına yeme bozukluğunda gece uyanmaları sırasında yiyecek tüketimi görülebilse de, bu durum NES'teki kadar

karakteristik değildir. Bu bozuklukta tüketilen yiyecek miktarı da NES'e kıyasla çok daha fazladır ve ataklar belirli bir zaman dilimiyle sınırlı değildir. Bunun aksine, NES'in ayırt edici yönlerinden biri, gün ilerledikçe yiyecek alımının azalması ve gecenin geç saatlerinde artış göstermesidir. Ayrıca NES'te kusma, müshil kullanımı ya da belirgin bir uyku bozukluğu genellikle eşlik eden bir özellik değildir. Literatürde karbonhidrat açısından zengin yiyeceklere yönelik belirgin bir eğilim olduğu da sıkça vurgulanmaktadır. NES'in bir diğer önemli yönü ise yeme davranışının çoğu zaman kişinin farkındalığı altında gerçekleşmesidir; yani kişi, gece yediğini ertesi gün hatırlayabilir(Matsui ve ark., 2021).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, gece yeme sendromunun tedavisinde yalnızca yeme davranışına değil, bireyin duygusal durumuna, uyku düzenine ve biyolojik ritmine birlikte odaklanması gerektiğini ortaya koymuştur. Tedavide en sık başvurulan yöntemlerden biri olan bilişsel-davranışçı terapi (BDT), bireyin gece yeme davranışını tetikleyen düşünce örüntülerini tanımasına yardımcı olur ve bu düşüncelerin yerine daha uyumlu başa çıkma stratejileri geliştirmeyi hedefler(Melisse & Arora, 2024). Özellikle çevrimiçi ortamlarda yürütülen BDT uygulamalarının erişilebilirlik ve devamlılık açısından etkili olduğu bildirilmektedir.

Farmakolojik tedaviler arasında ise selektif serotonin geri alım inhibitörleri (SSRI) öne çıkmaktadır. Sertralin gibi bazı SSRI'ların gece yeme sıklığını azaltabileceğine ve uyku bölünmelerini hafifletebileceğine ilişkin bulgular mevcuttur(Dos Santos ve ark., 2025). Bunun yanı sıra stres yönetimi, uyku hijyeninin düzenlenmesi ve dengeli bir beslenme planı oluşturulması da tedavi sürecinin önemli destekleyici alanları arasında yer almaktadır(Bargagna & Casu, 2024).

Tüm bu bilgiler ışığında, gece yeme sendromunun tedavisi yalnızca belirli bir yeme davranışını değiştirmekten ibaret değildir. Daha geniş bir perspektiften bakıldığında, amaç; bireyin biyolojik ritmini yeniden düzenlemek, psikolojik dayanıklılığını güçlendirmek ve yaşam dengesini yeniden kurabilmesine destek olmaktır. Bu bütüncül yaklaşım, uzun vadeli iyileşmenin temel unsuru olarak değerlendirilmektedir.

3. SİRKADİYEN RİTİM, MELATONİN VE METABOLİK ZAMANLAMA

Canlılar, çevredeki değişimlere uyum sağlamak için yaklaşık 24 saatlik biyolojik döngüler geliştirmiştir. Bu döngüler sirkadiyen ritimler olarak adlandırılır ve hipotalamustaki suprachiasmatic nucleus (SCN) tarafından yönetilen merkezi saat ile karaciğer, pankreas, gastrointestinal sistem, iskelet kası ve yağ dokusu gibi organlardaki periferik saatlerin uyumlu çalışmasıyla sürdürülür. Sirkadiyen sistem; uyku-uyanıklık döngüsünden enerji metabolizmasına, hormon salınımından vücut ısısına ve iştah düzenlemesine kadar birçok fizyolojik süreci günün belirli zaman dilimlerine göre organize eder. Bağışıklık yanıtının, glikoz regülasyonunun ve enerji kullanımının ritmik bir yapı içinde işlemesi metabolik sağlığın korunmasında kritik bir rol oynar(Desai ve ark., 2024).

Bu sistemin temel düzenleyicilerinden biri **melatonindir**. Karanlıkla birlikte pineal bez tarafından salgılanan melatonin, sirkadiyen ritmin sürekliliğini sağlayan önemli bir biyokimyasal sinyaldir. Sağlıklı bireylerde melatonin düzeyleri akşam saat 20.00–22.00 arasında yükselmeye başlar, gece yarısı ile sabaha karşı 00.00–03.00 en yüksek seviyelere ulaşır ve gündüz saatlerinde düşer. Işık ise melatonin üretiminin en güçlü çevresel belirleyicisidir; özellikle 00.00–04.00 arasında yapay ışığa maruz kalmak salgıyı belirgin şekilde baskılar. Benzer şekilde vardiyalı

Çalışma, gece uyanıklığı veya ekran ışığının yoğun kullanımı da melatonin salınımını azaltır. Buna karşılık sabah ışığı ritmi öne çekerken, akşam ışığına maruz kalmak fazın gecikmesine neden olur. Melatonin düzeylerindeki bu ritmik değışimler yalnızca uyku-uyanıklık düzenini değil; insülin sekresyonu, glukoz toleransı ve lipid metabolizması gibi metabolik süreçleri de etkiler. Bu nedenle sirkadiyen sistem ile metabolik süreçler arasındaki ilişki son yıllarda yoğun olarak araştırılmaktadır(Poza ve ark., 2022).

Sirkadiyen ritmin metabolik düzen üzerindeki etkilerini destekleyen pek çok deneysel bulgu bulunmaktadır. Van Cauter ve arkadaşlarının çalışmalarında glikoz ve insülin düzeylerinin belirgin bir sirkadiyen düzen gösterdiği bildirilmiştir. Ters çevrilmiş bir uyku-uyanıklık protokolü ve sabit glikoz infüzyonu kullanılan deneylerde, glikoz düzeylerinin en yüksek olduğu zaman dilimi (akrofaz) gece 02:35 civarında belirlenmiş ve gece uyanıklığı sırasında ölçülen değerlerin anlamlı biçimde daha yüksek olduğu görölmüştür. İnsülin sekresyonunun ritmi glikozu takip ederken, uyku döneminde artan insülin klirensi nedeniyle özellikle 23.00–03.00 arasındaki gece uykusunda insülin düzeylerinin sabah uyanıklık dönemine göre %30–40 daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Obez ve zayıf bireylerin karşılaştırılmasında ise obez bireylerde glikoz toleransı ritminin tersine döndüğu, glisemik kontrolün gün içinde kısmen düzeldiği ve ritimlerin daha az belirgin olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar, glikoz metabolizmasının sağlıklı bireylerde sirkadiyen ritimle uyumlu olduğunu, ancak obezite ve diyabet gibi durumlarda bu ritmin bozulduğunu göstermektedir(Poggiogalle ve ark., 2018).

Sirkadiyen düzenin metabolik süreçlerle bu yakın ilişkisi, beslenme zamanlamasının da enerji metabolizması üzerinde belirleyici bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur(Davis ve ark., 2022). Bu doğrultuda gelişen “metabolik zamanlama” ve “krononütrisyon” yaklaşımları, öğünlerin gün içindeki

zamanlamasının glisemik kontrol, insülin duyarlılığı ve metabolik sağlık açısından önemli olduğunu vurgular(Alum, 2025). Özellikle akşam saatlerinde yapılan besin alımının organizmanın biyolojik olarak düşük metabolik aktivite dönemine denk gelmesi, insülin duyarlılığında azalma ve glukoz toleransında bozulma gibi olumsuz sonuçlara yol açabilir. Araştırmalar, “caloric midpoint” olarak adlandırılan günlük enerji alımının orta noktasının geç saatlere kaymasının düşük insülin duyarlılığı ve yüksek HOMA-IR değerleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, beslenme içeriklerinin yanı sıra zamanlamasının da metabolik sağlık açısından kritik olduğunu ortaya koymaktadır(Reytor-González ve ark., 2025).

Bireyin kronotipi, uyku-uyanıklık döngüsü, öğün zamanlaması ve beslenme penceresi gibi faktörlerin düzenlenmesi hem kilo yönetimi hem de metabolik hastalıkların önlenmesi açısından önemli bir destek sağlar. Organizmanın aktif metabolik fazı olan günün erken saatlerinde gerçekleştirilen öğünler glisemik kontrol açısından avantaj sunarken, geç saatlerde yemek tüketimi bozulmuş glikoz metabolizması ve artmış yağ depolanmasıyla ilişkilendirilmiştir(Palomar-Cros ve ark., 2023). Bu bulgular krononütrisyonun yalnızca geleneksel diyet stratejilerine ek bir bilgi değil, metabolik sağlığı etkileyen önemli bir yaklaşım olduğunu göstermektedir(Manoogian ve ark., 2022).

Sonuç olarak sirkadiyen ritim ve melatonin metabolizması, gece yeme davranışının fizyolojik mekanizmalarını anlamada temel bir çerçeve sunmaktadır. Metabolik zamanlamanın dikkate alınmaması enerji dengesi ve glisemik kontrol üzerinde bozulmalara yol açabileceğinden, gece yeme davranışının değerlendirilmesinde psikolojik etkenlerin yanı sıra bireyin biyolojik ritimleri ve sirkadiyen uyumunun da göz önünde bulundurulması önemlidir.

4. GECE YEMELERİNİN GLİSEMİK KONTROL ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Günün farklı saatlerinde yemek yemenin, glikoz toleransı ve tokluk hormonlarının salınımı üzerinde önemli etkileri olduğu bilinmektedir. Özellikle gece geç saatlerde yemek yeme alışkanlığı, obezite, kardiyovasküler sorunlar ve metabolik risklerin artışıyla ilişkilendirilmiştir. Ancak yeme zamanlamasının glikoz metabolizması ve diyabet riski üzerindeki etkileri hâlâ tam olarak anlaşılmış değildir(Kessler & Pivovarova-Ramich, 2019).

Bireysel biyolojik saat ile yeme zamanlaması arasındaki etkileşim, metabolik yanıtları belirlemede kritik bir rol oynar. Geç saatlerde yemek tüketimi, insülin duyarlılığında azalmaya yol açabilir ve genetik faktörler de bu etkileşimi etkileyebilir. Günün erken saatlerinde ana kalori alımının yapılması, metabolik sağlık ve diyabet riskinin kontrolü açısından daha koruyucu olabilir. Ancak bireysel farklılıklar, bu tür beslenme düzenlemelerinin uygulanabilirliğini etkileyebilir(Vahlhaus ve ark., 2025).

Gece yemek yemenin olumsuz etkileri, uyku düzeni, metabolik hız ve sirkadiyen ritim ile bağlantılıdır. Uyku sırasında metabolik hız düşer; yatmadan önce yapılan öğünler enerji harcamasını azaltabilir ve glikoz ile yağ metabolizmasında bozulmalara yol açabilir. Bu durum, özellikle uyku öncesi alınan öğünlerin tokluk glikozunu yükseltmesine ve yağ yakımını azaltmasına yol açar.

Yapılan çalışmalar, erken akşam yemeği ile geç akşam yemeği arasındaki farkları incelemiş ve geç yemeklerin ertesi sabah metabolik profili olumsuz etkilediğini göstermiştir. Benzer şekilde, geç saatlerde yemek yeme alışkanlığı olan bireylerde

glikoz toleransının bozulduğu ve tokluk glikozunun arttığı gözlemlenmiştir(Gu ve ark., 2020).

Sonuç olarak, gece geç saatlerde yemek yeme davranışı, glisemik kontrolün bozulması, insülin duyarlılığının azalması ve sirkadiyen ritimle uyumsuzluk açısından önemli bir risk faktörüdür. Sirkadiyen ritimle uyumlu beslenme stratejileri, metabolik sağlığın korunmasında ve glisemik dengenin sürdürülmesinde etkili bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

5. İNSÜLİN DUYARLILIĞI VE ENERJİ METABOLİZMASINDA KRONONÜTRİSYON YAKLAŞIMI

Besin alımının miktarı ve içeriği, enerji metabolizması ve glikoz regülasyonu açısından kritik öneme sahiptir; ancak yalnızca ne yediğimiz değil, **ne zaman yediğimiz** de metabolik süreçlerin düzenlenmesinde belirleyici rol oynar. Bu anlayış, krononütrisyon yaklaşımının temelini oluşturur. Krononütrisyon, beslenme alışkanlıklarını sirkadiyen ritim ve biyolojik döngülerle uyumlu hâle getirmeyi hedefler ve metabolik süreçlere en uygun beslenme düzeninin oluşturulmasını amaçlar. Özellikle sabah saatlerinde insülin duyarlılığının daha yüksek, akşam saatlerinde ise daha düşük olduğu bilinmektedir; bu nedenle enerji ve besin alımının günün erken saatlerine kaydırılması metabolik açıdan avantaj sağlar(Mason ve ark., 2020).

Krononütrisyonun uygulanabilir bir biçimi, **zaman kısıtlı beslenme (Time-Restricted Eating, TRE)** protokolleridir. TRE, gıda alımını önceden belirlenmiş bir zaman aralığı ile sınırlayarak (genellikle ≤ 12 saat), gündüz yemek yeme ve gece uzun süreli açlık döngüsünü yeniden kurmayı hedefler. Böylece sirkadiyen ritim ile metabolik süreçler uyumlu hale gelir ve glikoz kontrolü, insülin duyarlılığı, yağ oksidasyonu ve inflamatuvar yanıtlar olumlu yönde etkilenebilir.

Son yıllarda yürütülen çalışmalarda TRE'nin metabolik etkileri farklı popülasyonlarda incelenmiştir. Örneğin, Xie ve arkadaşları (2022), sağlıklı yetişkinlerde 08.00–15.00 saatleri arasında uygulanan erken zamanlı TRE protokolünün beş hafta sonunda insülin duyarlılığını artırdığını, açlık glukoz düzeylerini düşürdüğünü ve inflamatuvar belirteçleri azalttığını bildirmiştir. Ancak öğleden sonraya kaydırılan (11.00–20.00) protokol benzer iyileşmeler sağlamamıştır(Xie ve ark., 2022). Benzer biçimde, Andriessen ve arkadaşları (2022), tip 2 diyabetli bireylerde yürüttükleri üç haftalık TRE müdahalesinde, 10 saatlik beslenme penceresinin 24 saatlik glikoz düzeylerini iyileştirdiğini, fakat insülin duyarlılığı üzerinde anlamlı değişiklik yaratmadığını rapor etmiştir. Parr ve arkadaşları (2020) ise tip 2 diyabetli yetişkinlerde 9 saatlik TRE uygulamasının glikoz kontrolünü iyileştirdiğini, açlık plazma glukoz düzeylerini düşürdüğünü ve insülin duyarlılığını artırdığını göstermiştir. İlginç olarak, bu etkiler toplam enerji alımı veya vücut ağırlığındaki değişikliklerden bağımsız olarak gözlenmiştir(Andriessen ve ark., 2022).

Bu bulgular, krononütrisyon ve TRE'nin metabolik hastalıkların önlenmesi ve yönetiminde klasik diyet yaklaşımlarına ek olarak önemli katkılar sağlayabileceğini göstermektedir. Ancak uygulamanın süresi, yeme penceresinin zamanlaması ve katılımcı profili gibi değişkenler açısından literatür hâlen heterojendir; dolayısıyla daha uzun süreli ve geniş örneklemli çalışmalara ihtiyaç vardır. Modern yaşam koşulları, sürekli gıda erişimi, düzensiz uyku-aktivite döngüleri ve yapay ışığa maruz kalma sirkadiyen ritmin bozulmasına ve tip 2 diyabet riskinin artmasına katkıda bulunmaktadır. Bu bağlamda, krononütrisyon ve TRE, metabolik sağlığı destekleyen ve glikoz kontrolünü optimize eden umut verici stratejiler olarak öne çıkmaktadır.

6. GECE YEMELERİNDE BESİN SEÇİMLERİ, ENERJİ DENGESİ VE MİKROBİYOTA İLİŞKİSİ

Gece beslenmesini etkileyen en önemli faktörlerden biri, akşam saatlerinden sonra fizyolojik açlığın geri plana geçmesi ve bunun yerine hedonik açlık ile ödül odaklı yeme davranışının öne çıkmasıdır. Bu eğilim; dopamin döngüsündeki artışın, leptin baskılanmasının ve ghrelin düzeylerindeki yükselmenin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir (Broussard ve ark., 2016). Özellikle geç uyuma eğilimi olan ya da gece uyanmaları yaşayan bireylerin, daha çok sade karbonhidrat içeren ve hızlı sindirilen yiyeceklere yöneldiği gösterilmiştir. Bu nedenle çikolata, kızartmalar, hamur işleri, cipsler ve şekerli içeceklerin gece atıştırılmalıklarında daha sık tercih edildiği bildirilmektedir (Osorio-Mendoza ve ark., 2025).

Son yıllarda yapılan mikrobiyota araştırmaları, gece beslenmesinin yalnızca hormonlar ve enerji dengesi üzerinde değil, aynı zamanda bağırsak mikrobiyotasının yapısı üzerinde de etkili olduğunu ortaya koymuştur. Mikrobiyota, sirkadiyen ritme duyarlı bir ekosistemdir ve beslenme zamanlaması bu ekosistemin bileşimini doğrudan etkiler (Thaiss ve ark., 2014). Gece geç saatlerde besin alımının, Firmicutes/Bacteroidetes oranında artışa, kısa zincirli yağ asitlerinin azalmasına ve bağırsak geçirgenliğinde artışa yol açtığı; tüm bu değişimlerin metabolik bütünlüğü tehdit ettiği bildirilmektedir (Zarrinpar ve ark., 2014). Ayrıca bu süreçlerin disbiyozisi tetiklediği, düşük dereceli inflamasyonu artırdığı ve insülin direnci gelişimine katkı sağladığı öne sürülmektedir.

Gece enerji alımının artması, hem glisemik kontrolün bozulmasına hem de mikrobiyotanın doğal sirkadiyen döngüsünün kesintiye uğramasına neden olarak metabolik hastalık riskini yükseltmektedir. Gece tüketilen yiyeceklerin

çoğunlukla liften fakir, yağ ve basit şeker açısından zengin olması; mikrobiyal çeşitliliği azaltmakta ve inflamatuvar özellikteki türlerin baskınlaşmasına ortam hazırlamaktadır (Leone ve ark., 2015). Bu nedenle gece beslenmesi, obezite, tip 2 diyabet, metabolik sendrom ve non-alkolik karaciğer yağlanması gibi metabolik sorunlarla ilişkilendirilmektedir (Wang ve ark., 2024).

Genel olarak değerlendirildiğinde, gece beslenmesi yalnızca bir davranış biçimi değil; hormon döngüleri, enerji metabolizması ve mikrobiyota bütünlüğü üzerinde etkili, çok yönlü bir süreçtir.

6.1. Gece Yemelerinde Besin Seçimi Eğilimleri

Uykuya yakın veya gece geç saatlerde alınan öğünlerde, genellikle yüksek enerji yoğunluğuna sahip ve besin değeri açısından sınırlı gıdalar tercih edilmektedir. Hemşireler üzerinde yapılan bir çalışmada, gece nöbetlerinde “tatlı/yağlı” ve “tatlı/ekşi” tat profiline sahip ürünlerin tüketiminin arttığı, buna karşın daha az işlenmiş ve acı tatlı (“bitter”) gıdaların tercihinin azaldığı saptanmıştır. Bu bulgu, gece saatlerinde besin tercihlerinin yalnızca miktar değil, tat, işlenme düzeyi ve enerji yoğunluğu açısından da farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır(de Rijk ve ark., 2024).

Besin seçiminde hormonal düzenlemelerin önemli rol oynadığı bilinmektedir. Gece ilerledikçe iştahı kontrol eden leptin düzeyleri azalırken, ghrelin ve dopamin düzeyleri artmaktadır. Artan dopamin aktivitesi, ödül sistemini tetikleyerek yüksek enerjili gıdaların tüketimini teşvik etmektedir(Yassıbaş ve ark., 2024). Bu hormonal değişimler, bireyleri kısa vadeli ödül sağlayan, tatlı ve yağlı besinleri tercih etmeye yönlendirebilir. Uyku düzensizliği, öğün atlama veya gün içinde yetersiz beslenme durumlarında bu eğilim daha belirgin hâle gelmektedir.

Ayrıca, bireylerin gün içindeki duygusal durumu, yoğun stres veya öğün içi dengesizlikler, gece besin tercihlerinde kontrol kaybına yol açabilir. Bu durum, özellikle yüksek kalorili ve enerji yoğun gıdaların tüketimini artırmaktadır. Bu nedenle gece beslenme davranışı, sadece enerji alımı üzerinden değil; besin türü, tat ve enerji profili ile öğün zamanlaması birlikte değerlendirilmelidir(Basdeki ve ark., 2022).

Gece yemeklerinin kontrol altına alınması, besin seçimlerinin iyileştirilmesi ve yüksek enerji yoğunluklu gıdalar yerine daha besleyici ve dengeli öğünlerin tercih edilmesi, uzun vadede metabolik sağlık açısından kritik öneme sahiptir. Bu yaklaşım, yalnızca kilo kontrolü açısından değil, glikoz ve lipid metabolizmasının korunması, hormonal denge ve enerji dengesinin sağlanması açısından da önemli bir strateji olarak değerlendirilmektedir.

6.2. Enerji Dengesi ve Metabolik Sonuçlar

Gece saatlerinde yapılan beslenme yalnızca toplam enerji alımını artırmakla kalmaz, aynı zamanda enerji harcaması, yağ oksidasyonu ve glukoz metabolizması gibi temel metabolik süreçleri de etkileyebilir. Uykuya yakın saatlerde tüketilen öğünlerde vücut genellikle dinlenme halindedir; bu durum aktif metabolik dönemin dışında kalınmasına ve dolayısıyla enerji harcamasının azalmasına neden olur. Sonuç olarak alınan enerjinin bir kısmı depolanır ve pozitif enerji dengesi oluşabilir(McHill & Butler, 2024).

Öğünlerin günün ilerleyen saatlerine kayması, insülin duyarlılığında azalma ve glukoz toleransında bozulmalara yol açabilir. Krononutrisyon araştırmaları, enerji alımının günün erken saatlerine kaydırılmasının insülin duyarlılığı ve glukoz kontrolü açısından daha avantajlı olduğunu göstermektedir(McHill & Butler, 2024).

Meta-analizler de bu görüşü destekler niteliktedir. Örneğin, 12 haftadan uzun süren zaman kısıtlamalı beslenme çalışmalarında, yemek yeme süresi kısaltılan gruplarda vücut ağırlığında azalma ve bazı metabolik risk faktörlerinde iyileşme gözlenmiştir. Bu bulgular, öğün zamanlamasının yalnızca toplam enerji alımından bağımsız olarak metabolik süreçler üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, bazı çalışmalar yeme zamanlamasının etkisinin esas olarak toplam kalori alımındaki değişimden kaynaklandığını ve tek başına belirleyici olmadığını ileri sürmektedir(Reytor-González ve ark., 2025).

Gece beslenmesi ile ilişkili metabolik değişiklikler arasında yağ oksidasyonunun azalması, dinlenme metabolizma hızındaki düşüş ve enerji akışının yağ dokusuna yönelmesi yer alır. Ayrıca, gecikmiş öğünler gece boyunca açlık süresini kısaltabilir veya öğün aralıklarını uzatabilir; bu durum metabolik adaptasyonları olumsuz etkileyerek enerji verimliliğini azaltabilir(McHill & Butler, 2024).

Diyetetik açıdan enerji dengesi perspektifiyle gece yeme davranışı ele alındığında bazı öneriler öne çıkmaktadır. Öncelikle, besin alımının günün erken saatlerinde tamamlanması, yani aktif metabolik dönemde öğünlerin bitirilmesi tavsiye edilmektedir. Gece yeme eğilimi olan bireylerde toplam enerji alımı gözden geçirilmeli ve gece öğünlerinin kalori ile makro besin dağılımı dengeli şekilde planlanmalıdır. Ayrıca öğün içeriği de önemlidir; düşük glisemik indeksli, protein açısından zengin ve lifli besinler tercih edilmelidir.

6.3. Mikrobiyota Kompozisyonu ve Beslenme Zamanlamasının Etkileri

Bağırsak mikrobiyotası, insan sağlığının sürdürülmesinde kritik işlevler üstlenen karmaşık bir mikroorganizma topluluğudur. Bu topluluğun yapısı, beslenme biçimi, yaşam tarzı

ve çevresel faktörlerden etkilenir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, yalnızca besin içeriğinin değil, beslenme zamanlamasının da mikrobiyota üzerinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Öğünlerin türü, sıklığı ve özellikle gece saatlerinde yapılan beslenmeler, mikrobiyal çeşitliliği ve metabolik işlevleri değiştirebilir(Peters, Vahlhaus, & Pivovarova-Ramich, 2024).

Bağırsak mikrobiyotası ile sirkadiyen sistem, organizmanın homeostazisinin korunmasında birbirini tamamlayan iki önemli mekanizmadır. Sirkadiyen sistem, metabolik süreçleri ve fizyolojik işlevleri zamanlamasına göre düzenlerken; gastrointestinal sistem besinlerin taşınması, metabolize edilmesi ve detoksifikasyon süreçlerinde bu ritme uyum sağlar. Bu karşılıklı etkileşimlerin bozulması, enerji, glukoz ve lipid metabolizmasında düzensizliklere ve metabolik hastalık risklerinde artışa yol açabilir(Reytor-González ve ark., 2025).

Deneyssel çalışmalar, beslenme zamanlamasının mikrobiyota üzerindeki etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Thaiss ve arkadaşları (2014), farelerde aynı diyeti gündüz veya gece verdiklerinde, sadece öğün zamanlamasının mikrobiyal çeşitliliği etkilediğini göstermiştir. Gece beslenen farelerde özellikle butirat üreten bakteriler, örneğin *Faecalibacterium prausnitzii*, belirgin şekilde azalmıştır. İnsan çalışmalarında da benzer bulgular gözlenmektedir. Zarrinpar ve arkadaşları (2014), gece geç saatlerde beslenen yetişkinlerde *Firmicutes/Bacteroidetes* oranının arttığını, mikrobiyal çeşitliliğin azaldığını ve *Akkermansia muciniphila* gibi koruyucu türlerin oranının düştüğünü rapor etmiş; bu değişiklikler yüksek açlık insülini ve HOMA-IR ile ilişkili bulunmuştur.

6.4. Kısa Zincirli Yağ Asitleri (SCFA) ve Metabolik Etkiler

Kısa zincirli yağ asitleri başta asetat, propiyonat ve bütirat olmak üzere diyet posasının bağırsak mikrobiyotası tarafından fermente edilmesiyle oluşan temel metabolitlerdir. Bu yağ asitlerinin üretimi, özellikle **gece yeme davranışları, enerji içeriği yüksek–lif içeriği düşük beslenme örüntüleri ve mikrobiyota kompozisyonundaki değişikliklerle** yakından ilişkilidir. Geceleri sık tüketilen yüksek yağlı ve düşük lifli besinler, bağırsak mikroorganizmalarının fermentasyon kapasitesini azaltarak SCFA düzeylerini düşürmekte; bu durum glisemik kontrol ve metabolik sağlık üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır(Kasubuchi ve ark., 2015; Baysal, 2019).

SCFA’ların metabolik etkileri çok yönlüdür. Asetat ve propiyonat karaciğerde glukoneogenez ve lipogenez süreçlerini düzenlerken; bütirat, kolonositlerin temel enerji kaynağı olarak bağırsak bariyer bütünlüğünün sürdürülmesinde kritik rol oynar(Den Besten ve ark., 2013). Bağırsak geçirgenliğinin azalması endotoksemi ve düşük dereceli inflamasyon riskini artırdığı için, gece odaklı düşük lifli beslenme bu patofizyolojik süreçleri daha belirgin hâle getirebilmektedir(Koh ve ark., 2016).

SCFA’ların metabolizma üzerindeki etkileri bağırsakla sınırlı değildir. **GPR41 ve GPR43 reseptörleri** üzerinden iştah ve enerji alımını düzenleyen **PYY ve GLP-1** gibi hormonların salgısını artırarak iştah kontrolünü desteklerler(Byrne ve ark., 2015). Liften fakir ve gece enerjisi yüksek öğünlerin yaygın olması, bu hormonların fizyolojik salgı ritmini bozarak glisemik yanıtın olumsuz etkilenmesine neden olabilir (Aydemir ve Yıldız, 2020).

Bu nedenle, gece yeme davranışının yaygın olduğu durumlarda liften zengin, fermente edilebilir karbonhidrat içeren besinlerin tercih edilmesi, SCFA üretimini ve buna bağlı

metabolik faydaları desteklemek açısından önemli bir strateji olarak değerlendirilmektedir.

6.5. Uyku Yoksunluğu, Hormonal Dengesizlik ve Mikrobiyota Etkileşimi

Uyku, metabolik dengeyi sağlayan temel fizyolojik süreçlerden biridir. Uyku yoksunluğu veya uyku süre ve kalitesindeki bozulmalar, hem endokrin sistem hem de bağırsak mikrobiyotası üzerinde önemli etkiler oluşturarak metabolik sağlığı çok yönlü biçimde etkileyebilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, uyku sürelerinin kısılmasının yalnızca enerji alımını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda hormonal düzenleyiciler ve mikrobiyal çeşitlilik üzerinde de belirgin değişikliklere yol açtığını göstermektedir(Spiegel ve ark., 1999).

Uyku yoksunluğu, iştah düzenleyici iki temel hormon olan leptin ve ghrelin üzerinde doğrudan etkilidir. Leptin düzeylerinin azalması ve ghrelin düzeylerinin artması, enerji alımını artırarak özellikle akşam saatlerinde yüksek enerjili besinlere yönelimi güçlendirmektedir(Taheri ve ark., 2004). Hormonal dengesizlik, gece yeme davranışlarını besleyen önemli bir biyolojik mekanizma olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra kortizol seviyelerinin yükselmesi, uyanıklık süresinin artması ve glukoz metabolizmasının bozulması metabolik stres yükünü artırmaktadır(Spiegel ve ark., 1999).

Uyku düzenindeki bozulmanın bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkileri son yıllarda giderek daha fazla açıklığa kavuşmuştur. Kısa süreli uyku kısıtlaması bile mikrobiyal çeşitliliği azaltmakta, özellikle Firmicutes/Bacteroidetes oranında metabolik riskle ilişkili değişikliklere yol açmaktadır(Benedict ve ark., 2016). Bağırsak mikrobiyotasının sirkadiyen ritimle senkronize çalıştığı bilindiğinden, uyku süresinin kısılması mikrobiyal ritimleri bozarak fermentatif aktiviteleri ve kısa zincirli yağ asidi üretimini

azaltabilmektedir(Liang ve ark., 2014). Bu durum, bağırsak bariyer bütünlüğünün zayıflaması ve inflamatuvar yanıtların artmasıyla birleştiğinde metabolik hastalık riskini daha da yükseltmektedir.

Uyku yoksunluğu ile mikrobiyota arasındaki bu karşılıklı ilişki, aynı zamanda glisemik kontrol üzerinde de belirgin etkilere sahiptir. Mikrobiyal çeşitliliğin azalması ve bağırsak geçirgenliğinin artması, endotoksin düzeylerini yükselterek insülin duyarlılığını olumsuz etkileyebilir(Cani ve ark., 2007). Geceleri artan enerji alımı ve hormonal dengesizlikle birleşen bu mikrobiyal değişimler, uzun vadede obezite, tip 2 diyabet ve metabolik sendrom gibi bozukluklara zemin hazırlamaktadır(Sivaprakasam, Prasad & Singh, 2016).

Bu nedenle uyku süresinin korunması, hormonal dengeyi ve mikrobiyal çeşitliliği destekleyen bir yaşam stili bileşeni olarak değerlendirilmelidir. Uykunun davranışsal değil, metabolik bir gereklilik olduğu; hormonal sinyalizasyon, bağırsak fonksiyonları ve metabolik sağlık arasındaki çok yönlü etkileşimi etkilediği açıktır.

7. SONUÇ

Bu bölümde ele alınan çalışmalar, beslenme zamanlamasının hem metabolik süreçleri hem de yeme davranışını düşündüğümüzden çok daha fazla etkilediğini göstermektedir. Özellikle gece saatlerinde ortaya çıkan atıştırma isteğinin yalnızca psikolojik bir eğilim olmadığı; hormonların gün içindeki doğal ritmine bağlı olarak biyolojik temelleri de bulunduğu anlaşılmaktadır. Leptin, ghrelin ve kortizol gibi hormonların gece farklı bir dengeye geçmesi, bireylerin bu saatlerde daha çok enerji yoğun ve hızlı tatmin sağlayan yiyeceklere yönelmesini doğal hâle getirmektedir.

Bağırsak mikrobiyotası açısından değerlendirildiğinde de, beslenmenin zamanlamasının bağırsak ekosistemi için sanılandan

daha önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Gece beslenme eğilimi, yararlı bakterilerin azalması ve inflamasyonla ilişkili türlerin artması gibi değışikliklere yol açabilmekte; bu durum uzun vadede metabolik sağık üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Dolayısıyla bağırsak mikrobiyotasının ritmi ile beslenme saatlerinin uyumu, metabolik dengeyi korumada önemli bir etken olarak görünmektedir.

Genel olarak bakıldığında, gece beslenmesi yalnızca bir davranış tercihi ya da basit bir alışkanlık değildir. Aksine, hormonal işleyiş, uyku düzeni, sirkadiyen ritim ve mikrobiyota arasında karşılıklı etkileşimlerin yer aldığı daha karmaşık bir sürecin sonucudur. Bu nedenle beslenme önerileri hazırlanırken sadece “ne yenildiğine” değil, “ne zaman yenildiğine” de dikkat edilmesi gerektiğı açıktır. Gelecekte yapılacak özellikle insan temelli araştırmaların, beslenme zamanlamasının mikrobiyal denge ve metabolik sağık üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı biçimde açıklayarak bu alandaki bilgi birikimine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Alum, E. U. (2025). Circadian nutrition and obesity: timing as a nutritional strategy. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 44(1), 367.

Andriessen, C., Fealy, C. E., Veelen, A., Van Beek, S. M., Roumans, K. H., Connell, N. J., ... & Schrauwen, P. (2022). Three weeks of time-restricted eating improves glucose homeostasis in adults with type 2 diabetes but does not improve insulin sensitivity: a randomised crossover trial. *Diabetologia*, 65(10), 1710-1720.

Aydemir, G., & Yıldız, B. (2020). Bağırsak mikrobiyotası ve metabolik hastalıklar: Güncel bir değerlendirme. *Türkiye Klinikleri Beslenme ve Diyetetik Dergisi*, 16(2), 120–128.

Bargagna, M., & Casu, M. (2024). Night Eating Syndrome: a review of etiology, Assessment, and suggestions for clinical treatment. *Psychiatry International*, 5(2), 289-304.

Basdeki, E. D., Koumi, K., Tsirimiagkou, C., Argyris, A., Chrysostomou, S., Sfikakis, P. P., ... & Karatzi, K. (2022). Late-night overeating or low-quality food choices late at night are associated with subclinical vascular damage in patients at increased cardiovascular risk. *Nutrients*, 14(3), 470.

Baysal, A. (2019). *Beslenme* (16. baskı). Hatiboğlu Yayıncılık.

Benedict, C., Vogel, H., Jonas, W., Woting, A., Blaut, M., Schürmann, A., & Cedernaes, J. (2016). Gut microbiota and glucometabolic alterations in response to recurrent partial sleep deprivation in normal-weight young individuals. *Molecular metabolism*, 5(12), 1175-1186.

Broussard, J. L., Kilkus, J. M., Delebecque, F., Abraham, V., Day, A., Whitmore, H. R., & Tasali, E. (2016). Elevated

ghrelin predicts food intake during experimental sleep restriction. *Obesity*, 24(1), 132-138.

Byrne, C. S., Chambers, E. S., Morrison, D. J., & Frost, G. (2015). The role of short chain fatty acids in appetite regulation and energy homeostasis. *International journal of obesity*, 39(9), 1331-1338.

Cani, P. D., Amar, J., Iglesias, M. A., Poggi, M., Knauf, C., Bastelica, D., ... & Burcelin, R. (2007). Metabolic endotoxemia initiates obesity and insulin resistance. *Diabetes*, 56(7), 1761-1772.

Chaput, J. P., McHill, A. W., Cox, R. C., Broussard, J. L., Dutil, C., da Costa, B. G., ... & Wright Jr, K. P. (2023). The role of insufficient sleep and circadian misalignment in obesity. *Nature Reviews Endocrinology*, 19(2), 82-97.

Davis, R., Rogers, M., Coates, A. M., Leung, G. K., & Bonham, M. P. (2022). The impact of meal timing on risk of weight gain and development of obesity: a review of the current evidence and opportunities for dietary intervention. *Current Diabetes Reports*, 22(4), 147-155.

de Rijk, M. G., de Vries, J. H., Mars, M., Feskens, E. J., & Boesveldt, S. (2024). Dietary taste patterns and diet quality of female nurses around the night shift. *European Journal of Nutrition*, 63(2), 513-524.

Den Besten, G., Van Eunen, K., Groen, A. K., Venema, K., Reijngoud, D. J., & Bakker, B. M. (2013). The role of short-chain fatty acids in the interplay between diet, gut microbiota, and host energy metabolism. *Journal of lipid research*, 54(9), 2325-2340.

Desai, D., Momin, A., Hirpara, P., Jha, H., Thaker, R., Patel, J., & Momin, A. S. (2024). Exploring the role of circadian rhythms in sleep and recovery: a review article. *Cureus*, 16(6).

Dos Santos, L. R., Duarte, M. L., Trevisani, V. M., Peccin, M. S., & Melnik, T. (2025). Pharmacological and psychosocial interventions for night eating syndrome in adults. *Frontiers in Psychiatry*, 16, 1626342.

Gu, C., Brereton, N., Schweitzer, A., Cotter, M., Duan, D., Børshøj, E., ... & Jun, J. C. (2020). Metabolic effects of late dinner in healthy volunteers—a randomized crossover clinical trial. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 105(8), 2789-2802.

Kasubuchi, M., Hasegawa, S., Hiramatsu, T., Ichimura, A., & Kimura, I. (2015). Dietary gut microbial metabolites, short-chain fatty acids, and host metabolic regulation. *Nutrients*, 7(4), 2839-2849.

Kessler, K., & Pivovarov-Ramich, O. (2019). Meal timing, aging, and metabolic health. *International journal of molecular sciences*, 20(8), 1911.

Koh, A., De Vadder, F., Kovatcheva-Datchary, P., & Bäckhed, F. (2016). From dietary fiber to host physiology: short-chain fatty acids as key bacterial metabolites. *Cell*, 165(6), 1332-1345.

Kuang, Z., Wang, Y., Li, Y., Ye, C., Ruhn, K. A., Behrendt, C. L., ... & Hooper, L. V. (2019). The intestinal microbiota programs diurnal rhythms in host metabolism through histone deacetylase 3. *Science*, 365(6460), 1428-1434.

Lavery, M. E., & Frum-Vassallo, D. (2022). An updated review of night eating syndrome: An under-represented eating disorder. *Current obesity reports*, 11(4), 395-404.

Leone, V., Gibbons, S. M., Martinez, K., Hutchison, A. L., Huang, E. Y., Cham, C. M., ... & Chang, E. B. (2015). Effects of diurnal variation of gut microbes and high-fat feeding on host

circadian clock function and metabolism. *Cell host & microbe*, 17(5), 681-689.

Liang, X., Bushman, F. D., & FitzGerald, G. A. (2014). Time in motion: the molecular clock meets the microbiome. *Cell*, 159(3), 469-470.

Manoogian, E. N., & Panda, S. (2017). Circadian rhythms, time-restricted feeding, and healthy aging. *Ageing research reviews*, 39, 59-67.

Manoogian, E. N., Chow, L. S., Taub, P. R., Laferrère, B., & Panda, S. (2022). Time-restricted eating for the prevention and management of metabolic diseases. *Endocrine reviews*, 43(2), 405-436.

Mason, I. C., Qian, J., Adler, G. K., & Scheer, F. A. (2020). Impact of circadian disruption on glucose metabolism: implications for type 2 diabetes. *Diabetologia*, 63(3), 462-472.

Matsui, K., Komada, Y., Okajima, I., Takaesu, Y., Kuriyama, K., & Inoue, Y. (2021). A cross-sectional study of evening hyperphagia and nocturnal ingestion: Core constituents of night eating syndrome with different background factors. *Nutrients*, 13(11), 4179.

McHill, A. W., & Butler, M. P. (2024). Eating around the clock: Circadian rhythms of eating and metabolism. *Annual Review of Nutrition*, 44(2024), 25-50.

McHill, A. W., & Wright Jr, K. P. (2017). Role of sleep and circadian disruption on energy expenditure and in metabolic predisposition to human obesity and metabolic disease. *Obesity reviews*, 18, 15-24.

Melisse, B., & Arora, T. (2024). Cognitive behavioral therapy-enhanced through videoconferencing for night eating syndrome, binge-eating disorder and comorbid insomnia: a Case Report. *Journal of Eating Disorders*, 12(1), 175.

Osorio-Mendoza, J., Kiehn, J. T., Stenger, S., Heinen, K. O., Griewahn, L., Koch, C. E., ... & Oster, H. (2025). Regulation of hedonic feeding rhythms by circadian clocks in leptin-receptive neurons. *Molecular Metabolism*, 102221.

Palomar-Cros, A., Andreeva, V. A., Fezeu, L. K., Julia, C., Bellicha, A., Kesse-Guyot, E., ... & Srouf, B. (2023). Dietary circadian rhythms and cardiovascular disease risk in the prospective NutriNet-Santé cohort. *Nature communications*, 14(1), 7899.

Peters, B., Vahlhaus, J., & Pivovarov-Ramich, O. (2024). Meal timing and its role in obesity and associated diseases. *Frontiers in endocrinology*, 15, 1359772.

Poggiogalle, E., Jamshed, H., & Peterson, C. M. (2018). Circadian regulation of glucose, lipid, and energy metabolism in humans. *Metabolism*, 84, 11-27.

Poza, J. J., Pujol, M., Ortega-Albás, J. J., & Romero, O. (2022). Melatonina en los trastornos de sueño. *Neurología*, 37(7), 575-585.

Reytor-González, C., Simancas-Racines, D., Román-Galeano, N. M., Annunziata, G., Galasso, M., Zambrano-Villacres, R., ... & Barrea, L. (2025). Chrononutrition and Energy Balance: How Meal Timing and Circadian Rhythms Shape Weight Regulation and Metabolic Health. *Nutrients*, 17(13), 2135.

Sakthivel, S. J., Hay, P., & Mannan, H. (2023). A scoping review on the association between night eating syndrome and physical health, health-related quality of life, sleep and weight status in adults. *Nutrients*, 15(12), 2791.

Sivaprakasam, S., Prasad, P. D., & Singh, N. (2016). Benefits of short-chain fatty acids and their receptors in

inflammation and carcinogenesis. *Pharmacology & therapeutics*, 164, 144-151.

Spiegel, K., Leproult, R., & Van Cauter, E. (1999). Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function. *The lancet*, 354(9188), 1435-1439.

St-Onge, M. P., & Zuraikat, F. M. (2019). Reciprocal roles of sleep and diet in cardiovascular health: a review of recent evidence and a potential mechanism. *Current atherosclerosis reports*, 21(3), 11.

St-Onge, M. P., Mikic, A., & Pietrolungo, C. E. (2016). Effects of diet on sleep quality. *Advances in nutrition*, 7(5), 938-949.

Stunkard, A. J., Grace, W. J., & Wolff, H. G. (1955). The night-eating syndrome. A pattern of food intake among certain obese patients.

Taheri, S., Lin, L., Austin, D., Young, T., & Mignot, E. (2004). Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLoS medicine*, 1(3), e62.

Thaiss, C. A., Zeevi, D., Levy, M., Zilberman-Schapira, G., Suez, J., Tengeler, A. C., ... & Elinav, E. (2014). Transkingdom control of microbiota diurnal oscillations promotes metabolic homeostasis. *Cell*, 159(3), 514-529.

Vahlhaus, J., Peters, B., Hornemann, S., Ost, A. C., Kruse, M., Busjahn, A., ... & Pivovarova-Ramich, O. (2025). Later eating timing in relation to an individual internal clock is associated with lower insulin sensitivity and affected by genetic factors. *EBioMedicine*, 116.

Vander Wal, J. S. (2014). The treatment of night eating syndrome: A review and theoretical model. *Current obesity reports*, 3(1), 137-144.

Wang, X., Zhang, J., Xu, X., Pan, S., Cheng, L., Dang, K., ... & Li, Y. (2024). Associations of daily eating frequency and nighttime fasting duration with biological aging in National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2003–2010 and 2015–2018. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 21(1), 104.

Wells, J. C. (2019). The diabetes epidemic in the light of evolution: insights from the capacity–load model. *Diabetologia*, 62(10), 1740-1750.

Xie, Y., Neumann, A., Stanford, T., Rasmussen, C. L., Dumuid, D., & Neumann, F. (2022, August). Evolutionary Time-Use Optimization for Improving Children’s Health Outcomes. In *International Conference on Parallel Problem Solving from Nature* (pp. 323-337). Cham: Springer International Publishing.

Yassıbaş, E., Bölükbaşı, H., Turan, İ. E., Demirel, A. M., & Gürler, E. (2024). Hedonic hunger, food addiction, and night eating syndrome triangle in adolescents and its relationship with body mass index. *Journal of Eating Disorders*, 12(1), 25.

Zarrinpar, A., Chaix, A., Yooseph, S., & Panda, S. (2014). Diet and feeding pattern affect the diurnal dynamics of the gut microbiome. *Cell metabolism*, 20(6), 1006-1017.

ŞEKER VE TATLANDIRICI TÜKETİMİNİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Büşra KARAOĞLU¹

Yasemin ERSOY²

1. GİRİŞ

Dünya genelinde şeker üretimi 19. yüzyıldan itibaren belirgin bir artış göstermiş olup 1950'li yıllardan itibaren ise rafine şekerin gıda ürünlerinde yaygın kullanımı başlamıştır. Bu gelişmelerle birlikte işlenmiş gıdalara erişim kolaylaşmış, yaşam tarzları daha durağan hale gelmiş ve obezite prevalansında artış gözlenmiştir (Edwards vd., 2016). Yüksek şeker içeren diyetler, diş çürüğü, obezite, tip 2 diyabet ve diğer yaygın sağlık sorunlarının ortaya çıkmasıyla ilişkilendirilmiştir; bunlar arasında en sık görülenler tip 2 diyabet ve obezitedir. Tip 2 diyabet, dünya genelinde en yaygın metabolik bozukluklardan biri olarak kabul edilmekte ve hasta sayısında son yıllarda sürekli bir artış gözlemlenmektedir. Obezite ise modern toplumlarda önemli bir halk sağlığı sorunu olarak öne çıkmakta olup hem konak faktörleri hem de çevresel etmenlerin etkileşimi sonucunda gelişmektedir (Pearlman vd., 2017).

Şeker, glukoz, galaktoz, fruktoz gibi tek şekerli (monosakkarit) bileşiklerin yanı sıra maltoz, laktoz, sükroz ve trehaloz gibi çift şekerli (disakkarit) bileşenleri tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Gıda endüstrisinde, ürünlere tat vermek, uzun süre saklamak ve kıvam sağlamak gibi farklı işlevlerle

¹ Diyetisyen, Gökçebey İlçe Devlet Hastanesi, busra_karaoglu_95@hotmail.com, 0009-0009-7262-3761

² Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, yaseminersoy@karabuk.edu.tr, 0000-0002-8268-9133

kullanılmaktadır. Gıdaların doğal formunda yer alan fruktoz ve galaktoz gibi monosakkaritlerin yanı sıra üretim aşamalarında çeşitli sebeplerle eklenen şekere ise "ilave şeker" adı verilmektedir. Bu ilave şekerler arasında bal gibi doğal tatlandırıcıların yanı sıra, beyaz şeker, kahverengi şeker, mısır şurubu ve fruktoz türevleri gibi şuruplar da yaygın şekilde kullanılmaktadır (Muslu ve Kermen, 2020).

Aşırı şeker tüketiminin enerji alımını artırdığı ve bu durumun kilo artışı, obezite, diş çürüğü gibi kronik hastalıklarla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, şeker alımını azaltma amacıyla 1800'lü yıllarda tatlandırıcılar geliştirilmiştir. Bu bağlamda, özellikle aşırı kilolu bireylerde enerji alımını azaltmaya yardımcı olabilecek tatlandırıcılara gereksinim duyulmaktadır (Priya vd., 2011).

Tatlandırıcılar, düşük enerji yoğunluğuna sahip ya da hiç enerji içermeyen, ancak sükroza göre çok daha tatlı olan kimyasal bileşiklerdir. Yüksek tat verme kapasitesi ve düşük maliyetleri nedeniyle gıda sanayisinde uzun yıllardır tercih edilmektedirler. Tatlandırıcılar genel olarak üç ana grupta toplanır: doğal tatlandırıcılar, şeker alkolleri ve yapay tatlandırıcılar. Doğal tatlandırıcılar arasında stevia, bal ve akçağaç şurubu bulunur. Şeker alkollerine örnek olarak hidrojene nişasta hidrolizatları, sorbitol, mannitol, ksilitol, laktitol, eritritol, maltilol ve isomalt sayılabilir. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) onaylı yapay tatlandırıcılar arasında ise sakkarin, aspartam, sukraloz, asesulfam K ve neotam yer alırken, siklamat ve alitam da birçok ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır (Özdemir vd., 2014).

Geçmiş dönemlerde tatlandırıcıların aşırı tüketimi obezite, tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalık, alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı, diş çürükleri, nörolojik bozukluklar ve

kronik inflamatuvar durumlar dahil olmak üzere bir dizi sağlık sorununa yol açmıştır (Moriconi vd., 2020)

2. DOĞAL TATLANDIRICILAR

Bitkilerin çiçek, yaprak, kabuk ve kök gibi çeşitli kısımlarından elde edilen doğal tatlandırıcılar; monosakkaritler, disakkaritler ve bitkisel kökenli farklı kimyasal yapılara sahip tatlandırıcı bileşiklerden oluşur. Beslenmede önemli yer tutan başlıca monosakkaritler glukoz, fruktoz ve galaktozdur. İki monosakkarit biriminin birleşmesiyle oluşan disakkaritler arasında ise sakkaroz, laktoz ve maltoz en yaygın örneklerdir (İşgören ve Sungur, 2019).

Glikoz doğada en bol bulunan şekerdir. Çoğu diyet karbonhidratının biyokimyasal parçalanmasıyla elde edilir. Glikoz, enerjinin üretimi, depolanması ve düzenlenmesinde merkezi bir rol oynar. Homeostazı, bir öğünden sonra bağırsaktan glikoz emilimi, karaciğer ve böbreklerden glikoz üretimi ve birçok organ tarafından glikoz kullanımı ile sağlanır (Merino vd., 2019).

Fruktoz ve glikoz, gıda endüstrisi tarafından doğal tatlandırıcı olarak en yaygın olarak benimsenen iki monosakkarittir (Chéron vd., 2019). Sakkaroz, şeker pancarı veya şeker kamışından elde edilen bir disakkarit olup yapısal olarak eşit oranlarda fruktoz ve glikozun kovalent bağla birleşmesi sonucunda oluşmaktadır (Aguirre vd., 2015). Fruktoz, daha düşük glisemik indekse sahip olması, yüksek tatlandırma kapasitesi, daha düşük maliyeti ve son ürünün lezzet, renk, doku ve raf ömrü stabilitesi gibi kalite özelliklerini geliştirebilme yeteneği nedeniyle birçok gıda ürününde sakkarozun yerine tercih edilmektedir (Grembecka, 2015a).

Laktoz, memeli sütünde bulunur, “süt  ekeri” olarak da adlandırılır ve emzirme sırasında bebeğe enerji sağlar; maltoz ise maltlanmış ( imlendirilmiş) tahıllarda yer alır, ancak nişasta hidrolizi sırasında insanlar tarafından da üretilebilir ve özellikle yüksek maltoz içeren şuruplarda bulunur (Qi ve Tester, 2020)

Yüksek fruktozlu mısır şurubu, gıda endüstrisinde kullanılan, mısır nişastasından elde edilen ve glukoz-fruktoz karışımı içeren sıvı formda bir tatlandırıcıdır (Ruiz-Matute vd., 2010). Bu şurup uygun maliyeti, sıvı formda olması, koruyucu özellikleri ve yüksek tatlılık düzeyi nedeniyle birçok gıda üreticisi tarafından tercih edilen kalorili bir tatlandırıcıdır (Heiss ve Bates, 2016).

Bal, dünya çapında en çok tüketilen doğal tatlandırıcıdır. Bileşimi ve özellikleri botanik kaynağa, hasat nedenine, iklime ve üretildiği coğraf  bölgeye bağlı olarak değişebilir. Bununla birlikte, tipik kimyasal bileşimi %60-85 karbonhidrat, %12-23 su, mineraller, vitaminler, proteinler, organik ve amino asitler , enzimler ve çeşitli biyoaktif maddelerden ( rneğin fenoller ve flavonoidler) oluşur (Machado De-Melo vd., 2018).

Stevia, ağırlıklı olarak steviol glikozitlerinden oluşan önemli bir doğal tatlandırıcıdır ve Paraguay ve Japonya'da yaygın olarak kullanılmaktadır. Stevia sıfır glisemik indekse sahip düşük kalorilidir; karbonhidrat içermediği için kan  ekeri seviyelerini düşürmeye ve diş sağlığını korumaya yardımcı olur. Yüksek sıcaklıklardaki stabilitesi nedeniyle fırıncılık ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Singh vd., 2020).

 lkbahar döneminde olgunlaşan ak aağa lardan alınan reçine kaynatılarak belirli bir yoğunluğa kadar koyulaştırılmakta ve bu işlem sonucunda içeriğindeki şekerlerin yaklaşık 66-67  (Brix) seviyesine ulaşmasıyla koyu, tatlı bir şurup oluşmaktadır. Akçaağaç şurubu; glikoz, fruktoz ve temel karbonhidrat bileşeni olarak sakkaroz içermektedir. Rafine şekerle karşılaştırıldığında

yaklaşık %25 oranında daha yüksek tatlılık kapasitesine sahip olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, diğer şurup formundaki tatlandırıcılarla kıyaslandığında, kan glikoz düzeylerini daha sınırlı yükseltmesi ve insülin direncine yönelik daha olumlu bir metabolik yanıt oluşturmaları nedeniyle daha sağlıklı bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Erdaş, 2023).

Agave nektarı veya agave şurubu, fruktanların hidrolizi yoluyla elde edilen doğal bir tatlandırıcıdır. Ana karbonhidrat rezervi fruktan formunda bulunan bu nektar, Agave türlerinin agave çekirdeğinde depolanmaktadır. Kurak ve yarı kurak ekosistemlerde yetişen Agave cinsi, crassulacean asit metabolizması (CAM) ve periyodik su temini ile uyumlu fotosentetik adaptasyonlar sergiler. Bu bitkiler ağırlıklı olarak Kuzey ve Orta Amerika'da yayılım gösterse de, türlerin yaklaşık %55'i Meksika'da bulunmakta olup ülke agave biyolojik çeşitliliği ve kökeni açısından önemli bir merkez olarak kabul edilmektedir. Yüksek şeker içeriği nedeniyle agave tüketimi ve bunun sosyoekonomik etkileri Kolomb öncesi döneme kadar uzanmaktadır (Pérez-López ve Simpson,, 2020).

3. ŞEKER ALKOLLERİ

Şeker alkollerini veya polioller, meyve, sebze, mantar ve alglerde doğal olarak bulunan düşük sindirilebilir karbonhidratlardır (Grembecka, 2015b). Şeker alkollerini; en yaygın örnekleri sorbitol, mannitol ve ksilitol olan hidrojen monosakkaritler, izomalt, maltitol ve laktitol gibi hidrojen disakkaritleri içerir (Shankar vd., 2013). Poliollerin özellikleri Tablo 1'de gösterilmektedir.

4-YAPAY TATLANDIRICILAR

Yapay tatlandırıcılar, şeker ikamesi ya da şekersiz tatlandırıcı olarak da adlandırılan ve çeşitli ürünlerde tatlılık sağlamak amacıyla şekerin yerine geçen sentetik bileşiklerdir. Geleneksel şekere kıyasla çok daha yüksek tatlandırma kapasitesine sahip olduklarından “yüksek yoğunluklu tatlandırıcılar” olarak sınıflandırılırlar. Son kırk yılda kullanım alanları giderek genişleyen bu sentetik tatlandırıcılar; şekerleme, reçel, süt ürünleri ve içecekler gibi pek çok işlenmiş gıdada yaygın biçimde yer bulmaktadır. Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından gıda katkı maddesi olarak onaylanan altı yüksek yoğunluklu tatlandırıcı ise aspartam, neotam, sakarin, asesülfam-K, sukraloz ve advantamdır (Mooradian vd., 2017).

Aspartam iki amino asitten (L-fenilalanin ve L-aspartik asit) oluşur. Gastrointestinal sistemde esteraz ve peptidazların etkisiyle hidrolize edilerek emilir. Bu sindirim süreci sonucunda bağırsak mukozasında emilebilen metanol (%10), aspartik asit (%40) ve fenilalanin (%50) açığa çıkarır (Choudhary ve Lee, 2018). Aspartam, 1965 senesinde keşfedilmiş ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi tarafından 1981 senesinde onaylanmıştır. Aspartam, sakarinle karşılaştırıldığında 200-300 kat daha yoğun tatlılık özelliği taşıdığı için büyük ilgi görmektedir (Czarnecka vd., 2021). Bu ilgiyi artıran faktörlerden biri, aspartamın acı bir tadının olmaması ve şekerin tatlı bir lezzetine benzer tadı olmasıdır. Ayrıca, aspartamın şekerden daha ekonomik olması, üreticiler tarafından da sıkça tercih edilmesine neden olmaktadır (Choudhary ve Pretorius, 2017).

Asesülfam-potasyum (Ace-K), 1967 senesinde keşfedilmiş ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi tarafından 1981

senesinde onaylanmıştır. Bu tatlandırıcı, düşük kalorili bir yapay tatlandırıcıdır (Carocho vd., 2017). Organik asit türevidir ve neredeyse tamamı ince bağırsakta bozulmamış bir molekül olarak emilerek kan yoluyla farklı dokulara dağıtılmaktadır. Herhangi bir metabolizmaya uğramadan, sindirilir ve %99'dan fazlası ilk 24 saat içinde idrar yolunda atılır (Conz vd., 2023).

Sakarin, naftalin türevi bir bileşik olup sakkarozdan yaklaşık 240–300 kat daha yoğun tatlılık göstermektedir ve çeşitli gıda ve içeceklerde kullanılan en eski yapay tatlandırıcılardan biri olarak kabul edilmektedir. Bağırsaklarda yavaş bir şekilde emilen sakarinin kabul edilebilir günlük alım düzeyi (ADI) 5 mg/kg vücut ağırlığı/gün olup yapay tatlandırıcılar arasında en düşüğü olarak kabul edilmektedir (Carocho vd., 2017).

Sükraloz (Surl), bir disakkarit yapıdaki en yaygın kullanılan yapay tatlandırıcıdır. ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), sükralozun insan tüketiminde kullanımını 1998 yılında onaylamıştır. Sukraloz, sakkarozun klorlanmasıyla elde edilmekte olup tatlılık düzeyi sakkarozdan yaklaşık 600 kat daha yüksektir. Sükraloz, tatlılık duyumunun en yüksek seviyesine hızla ulaşır ancak sakkaroz kadar hızlı şekilde azalmaz; bu durum ise ağızda istenmeyen kalıcı bir tatlılık hissine yol açmaktadır (Tan vd., 2019).

Neotam, aspartam türevi bir bileşiktir ve (N-[N-(3,3-dimetilbütil)-L-aspartil]-L-fenilalanin 1-metil ester) kimyasal formülüdür. Sakkarozdan yaklaşık yedi bin kat daha fazla tatlandırma kapasitesine sahiptir ve 2002 yılında çok amaçlı bir tatlandırıcı olarak FDA tarafından onaylanmıştır. Ancak neotam, doğrudan tüketiciye sunulan bir ürün olmayıp yalnızca endüstriyel gıda üretiminde kullanılmaktadır (Whitehouse vd., 2008).

Advantame, aspartam ile vanilinin birleşiminden elde edilen bir aspartam türevi olup, aspartamdan farklı olarak fenilketonürisi bulunan bireyler tarafından da güvenle tüketilebilmekte ve yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklılık göstermektedir. Advantame, hem tatlandırıcı hem de aroma güçlendirici olarak FDA tarafından onaylanmıştır (Carocho vd., 2017).

5. ŞEKER VE TATLANDIRICILARIN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Şeker tüketimiyle ilişkili hastalıkların artması nedeniyle tatlandırıcılar gıda ürünlerinde giderek yaygınlaşmakta ve tatlandırma kapasiteleri ile sağlık, ekonomik ve sosyal etkileri yoğun şekilde araştırılmaktadır (Mooradian vd., 2017).

Sükroz (%50 glikoz ve %50 fruktoz) ve yüksek fruktozlu mısır şurubu (çoğunlukla %45 glikoz ve %55 fruktoz) gibi hızla emilebilen karbonhidratların yüksek içeriği ve tüketilen büyük hacimlerle birlikte yüksek fruktozlu mısır şurubu, sadece obezite yoluyla değil aynı zamanda diyet glisemik yükünü artırarak insülin direncine, β hücresi disfonksiyonuna ve inflamasyona yol açarak metabolik sendrom ve tip 2 diyabet riskini artırabilir (Schulze vd., 2004).

Şekerlerin dış çürüğünün gelişimindeki rolü ise beslenme faktörleri arasında en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Çalışmaların büyük çoğunluğu, şeker tüketimi ile dış çürüğünün patogenezi arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ağız bakterileri tarafından sükrozun fermentasyonundan sonra sükroz molekülleri enerjiye ve önemli miktarda asidik maddeye dönüştürülür (Ferrazzano vd., 2015).

Fruktoz, güçlü bir lipojenik etkiye sahip olup trigliserit sentezini artırmakta ve diasilgliserol ile yağ asidi koenzim A

birikimi yoluyla karaciğerde yağ depolanmasını teşvik etmektedir (Stanhope ve Havel, 2008). Yüksek fruktoz alımının bağırsak geçirgenliğini artırabileceği, endotoksin ve proinflamatuvar sitokin salınımını yükseltebileceği, ayrıca DNA hasarı ve mitokondriyal fonksiyonlarda bozulmalara yol açabileceği öne sürülmektedir. Ayrıca, yüksek fruktoz tüketiminin kanser, özellikle hepatosellüler karsinom gelişiminde kısmen rol oynayabileceği düşünülmektedir. Bu durum, yüksek fruktoz alımının hücresel stres ve kontrolsüz hücre büyümesini tetikleyebilmesiyle açıklanmaktadır (Charrez vd., 2015).

Akçağaç şurubu, α -glukozidaz gibi karbonhidrat hidrolize edici enzimlerin inhibisyonu, α -glukozidazın bağırsakta glikoz emilimine karşı inhibitör aktivite gösterdiği için tip 2 diyabet hastaları için faydalı olduğu düşünülmektedir (Wan vd., 2012).

Stevianın tatlılık yoğunluğu, düşük kalori içeriği, kardiyotonik, kanser önleyici ve iltihap önleyici özellikleri, stevianın gıda pazarındaki ticari değerini artırmaktadır (Mathur vd., 2017).

Son yıllarda agave özsuyu konsantresi veya agave nektarı konsantresi olarak da adlandırılan agave şurubunun, doğal kökeni ve nutrasötik olarak değerlendirilen sağlıklı, organik ve fonksiyonel gıda pazarında giderek daha fazla ilgi gördüğü bilinmektedir. Agave şurubu, gıda ve içecek formülasyonlarında şeker potansiyel bir alternatif olarak araştırılmıştır. Ancak gıdaların işlenmesi ve korunmasına yönelik birçok uygulama, çoğunlukla 100 °C'nin üzerine çıkan ısı işlemler içermektedir. Bu sıcaklık artışları, agave şurubunun fiziko-kimyasal, teknolojik ve fonksiyonel özelliklerinde değişikliklere yol açabilmektedir. Ayrıca, gıda endüstrisindeki olası kullanım alanları açısından, depolama sürecinde agave

şurubu bileşenlerinde meydana gelebilecek kimyasal dönüşümlerin dikkate alınması önem taşımaktadır (Ozuna ve Franco-Robles, 2022).

Şeker alkolleri, glukozdan yaklaşık %15–25 daha az kalori içeren şeker alkolleri, ince bağırsaktan kana yavaş geçer ve tam olarak emilmezler. Bu özellikleri, şeker alkollerinin şekere göre daha düşük enerji sağlamasına ve kan şekeri düzeylerini diğer karbonhidratlara kıyasla çok daha sınırlı şekilde etkilemesine olanak tanır. Ayrıca, glisemik indeks değerleri de genellikle düşüktür (İşgören ve Sungur, 2019). Ancak şeker alkolleri vücutta tam olarak emilmediğinden, yüksek miktarlarda tüketildiklerinde sindirilemeyen karbonhidratın oluşturduğu ozmotik etki suyun bağırsak lümenine çekilmesine yol açarak yumuşak dışkı ya da ishal gibi sonuçlara neden olabilir. Ayrıca, emilmeyen bu bileşenlerin kolondaki bakteriler tarafından fermente edilmesi karın şişkinliği ve gaz gibi gastrointestinal yan etkilere yol açabilir (Wiebe vd., 2011).

Eritritol, ksilitol ve sorbitol içeren tatlıların diş çürüğünün öncü belirtileri üzerindeki etkisini araştırmak için 6 aylık bir insan çalışması yapılmıştır. Mevcut çalışma, eritritol, ksilitol ve sorbitolün taze plak ağırlığında azalma gösterdiğini ve eritritolün ksilitol ve sorbitole kıyasla üstün bir etkinlik sergilediğini göstermiştir (De Cock vd., 2016).

Yapay tatlandırıcıların net enerji alımını azaltmada ve kilo yönetimine yardımcı olmada potansiyel faydaları konusunda fikir birliği olsa da yeme davranışını , glikoz homeostazını ve kilo kontrolünü etkileme mekanizmaları karmaşık ve tam olarak anlaşılmamıştır (Wilk vd., 2022).

Çoğu insan tatlandırıcıların kan şekeri seviyelerini yükseltme riski oluşturmadığına inanır, bu nedenle tatlandırıcılar sıklıkla şeker yerine kullanılır. Ancak, Fagherazzi ve arkadaşları

tarafından yürütülen ve 61.440 kadını içeren 18 yıllık bir takip çalışmasında, poşet veya tablet formunda yapay tatlandırıcıların sık ve uzun süreli tüketiminin Tip 2 Diyabet riskinin artmasıyla ilişkili olduğu bulunmuştur. Bu, yapay tatlandırıcıların Tip 2 Diyabet gelişimi üzerinde kümülatif bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir (Fagherazzi vd., 2017).

Güncel çalışmalar, beklenmedik şekilde yapay (besleyici olmayan) tatlandırıcıların öğrenilmiş yanıtlar aracılığıyla enerji ve glikoz dengesini etkileyebilmesi, bağırsak mikrobiyotasıyla etkileşerek glikoz intoleransına yol açabilmesi ve tatlı tat reseptörlerini uyararak insülin salgısını tetikleyebilmesi gibi üç mekanizma üzerinden kilo artışı ve tip 2 diyabet riskine katkıda bulunabileceğini göstermektedir (Murray vd., 2016; Pepino, 2015).

Bir başka çalışmada ise tip 2 diyabet için risk faktörü olarak değerlendirilen şekerli içeceklerin tüketimi ile tatlandırıcı içeren içeceklerin tüketiminin etkileri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçları, şekerli içecek tüketiminin tip 2 diyabet riskini anlamlı şekilde artırdığını göstermiştir. Öte yandan, tatlandırıcı içeren içeceklerin tüketimi, bireylerin sağlık durumu, kilo değişimi, beslenme alışkanlıkları ve vücut kütle indeksi (VKİ) gibi değişkenlere bağlı olarak tip 2 diyabet gelişiminde etkili olabileceği belirtilmiştir (Koning vd., 2011).

Yakın zamanda gerçekleştirilen ve 105.588 Fransız yetişkinin yer aldığı kapsamlı bir popülasyon temelli kohort çalışması, yapay tatlandırıcı tüketiminin tip 2 diyabet mellitus riskinin artışı ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmada, toplam yapay tatlandırıcılar ile aspartam, asesülfam-K ve sukraloz dahil olmak üzere çeşitli tatlandırıcılar için pozitif korelasyonlar saptanmıştır (Debras vd., 2022).

Chen ve çalışma arkadaşları tarafından yürütülen güncel bir araştırmada aspartamın olası kanserojen etkileri ile

moleküler etki mekanizmalarını incelemek amacıyla ağ toksikolojisi ve moleküler kenetlenme yaklaşımları bir arada kullanılmış; mikroarray veri analizi ve sağkalım analizleri ile ön doğrulama yapılmıştır. Bulgular, aspartamın çeşitli kanserle ilgili proteinleri etkileme, biyomoleküler fonksiyona müdahale etme ve hücrelerin kansere neden olma olasılığını artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Chen ve Hou, 2024).

Literatürde yapılan bir çalışma, bağırsak mikrobiyotasından kaynaklanan glukoz intoleransının yapay tatlandırıcı tüketimiyle nasıl bağlantılı olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada, sakarin, sukraloz, aspartam, sükroz ve glukoz, zayıf ve obez fare gruplarına ayrı ayrı verilmiştir. Üç yapay tatlandırıcı da sükroz veya glukozla göre daha yüksek glukoz intoleransı belirteçlerine neden olmuş bunlar arasında özellikle sakarin oldukça etkili olmuştur. Bağırsak mikrobiyotası, tip 2 diyabetli bireylerde bulunan bağırsak ortamına benzer bir şekilde tepki vermiştir. Bağırsak mikrobiyotasının glukoz intoleransında rol oynadığından emin olmak için araştırmacılar, sakarinle beslenen farelerden alınan dışkıları mikropsuz farelere nakletmişlerdir. Mikropsuz fareler daha sonra glukoz intoleransı belirtileri göstermeye başlamıştır. Tüm farelerde antibiyotik tedavileri glukoz intoleransını tersine çevirmiş ve bu durumun bağırsak mikrobiyotasıyla ilişkili olduğu hipotezine daha fazla destek sağlamıştır (Suez vd., 2014).

Tatlandırıcı içeren tüm gıdaların tüketim miktarlarının ayrıntılı olarak kaydedildiği bir çalışmada, 1453 katılımcı 1984–2012 yılları arasında izlenmiştir. Araştırma sonuçları, uzun süreli düşük enerjili tatlandırıcı kullanımının artan obezite, abdominal obezite ve tip 2 diyabet prevalansı ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Tatlandırıcı kullanan bireylerde, kullanmayanlara kıyasla vücut kütle indeksi (VKİ) ve bel çevresinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Çalışmanın

başlangıcında obez olmayan ancak tatlandırıcı tüketen katılımcılarda obezite insidansının anlamlı düzeyde yükseldiği belirlenmiş ayrıca vücut ağırlığının kontrolünde yalnızca besinlerin enerji içeriğine değil, vücudun bu besinlere verdiği yanıtların da izlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra, besinlerin yeme davranışını ve enerji kullanımını etkileyen enteroendokrin ve nöroendokrin mekanizmalarla etkileşime giren bağırsak mikrobiyotasının da önemli rol oynadığı ifade edilmiştir (Chia vd., 2016).

6. SONUÇ

Yüksek miktarda şeker tüketimi, özellikle serbest şekerler ve şekerli içecekler, obezite, tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve karaciğer yağlanması gibi metabolik bozukluklar ve diş çürüğünün gelişiminde önemli bir risk faktörü olarak öne çıkmaktadır. Artan şeker alımı, glikoz ve lipid metabolizmasını bozarak insülin direncine ve inflamatuvar yanıtların artmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, şeker tüketiminin azaltılması halk sağlığı açısından kritik bir öneme sahiptir. Şeker tüketimine alternatif olarak stevia, agave nektarı gibi doğal tatlandırıcılar ile üretilen şeker alkollerinin güvenilirliği ve uzun vadeli etkileri konusunda literatürde daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapay tatlandırıcılar ise başlangıçta şeker alımını sınırlamak ve enerji alımını azaltmak amacıyla güvenli bir alternatif olarak sunulsa da uzun dönem kullanımlarıyla ilgili bulgular karmaşıktır. Tatlandırıcıların bağırsak mikrobiyotası, glikoz intoleransı ve enerji homeostazı üzerinde etkileri olabileceği gibi bazı durumlarda kilo artışı ve metabolik bozukluk riskini artırabileceği belirtilmektedir. Bu bulgular, yapay tatlandırıcıların tamamen zararsız bir alternatif olmadığını

ve kullanımının dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak şeker ve tatlandırıcı tüketimi, yalnızca bireylerin metabolik sağlığı üzerinde etkili bir faktör değil aynı zamanda toplumsal sağlık ve halk sağlığı politikalarının şekillendirilmesinde göz önünde bulundurulması gereken kritik bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Kronik hastalıkların önlenmesi için şeker alımının sınırlandırılması ve yapay tatlandırıcıların kontrollü, bilinçli şekilde kullanılması önem arz etmektedir. Gelecekte yapılacak uzun dönemli ve geniş kapsamlı çalışmalar, tatlandırıcıların sağlık üzerindeki etkilerini daha net ortaya koyarak sağlıklı beslenme politikalarının ve bireysel beslenme önerilerinin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Aguirre, E. K., Mytton, O. T., & Monsivais, P. (2015). Liberalising agricultural policy for sugar in Europe risks damaging public health. *BMJ*, 351.

Burke, M. V., & Small, D. M. (2015). Physiological mechanisms by which non-nutritive sweeteners may impact body weight and metabolism. *Physiology & behavior*, 152, 381-388.

Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. (2017). Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. *Food and Chemical Toxicology*, 107, 302-317.

Charrez, B., Qiao, L., & Hebbard, L. (2015). The role of fructose in metabolism and cancer. *Hormone molecular biology and clinical investigation*, 22(2), 79-89.

Chen, D., & Hou, X. (2024). Aspartame carcinogenic potential revealed through network toxicology and molecular docking insights. *Scientific reports*, 14(1), 11492.

Chéron, J. B., Marchal, A., & Fiorucci, S. (2019). Natural Sweeteners. *Encyclopedia of Food Chemistry*.

Chia, C. W., Shardell, M., Tanaka, T., Liu, D. D., Gravenstein, K. S., Simonsick, E. M., ... & Ferrucci, L. (2016). Chronic low-calorie sweetener use and risk of abdominal obesity among older adults: a cohort study. *PloS one*, 11(11), e0167241.

Choudhary, A. K., & Lee, Y. Y. (2018). The debate over neurotransmitter interaction in aspartame usage. *Journal of Clinical Neuroscience*, 56, 7-15.

Choudhary, A. K., & Pretorius, E. (2017). Revisiting the safety of aspartame. *Nutrition reviews*, 75(9), 718-730.

Conz, A., Salmona, M., & Diomedea, L. (2023). Effect of non-nutritive sweeteners on the gut microbiota. *Nutrients*, 15(8), 1869.

Czarnecka, K., Pilarz, A., Rogut, A., Maj, P., Szymańska, J., Olejnik, Ł., & Szymański, P. (2021). Aspartame—true or false? Narrative review of safety analysis of general use in products. *Nutrients*, 13(6), 1957.

Debras, C., Chazelas, E., Srour, B., Druesne-Pecollo, N., Esseddik, Y., de Edelenyi, F. S., ... & Touvier, M. (2022). Artificial sweeteners and cancer risk: Results from the NutriNet-Santé population-based cohort study. *PLoS medicine*, 19(3), e1003950.

De Cock, P., Mäkinen, K., Honkala, E., Saag, M., Kennepohl, E., & Eapen, A. (2016). Erythritol is more effective than xylitol and sorbitol in managing oral health endpoints. *International journal of dentistry*, 2016(1), 9868421.

De Koning, L., Malik, V. S., Rimm, E. B., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2011). Sugar-sweetened and artificially sweetened beverage consumption and risk of type 2 diabetes in men. *The American journal of clinical nutrition*, 93(6), 1321-1327.

Edwards, C. H., Rossi, M., Corpe, C. P., Butterworth, P. J., & Ellis, P. R. (2016). The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in food science & technology*, 56, 158-166.

Erdaş, T. Z. (2023). Akçaağaç Şurubu İle Tatlandırılan Yoğurtların Kalite Özellikleri Üzerine *Chlorella Vulgaris*'in Etkisi, Binali Yıldırım Üniversitesi Gıda Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, Erzincan, Türkiye.

Fagherazzi, G., Gusto, G., Affret, A., Mancini, F. R., Dow, C., Balkau, B., ... & Boutron-Ruault, M. C. (2017). Chronic consumption of artificial sweetener in packets or tablets and type 2 diabetes risk: evidence from the E3N-European prospective investigation into cancer and nutrition study. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 70(1), 51-58.

Ferrazzano, G. F., Cantile, T., Alcidi, B., Coda, M., Ingenito, A., Zarrelli, A., ... & Pollio, A. (2015). Is *Stevia rebaudiana* Bertoni a non cariogenic sweetener? A review. *Molecules*, 21(1), 38.

Grembecka, M. (2015a). Natural sweeteners in a human diet. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 66(3).

Grembecka, M. (2015b). Sugar alcohols—their role in the modern world of sweeteners: a review. *European Food Research and Technology*, 241(1), 1-14.

Heiss, S. N., & Bates, B. R. (2016). When a spoonful of fallacies helps the sweetener go down: The Corn Refiner Association's use of Straw-Person arguments in health debates surrounding high-fructose corn syrup. *Health Communication*, 31(8), 1029-1035.

İşgören, A., & Sungur, S. (2019). Tatlandırıcılar. *Lectio Scientific*, 3(1), 19-33.

Lenhart, A., & Chey, W. D. (2017). A systematic review of the effects of polyols on gastrointestinal health and irritable bowel syndrome. *Advances in nutrition*, 8(4), 587-596.

Machado De-Melo, A. A., Almeida-Muradian, L. B. D., Sancho, M. T., & Pascual-Maté, A. (2018). Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. *Journal of apicultural research*, 57(1), 5-37.

Mathur, S., Bulchandani, N., Parihar, S., & Shekhawat, G. S. (2017). Critical review on steviol glycosides: Pharmacological, toxicological and therapeutic aspects of high potency zero caloric sweetener. *International Journal of Pharmacology*, 13(7), 916-928.

Merino, B., Fernández-Díaz, C. M., Cózar-Castellano, I., & Perdomo, G. (2019). Intestinal fructose and glucose metabolism in health and disease. *Nutrients*, 12(1), 94.

Mooradian, A. D., Smith, M., & Tokuda, M. (2017). The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: A narrative review. *Clinical nutrition eSPen*, 18, 1-8.

Moriconi, E., Feraco, A., Marzolla, V., Infante, M., Lombardo, M., Fabbri, A., & Caprio, M. (2020). Neuroendocrine and metabolic effects of low-calorie and non-calorie sweeteners. *Frontiers in endocrinology*, 11, 525620.

Murray, S., Tulloch, A., Criscitelli, K., & Avena, N. M. (2016). Recent studies of the effects of sugars on brain systems involved in energy balance and reward: relevance to low calorie sweeteners. *Physiology & behavior*, 164, 504-508.

Muslu, M., & Kermen, S. (2020). Çocuk ve adölesanlarda şeker ilaveli içeceklerin tüketimi ve sağlık üzerine etkileri. *Celal*

Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(2), 225-230.

Ozuna, C., & Franco-Robles, E. (2022). Agave syrup: An alternative to conventional sweeteners? A review of its current technological applications and health effects. *Lwt*, 162, 113434.

Özdemir, D., Başer, H., & Çakır, B. (2014). Tatlandırıcılar. *Türkiye Klinikleri Journal of Endocrinology*, 9(2), 60-70.

Pearlman, M., Obert, J., & Casey, L. (2017). The association between artificial sweeteners and obesity. *Current gastroenterology reports*, 19(12), 64.

Pepino, M. Y. (2015). Metabolic effects of non-nutritive sweeteners. *Physiology & behavior*, 152, 450-455.

Pérez-López, A. V., & Simpson, J. (2020). The sweet taste of adapting to the desert: fructan metabolism in Agave species. *Frontiers in Plant Science*, 11, 324.

Priya, K., Gupta, V. R. M., & Srikanth, K. (2011). Natural sweeteners: A complete review. *Journal of Pharmacy Research*, 4(7), 2034-2039.

Qi, X., & Tester, R. F. (2020). Lactose, maltose, and sucrose in health and disease. *Molecular nutrition & food research*, 64(8), 1901082.

Ruiz-Matute, A. I., Weiss, M., Sammartaro, D., Finely, J., & Sanz, M. L. (2010). Carbohydrate composition of high-fructose corn syrups (HFCS) used for bee feeding: effect on honey composition. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(12), 7317-7322.

Ruiz-Ojeda, F. J., Plaza-Díaz, J., Sáez-Lara, M. J., & Gil, A. (2019). Effects of sweeteners on the gut microbiota: a review of experimental studies and clinical trials. *Advances in nutrition*, 10, S31-S48.

Schulze, M. B., Liu, S., Rimm, E. B., Manson, J. E., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2004). Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women. *The American journal of clinical nutrition*, 80(2), 348-356.

Shankar, P., Ahuja, S., & Sriram, K. (2013). Non-nutritive sweeteners: review and update. *Nutrition*, 29(11-12), 1293-1299.

Singh, P., Ban, Y. G., Kashyap, L., Siraree, A., & Singh, J. (2020). Sugar and sugar substitutes: recent developments and future prospects. *Sugar and sugar derivatives: changing consumer preferences*, 39-75.

Stanhope, K. L., & Havel, P. J. (2008). Fructose consumption: potential mechanisms for its effects to increase visceral adiposity and induce dyslipidemia and insulin resistance. *Current opinion in lipidology*, 19(1), 16-24.

Suez, J., Korem, T., Zeevi, D., Zilberman-Schapira, G., Thaiss, C. A., Maza, O., ... & Elinav, E. (2014). Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature*, 514(7521), 181-186.

Tan, V. W. K., Wee, M. S. M., Tomic, O., & Forde, C. G. (2019). Temporal sweetness and side tastes profiles of 16 sweeteners using temporal check-all-that-apply (TCATA). *Food Research International*, 121, 39-47.

Wan, C., Yuan, T., Li, L., Kandhi, V., Cech, N. B., Xie, M., & Seeram, N. P. (2012). Maplexins, new α -glucosidase inhibitors from red maple (*Acer rubrum*) stems. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 22(1), 597-600.

Whitehouse, C. R., Boullata, J., & McCauley, L. A. (2008). The potential toxicity of artificial sweeteners. *Aaohn Journal*, 56(6), 251-261.

Wiebe, N., Padwal, R., Field, C., Marks, S., Jacobs, R., & Tonelli, M. (2011). A systematic review on the effect of sweeteners on glycemic response and clinically relevant outcomes. *BMC medicine*, 9(1), 123.

Wilk, K., Korytek, W., Pelczyńska, M., Moszak, M., & Bogdański, P. (2022). The effect of artificial sweeteners use on sweet taste perception and weight loss efficacy: a review. *Nutrients*, 14(6), 1261.

ÇATALIMIZDA DEVRİM (ENTOMOFAJİ)

Dilara ERGEN

Didem ÖNAY DERİN

1. GİRİŞ

Birleşmiş milletler gıda ve tarım örgütünün (FAO) araştırmalarına göre şu anda 8 milyar olan Dünya nüfusunun 2030 yılında 8,5 milyar ve 2050 yılına ise 9,7 milyara ulaşması beklenmektedir. Dünyadaki küresel büyüme gıda güvenliği açısından ciddi bir tehdidi de beraberinde getirmektedir (FAO, 2014). Hızla artan bu nüfus artışı ve beraberindeki şehirleşme ile birlikte hayvansal kökenli protein talebinin yaklaşık iki katına çıkabileceği görülmektedir (Henchion M. ve ark., 2017). Günümüzde kullanılan geleneksel hayvansal üretim sistemlerinin ileride artacak olan bu talebi mevcut kaynaklarıyla karşılaması hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürülebilir görülmemektedir (Van Eenennaam AL. ve ark., 2024). Şu anda mevcut küresel tarım arazilerinin %77'si hayvancılığa ayrılmıştır. Ancak buna rağmen bu alanlar insan beslenmesinde kullanılan kalorinin yalnızca %18'ini, proteinin ise %37'sini karşılamaktadır. Çünkü yalnızca 1 kg sığır eti üretimi için için neredeyse 6-10 kg yem gerekmektedir (Poore, J. & Nemecek, T., 2018). Oysaki bu değer böcekler için yalnızca 1,7 kg kadardır (Oonincx & de Boer, 2012). Bir diğer çevresel etki olan sera gazı emisyonlarına baktığımızda ise hayvansal üretim sektörü, küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %15'inden sorumludur. Bu oran ise ne yazık ki tüm ulaşım sektörüyle neredeyse aynıdır (Gerber, P. J. ve ark., 2013). Hayvansal üretimin bir diğer yükü olan su kullanımına bakıldığında ise yine 1 kg sığır eti üretimi için ortalama 25.000 litre su gerekmektedir. Bu miktar aynı protein değerinde baklagillerin yaklaşık 10 katına denk gelmektedir (Mekonnen, M. M. & Hoekstra, A. Y., 2012). 2050 yılına kadar mevcut ilerleme devam ederse, et üretiminin neredeyse %70 artacağı

öngörülmektedir. Et üretimindeki bu oldukça fazla olan artış ise karbon salınımının yaklaşık iki katına çıkacağı göstermektedir (FAO, 2018). FAO'nun raporunda sunulan tüm verilere ek olarak, mevcut üretim sistemlerinin bu talebi karşılaması için dünya genelinde yaklaşık 560 milyon hektar yeni tarım arazisine ihtiyaç duyulacağı belirtilmektedir (FAO, 2023). Ayrıca IPCC verileri, hayvansal üretimin tek başına küresel ısınmayı 1,5 °C sınırının üzerine taşıyabilecek ölçekte çevresel baskı oluşturduğunu göstermektedir (IPCC, 2021). Bu nedenle araştırmacılar, yüksek besin değerine sahip, daha düşük çevresel etki yaratan ve üretimi daha az kaynak gerektiren alternatif protein kaynaklarının, özellikle yenilebilir böceklerin geleceğin gıda stratejileri içerisinde önemli bir rol oynayabileceğini vurgulamaktadır (Van Huis ve ark, 2013).

2. ENTOMOFAJİNİN TANIMI, TARİHÇESİ, KÜLTÜREL KÖKENİ

Entomofaji köken olarak, Yunanca éntomon (böcek) + phagein (yemek) kelimelerinden gelmektedir. Binlerce yıllık geçmişi olan entomofaji özellikle Antik Çağda Yunan ve Roma'da oldukça yaygındı. Günümüze baktığımızda ise sürdürülebilir beslenme ve alternatif protein kaynağı olarak yeniden önem kazanmaktadır (Olivadese, M. & Dindo, M. L., 2023). Dünya genelinde insan beslenmesinde entomofaji kavramı ele alındığında dinler ve kültürler arasında görüş birliğine ulaşılamamaktadır. Doğu toplumlarında daha yaygın bir kabul durumu bulunurken Batı toplumlarında entomofaji tiksindirici bulunmaktadır. İslami literatürde de konu tartışmalıdır (Kamiloğlu Beştepe, S., 2024).

3. YENİLEBİLİR BÖCEKLERİN BESİN BİLEŞİMİ VE BİYOLOJİK DEĞERİ

Bir diğerk ismiyle böcek yemek olarak adlandırılan entomofaji yüksek protein, dengeli yağ asidi profili, yeterli vitamin ve mineral ieriğıyle dikkat çeken, aynı zamanda düşük çevresel etkisi nedeniyle sürdürülebilirlik açısından da avantajlı görülen bir alternatif besindir (Hamarat, H., 2025). Böcekler protein açısından zengindir ve ayrıca çözünmeyen kitin formunda önemli miktarda ‘hayvansal’ lif içerirler. Makro besin maddelerinin yanı sıra, bazı böcekler zengin mineral ve vitamin profilleriyle de bilinirler. Ancak, besin bileşimleri tre, diyet, gelişim aşamasına, cinsiyete ve böceklerin büyüme ortamına göre değişmektedir (Ojha ve ark., 2021). Yenilebilir böceklerin aminoasit kompozisyonu oldukça iyidir. Özellikle cırcır böcekleri, un kurdu ve çekirgeler; lösin, izolösin ve valin gibi dallı zincirli amino asitler (BCAA) açısından zengin olup kas protein sentezi üzerinde olumlu etkiler gösterebilmektedir (Payne ve ark., 2016). Bunun yanı sıra, böcek yağlarının doymamış yağ asitleri açısından zengin olduğu; özellikle linoleik asit (n-6) ve α -linolenik asit (n-3) gibi temel yağ asitlerini içerdiği bildirilmektedir (Ramos-Elorduy, 2009). Ayrıca demir, çinko, fosfor, magnezyum ve riboflavin gibi mikro besin öğelerinin miktarı birçok geleneksel hayvansal gıda ile karşılaştırılabilir düzeydedir (Bukkens, 1997). Böcek proteinlerinin sindirilebilirlik oranı %76–98 arasında değişmekte olup, pişirme yöntemleri ve kitin miktarı sindirilebilirliği etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır (Finke, 2013).

3.1. PROTEİN İÇERİĞİ

Yenilebilir böceklerin diğerk hayvansal ve bitkisel kökenli kaynaklara uygulanabilir bir alternatif olarak kabul edilmesinin en büyük nedeni protein içeriğidir. Genel olarak, %20 ile %70 arasında kaliteli ve kolay sindirilebilir protein içerirler. Bu

yüzdelik değişimler böceklerin türüne, gelişme aşamasına ve diyetine bağlı değişmektedir (Meyer-Rochow, V. B., ve ark., 2021). Böcek proteinlerinin biyolojik değerinin diğer protein kaynaklarına kıyasla yüksek olduğunu belirtmek önemlidir. Cırcır böceği (*G. assimilis*), güve (*Cirina forda*), çekirge (*Melanoplus foedus*) ve termitin (*Macrotermes nigeriensis*) biyolojik değeri %85 ile %93 arasındadır ve bu değerler %73 biyolojik değere sahip olan süt kazeinin biyolojik değerini geçmektedir. Ayrıca pek çok yenilebilir böceğin esansiyel amino asit kompozisyonu FAO/WHO'nun referans protein modeline oldukça yakın olup, özellikle lösin, izolösin ve valin gibi dallı zincirli amino asitler (BCAA) açısından zengin olduğu bildirilmektedir (Van Huis ve ark., 2013). Bununla birlikte, böcek proteinlerinin sindirilebilirliği %76–98 arasında değişmekte olup, bu oran hem kırmızı et hem de balık gibi geleneksel hayvansal protein kaynaklarıyla karşılaştırılabilir düzeydedir (Finke, 2007). Sindirilebilirliğin yüksek olmasının nedeni, böcek proteinlerinde yer alan globulin, albumin ve prolamin fraksiyonlarının insan sindirim enzimlerine yüksek duyarlılık göstermesidir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, cırcır böceği ve un kurdu gibi türlerden üretilen protein tozlarının peptit profillerinin antioksidan ve antihipertansif biyolojik aktivite gösterebildiğini ortaya koymuştur (Hall ve ark., 2018). Bu durum, böcek proteinlerinin sadece besinsel açıdan değil, fonksiyonel gıda bileşeni olarak da değerlendirilebileceğini göstermektedir.

3.2. YAĞ PROFİLİ

Proteinlerden sonra, yağlar böceklerdeki en temsili makro besindir. Yağ içeriğinin gerçekten temsili olup olmadığını analiz etmek için böceğin gelişim evresi dikkate alınmalıdır. Çünkü birçok türün larva evresinde yüksek yağ içeriği vardır. Bu, değerler maksimum gelişimlerine ulaştıklarında

azalmaktadır. Evreler arasındaki bu farklılık büyüme evresindeki larvanın hücre membran sentezi için gerekmektedir (Cajas-Lopez, K., & Ordoñez-Araque, R., 2022). Yenilebilir böceklerin yağ asidi profili genel olarak hayvansal yağlar ve bitkisel yağlara benzer görünse de böcekler özellikle yüksek miktarda doymamış yağ asidi içerir ve bu seviyeler toplam yağ asidi içeriğinin %75'ine kadar çıkmaktadır. Un kurtlarında ki omega-3 çoklu doymamış yağ asidi ve bazı diğer yağ asitlerinin bileşimi balıklarla kıyaslandığında hemen hemen aynıdır. Aynı kıyaslama domuz ve sığırlar ile yapıldığında ise un kurtlarının omega-3 çoklu doymamış yağ asidi bileşimleri daha yüksektir. Kara böceklerinin suda yaşayan böceklere kıyasla daha yüksek miktarda uzun zincirli çoklu doymamış yağ asidi içerdiği gösterilmiştir. Bu farklılık karada yaşayan böceklerin değişen sıcaklık ve oksidatif strese adaptasyonu içindir. Omega-6/omega-3 yağ asidi oranı ise diyetten etkilenebilmektedir (Lange, K. W., & Nakamura, Y., 2021).

Ayrıca bazı türlerin yağ bileşiminde konjuge linoleik asit (CLA) ve kısa zincirli yağ asitlerine benzer metabolik etkiler gösteren lipid fraksiyonlarının bulunduğu bildirilmektedir (Rumpold & Schlüter, 2013). Böcek yağlarının oksidatif stabilitesinin, içeriklerindeki doğal antioksidan bileşikler (tokoller, karotenoidler ve fenolik maddeler) sayesinde yüksek olduğu; bu nedenle raf ömrü açısından avantaj sağladığı belirtilmektedir (Rumpold ve ark., 2013). Son olarak, böceklerin yağ profili yetiştirme sıcaklığı, yetiştirme ortamı ve beslenme içeriğiyle doğrudan ilişkili olduğundan, kontrollü üretim şartlarında istenen omega-3 ve omega-6 oranlarına sahip yağ bileşimleri elde edilebilmektedir. Bu durum entomokültürü, sürdürülebilir gıda üretiminde hedefe yönelik biyofortifikasyon için önemli bir araç hâline getirmektedir (Oonincx ve ark., 2015).

3.3. KARBONHİDRAT İÇERİĞİ

Yenilebilir böcekler zengin protein ve yağa, ancak daha az oranda karbonhidrata sahiptirler. Yenilebilir böceklerin ortalama karbonhidrat içerikleri %6,71 ile %15,98 arasında değişmektedir. Böceklerdeki karbonhidratlar esas olarak iki formda bulunur: kitin ve glikojen. Kitin, dış iskeletin temel bileşeni olan N-asetil-D-glukozamin polimeridir (Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K., 2013). Her ne kadar kitinin insanlar tarafından sindirimi zor olsa da insan diyetinde bir diyet lifi olarak kabul edilmektedir (Aykut M.K. & Bayram B., 2022). Böceklerin özellikle kurutulmuş böceklerin en az %10'u kitindir. Bu nedenle iyi bir lif kaynağıdır. Kitin, böcekler de dahil olmak üzere çoğu eklem bacaklının dış iskeletini oluşturan bir tür karbonhidrat polimeridir. Özellikle eklem bacaklıların dış iskeletlerinin birincil bileşeni olan selülozdan sonra doğada en çok bulunan ikinci polisakkarittir. Kitosan ticari olarak kitinin deasetilasyonu ile üretilmektedir. Yenilebilir böceklerdeki kitin içeriği %5 ila %15 arasında değişmektedir. Örneğin kitin içeriği dev un kurdu larvalarında %6, un kurdu pupalarında %12 ve un kurdu larvalarında %13'tür. İnsanlar kitini sentezleyememektedir ve bu nedenle, kitin içeren protozoa, mantarlar, eklem bacaklılar ve nematodlar, bağışıklık sistemi tarafından tanınmak üzere hedef alınmaktadır. Kitinin, sitokin üretimini indüklediği, lökositleri topladığı ve makrofajları aktive ettiği görülmüştür. Ayrıca insan sindirim sıvısında tanımlanan kitinazlar tarafından parçalanmaktadır (Güllü ve Yüksel, 2025). Cırcır böceklerinde bol miktarda bulunan kitin ve türevi kitosanın, bağırsaklardaki zararlı mikroorganizmaları baskılayarak bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve bu etkinin prebiyotik özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Aksoy ve El, 2022).

3.4. VİTAMİN VE MİNERALLER

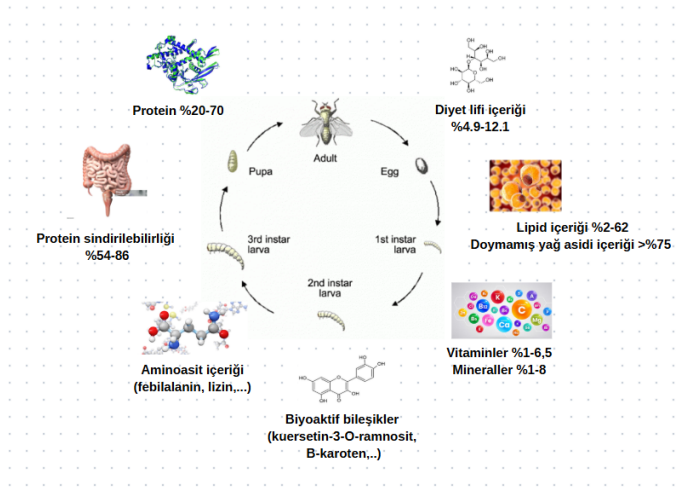
Yenilebilir böceklerin vitamin içeriğine ilişkin sınırlı bilgi mevcuttur. Birkaç türün nispeten yüksek seviyelerde B kompleks vitaminleri (riboflavin, pantotenik asit ve biotin) içerdiği gösterilmiştir, C vitamini konsantrasyonları ise düşük saptanmıştır. Çekirgelerdeki B vitamini seviyelerinin gelişimleri boyunca sabit kaldığı, A, C, D ve E vitaminlerinin seviyelerinin ise gelişim aşamaları boyunca arttığı bulunmuştur (Lange, K. W., & Nakamura, Y., 2021). Uganda'da doğadan toplanan R. differens çekirgeleri üzerinde gerçekleştirilen bir araştırma, B12 vitamini seviyelerinin bölgesel faktörlere ve mevsim değişikliklerine bağlı olarak iki katına kadar çıkabildiğini göstermiş ve bununla birlikte, insanlarda böcek kaynaklı B12 vitamininin biyoyararlanımı konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir (Ssepuuya ve ark., 2019).

Yenilebilir böceklerin çoğu yetişkinlerin diyet gereksinimlerini karşılayan yüksek düzeyde fosfora sahiptir. Çinko yönünden de oldukça zengin olan böcekler, örneğin palmye kurdu larvaları 100 gramda 26,5 mg çinko içerebilmektedir (Tekiner ve ark., 2022). Farklı böcek türleri arasında mineral içeriklerinde de önemli farklılıklar görülmüştür. Bazı böcekler demir, çinko, kalsiyum, bakır, fosfor, magnezyum ve manganez açısından zengindir. Mineralize bir iskeleti olmayan omurgasızların kalsiyum içeriği çok azdır. Ayrıca, yenilebilir böcekler çeşitli sağlık destekleyici özelliklerle ilişkili biyoaktif bileşikler içerir (Zhou, Y. ve ark., 2022). Köhler ve arkadaşları (2019), birkaç böcek türünün, özellikle cırcır böceği, çekirge başta olmak üzere önemli miktarda magnezyum içerdiğini bildirmiştir.

4. BÖCEK PROTEİNLERİNİN SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ VE AMİNO ASİT PROFİLİ

Böceklerin protein açısından zengin olduğu birçok araştırma ile kanıtlanmıştır (Liceaga A.M., 2022). Çoğu böceğin protein içeriği, kuru ağırlığının %35-60'ı, normal ağırlığının ise %10-25'i arasında değişmektedir. Bu değerler birçok besinden daha yüksektir. Protein 20'den fazla amino asitten oluşur, ancak bunlardan sekizi vücutta sentezlenemez ve beslenme gereksinimlerini karşılamak için dışarıdan alınmaları gerekir. İlginçtir ki, tüm temel amino asitler böcek proteinlerinde bulunabilir. Böcek proteinlerinin yalnızca geniş bir amino asit yelpazesi değil, aynı zamanda bol miktarda temel amino asit içerdiği de açıktır (Schlüter, O. ve ark., 2017).

Şekil 1. Yenilebilir böceklerin besleyici özellikleri (Rivas-Navia vd., 2023'den uyarlanmıştır).



Böceklerin yüksek oranda protein içermelerinin yanı sıra bu proteinlerinin de sindirilebilirliği oldukça yüksektir. Böcek proteinlerinin sindirilebilirliği yumurtadan biraz az, bitki bazlı proteinlerden ise oldukça fazladır (Aykut, M. K. & Bayram, B., 2022). İnsan beslenmesinde tüketilen besinlerin sindirimini ve biyoyararlanımını etkileyen birçok etken vardır. Yenilebilir

böceklerin tüketiminde de yine benzer faktörler rol almaktadır. Yenilebilir böceklerde bulunan besin maddelerinin sindirimi kullanılan pişirme yöntemlerine göre farklılık gösterebilmektedir. Çiğ böcekler haşlanmış ve kavrulmuş böceklerden, haşlanmış böcekler ise kavrulmuş ve kızartılmış böceklerden daha fazla sindirilebilirliğe sahiptir (Demirci M., & Yetim H., 2021).

5. ÇEVRESEL ETKİLER VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN ENTOMOFAJİ

Yenilebilir böcek üretiminin başlıca çevresel faydaları, nispeten yüksek yem-et dönüşüm oranıyla ilişkilidir. Böcekler, bitkisel protein kaynaklarını böcek proteinlerine diğer hayvanlara kıyasla çok daha verimli bir şekilde dönüştürürler (Deroy ve ark., 2015). Cırcır böcekleri her 1 kg vücut ağırlığı artışı için < 2 kg yeme ihtiyaç duyarken , vücut ağırlığında 1 kg artış sağlamak için gereken ortalama yem miktarı tavuk için 2,5 kg, domuz eti için 5 kg ve sığır eti için 10 kg'a kadardır (Smil, V., 2002). Böceklerin bir besin kaynağı olarak bir diğer avantajı da tüketilebilen hayvansal oranının yüksek olmasıdır. Bir cırcır böceğinin %80 kadarı insanlar için yenilebilirken, domuzlar ve tavuklar için bu oran %55 ve sığırlar için %40'tır (Nakagaki, B. J., & Defoliart, G. R., 1991). Sürdürülebilirlik açısından yenilebilir böceklerin bir diğer avantajı ise insan tüketimine uygun olmayan kompost, gübre ve sebze atığı gibi organik gıda atıklarının kullanılarak yetiştirilmelerinin mümkün olmasıdır. Bu durum çevreye zarar veren kirlenmeyi büyük oranda azaltabilmektedir (Ojha ve ark., 2020). Yenilebilir böcekler, büyümek ve gelişmek için daha az alan ve daha az suya ihtiyaç

duydukları ve daha az sera gazı emisyonuna neden oldukları için sığır, domuz veya tavuklardan daha fazla iklim dostu görünmektedir. Mevcut haliyle gıda üretiminin giderek artan şekilde ormansızlaşmaya, çevre bozulmasına ve sera gazı emisyonlarına yol açması beklenebilir (Tilman ve ark., 2002). Su teminine yönelik sürekli artan talepler, küresel biyoçeşitliliğin yanı sıra tarımsal çıktıyı ve gıda üretimini de tehdit edecektir. Dünya genelinde tatlı suyun %70'e kadarı tarım için kullanılmaktadır ve et üretimi özellikle büyük miktarda su gerektirmektedir. 1 kg et üretmek için gereken su hacminin tavuk için 2.300 L, domuz için 3.500 L ve sığır eti için 22.000-43.000 L olduğu tahmin edilmektedir (Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y., 2003). 1 kg yenilebilir böcek üretmek için gereken su miktarının ise çok daha düşük olduğu düşünülmektedir (Huis ve ark., 2013). Böceklerin sığır ve domuzlara kıyasla çok daha az miktarda sera gazı ve amonyak yaydığı görülmektedir. Yenilebilir böceklerin yetiştirilmesinden kaynaklanan karbondioksit, metan ve nitroz oksit emisyonlarının sığırlara kıyasla kilogram ağırlık başına 100 faktör daha düşük olduğu bulunmuştur (Oonincx, D. ve ark., 2010). Hayvancılığın küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %15'ini ürettiği tahmin edilmekte olup bu oran ulaşım sektörünün ürettiği sera gazı emisyonlarıyla neredeyse aynıdır (Gerber, P. J. ve ark., 2013).

6. GIDA ENDÜSTRİSİNDE BÖCEK KAYNAKLI ÜRÜNLERİN KULLANIM ALANLARI

Gıda endüstrisi, geleneksel besinlerin böcek bazlı formlarını yeniden tasarlamakta ve böceklerin insan tüketimine sunulması için yenilikçi yolları aramaktadır. Böcekler kullanılarak yapılan bu yeni formların içerisinde ekmek, kurabiye, tortilla, enerji barları, soslar, makarnalar, tatlı ve tuzlu

atıştırma malzemeleri, okolatalar ve et ürünleri bulunmaktadır. Yaklaşık 2000 yenilebilir böcek türünün çoğu yeni form elde etmek için kullanılmaktadır. Örneğin; hamburgerler, köfteler, ezmeler, soslar, en lezzetli böcek trlerinden biri olarak kabul edilen un kurdu kullanılarak üretilmiştir. Bu ürünlerde kullanılan böceklerin tadı ve dokusu belirgin olmadığı için tüketicilerde bir problem olmamıştır (Aykut, M.K. & Bayram, B., 2022).

Gıda endstirisinde böcek kaynaklı ürünlerin kullanım alanları gün geçtikçe artmaktadır. 2021 yılında Kowalezewski vd. kriket tozu ilave ettiği glutensiz ekmeklerin biyolojik aktivitesini karakterize etmeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada %2, %6 ve %10 oranlara sahip nişasta ikameli glutensiz ekmekler hazırlanmıştır. Kontrol grubu olarak ise buğday unu ile hazırlanan bir ekmek hazırlanmıştır. Nişastanın aynı oranlarda kriket tozu ile değiştirilmesi sonucunda ekmekteki protein oranı sırasıyla 2,4 ve 7 kat artmıştır. Enerji değerinde ise anlamlı sayılabilecek bir değişiklik saptanmamıştır. Yağ içeriklerine bakıldığında ise kontrol grubuna kıyasla sırasıyla %23, %59 ve %105 oranında büyük bir artış gözlemlenmiştir. Oleik asit miktarı ekmeklere eklenen kriket tozu artışıyla birlikte bir düşüş göstermiştir. Linoleik asit %10'luk kriket tozu ilavesi sonucunda %18,56'dan %25,29'a yükselmiştir. Aynı şekilde palmitik asit miktarı da %10'luk kriket tozu ikamesi sonrasında %4,04'ten %8,80'e yükselmiştir. Yağ profili değişimine genel olarak bakıldığında kriket tozu ilavesindeki artış ile birlikte çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve doymuş yağ asitleri (SFA) içeriğinde artış gözlemlenirken; tekli doymamış yağ asitlerinde (MUFA) azalma gözlemlenmiştir. Yine ikame yapılan ekmek grubunda kontrol grubuna göre Ca, Fe, K ve Mg yüzdesi %1-2 aralığından %3-4 aralığına yükselmiştir. Analize dahil olan tüm ekmeklerin Na içeriğinin aynı seviyede olduğu bulunmuştur. Bu sonucun ekmeklere aynı

oranda ilave edilen tuzdan kaynaklandığı düşünülmüştür. Mineral içeriğinde en çok istenen iyileşme %5'lik artışla Cu, P, Mn ve Zn için elde edilmiştir (Kowalczewski, P. L. ve ark., 2021).

2022' de Cruz-Lopez sosislerde yaptığı çalışmasında sosislerde bağlayıcı olarak kullanılan patates nişastası yerine çekirge unu kullanmıştır. Lopez bu çalışmasında sosislerin protein içeriğini arttırmayı ve aynı zamanda tüketici kabulünü mevcut duruma göre iyileştirmeyi amaçlamıştır. Kontrol, F1, F2, F3, F4 olmak üzeri sosisler 5 kategoriye ayrılmıştır ve sırasıyla %10, %0, %3, %5 ve %7 konsantrasyonlarında patates nişastası, yine aynı sıralama ile %0, %3, %5, %7 ve %10 konsantrasyonlarında ise çekirge unu ilave edilmiştir. Araştırma sonucunda sosislerin ayrı ayrı besin içerikleri incelendiğinde araştırma grubu ve kontrol grubu arasında su aktivitesi ve yağ değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Protein değerlerinde ise ilave edilen çekirge unu ile birlikte anlamlı derecede artış gözlemlenmiştir. Bu çalışma aynı zamanda çekirge ununun et bağlayıcı olarak kullanılabileceğini de ortaya çıkarmıştır (Cruz-López, S. O. ve ark., 2022).

7. TÜKETİCİ ALGISI, KABULÜ VE SOSYO-KÜLTÜREL BARIYERLER

Yenilebilir böcekler arasında, tırtıllar, un kurtları, çekirgeler ve cırcır böcekleri gibi birçok tür yer almaktadır. Bu böcekler yüzyıllardır birçok toplumda tüketilmektedir. Farklı ülkelerde yapılan tüketici kabul anketlerinin sonuçlarına göre yenilebilir böceklerin reddinin en büyük sebebi gıda neofobisi ve gıdadan iğrenmektir. Yine bazı çalışmalarda gıda neofobisinin böcek yemeyi deneyimleme ve tekrarlama ile gün geçtikçe azalacağı vurgulanmaktadır (Hopkins, I. ve ark., 2023).

Almanya’da 422 kişi ile yürütülen anket sonucunda ambalajda bilinen bir besinin resmedilmesi aynı zamanda paket içeriği gösterir nitelikte şeffaf ambalaj kullanılması gıda kabulünü kolaylaştırmıştır. Belçika, Çin, İtalya, Meksika ve ABD’nde yapılan yenilebilir böcek kabulü anketlerine göre iğrenme duygusu bütün veya işlenmiş böcek tüketimi isteğini olumsuz yönde etkilemiştir. Yine aynı ankette cinsiyetler kıyaslandığında erkekler un kurtlarını kadınlara kıyasla daha fazla oranda denemeyi kabul etmiştir. Yeni Zelanda’da yapılan bir başka ankette ise erkeklerin kadınlara göre, gençlerin ise yaşlı nüfusa göre böcekleri tüketme istekleri daha büyüktür (Türkiye Bilimler Akademisi, 2024).

Dünya’nın birçok yerinde tüketici tarafından kabul edilebilirliğini arttırmak için böceklerin bütün halde, işlenmemiş olarak değil daha çok un haline getirilmiş halde, un veya baharat ikamesi olarak kullanılması önerilmektedir. Yenilebilir böcekler de dahil olmak üzere birçok gıdaya karşı olumsuz tutumun tüketicilerden geldiği, ülkelerin hem beslenme hem de mutfak kültürlerinin yıllar içerisinde çok fazla değişiklik gösterdiğini ve geçmişte tüketiminden kaçınılan birçok gıdanın artık günümüzde geleneksel gıda haline geldiği görülmektedir. Bu bulguya örnek olarak geçmişte sadece Fransızlar tarafından tüketilen kurbağanın şu an Dünya çapında yaygın olarak tüketildiği verilebilir. Yine benzer şekilde 17. ve 18. yüzyıllarda bir hizmetkar yemeği olup değersiz olarak kabul edilen ıstakoz şu an sosyal değeri oldukça yüksek olan bir besindir. Bu ve bunun gibi örnekler gelecekte, ülkelerin mutfaklarının, kültürel kabullerin ve tüketici kabulünün değişeceğini bize göstermektedir (Aksoy, A. B., & El, S. N., 2021).

8. GIDA GüVENLİğİ, HİJYEN VE YASAL DÜZENLEMELER

Biyolojik tehlikeler açısından, tüketilen böceğe ve yetiştirilme koşullarına bağlı olarak işlenmemiş böceklerde bazı patojen bakteriler (Salmonella, Campylobacter ve Escherichia coli gibi) bulunabilmektedir. Yenilebilir böcekler ile diğer hayvansal kaynaklar kıyaslandığında Campylobacter gibi bazı patojenlerin yaygınlığı daha düşük bulunmuştur. Çünkü diğer hayvanların bağırsak sisteminde yaşayan bu patojenler böceklerin bağırsak sisteminde çoğalmamaktadır. Çiftlik koşullarında üretilen böceklerde görülen patojenik virüslerin yalnızca böceklere özgü olduğu, omurgalı hayvanlar ve insanlar için bir tehlike olarak görülmediği bulunmuştur. Ağır metaller, mikotoksinle, veteriner kalıntıları gibi kimyasal kirleticilerin birikme riski en büyük endişelerdendir. Oldukça kısa bir yaşam döngüsüne ve dolayısıyla sınırlı tekrarlı beslenmeye sahip olan böcekler ile uzun yaşam döngüsüne sahip olan böcekler kıyaslandığında, kısa yaşam döngüsüne sahip olan böceklerde kimyasal ve biyolojik birikim meydana gelme olasılığının daha düşük olacağı saptanmıştır. Mevcut araştırmalar sonucunda edinilen sınırlı bilgilere bakıldığında, bazı böcek türlerinin substratlarında ağır metaller, özellikle de kadminyum biriktirebileceği görülmektedir.

Biyolojik tehlikeler ile birlikte dikkate alınması gereken bir diğer risk ise alerjenite durumudur. Bu risk tamamen böcek türlerinin kendisiyle ilişkilidir. Böcek tüketiminden kaynaklanan alerjik reaksiyon ve hatta insanlarda anafilaktik şok belgelenmiştir. Bu bilgiler sonucunda ev tozu akarlarına ve kabuklulara alerjisi olan tüketicilerin böcek tüketmesi, çapraz reaksiyon ile ilişkili alerjik reaksiyonları tetikleyebilir (Finke, M.D. ve ark., 2015).

Tüm bu güvenlik risklerine ek olarak kızartılmış böceklerin tüketilmesi sebebiyle histamin zehirlenmesi vakaları da mevcuttur. Çekirge ve ipek böceği pupalarında yüksek

miktarda histidin bulunur. Histidin, bakteriler tarafından ısıya dayanıklı bir toksin olan histamine dönüşür. Histaminin yutulması ise bu belirtilen zehirlenmeye sebep olmaktadır (Aksoy, A. B., & El, S. N., 2021).

9. ENTOMOFAJİNİN MİKROBİYOTA, SAĞLIK VE FONKSİYONEL BESLENME AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yenilebilir böceklerin insan sağlığı üzerine yarar ve zararlarını saptamak için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda yenilebilir böceklerin özellikle mikrobelerin yetersizliklerinin önüne geçebileceği, diyabet, kanser ve kardiyovasküler hastalık gibi kronik hastalıkların tedavisinde ve önlenmesinde rol alabileceği bildirilmiştir. Yenilebilir böceklerin içerdiği biyoaktif bileşenlerin özellikle antiinflamatuvar, antimikrobiyal, antihipertansif ve immünomodüler aktiviteler gösterdiği saptanmıştır.

Dünya çapında önlenebilir ölüm nedenlerinden biri olan obezite birçok hastada tip 2 diyabeti de beraberinde getirmektedir. Yüksek yağ diyeti ile beslenen obez farelerde yapılan bir çalışmada, sarı un kurdunun larva tozunun yağ hücrelerinde lipid birikimini düşürerek ağırlık kazanımını sınırlandıracağı belirlenmiştir. Yenilebilir böceklerin substratında bulunan yüksek protein oranı, dengeli yağ asidi profili ve düşük karbonhidrat oranları sayesinde bu böceklerin tüketimi sonrasında kişide tokluk hissinin artacağı buna bağlı olarak da total enerji alımını azaltacağı yönünde bulgular mevcuttur. Tüm bu bulgular böceklerin obezite yönetimine destek olacağını öngörmektedir (Güllü, B., & Yüksel, A., 2025).

Diyabet yönetimi vücuttaki insülin seviyeleri, glikoz taşıyıcı (GLUT) ve dipeptil peptidaz 4 (DPP-IV) seviyeleri ile ilişkilidir. Birkaç çalışma, cırcır böcekleri ve un kurdu proteininin DPP-IV'e karşı inhibe edici özellik gösterdiğini bulmuştur. Ek olarak böcek proteini hidrolizatının GLUT 4'ün düzenlenmesi yoluyla glikoz alımını artırdığını ve leptinin düzenlenmesi yoluyla da yağ birikimini azalttığını göstermiştir (Zhou, Y., ve ark., 2022).

İnsan sindirim sisteminde bitkisel gıdaların sindirilemeden kalın bağırasağa geçen kısımları mikrobiyota için birincil enerji kaynağıdır. Diyet lifinin insan sağlığı üzerindeki etkileri yenilebilir böceklerde bulunan ve diyet lifi kaynağı olan kitin için de geçerlidir (Peksever, D. ve ark., 2021). Böceklerden elde edilen kitin ve türevlerinin esasen prebiyotik etkileri sayesinde bağırsak mikrobiyotasına pozitif etki gösterdiği söylenmektedir (Lange, K., & Nakamura, Y., 2021). Yapılan bazı çalışmalarda yenilebilir böcek ile zenginleştirilmiş un kullanan kişilerin dışkı örnekleri incelenmiş. Bu incelemede probiyotik bakterilerde *Bifidobacterium animalis* türünde 5.7 kat artış gözlemlenmiştir. Prebiyotik etkisi bulunan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri üzerinde ise yine artış göstererek mikrobiyotaya olumlu etki ettiği saptanmıştır (Peksever, D. ve ark., 2021).

Kanser hastalığının en belirgin özelliğinin vücuttaki hücrelerin anormal çoğalması ve büyümesi olduğu ve bu nedenle çoğu kanser karşıtı maddenin temel işlevinin kanser hücrelerinin anormal çoğalmasını ve büyümesini engellemek olduğu bilinmektedir. Antikanser aktiviteye sahip birçok bileşen arasında protein bazlı maddeler baskındır. Yapılan bir araştırmada ipekböceği pupa proteinlerinin antikanser aktivitesi olağanüstü bulunmuştur. İpekböceği pupa protein hidrolizatının, insan mide kanseri hücrelerinin çoğalmasını spesifik olarak

inhibe edebildiği, apoptozu indükleyebildiği ve kanserin ikinci everesinde bile hücre döngüsünü bloke edebildiği bulunmuştur. İpekböceği pupalarından elde edilen selenyum açısından zengin bir amino asit, insan hepatoma hücrelerinin yaşayabilirliğini önemli ölçüde inhibe etmiş ve apoptoza neden olmuştur (Zhou, Y. ve ark., 2022).

Yenilebilir böceklerin bir diğer özelliği ise antioksidan etkisidir. Özellikle molekül ağırlığı düşük olan lizin ve metiyonin gibi aminoasitlerin yenilebilir böceklerde fazla olduğu saptanmıştır. Prebiyotik etkisinin yanı sıra yine böceklerde bulunan kitin de iyi bir antioksidan kaynağıdır. Yenilebilir böceklerin su ve lipo-çözünür ekstraktların antioksidan etkileri incelenmiştir. Çekirge, ipekböceği ve kriket özlerinin taze sıkılmış portakal suyundan 5 kat daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu saptanmıştır. Bunun dışında ağustos böceği ve siyah akreplerin antioksidan kapasitelerinin göz ardı edilebilirliği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalar doğrultusunda yenilebilir böcekler yalnızca makro ve mikroblesinler ile beslenmeye destek sağlamakla kalmıyor aynı zamanda içerdikleri biyoaktif bileşikler ile sağlığın geliştirilmesine de yardımcı oluyor diyebiliriz (Muslu, M., 2020).

10. GELECEK PERSPEKTİFİ: ENTOMOFAJİNİN KÜRESEL GIDA SİSTEMİNDEKİ YERİ

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) 2017 yılında yayımladığı ‘‘Tarım ve Gıda Geleceği, Eğimler ve Zorluklar’’ raporunda, hızla artış gösteren dünya nüfusuna bağlı olarak mevcut protein kaynaklarının nüfusun protein ihtiyacını karşılamak konusunda yetersiz kalacağını ileri sürmektedir (Aksoy, A. B., & El, S. N., 2021). Drum böyle olunca da akıllara

alternatif bir protein kaynağı olan böcekler gelmektedir. Böcekler genellikle doğadan toplanmakla birlikte toplu yetiştirme tesislerinde de üretilmeye başlanmıştır. Böcek çiftliği, tarımsal gıda endüstrisine birçok önemli fayda sağlamanın yanı sıra döngüsel ekonomi çözümlerini uygulama fırsatları da sunmaktadır. Günümüzde hala niş bir sektör olarak kabul edilse de, bu sektör istikrarlı bir şekilde büyümekte ve artan yatırımlar ilgiyle desteklenmektedir. Bu da dünyanın çeşitli yerlerinde daha fazla böcek çiftliği ve işleme şirketinin kurulmasına zemin hazırlamaktadır (FAO, 2021).

Sonuç olarak dünya nüfusunda öngörülen bu artış, beraberindeki şehirleşme ve küresel iklim krizi mevcut hayvansal üretim sistemleri üzerindeki baskıyı her geçen gün arttırmaktadır. Bu bağlamda entomofaji, hem yüksek besin değeri ve sağlığı geliştirici etkileri hem de düşük çevresel yükü sayesinde geleceğin gıda sistemleri içerisinde önemli bir alternatif protein kaynağı olarak akıllara gelmektedir. Yenilebilir böceklerin zengin mikro ve makro besin içerikleri ile içerdikleri fonksiyonel biyoaktif bileşenleri bu besinleri sadece beslenme açısından yeterli yapmakla kalmamaktadır. Aynı zamanda hastalıkların önelenmesi ve sağlığın geliştirilmesi konusunda da önemli etkiler sağlamaktadır. İnsan sağlığı üzerindeki bu etkilerin yanı sıra yenilebilir böcekler düşük su kullanımı, yüksek yem dönüşüm verimliliği ve düşük sera gazı etkisiyle tam bir çevre dostu görülmektedir. Ancak tüm bu olumlu etkilere rağmen tüketici algısı, küresel ve dini bariyerler, gıda güvenliği hususundaki eksiklikler şuan da birçok toplum tarafından yenilebilir böcekleri tüketmede temel engel olarak varlığını sürdürmektedir. Yenilebilir böceklerin insan sağlığı üzerine sunduğu tüm bu potansiyellerin tam anlamıyla hayata geçirilmesi için daha kapsamlı klinik araştırmalara, toplumlarda kabul edilebilecek net yasal çerçevelere ve standardize edilmiş hijyen protokollerine ihtiyaç vardır. Bunlara ek olarak entomofajinin toplumlarda kabul edilmesinde en büyük etken

olan biz tüketicilere verilecek toplum temelli bilinçlendirme stratejilerine ihtiyaç bulunmaktadır. Kısaca entomofaji, uygun politikalar, tüketici eğitimleri ve bilimsel veriler ile desteklendiğinde geleceğin sürdürülebilir gıda sistemlerinde merkezi bir rol üstlenebilecektir.

11. KAYNAKÇA

Aksoy, A. B., & El, S. N. (2021). Geleceğin protein kaynağı: Yenilebilir böcekler. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9, 887–896.

Aykut, M. K., & Bayram, B. (2022). Sürdürülebilirlik alanında yeni gıda arayışları: Yenilebilir böcekler için multidisipliner çalışmalar - I, 63.

Bukkens, S. G. (1997) Yenilebilir böceklerin besin değeri. *Gıda ve beslenme ekolojisi*, 36(2-4), 287-319.

Cajas-Lopez, K., & Ordoñez-Araque, R. (2022). Chontacuro (*Rhynchophorus palmarum* L.) protein ve yağ içeriğinin analizi ve geleneksel Ekvador yemeklerine entegrasyonu. *Journal of Insects as Food and Feed*, 8(12), 1521–1528.

Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2003). Ulusal ve uluslararası ticarete hayvansal ürünlerle ilişkili sanal su akışları. *Value of Water Research Report Series No. 13*. Paris: UNESCO.

Cruz-López, S. O., Álvarez-Cisneros, Y. M., Domínguez-Soberanes, J., Escalona-Buendía, H. B., & Sánchez, C. N. (2022). Çekirge (*Sphenarium purpurascens*) unu ile yapılan sosislerin fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri. *Foods*, 11(5), 704.

Demirci, M., & Yetim, H. (2021). İnsan gıdası olarak böcek proteinleri tüketimi ve getirdiği sorunlar. *Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 11–22.

Deroy, O., Reade, B., & Spence, C. (2015). Böcek yiyicinin ikilemi ve Batı'yı bundan nasıl çıkartabiliriz. Food Quality and Preference, 44, 44–55.

FAO. (2014). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü. Roma, İtalya. <https://www.fao.org>

FAO. (2018). Gıda ve tarımın geleceği – 2050 için alternatif yollar. Roma, İtalya: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü. <https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf>

Finke, M. D. (2007). Ham bütün böceklerde kitin tahmini. Hayvanat bahçesi biyolojisi: Amerikan hayvanat bahçesi ve akvaryum derneğine bağlı olarak yayınlandı, 26(2), 105-115.

Finke, M. D. (2013). Dört besleyici böcek türünün tam besin içeriği. Hayvanat bahçesi biyolojisi, 32(1), 27-36.

Finke, M. D., Rojo, S., Roos, N., van Huis, A., & Yen, A. L. (2015). Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi'nin böceklerin gıda ve yem olarak üretimi ve tüketimi ile ilgili risk profiline dair bilimsel görüşü.

Food and Agriculture Organization of the United Nations.(2023). Gıda ve Tarım Durumu 2023: Sürdürülebilir gıda sistemleri için gıdanın gerçek maliyeti. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü. <https://openknowledge.fao.org/items/1516eb79-8b43-400e-b3cb-130fd70853b0>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). Dünyada gıda güvenliği ve beslenme durumu 2021: Gıda sistemlerini gıda güvenliği, iyileştirilmiş beslenme ve herkes için uygun fiyatlı sağlıklı diyetlere dönüştürmek. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü. <https://doi.org/10.4060/cb4474en>

Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., & Tempio, G. (2013). Hayvancılık aracılığıyla iklim değişikliği ile mücadele. Roma, İtalya: FAO.

Güllü, H., & Yüksel, M. (2025). *Entomofajinin gıda bilimi açısından değerlendirilmesi*. Gıda ve Beslenme Araştırmaları Dergisi, 12(1), 45–58.

Hall, F. G., ve ark. (2018). Yenilebilir böcekler yoluyla sürdürülebilir gıda üretimi: Besin ve çevresel boyutlar. Food Research International, 112, 22-33.

Hamarat, H. (2025). Gıdalarda sessiz bir devrim: Yenilebilir böcekler. Gastronomi Alanında Tematik Araştırmalar - IV, 64.

Henchion, M., Hayes, M., Mullen, A. M., & Tiwari, B. (2017). Gelecekteki protein arzı ve talebi: Sürdürülebilir bir dengeyi etkileyen stratejiler ve faktörler. <https://doi.org/10.3390/foods6070053>

Hopkins, I., Farahnaky, A., Gill, H., Danaher, J., & Newman, L. P. (2023). Gıda neofobisi ve böcek tüketme isteği ile diyet tercihleri arasındaki ilişki. Frontiers in Nutrition, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1150789>

Huis, A. V., Itterbeeck, J. V., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Yenilebilir böcekler: Gıda ve yem güvenliği için gelecekteki beklentiler.

International Plant Protection Convention. (2021). Annual Report 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.ippc.int/en/publications/annual-report-2021>

Kamiloğlu Beştepe, S. (2024). Alternatif gıda kaynakları: Tüketici kabulü ve duyuusal yönden değerlendirme – Dünyadan

ve ülkemizden örnekler. In K. Şahin (Ed.), Alternatif gıda kaynakları (ss. 205–232). Ankara, Türkiye: Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları (TÜBA Raporları No: 52).

Kowalczewski, P. Ł., Gumienna, M., Rybicka, I., Górna, B., Sarbak, P., Dziedzic, K., & Kmiecik, D. (2021). Cırcır böceği tozu ile zenginleştirilmiş glutensiz ekmeğin besin değeri ve biyolojik aktivitesi. *Molecules*, 26(4), 1184.

Köhler, R., Hildebrandt, A. & Schulz, P. (2019). *Küresel beslenmede yenilebilir böceklerin rolü: Güncel araştırmaların bir değerlendirmesi*. Uluslararası Gıda Bilimi Dergisi, 24(4), 301–315.

Lange, K., & Nakamura, Y. (2021). Yenilebilir böcekler: Gıda biyaktif bileşenlerinin kaynağı ve potansiyel sağlık etkileri. *Journal of Food Bioactives*, 14.

Liceaga, A. M. (2022). Bölüm Dört – Yenilebilir böcekler: Antik çağdan modern zamana değerli bir protein kaynağı. In J. Wu (Ed.), *Advances in Food and Nutrition Research* (Cilt 101, ss. 129–152). Cambridge, MA, ABD: Academic Press.

Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2012). Tarım hayvanı ürünlerinin su ayak izinin küresel değerlendirmesi. *Ecosystems*, 15, 401–415.

Meyer-Rochow, V. B., Gahukar, R. T., Ghosh, S. ve Jung, C. (2021) Yenilebilir böceklerin kimyasal bileşimi, besin kalitesi ve kabul edilebilirliği türlerden, gelişim aşamasından, cinsiyetten, diyetten ve işleme yönteminden etkilenir. *Gıdalar*, 10(5), 1036.

Muslu, M. (2020). Sağlığın geliştirilmesi ve sürdürülebilir beslenme için alternatif bir kaynak: Yenilebilir böcekler. *Gıda*, 45(5), 1009–1018. <https://doi.org/10.15237/gida.GD20071>

Nakagaki, B. J., & Defoliart, G. R. (1991). *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) böceklerinin kitlesel üretimi için diyetlerin karşılaştırılması ve gıda dönüşüm verimliliğinin hayvansal üretimle karşılaştırılması. *Journal of Economic Entomology*, 84(3), 891–896.

Oonincx, D. G., Van Itterbeeck, J., Heetkamp, M. J., Van Den Brand, H., Van Loon, J. J., & Van Huis, A. (2010). İnsan veya hayvan tüketimi için uygun böcek türlerinin sera gazı ve amonyak üretimi üzerine bir inceleme. *PloS One*, 5(12), e14445.

Oonincx, D. G., & De Boer, I. J. (2012). İnsanlar için bir protein kaynağı olarak un solucanlarının üretiminin çevresel etkisi - bir yaşam döngüsü değerlendirmesi. *PloS bir*, 7(12), e51145.

Oonincx, D. G. A. B., Van Itterbeeck, J., Heetkamp, M. J. W., Van den Brand, H., Molenaar, R., & De Boer, I. J. M. (2015). Yenilebilir böceklerin besin profili ve sürdürülebilir gıda üretimi üzerindeki etkileri. *PLOS ONE*, 10(6), e0129133. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129133>

Olivadese, M., & Dindo, M. L. (2023). Yenilebilir böcekler: Batı toplumlarına odaklanarak entomofajiye tarihsel ve kültürel bir bakış. *Insects*, 14(8), 690. <https://doi.org/10.3390/insects14080690>

Ojha, S., Bekhit, A. E. D., Grune, T., & Schlüter, O. K. (2021). Yenilebilir böceklerden besin öğelerinin biyoyararlanımı. *Current Opinion in Food Science*, 41, 240–248.

Ojha, S., Bußler, S., & Schlüter, O. K. (2020). Böcek üretimi ve işlenmesinde gıda atığı değerlendirme ve döngüsel ekonomi kavramları. *Waste Management*, 118, 600–609.

Payne, C. L. R., ve ark. (2016). Yenilebilir böcekler: Gıda güvenliği için gelecekteki perspektifler. *Annual Review of Entomology*, 61, 259-276.

Peksever, D., Görür, A., Sümer, O., & El, S. (2021). Sürdürülebilir protein kaynağı olarak yenilebilir böceklerin besleyici özellikleri ve tüketici kabulü. *Gıda*, 46(5), 1105–1116. <https://doi.org/10.15237/gida.GD21074>

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Üreticiler ve tüketiciler aracılığıyla gıdanın çevresel etkilerinin azaltılması. *Science*, 360(6392), 987–992.

Rivas-Navia, D. M., Dueñas-Rivadeneira, A. A., Dueñas-Rivadeneira, J. P., Aransiola, S. A., Maddela, N. R., & Prasad, R. (2023). Gıda kullanımı için böceklerin biyoaktif bileşikleri: Potansiyeller ve riskler. *Tarım ve Gıda Araştırmaları Dergisi*, 14, 100807.

Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). Yenilebilir böceklerin besin bileşimi ve güvenlik yönleri. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802–823.

Schlüter, O., Rumpold, B., Holzhauser, T., Roth, A., Vogel, R. F., Quasigroch, W., Vogel, S., Heinz, V., Jäger, H., Bandick, N., ve diğerleri. (2017). Böceklerden elde edilen gıdaların ve gıda bileşenlerinin üretiminde güvenlik açısından hususlar. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61, 1600520.

Smil, V. (2002). Dünya genelinde diyetlerin dönüşümü, et üretiminin yükleri ve yeni gıda proteinleri için fırsatlar. *Enzyme and Microbial Technology*, 30(3), 305–311.

Ssepuuya, G., Rwamutwa, A., & Nampijja, Z. (2019). *Grasshoppers as a sustainable protein source: Doğu Afrika'da*

 ekirgelerin sürdürülebilir bir protein kaynağı olarak değerlendirilmesi. Journal of Insect Foods, 7(3), 112–124.

Tekiner, H., Demir, A. & Kaya, B. (2022). *Türkiye’de entomofajiye yönelik tüketicisi tutumlarının incelenmesi*. Beslenme ve  evre  alışmaları Dergisi, 5(2), 89–101.

Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Tarımsal sürdürülebilirlik ve yoğun üretim uygulamaları. Nature, 418(6898), 671–677.

Türkiye Bilimler Akademisi. (2024). Alternatif gıda kaynakları / Alternative food sources (K. şahin, Ed.). Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi. <https://doi.org/10.53478/TUBA.978-625-6110-00-7>

Van Eenennaam, A. L. (2024). 2050 yılı için kara hayvanı kaynaklı gıda talebine yanıt. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 121(50), e2319001121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2319001121>

Zhou, Y., Wang, D., Zhou, S., Duan, H., Guo, J., & Yan, W. (2022). Yenilebilir böceklerin besin i eriği, sağlık faydaları ve uygulama değerisi: Bir derleme. Foods, 11(24), 3961. <https://doi.org/10.3390/foods11243961>

SEROTONIN, NUTRITION, AND METABOLISM

Assistant Professor Dr. Ayşe Semra AKSOY¹

Seray ÖZVATAN²

1. INTRODUCTION

Adequate and well-balanced nutrition is essential for maintaining health, as well as for the proper functioning of body systems and metabolism. Inadequate or unbalanced dietary intake adversely affects physiological development, cognitive development, and neurological functions. In this context, tryptophan, an essential amino acid that serves as a precursor for the synthesis of serotonin and melatonin, has attracted considerable attention due to its effects on metabolism and various physiological functions (Herderich & Gutsche, 1997). Serotonin synthesis in the brain depends on the availability of tryptophan. Tryptophan concentration increases following a carbohydrate-rich diet. This phenomenon is explained by the tryptophan transport mechanism (Muscogiuri et al., 2020).

Serotonin plays a role in regulating numerous physiological processes, including psychological status, the sleep–wake cycle, circadian rhythm, body temperature, immune response, appetite, and blood pressure through the central nervous system. In addition, its antioxidant effects and supportive roles in cancer-related processes are well documented. This compound is found at higher levels in foods such as strawberries, bananas,

¹ Assistant Professor Dr., Bezmialem Vakıf University Faculty of Health Sciences, Nutrition and Dietetics, asemraksoy@gmail.com¹ aaksoy@bezmialem.edu.tr², ORCID: 0000-0002-4708-3195.

² Bezmialem Vakıf University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Dietetics, Istanbul, Turkey, ORCID: ID/ 0009-0000-5094-207X

grapes, olive oil, tomatoes, pineapples, and oranges (Vieira et al., 2007).

Serotonin and its receptors play a key role in physiological and psychological functions, including eating behavior, mood, sleep, sexual function, and overall homeostasis. Reduced serotonin activity is associated with depression, while dysregulation in serotonin–melatonin metabolism is observed in night eating syndrome, contributing to mood disturbances, anxiety, and stress. In professional athletes, serotonin and melatonin metabolism, along with dietary tryptophan intake, is crucial for health and performance (Naughton et al., 2000).

2. SEROTONIN AND SEROTONIN SYNTHESIS

Serotonin (5-hydroxytryptamine) is an important monoamine neurotransmitter, hormone, and biogenic amine. It is present in various tissues of the human body, including the brain, lungs, kidneys, platelets, and the gastrointestinal system (Mohammad-Zadeh et al., 2008). Most of the serotonin in the body is found in the bloodstream and is transported by blood platelets. Peripheral serotonin is synthesized by TPH-1 in the enterochromaffin cells of the intestine. It subsequently enters the bloodstream and is taken up by circulating platelets. Peripheral serotonin plays roles in hemostasis, heart rate regulation, vascular tone, intestinal motility, cell growth in the liver, bone, and pulmonary arteries, as well as in the development of the heart, brain, and mammary gland (Herr et al., 2017). 5-HT is synthesized from tryptophan, which naturally occurs in the human body. Serotonin influences numerous behavioral, physiological, and cognitive functions, including memory, mood, emotional state, sleep, wakefulness, appetite, and thermoregulation (Ramboz et al., 1998).

Brain serotonin synthesis depends on tryptophan availability. Although protein-rich diets increase circulating

amino acids, tryptophan is relatively limited and competes with other amino acids for brain transport, reducing serotonin production. In contrast, carbohydrate-rich, protein-restricted diets enhance brain serotonin synthesis by increasing the tryptophan-to-other amino acids ratio through insulin-mediated uptake of competing amino acids by muscles. Consequently, carbohydrate-rich diets have been associated with improved mood, including in individuals with depressive symptoms or premenstrual stress (Özenoğlu, 2018; Prasad, 1998).

2.1. Serotonin and Tryptophan Metabolism

Serotonin (5-hydroxytryptamine; 5-HT) is an important monoamine neurotransmitter, hormone, and biogenic amine that is present in various tissues, including the brain, lungs, kidneys, platelets, and gastrointestinal system (Mohammad-Zadeh et al., 2008). The majority of serotonin in the body is found in the bloodstream and is carried by platelets. Peripheral serotonin is synthesized in enterochromaffin cells of the gut via the TPH-1 enzyme and is subsequently sequestered by platelets upon entering the circulation. This peripheral pool participates in numerous physiological processes, including hemostasis, regulation of heart rate and vascular tone, intestinal motility, cellular growth in the liver, bone, and pulmonary arteries, as well as the development of cardiac, cerebral, and mammary tissues (Herr et al., 2017).

Central nervous system serotonin is synthesized solely from tryptophan, as it cannot cross the blood-brain barrier. This essential amino acid serves as the rate-limiting precursor in 5-HT synthesis, with higher brain tryptophan levels enhancing production via increased tryptophan hydroxylase activity, while lower levels limit synthesis (Öztürk & Yabancı, 2020). Notably, less than 10% of available tryptophan is converted into serotonin.

Serotonin influences diverse behavioral and neurophysiological processes, including mood, memory, sleep–wake cycle, appetite, and thermoregulation (Ramboz et al., 1998), and plays a key role in metabolic functions such as depression, cardiovascular health, growth, sexual function, bone metabolism, migraine, obesity, diet regulation, and blood pressure control.

2.2. Relationship Between Nutrition, Tryptophan, and Serotonin

Serotonin biosynthesis largely depends on tryptophan levels, which are influenced by dietary composition. Protein-rich diets can reduce brain serotonin synthesis due to competition between tryptophan and other large neutral amino acids (LNAAs) for transport across the blood–brain barrier. In contrast, carbohydrate-rich diets increase insulin secretion, promoting LNAAs uptake into muscles, raising the tryptophan/LNAA ratio, and enhancing brain serotonin synthesis (Özenoğlu, 2018). This mechanism underlies the reported positive effects of carbohydrate-rich diets on mood, especially in individuals with mood disorders or premenstrual stress syndrome (Prasad, 1998).

The consumption of tryptophan-rich foods is important for serotonin biosynthesis. A healthy adult requires approximately 5 mg of L-tryptophan per kilogram of body weight daily (Özenoğlu, 2018). Foods high in tryptophan include tuna, eggs, white cheese, beef, oats, nuts, seeds, soybeans, rice, and corn (Özenoğlu, 2018; Öztürk & Yabancı, 2020). Although these foods can raise tryptophan levels in the blood and liver, brain serotonin does not increase directly because serotonin cannot cross the blood-brain barrier. Competition with other large neutral amino acids (LNAAs) may further limit tryptophan's transport into the brain (Özenoğlu, 2018).

Tryptophan is metabolized into several important bioactive compounds, including serotonin, melatonin,

kynurenine, and niacin (nicotinamide). Dietary intake of tryptophan and its metabolites has been reported to exert supportive effects in the management of autism, cardiovascular diseases, mental health disorders, chronic kidney disease, depression, inflammatory bowel disease, multiple sclerosis, sleep regulation, social functioning, and microbial infections (Friedman, 2018). The effect of tryptophan on feeding behavior is largely mediated through serotonin. An increase in brain serotonin levels contributes to appetite suppression, whereas a decrease in serotonin can lead to hyperphagia and may result in weight gain (Öztürk & Yabancı, 2020).

3. THE ROLE OF SEROTONIN IN METABOLISM

Serotonin exists in two forms in vertebrates: centrally synthesized serotonin in the brainstem and peripheral serotonin. Serotonin is unable to cross the blood–brain barrier. Brain-derived serotonin accounts for approximately 5% of total serotonin (Berger et al., 2009). In the brain, serotonin functions as a neurotransmitter. It regulates behavior, learning, appetite, and glucose homeostasis (Lesch et al., 2012). The majority of peripheral serotonin is produced by enterochromaffin cells. Serotonin produced by intestinal cells may exert local effects within the gastrointestinal tract or enter the systemic circulation. Circulating serotonin is taken up and stored by platelets and is released during blood coagulation. Approximately 2% of circulating serotonin is present in a free form in the bloodstream and acts directly as a hormone (El-Merahbi et al., 2015). Insulin-producing pancreatic β -cells play a central role in the regulation of glucose and lipid homeostasis in the body. Insulin regulates glucose uptake in peripheral cells, as well as glycogen and protein synthesis and de novo lipogenesis (Rorsman & Braun, 2013). In addition, β -cells express the rate-limiting enzymes involved in serotonin synthesis in both the brain and peripheral tissues,

indicating that β -cell functions may be modulated by locally produced serotonin (Berger et al., 2009). Insulin and glucagon hormones secreted from pancreatic β - and α -cells act in concert to regulate blood glucose homeostasis. Following treatment with HTR1, increased serotonin production within the pancreatic islets leads to the co-localization of serotonin and insulin within secretory granules and their simultaneous release. The local effects of serotonin in the pancreas are shaped by a complex network of receptor-mediated signaling pathways (Yabut et al., 2019).

More than 95% of the body's serotonin is located outside the central nervous system and plays a role in the regulation of blood pressure, vasodilation, metabolic organ functions, and the maintenance of energy balance. In addition, serotonin plays an important role in appetite regulation and exerts diverse functions in gastrointestinal organs as well as in the pancreas, liver, skeletal muscles, cardiac muscle, and white and brown adipose tissues (Yabut et al., 2019). Serotonin also exerts significant effects on intestinal motility. Through the transduction of serotonin receptors in enteric neurons, it regulates intestinal functions and induces peristaltic activity of the gastrointestinal smooth muscles (Shajib et al., 2015). Therefore, serotonin plays a role in intestinal peristalsis, secretion, and the activation and inhibition of submucosal and myenteric neurons. Because it is a key component in the development of intestinal inflammation, colonic mucosal inflammation, inflammatory bowel disease, irritable bowel syndrome, and celiac disease, serotonin is considered an effective regulatory factor influencing intestinal peristalsis, nutrient intake and absorption, as well as various intestinal disorders (Yabut et al., 2019).

3.1. Serotonin and Systemic Diseases

Serotonin (5-hydroxytryptamine) is a neurotransmitter with neurohormonal properties that plays a regulatory role in the central nervous system, as well as in systemic circulation and the functioning of peripheral organs. Beyond its physiological effects, serotonin is implicated in the pathophysiology of several central nervous system disorders, including depression, anxiety, obsessive–compulsive disorder, schizophrenia, addiction, and Parkinson’s disease. It is also implicated in peripheral organ diseases, for example in the development of gastrointestinal disorders, cardiac arrhythmias, and hypertension (De Deurwaerdère & Di Giovanni, 2020).

Obesity is currently one of the most prevalent health problems worldwide. It is defined as the excessive accumulation of body fat and a body mass index (BMI) greater than 30. Obesity contributes to the development of various physiological conditions, including diabetes mellitus, hypertension, hyperlipidemia, liver function disorders, and sleep apnea (Eren & Erdi, 2003). Multiple molecular, genetic, hormonal, immunological, and environmental factors play a role in the etiology of depression and obesity. Numerous studies have investigated the relationship between obesity and depression. In conclusion, there is a bidirectional interaction between depression and obesity. Serotonin levels in the brain play a crucial role in mood regulation. A reduction in serotonin levels may predispose certain individuals to the development of depression. Low tryptophan levels are considered an indirect contributor to depression. A decrease in serotonin levels may lead to an increased desire for food intake and consequently result in weight gain (Güray & Kızıltan, 2019). Food consumption plays a role in regulating serotonin release in serotonergic neurons. Insulin secretion induced by carbohydrate consumption and the associated increase in plasma tryptophan levels lead to elevated

serotonin concentrations, whereas this effect is not observed with protein intake (Wurtman & Wurtman, 1995). Serotonin is associated with appetite regulation, mood, blood pressure, and pain perception. The increase in serotonin levels resulting from carbohydrate intake contributes to an improved sense of well-being. However, excessive carbohydrate consumption may promote the development of obesity (Eren & Erdi, 2003).

Approximately 3% of serotonin is located in the central nervous system, whereas about 90% is found in the gut. The gut microbiota consists of trillions of bacteria that have co-evolved with the host within the gastrointestinal tract and exist in a symbiotic relationship (Valdes et al., 2018). Factors influencing microbiota composition include dietary intake, level of physical activity, sleep patterns, stress exposure, genetic background, and medication use (Rinninella et al., 2019). The gut microbiota affects the hypothalamic–pituitary–adrenal (HPA) axis as well as the immune system. It also plays a role in regulating the blood–brain barrier, neurotransmitter synthesis, and overall brain function (Bien-Ly & Watts, 2014). Neurotransmitters such as serotonin, gamma-aminobutyric acid (GABA), and acetylcholine are also produced by intestinal cells. Previous studies have demonstrated that certain microbial species, including *Candida*, *Streptococcus*, and *Enterococcus/Escherichia* species, are capable of producing serotonin. Gastrointestinal functions such as intestinal motility, secretion, and visceral hypersensitivity are regulated in the pathophysiology of irritable bowel syndrome (Ömür & Kalkan, 2023). Irritable Bowel Syndrome (IBS) is the most common functional gastrointestinal disorder and is characterized by symptoms including diarrhea, constipation, bloating, and gas. Various studies have investigated the role of serotonin in IBS. Pharmacological management of the disorder includes the use of antispasmodics, antidepressants, high-fiber diets, laxatives, and serotonin receptor agonists/antagonists.

Serotonin secreted by enterochromaffin cells stimulates gastric acid secretion and thereby influences the sensory and motor reflexes of the gastrointestinal system. It has been reported that patients with IBS exhibit higher systemic levels of serotonin and kynurenic acid compared with healthy individuals, and it is suggested that elevated kynurenic acid may impair serotonin function (Selçuk & Özdoğan, 2022).

Serotonin is a neurotransmitter involved in respiratory functions and pulmonary vasoconstriction. It has also been reported to play a role in disease pathogenesis, which is of particular importance with respect to comorbidities in chronic obstructive pulmonary disease (COPD). It has been reported that the monoamine oxidase-dependent pathway increases oxidative stress in heart valve and mesenchymal stem cells, and that serotonin degradation and metabolism play a significant role in pulmonary endothelial cells. Studies investigating the relationship between serotonin and the pathogenesis of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) are ongoing (Yurtseven & Şehitoğlu, 2022).

Dietary carbohydrate intake is associated with serotonin levels. Low concentrations of serotonin in the brain contribute to the development of premenstrual syndrome (PMS) (Cross et al., 2001). Premenstrual syndrome (PMS) is characterized by a range of physical, emotional, and behavioral disturbances that occur during the luteal phase of the menstrual cycle and resolve with the onset of menstruation (Eke et al., 2011). Psychological symptoms such as irritability, crying spells, depressed mood, decreased concentration, restlessness, tension, and anxiety are observed. Physically, symptoms including generalized edema and weight gain, headache, nausea and vomiting, diarrhea, excessive thirst, muscle and joint fatigue, and increased appetite are reported (Işgın & Büyüktuncer, 2017). An increase in chocolate craving is observed during the perimenstrual period, as the

physiological changes occurring during this time elevate the body's demand for serotonin and magnesium (Zellner et al., 2004). An inverse relationship has been reported between the dietary glycemic index and the severity of PMS symptoms in individuals diagnosed with PMS (Murakami et al., 2008). Levels of thiamine, riboflavin, niacin, vitamins B6 and B12, and folate have been associated with premenstrual syndrome (PMS). Pyridoxal-5-phosphate, the active form of pyridoxine, serves as a cofactor for the neurotransmitters dopamine, serotonin, and γ -aminobutyric acid (GABA). Deficiencies in these neurotransmitters play an important role in various PMS symptoms, particularly depression. Estrogen fluctuations occurring during the ovulatory phase are associated with calcium and calcium-regulated hormones in the luteal phase of the menstrual cycle. Intracellular calcium influences the synthesis of neurotransmitters related to premenstrual syndrome (PMS), such as serotonin, while alterations in extracellular calcium contribute to mood disturbances observed in PMS (Erbil, 2014).

Studies have demonstrated that serotonin concentrations in both serum and the brain are altered in autism spectrum disorder (ASD). In individuals with ASD, brain serotonin levels are reduced, whereas serum serotonin levels are elevated. In addition, altered lymphoblastoid cells affect tryptophan metabolism by reducing the production of nicotinamide adenine dinucleotide (NADH) (Boccuto et al., 2013; Muller et al., 2016). Autism spectrum disorder (ASD) is a neurodevelopmental health condition characterized by atypical interests and activities, restricted and repetitive behaviors, and impairments in social communication and interaction (Gürsoy & Öztürk, 2019). Biochemical alterations such as hyperserotonemia are among the underlying causes of metabolic abnormalities observed in ASD. Studies have demonstrated that tryptophan metabolism is disrupted in ASD and that this disruption contributes to

mitochondrial dysfunction. Mitochondrial dysfunction may, in turn, impair neuronal development, neurite outgrowth, and synaptic plasticity. Mitochondrial dysfunction, one of the major pathogenic events in ASD, is associated with synaptic abnormalities (Boccutto et al., 2013). In children diagnosed with autism, it has been hypothesized that either dysbiosis-related impairment of serotonin synthesis or disruption of the action mechanisms of serotonin synthesized due to a neurodevelopmental disorder may occur. Serotonin plays a key role in regulating secretion, motility, and pain sensation in the gastrointestinal tract (Ersöz & Gülerman, 2019).

3.2. Serotonin and Psychological Disorders

Serotonin plays a role in the development of psychiatric disorders such as anxiety, depression, and obsessive–compulsive disorder. The serotonin system is of considerable importance with respect to the biological basis of depressive disorders. Pharmacological agents targeting the serotonin system are widely used in the treatment of psychological disorders, including depressive disorders, obsessive–compulsive disorder, generalized anxiety disorder, and panic disorder (Tamam & Zeren, 2002).

Depression is a mood disorder and is among the most prevalent psychological conditions. It is characterized by a persistent decrease in self-esteem lasting for days, along with anhedonia, feelings of hopelessness, and a general lack of motivation and interest in daily activities and life (Kafes, 2021). Studies have shown that serotonin and other neurotransmitters play a role in the development of depression. Selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs) are important in the treatment of depression, and serotonin receptors are actively targeted in therapeutic approaches (Süt, 2023). In the treatment of depression, the first-line pharmacological agents are selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs), serotonin–norepinephrine

reuptake inhibitors (SNRIs), and medications that exert their effects through dopaminergic and other serotonergic receptors, owing to their favorable safety and tolerability profiles (Kafes, 2021). Studies investigating the relationship between depression and nutrition indicate that olive oil, sesame, raw nuts, and oilseeds as sources of unsaturated fatty acids; meat and dairy products among omega-3 sources; eggs due to their phospholipid and cholesterol content; and dark green leafy vegetables, fruits, and legumes rich in vitamins B3, B6, and B12 are essential components that should be regularly consumed as part of the diet. Folic acid deficiency may lead to reduced brain serotonin levels, thereby increasing the risk of the development of depression (Süt, 2023).

“Major depressive disorder is a condition characterized by profound sadness and a persistently distressed mood. Individuals experience slowing and stagnation in speech, thought processes, psychomotor activity, and physiological functions. It is a syndrome marked by feelings and thoughts of worthlessness, inferiority, helplessness, lack of motivation, and pessimism (Öztürk & Uluşahin, 2016). Serotonergic neurons originate from the dorsal raphe nuclei in the brain and project to the cerebral cortex, cerebellum, hippocampus, basal ganglia, and septum. Serotonin deficiency plays a significant role in major depressive disorders (Kaplan & Sadock, 2004). The use of antidepressant medications leads to an increase in the synaptic effects of serotonin, dopamine, and norepinephrine. Among selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs), sertraline, citalopram, fluoxetine, fluvoxamine, and escitalopram inhibit serotonin reuptake through inhibition of the serotonin transporter (SERT) (Yüksel et al., 2010). A carbohydrate-rich diet increases the availability of tryptophan in the central nervous system. In contrast, insufficient carbohydrate intake may impair serotonin

synthesis and contribute to the development of major depressive disorders (Strasser et al., 2016).

Similarly, alterations in serotonin metabolism significantly influence not only depressive mood but also eating behaviors and sleep patterns. Night Eating Syndrome is an eating disorder characterized by morning anorexia and pronounced evening hyperphagia in obese individuals who are resistant to weight loss. These individuals consume more than 25% of their daily energy intake after the evening meal and awaken at least twice per week to eat during the night. Nighttime food intake is often perceived by the individual as a behavior necessary to initiate or maintain sleep (Kaya, 2019). It has been reported that carbohydrate-rich foods shorten sleep onset latency and increase total sleep duration, with high-glycemic-index carbohydrates in particular enhancing this effect by increasing tryptophan concentrations (Frank et al., 2017). Tryptophan deficiency can lead to sleep disturbances due to a reduction in serotonin synthesis. The level of tryptophan depends on the amount of protein consumed in the diet, and foods such as dairy products, meat, poultry, nuts, chickpeas, beans, and chocolate are rich sources of tryptophan (Kaya, 2019). Emotional eating is defined as an increased food intake aimed at suppressing or avoiding negative emotions. This behavior has been associated with obesity, eating disorders, depression, and hormonal imbalances. Emotional eating can be explained through models such as restrictive eating, external eating, and the escape theory (Ünal, 2018). Individuals who struggle to cope with emotions such as stress, anxiety, loneliness, and anger exhibit an increased tendency to utilize the calming effects of food (Pines & Gal, 1977). Reduced serotonin levels in the brain not only elevate the risk of endogenous depression but also disrupt appetite regulation, contributing to the development of eating disorders such as obesity, anorexia, and bulimia nervosa. Furthermore, in

patients with migraine, serotonin levels have been reported to increase during attacks in parallel with stress and mood fluctuations, followed by a marked decrease post-attack (Wilcox et al., 2009). Within this context, the bidirectional relationship between mood and nutrition represents a critical area for understanding the neurobiological foundations of eating behaviors.

It has been reported that the relationship between mood and food intake is variable, with an individual's current emotional state influencing their dietary choices and consumption behaviors (Jacquelyn, 2015). Studies have particularly shown that during periods of stress, individuals tend to exhibit significant changes in their eating patterns. The serotonin theory is considered one of the key mechanisms affecting an individual's mood, with increases in serotonin levels being associated with positive emotional states (Christensen, 1997). Metabolic alterations, hormonal responses, and fluctuations in neurotransmitter systems shape emotional states and, consequently, eating behavior.

Emotional eating is defined as a dietary behavior developed by individuals to regulate negative emotions, independent of hunger, mealtime, or social conditions (Özdemir, 2015; Kuipers et al., 2016). Within this context, studies have discussed, based on various theoretical frameworks, that negative emotions may either increase or decrease food intake. The temporary relief provided by food consumption during the process of coping with negative emotions can reinforce this behavior, transforming it into a learned coping strategy. Consequently, it has been reported that conditions such as depression, anxiety, stress, and worry can lead to significant changes in eating behavior (Macht, 2008).

4. CONCLUSION

Serotonin constitutes a key neurohormonal mediator linking dietary intake, metabolism, and both central and peripheral physiological functions. Its synthesis depends critically on the availability of the essential amino acid tryptophan, with brain uptake modulated by macronutrient composition. Carbohydrate-rich diets enhance central serotonin production, positively influencing mood, appetite, sleep–wake cycles, and overall metabolic homeostasis, whereas protein-dense diets may reduce serotonin synthesis due to competitive transport mechanisms.

Peripheral serotonin, primarily produced in the gastrointestinal tract, exerts regulatory effects on gut motility, pancreatic hormone secretion, vascular tone, energy balance, and adipose tissue function. Dysregulation of serotonergic signaling has been implicated in obesity, mood disorders, premenstrual syndrome, night eating syndrome, and neurodevelopmental conditions, reflecting its integrative role in both physiological and behavioral processes. Emotional eating illustrates the bidirectional relationship between affective states and food intake, whereby negative emotions can drive maladaptive consumption patterns that further influence metabolic and psychological outcomes.

In summary, serotonin serves as a central link between nutrition, metabolism, and behavior. A comprehensive understanding of its biosynthesis, peripheral functions, and behavioral effects provides a framework for developing nutritional, pharmacological, and behavioral interventions aimed at improving mental health, metabolic regulation, and overall well-being.

REFERENCES

- Abbas, A., & Alkheraije, K. A. (2023). Immunomodulatory effects of *Carica papaya* extract against experimentally induced coccidiosis in broiler chickens. *Pakistan Veterinary Journal*, 43, 628–632.
- Berger, M., Gray, J. A., & Roth, B. L. (2009). The expanded biology of serotonin. *Annual Review of Medicine*, 60, 355–366.
- Bien-Ly, N., & Watts, R. J. (2014). The blood–brain barrier’s gut check. *Science Translational Medicine*, 6(263), 263fs46.
- Boccuto, L., Chen, C. F., Pittman, A. R., Skinner, C. D., McCartney, H. J., Jones, K., ... Schwartz, C. E. (2013). Decreased tryptophan metabolism in patients with autism spectrum disorders. *Molecular Autism*, 4(1), 1–10.
- Christensen, L. (1997). The effect of carbohydrates on affect. *Nutrition*, 13, 503–514.
- Cross, G. B., Marley, J., Miles, H., & Willson, K. (2001). Changes in nutrient intake during the menstrual cycle of overweight women with premenstrual syndrome. *British Journal of Nutrition*, 85(4), 475–482.
- De Deurwaerdère, P., & Di Giovanni, G. (2020). Serotonin in health and disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(10), 3500.
- Eke, A. C., Akabuiké, J. C., & Maduekwe, K. (2011). Predictors of premenstrual syndrome among Nigerian university students. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 112(1), 63–64.
- El-Merahbi, R., Löffler, M., Mayer, A., & Sumara, G. (2015). The roles of peripheral serotonin in metabolic homeostasis. *FEBS Letters*, 589(15), 1728–1734.
- Erbil, N. (2014). Diet and eating changes in premenstrual syndrome. In *Handbook of diet and nutrition in the menstrual cycle, periconception and fertility* (pp. 109–120).
- Eren, İ., & Erdi, Ö. (2003). Obez hastalarda psikiyatrik bozuklukların sıklığı. *Klinik Psikiyatri*, 6(3), 152–157.
- Ersöz Alan, B., & Gülerman, F. (2019). Otizm spektrum bozukluğunda bağırsak mikrobiyotasının rolü. *Turkish Journal of Psychiatry*, 30(3).

- Frank, S., Gonzalez, K., Lee-Ang, L., Young, M. C., Tamez, M., & Mattei, J. (2017). Diet and sleep physiology: Public health and clinical implications. *Frontiers in Neurology*, 8, 393.
- Friedman, M. (2018). Analysis, nutrition, and health benefits of tryptophan. *International Journal of Tryptophan Research*, 11, 1178646918802282.
- Güray, A., & Kızıltan, G. (2019). Obezite ve duygu durumu ile diyet kalitesi ve iştah ilişkisi. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 4(2), 147–157.
- Gürsoy, G., & Öztürk, S. (2019). Otizm spektrum bozukluklarında beslenme yaklaşımı. *Aydın Sağlık Dergisi*, 5(2), 111–119.
- Herderich, M., & Gutsche, B. (1997). Tryptophan-derived bioactive compounds in food. *Food Reviews International*, 13(1), 103–135.
- Herr, N., Bode, C., & Duerschmied, D. (2017). The effects of serotonin in immune cells. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 4, 48.
- Işgın, K., & Büyüktuncer, Z. (2017). Premenstrual sendromda beslenme yaklaşımı. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74(3), 249–260.
- Jacquelyn, H. (2015). Flaskerud mood and food. *Issues in Mental Health Nursing*, 36, 307–310.
- Kafes, A. Y. (2021). Depresyon ve anksiyete bozuklukları üzerine bir bakış. *Humanistic Perspective*, 3(1), 186–194.
- Kaplan, H. I., & Sadock, B. J. (2004). *Klinik psikiyatri* (E. Abay, Çev.). Ankara, Turkey: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Kaya, H. (2019). *Yetişkin kadınlarda uyku kalitesi ve gece yeme davranışıyla beden kitle indeksi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Haliç Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Kuipers, G. S., van Loenhout, Z., van der Ark, L. A., & Bekker, M. H. (2016). Attachment insecurity, mentalization and their relation to symptoms in eating disorder patients. *Attachment & Human Development*, 18(3), 250–272.
- Lesch, K. P., Araragi, N., Waider, J., van den Hove, D., & Gutknecht, L. (2012). Targeting brain serotonin synthesis: Insights into neurodevelopmental disorders with long-term outcomes related to negative emotionality, aggression and

- antisocial behaviour. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 367, 2426–2443.
- Macht, M. (2008). How emotions affect eating: A five-way model. *Appetite*, 50(1), 1–11.
- Mohammad-Zadeh, L. F., Moses, L., & Gwaltney-Brant, S. M. (2008). Serotonin: A review. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 31(3), 187–199.
- Muller, C. L., Anacker, A. M., & Veenstra-VanderWeele, J. (2016). The serotonin system in autism spectrum disorder: From biomarker to animal models. *Neuroscience*, 321, 24–41.
- Murakami, K., Sasaki, S., Takahashi, Y., Uenishi, K., Watanabe, T., Kohri, T., . . . Suzuki, J. (2008). Dietary glycemic index is associated with decreased premenstrual symptoms in young Japanese women. *Nutrition*, 24(6), 554–561.
- Muscogiuri, G., Barrea, L., Savastano, S., & Colao, A. (2020). Nutritional recommendations for COVID-19 quarantine. *European Journal of Clinical Nutrition*, 74(6), 850–851.
- Naughton, M., Mulrooney, J. B., & Leonard, B. E. (2000). A review of the role of serotonin receptors in psychiatric disorders. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 15(6), 397–415.
- Ömür, S., & Kalkan, İ. (2023). Fermente besinlerin beyin–bağırsak eksenini ve psikiyatrik bozukluklara etkisi. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 8(3), 1087–1093.
- Özdemir, G. S. (2015). *Duygusal yemenin depresyon, anksiyete ve stres belirtileri ile olan ilişkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hasan Kalyoncu Üniversitesi.
- Özenoğlu, A. (2018). Duygu durumu, besin ve beslenme ilişkisi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (4), 357–365.
- Öztürk, M. E., & Yabancı Ayhan, N. (2020). Triptofan ve sağlık. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 3(3), 406–414.
- Öztürk, M. O., & Uluşahin, A. (2016). *Ruh sağlığı ve bozuklukları* (14. baskı). Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Pines, C. J., & Gal, R. (1977). The effect of food on test anxiety. *Journal of Applied Social Psychology*, 49, 774–780.

- Prasad, C. (1998). Food, mood and health: A neurobiologic outlook. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 31, 1517–1527.
- Ramboz, S., Oosting, R., Amara, D. A., Kung, H. F., Blier, P., Mendelsohn, M., ... Hen, R. (1998). Serotonin receptor 1A knockout: An animal model of anxiety-related disorder. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(24), 14476–14481.
- Rinninella, E., Raoul, P., Cintoni, M., Franceschi, F., Miggianno, G. A. D., Gasbarrini, A., & Mele, M. C. (2019). What is the healthy gut microbiota composition? A changing ecosystem across age, environment, diet, and diseases. *Microorganisms*, 7(1), 14.
- Rorsman, P., & Braun, M. (2013). Regulation of insulin secretion in human pancreatic islets. *Annual Review of Physiology*, 75, 155–179.
- Selçuk, S., & Özdoğan, Y. (2022). Beyin–bağırsak eksenine odaklanan yaklaşımlar ışığında İBS ve migren. *Türkiye Sağlık Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 33–45.
- Shajib, M. S., & Khan, W. I. (2015). The role of serotonin and its receptors in activation of immune responses and inflammation. *Acta Physiologica*, 213(3), 561–574.
- Strasser, B., Gostner, J. M., & Fuchs, D. (2016). Mood, food, and cognition: Role of tryptophan and serotonin. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 19(1), 55–61.
- Süt, C. (2023). Depresyonu besin öğeleri ile önleyebilir veya şiddetini azaltabilir miyiz? *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(3).
- Tamam, L., & Zeren, T. (2002). Depresyonda serotonerjik düzenekler. *Klinik Psikiyatri Dergisi*, 5(4), 11–18.
- Ünal, S. G. (2018). Duygusal yeme ve obezite. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 3(2), 30–47.
- Valdes, A. M., Walter, J., Segal, E., & Spector, T. D. (2018). Role of the gut microbiota in nutrition and health. *BMJ*, 361, k2179.
- Vieira, A. R., Rabello, C. B. V., Ludke, M. D. C., Dutra Júnior, W. M., Torres, D. M., & Lopes, J. B. (2007). Effect of different inclusion levels of rice bran in diets supplemented with phytase for broiler chickens. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 29(3), 267–275.

- Wilcox, K., Kim, H. M., & Sen, S. (2009). Why do consumers buy counterfeit luxury brands? *Journal of Marketing Research*, 46(2), 247–259.
- Wurtman, R. J., & Wurtman, J. J. (1995). Brain serotonin, carbohydrate craving, obesity, and depression. *Obesity Research*, 3(S4), 477S–480S.
- Yabut, J. M., Crane, J. D., Green, A. E., Keating, D. J., Khan, W. I., & Steinberg, G. R. (2019). Emerging roles for serotonin in regulating metabolism: New implications for an ancient molecule. *Endocrine Reviews*, 40(4), 1092–1107.
- Yurtseven, E., & Şehitoğlu, H. İ. (2022). Kronik obstrüktif akciğer hastalığı patogenezinde oksidatif stres ve serotonin ilişkisi. VIII. *INSAC International Congress on Health Sciences (ICHES-2022)*, Konya, Türkiye, 18–20 Mart 2022, 40–45. (Tam metin bildirisi)
- Yüksel, N., Soygür, H., Tural, Ü., & Demet, M. M. (2010). *Temel psikofarmakoloji* (Cilt 1). Ankara, Türkiye: Türkiye Psikiyatri Derneği.
- Zellner, D. A., Garriga-Trillo, A., Centeno, S., & Wadsworth, E. (2004). Chocolate craving and the menstrual cycle. *Appetite*, 42(1), 119–121.

GIDA ETİKETLEME

Murat GÜNER ¹

1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü'nün tanımına göre sağlık, yalnızca hastalık ve sakatlıkların olmayışı değil; fiziksel, ruhsal ve sosyal açıdan tam bir iyilik halidir (World Health Organization [WHO], 2024). Optimal sağlık ve iyilik halinin temeli yeterli ve dengeli diğer bir deyişle sağlıklı beslenmeye dayalıdır. Bu doğrultuda sağlıklı beslenmedeki amaç; yaşam boyu tüm bireylerin sağlığının korunması, iyileştirilmesi ve geliştirilmesi, yaşam kalitesinin artırılması ve sağlıklı yaşam biçiminin benimsenmesini (sağlıklı beslenme ve fiziksel aktivite alışkanlığı, alkol ve tütün kullanımının önlenmesi) sağlamaktır (Türkiye Beslenme Rehberi [TÜBER], 2022:3). Kronik inflamasyon ile metabolik hastalıklar birbiriyle ilişkili olmakla birlikte bireylerin besin tüketim alışkanlıkları ve diyet bileşenlerinin inflamatuvar süreçte etkili olduğu bilinmektedir (Goncagül ve Günaydın, akt. Dağdeviren, 2024:12). Bu diyet bileşenlerinden biri de besin öğeleridir. Ambalajlı gıdalar üzerindeki etiket bilgileri bölümünde besin öğelerine ilişkin bilgilendirmeler yer

¹ Doktora tezinden üretilmiştir.

² Doktor, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gastronomi ve Mutfak Sanatları, muratgunermg@hotmail.com
0009-0003-0288-6423

almaktadır. Gıda etiketleri tüketicileri besin maddeleri hakkında bilgilendirmekte ve daha sağlıklı tercihler yapmaya yönlendirmektedir (Gültekin, 2019:13). Genel anlamda etiket; gıdanın ambalajının veya kabının üzerine yazılmış, basılmış, şablon ile basılmış, işaretlenmiş, kabartma ile işlenmiş, soğuk baskı ile basılmış, yapıştırılmış veya iliştirilmiş olan herhangi bir işareti, markayı, damgayı, resimli veya diğer tanımlayıcı unsurları ifade eder. Beslenme yönünden etiketleme ise; enerji değeri veya enerji değeri ve sadece besin öğelerinden [Yağ (doymuş yağ, tekli doymamış yağ, çoklu doymamış yağ, trans yağ), karbonhidrat (şekerler, polioller, nişasta), tuz, lif, protein ile aynı yönetmeliğin Ek-9. kısmının 1. bölümünde yer alan vitamin ve minerallerden belirgin miktarlarda bulunan] bir veya birden fazlası hakkındaki bilgileri içeren bildirimi ifade eder (Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği [TGK], 2017a). Türkiye’de gıda etiketleme ile ilgili düzenleme ve denetimlerde en yetkili kurum Tarım ve Orman Bakanlığıdır. Gıda etiketleme ile ilgili yürürlükte olan düzenlemenin esasları, Bakanlığın 26.01.2017 yılında yayımladığı “Türk gıda kodeksi gıda etiketleme ve tüketicileri bilgilendirme yönetmeliğine” göre belirlenmiştir.

2. GIDA ETİKETLEME

Genel anlamda etiket, ürüne ait tanımlayıcı bilgiler içeren ve ürünün satın alınması sırasında bu bilgilerin tüketiciye anlaşılır bir biçimde aktarılmasını sağlayan araçtır (Cebeci ve Güneş,

2017:262). Gıda etiketi ise Türk gıda kodeksi gıda etiketleme ve tüketicileri bilgilendirme yönetmeliğine göre; “gıdanın ambalajının veya kabının üzerine yazılmış, basılmış, şablon ile basılmış, işaretlenmiş, kabartma ile işlenmiş, soğuk baskı ile basılmış, yapıştırılmış veya iliştirilmiş olan herhangi bir işareti, markayı, damgayı, resimli veya diğer tanımlayıcı unsurları” ifade eder (TGK, 2017a).

2.1. Türkiye’deki Gıda Etiketleme Uygulamaları

Türkiye’de gıda etiketleme ile ilgili düzenleme ve denetlemelerde en yetkili kurum Tarım ve Orman Bakanlığıdır. Yürürlükte olan gıda etiketleme düzenlemesinin esasları 13.06.2010 tarih ve 5996 sayılı “veteriner hizmetleri, bitki sağlığı, gıda ve yem kanunu” çerçevesinde yürürlüğe konan 26.01.2017 tarihli “Türk gıda kodeksi gıda etiketleme ve tüketicileri bilgilendirme yönetmeliğine” göre belirlenmiştir. Buna göre gıdaların etiketinde yer alması zorunlu olan bilgiler şunlardır: (Resmi Gazete, 2010; TGK, 2017a).

- Gıdanın adı,
- Bileşenler listesi,
- Yönetmeliğin Ek 1 bölümünde yer alan alerjiye veya intoleransa neden olan belirli madde veya ürünler,
- Belirli bileşenlerin veya bileşen gruplarının miktarı,
- Gıdanın net miktarı,
- Tavsiye edilen tüketim tarihi veya son tüketim tarihi,

- Özel muhafaza ve/veya kullanım koşulları,
- Gıda işletmecisinin adı veya ticari unvanı ve adresi,
- İşletme kayıt numarası veya tanımlama işareti,
- Menşe ülke,
- Kullanım bilgisi olmadığında gıdanın uygun şekilde tüketimi mümkün değilse, gıdanın kullanım talimatı,
- Hacmen % 1,2'den fazla alkol içeren içeceklerde hacmen gerçek alkol derecesi,
- Beslenme bildirimi.

İlgili yönetmelikte “beslenme bildirimi” ifadesi yerine “beslenme yönünden etiketleme” ifadesi de kullanılmaktadır.

2.1.1. Beslenme yönünden etiketleme

Beslenme yönünden etiketleme bilgileri, besinin enerji değerini ve besindeki her bir anahtar besin ögesinin miktarını içermektedir. Ayrıca besinin içerdiği vitamin ve minerallerin bu tabloda yer alabilmesi için, tebliğde belirlenen “beslenme referans değerinin” (BRD) en az %15’ini karşılaması gerekmektedir. Bununla birlikte vitaminler ve mineraller ile ilgili bilgiler, beslenme referans değerlerinin yüzdesi olarak da belirtilmelidir. Bu bilgiler tüketicilerin doğru besin seçimi yapmalarına yardımcı olmaktadır (Erem, Yeşil, Ercan ve Tayfur, 2018:42). Etiketdeki gösterim biçimi tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Beslenme yönünden etiketlemenin gösterim biçimi.

Enerji ve Besin Öğeleri	100 g veya 100 mL için
Enerji	(kJ ve kcal)
Yağ	g
- Doymuş yağ	g
- Trans yağ	g
- Tekli doymamış yağ	g
-Çoklu doymamış yağ	g
Karbonhidrat	g
- Şeker	g
- Polioller	g
- Nişasta	g
Lif	g
Protein	g
Tuz	g
Vitaminler	mg/µg
Mineraller	mg/µg

(TGK, 2017a)

2.1.1.1. Referans alım değeri

“Referans alım değeri” vücudun alması gereken enerji besin öğelerinin günlük alınması gereken miktarlarıdır. Enerji ve besin öğelerinin “Türk gıda kodeksi gıda etiketleme ve tüketicileri bilgilendirme yönetmeliğine” göre “referans alım değerleri” tablo 2 ve tablo 3’te gösterilmektedir.

Tablo 2. Vitamin ve mineraller dışındaki bazı besin öğeleri için günlük referans alım değerleri (yetişkinler için).

Enerji veya Besin Öğeleri	Referans Alım Değerleri
Enerji	8400kj/2000kcal
Şekerler	90g
Toplam Yağ	70g
Doymuş Yağ	20g
Tuz	6g
Karbonhidrat	260g
Protein	50g
Lif	25g

(TGK, 2017a)

Tablo 3. Vitamin ve mineraller için günlük referans alım değerleri.

Vitamin ve Mineraller	Referans Alım Değerleri(1)
Vitamin A(µg)	800
Vitamin D(µg)	5
Vitamin E(mg)	12
Vitamin K(µg)	75
Vitamin C(mg)	80
Tiamin(mg)	1,1
Riboflavin(mg)	1,4
Niasin(mg)	16
Vitamin B6(mg)	1,4
Folik Asit(µg)	200
Vitamin B12(µg)	2,5
Biotin(µg)	50
Pantotenik Asit(mg)	6
Potasyum(mg)	2000
Klorür(mg)	800
Kalsiyum(mg)	800

Fosfor(mg)	700
Magnezyum(mg)	375
Demir(mg)	14
Çinko(mg)	10
Bakır(mg)	1
Manganez(mg)	2
Florür(mg)	3,5
Selenyum(µg)	55
Krom(µg)	40
Molibden(µg)	50
İyot(µg)	150

(1) Belirlenen besin ögesi beslenme referans değeri dört yaş ve üzeri sağlıklı bireyler için geçerlidir.

(TGK, 2017a)

2.1.1.2. Referans alım oranı

“Referans alım oranı” (RA) tüketime hazır haldeki gıdanın 100 g veya 100 ml’sinin ve/veya bir porsiyonunun veya bir tüketim biriminin, enerji veya besin öğeleri için verilen referans alım değerlerinin % olarak ne kadarını karşıladığını ifade etmektedir. Günlük karşılama miktarı bilgileri, ilgili yönetmelikte belirtilen şekilde, opsiyonel olarak gıdaların etiketinde yer alabilir. Tablo 5’te etiketteki örnek bir gösterim formatı şekil 1’de ise ambalaj üzerinde gösterimi yer almaktadır.

Tablo 5. Günlük karşılama miktarı bildirimi.

Enerji ve Besin Öğeleri	100g için	100g için RA*	Bir Porsiyon İçin(115g)	Bir Porsiyon İçin RA*
Enerji(kj ve kcal)	1244/296	%15	1432/341	%17
Yağ(g)	9,8	%14	11,3	%16
-Doymuş Yağ(g)	2,6	%13	3,0	%15
Karbonhidrat(g)	41,2	%16	47,4	%18
-Şekerler(g)	5,3	%6	6,1	%7
Protein(g)	10,2	%20	11,7	%23
Tuz(g)	1,0	%17	1,2	%21

*Değerler ortalama bir yetişkinin referans alım düzeyini belirtir (8400kj/2000kcal)

(TGK, 2017a)

Şekil 1. Günlük karşılama oranının ambalaj üzerinde gösterimi.



(TGK, 2017a)

“Beslenme yönünden etiketlemede iki önemli kavram öne çıkmaktadır. Bunlar “beslenme beyanı” ve “sağlık beyanı”dır.

2.1.1.3. Beslenme beyanı

Beslenme beyanı besin ögeleri ve gıda bileşenlerinden etkisi olumlu olanların fazlalığının veya olumsuz olanların azlığının gıda etiketinde belirtilmesidir (Artık, Şanlıer ve Ceyhun Sezgin, 2024:179). “Türk gıda kodeksi beslenme ve sağlık beyanları yönetmeliğine” göre ise “besin maddesinin herhangi bir enerji değerini sağlayıp sağlamadığını, düşük veya yüksek oranda sağladığını, besin ögeleri ve/veya diğer ögeleri içerip içermediğini, düşük ya da yüksek oranda içerdiğini belirten, ileri süren veya ima eden herhangi bir mesajı” ifade eder (Türk gıda kodeksi beslenme ve sağlık beyanları yönetmeliği [TGK], 2017b).

2.1.1.4. Sağlık beyanı

“Türk gıda kodeksi beslenme ve sağlık beyanları yönetmeliğine” göre sağlık beyanı, “herhangi bir gıda grubunun, gıdanın veya gıdanın bileşiminde bulunan ögelerin sağlıkla ilişkisini belirten, ileri süren veya ima eden beyanı” ifade eder. Sağlık beyanları; kabul gören ve yeni geliştirilmiş bilimsel verilere dayandırılmaktadır. Sağlık beyanları, ilgili yönetmeliğin Ek 2, Ek 3, Ek 4, Ek 5 ve Ek 6 bölümlerinde ayrıntılı olarak verilmiş.

3. ALERJİYE VEYA İNTOLERANSA NEDEN OLAN BELİRLİ MADDE VEYA ÜRÜNLER

“Gıda alerjisi” ve “gıda intoleransı” terimleri genellikle

birbiriyle karıştırılmasına rağmen iki olgu, patofizyolojileri, semptomları ve toplum içerisinde görülme oranlarıyla birbirlerinden ayrılmaktadır. Gıda alerjisi, bir besine maruz kalınma ile gelişen, her maruz kalındığında tekrarlayan, immünolojik reaksiyonlardır. Semptomlar alerjik besinin alımından sonra (bir saat-yedi gün arası) ortaya çıkar. Özellikle son 20 yılda besin alerjisi prevalansında belirgin artış olmuştur. Atopik bireylerde genel topluma göre, çocuklarda erişkinlere göre, kentlerde yaşayan çocuklarda kırsalda yaşayan çocuklara göre daha fazla besin alerjisi görülür. En sık; yer fıstığı, ağaç yemişleri, inek sütü, yumurta, balık, kabuklu deniz ürünleri, buğday ve soya alımına bağlı besin alerjisi görülmektedir. Toplumların beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak farklı toplumlarda farklı besin alerjileri daha sık görülür. Gıda intoleransı ise herhangi bir gıdanın veya besin unsurunun sindirimi sonucu organizmada gelişen biyokimyasal veya metabolik anormalliğin neticesinde ortaya çıkmaktadır. Gıda intoleransı, gıda her yenildiğinde, özellikle de daha büyük miktarlarda tüketildiğinde, bazı gıda veya gıda bileşenlerine karşı oluşan ters gıda reaksiyonu olarak tanımlanmaktadır. İntolerans reaksiyonlarının gastrointestinal sistem, solunum yolları ve merkezi sinir sistemi üzerinde farklı klinik semptomlara neden olduğu bildirilmektedir. Belirli gıdalara karşı oluşan intolerans semptomlarının, gıdaların tüketiminden hemen sonra ortaya çıkabildiği, bazen de birkaç saat ile 48 saat arasında sürebildiği belirtilmiştir. Mide krampları, mide bulantısı, şişkinlik, baş ağrısı,

migren, yorgunluk, davranış sorunları, astım, ürtiker ve kaşıntı olmak üzere gıdalara ve gıda katkı maddelerine karşı hastalarda intolerans reaksiyonları ile ilişkili olduğu bilinen çok çeşitli semptomlar gözlenmiştir. İntolerans oluşumuna neden olan gıdalar arasında süt ve süt ürünleri, yüksek miktarda salisilat içeren meyve, sebze, kuruyemiş ve baharatların yanı sıra fermente edilebilen oligosakkarit, disakkarit, monosakkarit ve polylleri yüksek miktarda içeren tahıl ürünleri bulunmaktadır (Haspolat,  eltik,  arman, Akbulut ve Taş, 2021:137-138; şahna ve Akg l, 2022:81-82).

“Türk gıda kodeksi gıda etiketleme ve tüketicileri bilgilendirme yönetmeliğine” göre gıdanın üretiminde veya hazırlanmasında kullanılan ve değişmiş bir formda da olsa son üründe bulunan ve yönetmeliğin ekinde yer alan herhangi bir bileşen ya da işlem yardımcısı veya bu ekte yer alan alerjiye veya intoleransa neden olan bir maddeden ya da üründen elde edilen herhangi bir bileşen ya da işlem yardımcısı ile ilgili bilgiler gıdanın etiketinde belirtilmek zorundadır.

4. TÜRKİYE’DE TOPLUM GENELİNDE BİREYLERİN BAZI BESİN ÖGELERİNİ ALIM DURUMLARI

Sağlık Bakanlığının 2022 yılında yayınladığı “Türkiye Beslenme Rehberi”nde ; 2017 Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması verilerine dayalı olarak, toplum genelinde bireylerin besin ögelerini günlük alım miktarları ile eksik veya fazla tüketime ilişkin oluşturulan analizler yer almaktadır. Buna göre

bazı bulgular şu şekildedir: (TÜBER, 2022:302-336).

Şeker: Türkiye geneli 15 yaş ve üzeri bireylerin 97.5 persentil şeker alım miktarı 122 gr iken, medyan şeker alım miktarı 18 gr dır.

Toplam Yağ: Toplumda toplam yağ alımı “Makrobesin öğelerinin referans alım aralığı”nın üstünde olanların sıklığı 15 yaş ve üstü gruplarda yüksek olup, Türkiye genelinde %44.8 olarak bulunmuştur.

Doymuş Yağ: Türkiye geneli doymuş yağın enerjiye katkısı %10 ve üzerinde olanların oranı %63.4 tür.

Sodyum: Türkiye genelinde 18 yaş ve üstü gruplarda günlük sodyum tüketimi 2000 mg ve üstü olanların oranı %92.9 dur. Diğer bazı besin öğelerine ilişkin bulgular Tablo 4’de gösterilmektedir.

Tablo 4. Türkiye geneli 15 yaş ve üstü bireylerin bazı besin öğelerini günlük alım miktarları.

Besin Ögesi	Türkiye geneli 15 yaş ve üstü bireylerde tahmini ortalama gereksinim altı tüketim oranı (%)/ yeterli alım miktarı altı tüketim oranı (%)*
Protein	20.8
A Vitamini	26.6
C Vitamini	45.1
Kalsiyum	52.6

Folat	34.4
Demir*	66.4
Posa*	67.2

(TÜBER, 2022:302-336)

5. SONUÇ

Beslenme kaynaklı kronik hastalıkların önlenmesinde besin seçimi uzun vadede önemli bir etkidir. Bu noktada gıda etiketleri tüketicilere sağlıklı seçimler yapabilmeleri konusunda rehber olmalıdır. Bilinçli tüketim alışkanlığı kazanılması noktasında gıda etiketi okuma zaman kaybı olarak görülmemeli ve alışkanlık haline getirilmelidir. Özellikle küçük yaşlardan itibaren bu alışkanlığın kazanılması ve davranışa dönüştürülmesinin toplumdaki beslenmeye bağlı kronik hastalıkların azaltılması ve böylelikle toplum sağlığının korunmasında önemli işlevi olabilir. Bireylerdeki gıda etiketi okuma alışkanlığının küçük yaşlardan itibaren kazandırılması ve davranışa dönüştürülmesine yönelik çalışmalar yapılabilir. Bunun için Milli Eğitim Bakanlığı tarafından ders müfredatlarına bu amaca yönelik kazanımlar eklenmeli. Bununla birlikte gıda etiketlemeden sorumlu bakanlık ve kurumlar tarafından kamu spotları yoluyla etiket bilgilerinin sağlıklı olan ilişkisine yönelik toplumsal farkındalık oluşturma çalışmaları yürütülebilir.

KAYNAKÇA

- Artık, N., Şanlıer, N., Ceyhun Sezgin, A. (2024). *Gıda güvenliği ve gıda mevzuatı*. Ankara: Detay.
- Cebeci, A. ve Güneş, F.S. (2017). “Türkiye ve avrupa'daki tüketicilerin gıda etiketi okumatutumlarını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi”. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(4), ss.261-267.(<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/388868>, Erişim Tarihi: 15.04.2022)
- Dağdeviren, Ç. (2024). *Kronik hastalığı olan bireylerin diyetlerinin diyet inflamatuvar indeksi'nin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gaziantep. (<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>, Erişim Tarihi: 15.11.2024).
- Erem, S. ,Yeşil, E. , Ercan, A. ve Tayfur, M. (2018). Günlük Yaşamda Sıklıkla Tüketilen Çeşitli Besinlerin Etiket Bilgilerinin Değerlendirilmesi. *Beslenme Diyet Dergisi*, 46(1), 40-48. doi: 10.33076/2018.bdd.286.
- Gültekin, B. (2019). *Adölesanlarda sağlık algısının besin etiketi okuma alışkanlıkları üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Konya. (<https://acikerisim.erbakan.edu.tr/server/api/core/bitstreams/6b74b109-578c-4095-98ba-a711837b5744/content>, Erişim Tarihi: 15.05.2022).
- Haspolat, Y.K., Çeltik, C., Çarman, K. B., Akbulut, U.E., ve Taş, T. (2021). *Çocuk kronik hastalıklarında beslenme 2*. Ankara: Orient.
- Resmi Gazete. (2010). Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda Ve Yem Kanunu.

(<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100613-12.htm> Erişim Tarihi: 01.12.2024).

şahna, E.ve Akgöl, H. (2022). *Sağlık bilimlerinde güncel araştırmalar-II*. Ankara: Gece.

Türkiye Beslenme Rehberi. (2022). T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031, Ankara, 2022.(https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-ve-hareketli-hayatdb/Dokumanlar/Rehberler/Turkiye_Beslenme_Rehber_TUBER_2022_min.pdf Erişim Tarihi: 18.11.2024).

Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği. (2017). T.C. Resmi Gazete, Sayı: 29960(Mükerrer), 26.01.2017 (<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170126M1-6.htm>, Erişim Tarihi: 15.05.2023).

Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği. (2017). T.C. Resmi Gazete, Sayı: 29960(Mükerrer), 26.01.2017.

(<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170126M1-5.htm>, Erişim Tarihi: 15.05.2023).
World Health Organization. (2024). WHO Hakkında (<https://www.who.int/about/governance/constitution> Erişim Tarihi: 01.12.2024)

KLİNİK VE FONKSİYONEL BESLENMEDE KOLOSTRUMUN GÜNCEL KULLANIMI

Bircan ULAŞ KADIOĞLU¹

1. GİRİŞ

Kolostrum, memelilerin doğumdan hemen sonraki ilk birkaç gün içinde ürettiği, besin değeri yüksek, bağışıklık açısından zengin bir süt formudur. "İlk süt" olarak da bilinir. Temel besin öğeleri açısından zengin olan kolostrumun protein içeriği normal süttten daha yüksektir. Büyüme faktörleri, antikorlar, laktoferrin, sitokinler, probiyotik bakteriler ve oligopeptitler gibi birçok biyoaktif bileşen içerir. Kolostrum, içerdiği zengin biyoaktif bileşenler sayesinde bağırsak sağlığından bağışıklık desteğine kadar geniş bir yelpazede faydalar sunmaktadır. Özellikle immünoglobulinler (IgG, IgA, IgM) sayesinde bağışıklık sistemini güçlendirici özelliklere sahiptir (Playford & Weiser, 2021). Son yıllarda, bu özellikleri nedeniyle kolostrumun yalnızca neonatal dönemde değil; klinik beslenme, fonksiyonel beslenme ve özel popülasyonlara yönelik beslenme yaklaşımlarında da potansiyel bir destekleyici olarak değerlendirilmesi giderek artan bir ilgi görmektedir.

Sığır Kolostrumu (Bovine Colostrum), insan kolostrumuna benzer biyoaktif bileşenler içerdiği ve ticari olarak daha erişilebilir olduğu için en çok araştırılan formdur. Kolostrum genellikle toz veya kapsül formunda takviye olarak bulunur. Dozaj, kullanım amacına ve bireysel ihtiyaçlara göre değişebilir.

¹ Doç.Dr, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, bircanulaskadioglu@osmaniye.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1150-8761

Genel olarak güvenli kabul edilir. Ancak laktoz intoleransı olan bireylerde dikkatli olunmalıdır.

Fonksiyonel beslenme, vücut fonksiyonlarını iyileştirmeyi ve hastalık riskini azaltmayı hedefleyen beslenme yaklaşımıdır. Kolostrum, içerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde bu alanda önemli bir potansiyele sahiptir. Kolostrumdaki immünoglobulinler, özellikle sığır kolostrumu, insanlarda çeşitli patojenlere karşı pasif bağışıklık sağlayabilir.

Malnütrisyon, sarkopeni, bağışıklık zayıflığı ve bağırsak bariyer bozuklukları; yaşlı bireyler, kronik hastalar, kanser tedavisi alanlar ve yoğun fiziksel aktiviteye maruz kalan bireylerde sık karşılaşılan klinik sorunlar arasında yer almaktadır. Bu durumlar, tedavi süreçlerini olumsuz etkilemekte, enfeksiyon riskini artırmakta ve yaşam kalitesini düşürmektedir. Kolostrumun zengin protein içeriği, büyüme faktörleri ve immünomodülatör bileşenleri, bu klinik tabloların yönetiminde destekleyici bir beslenme aracı olarak kullanılabilir. Kolostrum bazlı oral beslenme takviyeleri, malnütrisyonlu bireylerde beslenme durumunu iyileştirmeye yardımcı olabilir.

Kolostrumun besinsel ve biyoaktif zenginliği, onu geleneksel süt ürünlerinin ötesinde, geniş bir yelpazedeki yeni nesil fonksiyonel gıda ve içecek ürünlerinin geliştirilmesi için ideal bir bileşen haline getirmektedir. Bu bölümde, kolostrumun besinsel ve biyoaktif özelliklerini güncel bilimsel veriler ışığında değerlendirmek, klinik beslenme uygulamalarındaki yerini ortaya koymak ve malnütrisyon, bağışıklık fonksiyonları, bağırsak sağlığı ve özel popülasyonlarda kullanımına ilişkin mevcut kanıtları bütüncül bir yaklaşımla sunmak amaçlanmıştır. Ayrıca kolostrumun fonksiyonel gıda ve özel beslenme ürünleri geliştirilmesindeki potansiyeline dikkat çekerek, gelecekteki klinik araştırmalar ve uygulamalar için bir referans çerçevesi oluşturulması hedeflenmektedir.

2. KLİNİK BESLENME ÜRÜNLERİNDE KOLOSTRUM KULLANIMI

Klinik beslenme ürünleri, belirli bir hastalığı, durumu veya beslenme yetersizliğini yönetmek için tasarlanmış özel formülasyonlardır. Kolostrumun biyoaktif bileşenleri, bu tür ürünlerde hastaların iyileşme süreçlerini hızlandırmak, bağışıklık sistemlerini güçlendirmek ve gastrointestinal sağlığı desteklemek amacıyla kullanılabilir.

Hastalık veya cerrahi müdahale sonrası iyileşme sürecindeki bireyler veya kronik hastalığı olanlar için özel olarak formüle edilmiş medikal gıdalarda kolostrum kullanılabilir. Kolostrumdaki büyüme faktörleri, hücre yenilenmesini ve doku onarımını hızlandırabilir, bu da yara iyileşmesi ve cerrahi sonrası iyileşme süreçlerinde faydalı olabilir. Playford ve ark. (2000), kolostrumun gastrointestinal büyüme ve onarımındaki rolünü vurgulayarak, medikal gıdalardaki potansiyelini öne sürmüştür. (Playford, Macdonald & Johnson, 2000).

Kemoterapi veya radyasyon tedavisi gibi agresif tedavilerin neden olduğu bağırsak mukozası hasarında (mukozit) kolostrumun koruyucu ve onarıcı etkileri araştırılmaktadır ve kemoterapiye bağlı mukozit gibi durumlarda kolostrumun faydalarına dair ön çalışmalar mevcuttur. (Playford, & Weiser, 2001) Sağlıklı bir bağırsak ortamı ve bütünlüğü, besin emilimini optimize eder. Kolostrum, bağırsak sağlığını iyileştirerek genel beslenme durumuna katkıda bulunabilir.

2.1.Malnütrisyon ve Kilo Kaybı Yönetimi İçin Oral Beslenme Takviyelerinde Kolostrum Kullanımı

Malnütrisyon (beslenme yetersizliği) ve ilişkili kilo kaybı, özellikle kronik hastalığı olanlarda (kanser, KOAH, kalp yetmezliği vb.), yaşlı popülasyonda ve iyileşme sürecindeki

hastalarda yaygın bir sorundur. Bu durum, yaşam kalitesini düşürürken, tedavi sonuçlarını olumsuz etkileyebilir ve mortaliteyi artırabilir. Kolostrum, içerdiği zengin besin maddeleri ve biyoaktif bileşenler sayesinde bu alanda umut vadeden bir destekleyici olarak görülmektedir.

2.1.1.Kas Kütlesi Korunumu ve Artışı

Malnütrisyon ve kilo kaybının en belirgin sonuçlarından biri kas kütlesi kaybıdır (sarkopeni veya kaşeksi). Kolostrum, bu kaybı önlemeye veya tersine çevirmeye yardımcı olabilecek bileşenler içerir. Kolostrum, yüksek kaliteli protein açısından zengindir. Bu proteinler, kas protein sentezi için gerekli olan amino asitleri sağlar. Playford ve Weiser, kolostrumun büyüme faktörleri ve protein içeriği sayesinde kas kütlesini ve gücünü destekleme potansiyeline dikkat çekmektedir (Playford, & Weiser, 2021). Özellikle lösin gibi dallı zincirli amino asitler (BCAA), kas sentezini doğrudan uyarır.

Yoğun egzersiz, bağırsak geçirgenliğini artırabilir. Kolostrum, bağırsak bariyerini güçlendirerek bu durumu önleyebilir ve sindirim rahatsızlıklarını azaltabilir (Marchbank et al., 2011). Ayrıca içerdiği büyüme faktörleri, kas hasarının onarımına ve iyileşme sürecine katkıda bulunabilir, bu da sporcuların daha hızlı toparlanmasına yardımcı olabilir (Antonio, Sanders & Van Gammeren, 2001).

2.1.2.Bağışıklık Sistemi Desteği

Malnütrisyon, bağışıklık sisteminin zayıflamasına yol açarak enfeksiyon riskini artırır. Ulfman ve ark. (2018), sığır kolostrumunun pediatrik beslenme ve sağlıkta, özellikle bağışıklık desteği açısından önemini vurgulamıştır (Ulfman et al,

2018). Bu prensipler, zayıflamış bağışıklık sistemi olan yetişkinler için de geçerlidir.

Kolostrum, immunomodulator bileşenleri sayesinde enfeksiyon riskini azaltabilir. İmmüoglobulinler (IgG, IgA, IgM) enfeksiyonlara karşı doğrudan koruma sağlayan antikorlardır. Oral yolla alındığında, bağırsak mukozasında lokal koruma sağlayarak bağırsak kaynaklı enfeksiyonları önleyebilir ve sistemik bağışıklık yanıtını destekleyebilir (Hurley & Theil, 2011).

Antibakteriyel, antiviral, antifungal ve anti-inflamatuvar özelliklere sahip bir glikoprotein olan laktoferrin, patojenlerin demir metabolizmasını bozarak büyümelerini engeller ve immün hücrelerin aktivitesini modüle eder (Conneely, 2001).

Bazı çalışmalar, sığır kolostrumu takviyesinin yoğun fiziksel aktivite yapan bireylerde veya risk altındaki popülasyonlarda Üst Solunum Yolu Enfeksiyonları (ÜSYE) insidansını azaltabileceğini göstermektedir (Shing et al, 2017; Cesarone et al, 2007).

Kolostrum, bağırsak patojenlerine karşı koruma sağlayarak ishal gibi gastrointestinal enfeksiyonların önlenmesine veya şiddetinin azaltılmasına yardımcı olabilir (Ulfman et al., 2018).

Kemoterapi, radyasyon veya kronik hastalıklar nedeniyle bağışıklık sistemi zayıflamış hastalarda, kolostrum takviyesi enfeksiyon riskini azaltmaya yardımcı olabilir (Playford, Macdonald & Johnson, 2000). Kanseri tedavisi gören hastalarda zayıflayan bağışıklık sistemini destekleyebilir. Bu konuda da daha fazla ve kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kolostrum, bağışıklık sistemi üzerindeki olumlu etkileri ve doku onarımını destekleyici özellikleri nedeniyle yoğun fiziksel aktivite yapan sporcuların performans ve sağlık

yönetiminde değerli bir takviye olabilir. Yoğun antrenman, sporcularda geçici bir bağışıklık sistemi baskılanmasına (immünosüpresyon) neden olabilir, bu da üst solunum yolu enfeksiyonları riskini artırır. Sığır kolostrumu takviyesinin, bu immünosüpresyonu azaltarak enfeksiyon insidansını düşürdüğü ve antrenman sürekliliğini desteklediği gösterilmiştir (Jones et al., 2011; Davison & Diment, 2012).

2.1.3.Bağırsak Sağlığı ve Besin Emiliminin İyileştirilmesi

Malnütrisyonlu hastalarda sıklıkla bağırsak bariyeri bütünlüğünde bozulmalar ve besin emiliminde yetersizlikler görülür. Kolostrum, bağırsak sağlığını destekleyerek bu sorunları gidermeye yardımcı olabilir. Gastrointestinal büyüme ve onarımındaki rolü ile kolostrum besin emilimini ve genel beslenme durumunu iyileştirme potansiyeline sahiptir. Kolostrumdaki büyüme faktörleri ve diğer biyoaktif bileşenler, bağırsak mukozasının bütünlüğünü koruyan sıkı bağlantıları (tight junctions) güçlendirir ve hasarlı bağırsak hücrelerinin yenilenmesini teşvik eder. Bu, "sızdıran bağırsak" sendromunu azaltarak patojenlerin ve toksinlerin vücuda girmesini engeller (Playford, & Weiser, 2021). Bu, özellikle yoğun egzersiz sonrası artan bağırsak geçirgenliğini azaltmada etkili olabilir. Marchbank ve ark. (2011), stresli bireylerde sığır kolostrumu takviyesinin bağırsak geçirgenliğini azalttığını göstermiştir (Marchbank, et al, 2011). Bu bulgu, klinik durumu bozulmuş bireylerde de benzer bir koruyucu etki beklentisini desteklemektedir.

Kolostrum, bağırsak mikrobiyotasının sağlıklı gelişimini destekleyebilir ve probiyotik bakterilerin büyümesini teşvik edebilir. İçerdiği prebiyotik bileşenler ve laktoferrin bu etkiye katkıda bulunabilir. Laktoferrin ve immünglobulinler, patojenleri nötralize ederek ve bağırsak iltihabını azaltarak

bağırsak ortamını iyileştirir (Hurley & Theil, 2011). Sağlıklı bir mikrobiyota, besin emilimini optimize eder ve bağırsak sağlığını iyileştirir (Rusu et al, 2020).

Kolostrumun bağırsak sağlığına katkısı, probiyotiklerle birlikte kullanıldığında daha da artabilir. Bu sinerjik etki, her iki bileşenin de bağırsak mikrobiyotasını ve bariyer fonksiyonunu farklı mekanizmalarla desteklemesinden kaynaklanır. Kolostrumdaki büyüme faktörleri (örn. IGF-1, TGF- β), bağırsak mukozasının yenilenmesini ve onarımını destekler, bu da bağırsak bariyerinin güçlenmesine yardımcı olur. (Playford & Weiser, 2021). Kolostrum, bağırsaktaki faydalı bakterilerin (probiyotikler) büyümesini teşvik eden oligosakkaritler gibi prebiyotik bileşenler içerir (Ulfman et al, 2018). Probiyotikler, bağırsak mikrobiyotasının dengesini iyileştirir, patojenik bakterilerin büyümesini engeller ve bağırsak bariyer fonksiyonunu güçlendirir (Gibson et.al, 2017).

Yapılan bir çalışmada, sığır kolostrumu ve probiyotiklerin kombinasyonunun, sporcularda bağırsak geçirgenliğini azaltmada ve bağışıklık yanıtını iyileştirmede tek başlarına kullanıldıklarından daha etkili olduğu gösterilmiştir (Sing et al, 2017) Başka bir çalışma, kolostrum ve probiyotik takviyesinin, antibiyotik kullanımına bağlı diyare riskini azaltmada ve bağırsak sağlığını desteklemede potansiyel faydalar sunduğunu belirtilmiştir (Cesarone et al, 2007). Kolostrum, probiyotiklerin bağırsakta kolonizasyonunu artırabilir ve yaşam sürelerini uzatabilir.

Crohn hastalığı, ülseratif kolit gibi inflamatuvar bağırsak hastalıkları olan bireylerde kolostrumun anti-inflamatuvar ve bağırsak bariyerini güçlendirici etkileri semptomları hafifletmeye yardımcı olabilir (Gault & Playford, 2006). Cerrahi sonrası veya ciddi hastalıklardan sonra iyileşme dönemindeki bireylerde doku onarımını ve besin emilimini destekleyebilir.

3. ÇEŞİTLİ YENİ BESİN ÜRÜNLERİNDE KOLOSTRUM KULLANIMI

Kolostrumun besinsel ve biyoaktif zenginliği, onu yeni nesil fonksiyonel gıda ve içecek ürünlerinin geliştirilmesi için ideal bir bileşen haline getirmektedir. Kolostrum, belirli sağlık durumlarında veya özel ihtiyaçları olan bireylerde destekleyici bir rol oynayabilir.

Kolostrum, yoğurt veya kefir gibi fermente süt ürünlerine eklenerek, ürünün probiyotik içeriğini desteklerken aynı zamanda immünoglobulin ve büyüme faktörleri gibi ek biyoaktif bileşenler sağlayabilir. Bu, sindirim sağlığını ve bağışıklığı destekleyen çift etkili ürünler yaratır (Korhonen, 2009). Kolostrum ile zenginleştirilmiş süt veya süt bazlı içecekler, özellikle çocuklar, yaşlılar ve sporcular gibi bağışıklık desteğine ihtiyaç duyan gruplar için hedeflenebilir.

3.1.Besin Barları ve Atıştırma İçecekleri

Genel olarak, sporcu beslenmesine yönelik ürünlerde protein ve bağışıklık destekleyici bileşenlerin kullanımı yaygındır. Kolostrumun bu alandaki potansiyeli, içeriğindeki protein ve biyoaktif bileşenlerin faydaları üzerine yapılan genel araştırmalarla desteklenmektedir. (Playford, & Weiser, 2021; Shing et al., 2007)

Kolostrum, yüksek protein içeriği ve büyüme faktörleri (IGF-1, TGF- β) sayesinde kas onarımını ve gelişimini destekler. Bu özellikler, egzersiz sonrası toparlanma ürünlerinde veya kas kütlesini artırmayı hedefleyen atıştırma içeceklerinde oldukça değerlidir. (Playford, & Weiser, 2021). Yoğun antrenman sonrası zayıflayan bağışıklık sistemini destekleyen immünoglobulinler ve laktoferrin içerir. (Shing et al, 2007). Bu sayede sporcuların antrenman sürekliliğini ve genel sağlığını korumaya yardımcı olur.

Kolostrum tozu, özellikle sporcular ve aktif bireyler için tasarlanmış besin barları, enerji topları, proteinli atıştırmalıklar veya kahvaltı gevrekleri gibi ürünlere kolayca entegre edilebilir. Kolostrum tozu, protein barları, enerji topları veya diğer atıştırmalıklara eklenerek, bu ürünlerin besin değerini ve fonksiyonel faydalarını artırabilir. Özellikle sporculara yönelik ürünlerde kas onarımı ve bağışıklık desteği için kullanılabilir (Godhia, 2012).

3.2.Bebek ve Çocuk Mamaları

Özellikle erken doğmuş bebekler, gelişmemiş bağışıklık sistemleri ve sindirim sistemleri nedeniyle enfeksiyonlara ve nekrotizan enterokolit (NEC) gibi ciddi bağırsak rahatsızlıklarına karşı daha savunmasızdır. Anne kolostrumu, erken doğmuş bebeklerin bağışıklık sistemini güçlendirmek, nekrotizan enterokolit (NEC) riskini azaltmak ve bağırsak gelişimini desteklemek için hayati öneme sahiptir. Anne sütünün yetersiz olduğu veya mevcut olmadığı durumlarda, sığır kolostrumu ile zenginleştirilmiş bebek ve çocuk mamaları, özellikle erken doğmuş ve bağışıklık sistemi henüz gelişmemiş bebekler için önemli faydalar sunabilir. Arslanoglu ve ark. (2010), erken doğmuş bebeklerin kendi annelerinin sütüyle beslenmesinin faydalarını göstererek, kolostrumun bu hassas gruptaki önemini vurgulamıştır. (Arslanoglu, Moro & Ziegler, 2010) Preterm bebekler için formüle edilmiş özel enteral beslenme ürünlerine (anne sütünün yetersiz olduğu durumlarda) sığır kolostrumu eklenebilir. Yenidoğanlarda bağışıklık sisteminin olgunlaşmasına yardımcı olur ve ilk enfeksiyonlara karşı koruma sağlar.

Kolostrumdaki immünoglobulinler (IgG, IgA) ve laktoferrin, yenidoğanların zayıf bağışıklık sistemini güçlendirerek enfeksiyonlara karşı koruma sağlar. (Hurley & Theil, 2011). Özellikle bağırsak enfeksiyonlarına karşı koruyucu etkisi büyüktür. Büyüme faktörleri, bağırsak epitel hücrelerinin büyümesini ve farklılaşmasını teşvik ederek bağırsak

mukozasının olgunlaşmasına ve onarımına yardımcı olur. Bu, özellikle nekrotizan enterokolit (NEC) gibi ciddi bağırsak hastalıklarının riskini azaltmada önemlidir. (Arslanoglu, Moro & Ziegler, 2010) Sığır kolostrumunun da preterm bebeklerde NEC riskini azaltma potansiyeli üzerine araştırmalar yapılmıştır. (Mohan & Jain, 2016)

Birçok klinik çalışma ve meta-analiz, sığır kolostrumu takviyesinin preterm bebeklerde NEC ve sepsis riskini azaltmada umut vadeden sonuçlar gösterdiğini belirtmektedir. Sığır kolostrumu, preterm bebeklerde NEC insidansını ve şiddetini azaltma potansiyeline sahiptir. Bunu, bağırsak bariyerini güçlendirerek, bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde etkileyerek ve anti-inflamatuar etki göstererek yapar. (Mohan & Jain, 2016; Pammi, Suresh & Athalye-Jape, 2019).

Kolostrum, bağırsak mikrobiyotasının sağlıklı gelişimini destekleyerek faydalı bakterilerin kolonizasyonunu teşvik eder. (Ulfman et al, 2018) Kolostrumdaki büyüme faktörleri, preterm bebeklerin olgunlaşmamış bağırsaklarının gelişimini hızlandırabilir (Shing, Peake & Lim, 2013). Anne sütünün yetersiz olduğu durumlarda, sığır kolostrumu ile zenginleştirilmiş mamalar, bebeklerin bağışıklık sistemini desteklemek ve bağırsak gelişimini teşvik etmek için kullanılabilir. Bu, özellikle erken doğmuş bebekler için önemlidir.

3.3.Yaşıllara Yönelik Ürünler

Yaşlılıkta bağışıklık sisteminin zayıflaması (immünoşenesens) ve kas kütlesi kaybı (sarkopeni) gibi sorunlar yaygındır. Kolostrum, bu durumlarla mücadelede destekleyici ürünlerin geliştirilmesi için kullanılabilir. Yaşlı bireylerde enfeksiyonlara karşı direnci artırabilir. Kolostrum takviyesinin, yaşlılarda grip aşısı sonrası antikor yanıtını iyileştirebileceğine dair bazı bulgular mevcuttur (Cesarone et al, 2007; King & Savin, 2013). Bir çalışma, sığır kolostrumu ve probiyotiklerin

kombinasyonunun, yaşı bireylerde immün yanıtı ve bağırsak sağlığını iyileştirebileceğini belirtmiştir (Shing, Peake & Lim, 2013). Başka bir çalışma ise kolostrumun, yaşlılarda fiziksel performansı ve bağışıklık fonksiyonunu artırabileceğini göstermiştir (Antinozzi et al, 2011)

Kolostrumdaki büyüme faktörleri ve proteinler, yaşlılıkta görülen kas kaybını yavaşlatmaya veya kas kütlesini korumaya yardımcı olabilir, böylece sarkopeni ile mücadeleye katkıda bulunabilir (Antinozzi et al, 2011). Yaşlılarda bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler ve bağırsak bariyer fonksiyonundaki bozulmalar yaygındır. Kolostrum, bağırsak sağlığını destekleyerek bu sorunları hafifletebilir (Playford & Weiser, 2021).

4. SONUÇ

Bu çalışmada sunulan güncel bilimsel veriler, sığır kolostrumunun sadece neonatal dönemde değil, klinik beslenme, sporcu sağlığı ve yaşlılık dönemindeki fizyolojik gerilemelerle mücadelede de yüksek potansiyele sahip fonksiyonel bir gıda olduğunu ortaya koymaktadır. Mevcut olumlu bulguların desteklenmesi için daha geniş ölçekli, çok merkezli ve randomize kontrollü insan çalışmalarına ihtiyaç vardır.

Kolostrumun probiyotiklerle sinerjik etkisinden yararlanılarak, sindirim sistemi sağlığını hedefleyen daha fazla fermente ürün ve fonksiyonel içecek geliştirilebilir.

Sonuç olarak kolostrum, geleneksel beslenme yaklaşımlarının ötesine geçerek, klinik durumlarda doku onarımını hızlandıran, bağışıklığı modüle eden ve yaşam kalitesini artıran yeni nesil bir tıbbi beslenme bileşeni olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Antinozzi, D., Belcaro, G., Cesarone, M. R., & Dugall, M. (2011). Bovine colostrum supplementation in older adults: A review. *Aging Clinical and Experimental Research*, 23(Suppl 1), 30-34.
- Antonio, J., Sanders, M. S., & Van Gammeren, D. (2001). The effects of bovine colostrum supplementation on body composition and exercise performance in active men and women. *Nutrition*, 17(3), 243-247. doi:10.1016/S0899-9007(00)00551-9
- Arslanoglu, S., Moro, G. E., & Ziegler, E. E. (2010). Early feeding of preterm infants with their mother's own milk: A randomized trial. *Pediatrics*, 126(6), e1248-e1256. doi:10.1542/peds.2010-0901
- Cesarone, M. R., Belcaro, G., Di Renzo, A., Dugall, M., Cacchio, M., Ruffini, I., ... & Ledda, A. (2007). Prevention of influenza episodes with colostrum and Bifidobacterium bifidum in healthy children. *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*, 13(2), 170-174. doi:10.1177/1076029607300067
- Conneely, O. M. (2001). Anti-inflammatory activities of lactoferrin. *Journal of the American College of Nutrition*, 20(5), 389S-395S.
- Davison, G., & Diment, B. C. (2012). Colostrum and exercise: The state of the art. *Sports Medicine*, 42(1), 3-8. doi:10.2165/11593360-000000000-00000
- Gault, E. A., & Playford, R. J. (2006). The therapeutic potential of colostrum in inflammatory bowel disease. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 40(6), 557-564. doi:10.1097/00004836-200607000-00021

- Gibson, G. R., Hutkins, R. W., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., ... & Verbeke, K. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 14(8), 491-502. doi:10.1038/nrgastro.2017.75
- Godhia, M. (2012). Colostrum: The first meal for healthy life. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 2(5), 1000155.
- Hurley, W. L., & Theil, L. P. (2011). Perspectives on immunoglobulins in colostrum and milk. *Nutrients*, 3(4), 442-474. doi:10.3390/nu304442
- Jones, A. W., Marchbank, T., Thatcher, R., Stroud, A., Van Someren, K. A., & Playford, R. J. (2011). The effects of bovine colostrum supplementation on the composition of the blood and intestinal contents during exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 111(7), 1435-1442. doi:10.1007/s00421-010-1768-4
- King, J. C., & Savin, S. M. (2013). Bovine colostrum for the prevention of respiratory tract infections in children. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 57(3), 284-288. doi:10.1097/MPG.0b013e31829e00fa
- Korhonen, H. (2009). Bioactive components in milk and dairy products. In *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering* (Vol. 1, pp. 107-133).
- Marchbank, T., Davison, G., O'Mahony, J., & Playford, R. J. (2011). The effect of bovine colostrum supplementation on intestinal permeability in healthy and exercise-stressed subjects. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 300(3), G477-G484.

- Mero, A. (2006). Colostrum and IGF-1: The effects on muscle protein synthesis and degradation. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1698-1704. doi:10.1152/japplphysiol.00693.2005
- Mohan, P., & Jain, V. (2016). Role of bovine colostrum in prevention of necrotizing enterocolitis in preterm infants. *Journal of Neonatology*, 30(2), 101-106.
- Pammi, M., Suresh, G., & Athalye-Jape, G. (2019). Bovine colostrum for preventing necrotizing enterocolitis in preterm infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (12). doi:10.1002/14651858.CD012720.pub2
- Playford, R. J., Macdonald, C. E., & Johnson, W. S. (2000). Colostrum: Its role in gastrointestinal growth and repair. *Reviews of Gastroenterological Disorders*, 1(4), 229-234.
- Playford, R. J., & Weiser, M. J. (2001). Immunological and growth factor modulation in inflammatory bowel disease. *Current Pharmaceutical Design*, 7(12), 1185-1200. doi:10.2174/1381612013397444
- Playford, R. J., & Weiser, M. J. (2021). Bovine colostrum: Its constituents and uses. *Nutrients*, 13(1), 265. doi:10.3390/nu13010265
- Rusu, R., Dinu, I. A., Mastalier, A., & Stoian, A. P. (2020). The role of bovine colostrum in intestinal microbiota modulation. *Nutrients*, 12(11), 3290. doi:10.3390/nu12113290
- Shing, C. M., Peake, J. M., & Lim, C. L. (2013). Bovine colostrum supplementation and exercise performance: Potential mechanisms. *Sports Medicine*, 43(11), 1055-1067. doi:10.1007/s40279-013-0082-2
- Shing, C. M., Peake, J. M., Suzuki, K., & Jenkins, D. G. (2017). A systematic review of the effect of bovine colostrum

supplementation on immune function and exercise performance in athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 51(3), 234-245. doi:10.1136/bjsports-2016-096711

- Ulfman, L. H., Leusink-Muis, T., van Zanten, E., & van Goudoever, J. B. (2018). Bovine colostrum in pediatric nutrition and health. *Nutrients*, 10(11), 1642. doi:10.3390/nu10111642

GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ ORGANİZMALAR İÇEREN GIDALARIN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİSİ

Büşra KARAOĞLU¹
Tuğba DEMİRİZ YÜCER²

1. GİRİŞ

Günümüzde dünya nüfusu hızla artarken, tarıma elverişli topraklar ve su kaynakları giderek azalmaktadır. Tarımsal üretimde verimliliği artırmak için kullanılan kimyasal gübreler ve pestisitler ise çevresel kirliliğe yol açmaktadır. Diğer taraftan geleneksel bitki ve hayvan ıslahı yöntemleri, verim artışı sağlama sürecinde yavaş ilerleyen ve ekonomik açıdan maliyetli yaklaşımlar olarak değerlendirilmektedir. Tüm bu nedenlerle, dünya genelinde artan gıda talebini karşılamak ve açlık sorununa çözüm bulmak adına yeni yöntem ve teknolojilere yönelinmiştir (Meseri, 2008). Bu yöntem ve teknolojilere genetik yapısı doğal olmayan yollarla değiştirilmiş ve modern biyoteknolojik yöntemlerle üretilmiş organizmalar, genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) olarak adlandırılan canlılar örnek verilebilir. Başka bir deyişle, genetik materyal transferi olmaksızın farklı canlıların genetik olarak birleştirilmesiyle oluşmuş ve yeni genetik özellikler kazandırılmış organizmalar şeklinde tanımlanabilir (Akçelik, 2004). GDO içeren, GDO'lardan elde edilen ya da üretim sürecinde GDO kullanılan gıdalar ise genetiği değiştirilmiş gıdalar olarak nitelendirilmektedir (Öcal & Işıklı, 2019).

¹ Diyetisyen, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Toksikolojisi Ana Bilim Dalı, 2428310501@ogrenci.karabuk.edu.tr, ORCID: 0009-0009-7262-3761

² Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, tugbayucer@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2494-4511

GDO teknolojisinin, geleneksel tarım yöntemlerine kıyasla tarımda kullanılan kimyasal ilaç miktarını azaltacağı, farklı iklim koşullarında ürün yetiştiriciliğini mümkün kılacağı, ürünlerin verimliliğini ve raf ömrünü artıracığı dolayısıyla küresel açlık sorununa çözüm sunabileceği düşünülmektedir (Öztürk vd., 2014).

GDO'lu ürünlerin ekimi en yoğun olarak ABD (%57,7), Arjantin (%19,1), Brezilya (%15), Hindistan (%6,2), Çin (%3,8), Paraguay (%2,6) ve Güney Afrika (%1,8) gibi ülkelerde gerçekleştirilmektedir. Dünya genelinde üretilen GDO'lu tarım ürünlerinin büyük bir kısmını ise zirai ilaçlara ve tarımsal zararlılara karşı dayanıklılığı artırılmış olan soya (%51), mısır (%31), pamuk (%13) ve kanola (%5) oluşturmaktadır (Özdemir & Duran, 2010).

Türkiye'de transgenik bitkilerin ticari amaçla üretilmesi yasal olarak yasaktır. Bu nedenle Türkiye, transgenik bitkileri geliştiren bir ülke olmaktan ziyade geliştirilmiş transgenik çeşitleri satın alarak kullanabilecek potansiyele sahip bir ülke konumundadır. Ülkemizde transgenik bitkilerin yetiştirilmesi, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın gözetimi altında ve "Alan Denemeleri Yönetmeliği" çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar, patates, mısır ve pamuk türlerine ilişkin olarak Tarımsal Araştırma Enstitüleri tarafından yürütülen deneme üretimleriyle sınırlandırılmıştır. Bu denemelerin temel amacı; çeşitlerin özelliklerini gözlemlemek ve çevresel etkilerini yani flora ve fauna üzerindeki olası sonuçlarını değerlendirmektir (Özgen vd., 2005).

Günümüzde genetik değişim teknolojisinin en yoğun şekilde uygulandığı tarım ürünleri arasında soya, pamuk, mısır ve kanola gibi ekonomik açıdan önemli bitkiler yer almaktadır. Bunun yanı sıra pirinç, balkabağı, ayçiçeği, yer fıstığı, kasava ve papaya gibi ürünlerde de bu teknoloji kullanılmaktadır. Muz, ahududu, çilek, kiraz, ananas, biber, kavun ve karpuz gibi meyve

ve sebzeler üzerinde ise genetik değişimle ilgili araştırmalar halen sürmektedir. Öte yandan, yüksek ekonomik değere sahip olan buğday ve arpa gibi ürünler için henüz ticarileştirilmiş bir transgenik çeşit geliştirilmemiştir (Özmert & Yaman, 2011).

GDO'lara ilişkin dile getirilen riskler arasında genetik çeşitliliğin azalması, bitkilerde tek tip bir yapının oluşması ve doğal biyolojik çeşitliliğin tehdit altına girmesi yer almaktadır. Ayrıca genetik olarak değiştirilmiş organizmalarla doğal türler arasında gerçekteşebilecek çapraz tozlaşmalar, yararlı böcek popölasyonlarının azalması, bazı zararlı böceklerin zamanla toksinlere karşı direnç kazanması ve tarım ilacı kullanımının artması da önemli endişeler arasındadır. Bununla birlikte toksik veya alerjen etkiler, antibiyotik direnci gelişimi, genetiği değiştirilmiş besinlerle alınan DNA'nın insan hücrelerine geçme ve bu genetik materyalin sonraki kuşaklara aktarılma olasılığı da tartişılan diğer risklerdendir (Huber vd., 2011).

Bu çalışmanın amacı, genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) üretim nedenlerini, kullanım alanlarını ve insan sağlığı üzerindeki olası etkilerini incelemektir. Çalışmada, GDO'lu gıdaların potansiyel sağlık riskleri değerlendirilerek bu ürünlerin güvenilirliği konusunda bilimsel bir bakış açısı sunulması hedeflenmiştir.

2. GENETİğİ DEğİşTİRİLMİş GIDALAR VE DÜNYA İLE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARI

Biyoteknolojik teknikler kullanılarak bir türden başka bir canlıdan gen aktarımı yoluyla kalıtsal özellikleri değiştirilmiş bitki, hayvan ve mikroorganizmalara "Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO)" denilmektedir (Haspolat, 2012).

Dünya nüfusundaki artışın gıda üretimini yetersiz hale getirmesi, bu alandaki çalışmaları hızlandırarak yeni gelişmelerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Tekedere vd., 2011). Nüfusun

hızlı artışı, tarım arazilerinin daralması, erozyon, çevre kirliliği ve yetersiz sulama gibi faktörler, yakın gelecekte küresel ölçekte bir gıda krizinin yaşanabileceğine işaret etmektedir (Kaynar, 2009). Genetiği değiştirilmiş organizma (GDO) teknolojisinin ise bu sorunlara çözüm sunarak daha verimli ve dayanıklı ürünlerin yetiştirilmesini mümkün kılacağı öne sürülmektedir (Ergin & Karababa, 2011).

Genetiği değiştirilmiş ürünler gün geçtikçe artmış ve neredeyse hayatın tüm evresinde kullanılmaya başlanmıştır 1994 yılında ticari olarak üretilmeye başlanan ilk genetiği değiştirilmiş (GDO'lu) bitki, geç olgunlaşma özelliği sayesinde gıda ve yem amacıyla yetiştirilen domatestir (Şahin vd., 2018).

1994 yılında, genetiği değiştirilmiş ve uzun raf ömrüne sahip 'Flavr Savr™' domatesin piyasaya sunulması Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından onaylanmıştır (Fabiansson ve Fabiansson, 2016). Ancak, pazarlama stratejilerindeki yetersizlikler ve düşük tüketici ilgisi nedeniyle ürünün üretimi sonlandırılmıştır (Atsan & Kaya, 2008).

Genetik olarak dönüştürülmüş ve gıda kullanımı için onaylanmış 25 ürün arasında; yonca, elma, kanola, fasulye, hindiba, pamuk, börülce, patlıcan, okaliptüs, keten, mısır, kavun, papaya, ananas, erik, patates, pirinç, aspir, soya fasulyesi, kabak, şeker pancarı, şeker kamışı, tatlı biber, domates ve buğday yer almaktadır. Bu ürünlerin tamamı günümüzde ticari olarak üretilmemekte veya gıdalarda kullanılmamaktadır. Herhangi bir bölgede ekimi için geliştirilip onaylanmış ve gıda olarak kullanılan başlıca ticari türler arasında kanola, pamuk, mısır, patates ve soya fasulyesi bulunmaktadır. 2023 yılına kadar çeşitli ülkelerde onaylanan ve gıda kullanımı için kabul edilen genetik modifikasyon olaylarının sayısı şu şekildedir: Amerika Birleşik Devletleri (217), Japonya (196), Kanada (192), Güney Kore (170), Tayvan (150), Avustralya (144), Avrupa Birliği (116), Brezilya (112), Yeni Zelanda (114), Arjantin (80), Çin (77), Güney Afrika (72), Singapur (39), Nijerya (29), Rusya (28),

Vietnam (22), Tayland (15) ve Hindistan (11). En az bir GDO'yu gıda kullanımı için onaylayan ülkelerin sayısı ise 45'tir. Japonya gibi bazı ülkeler, GDO'lu ürünlerin yetiştirilmesine izin vermemektedir ama bu ürünlerin gıda veya hayvan yemi amaçlı ithalatına ve kullanımına onay vermektedir. Avrupa Birliği'nde sadece İspanya ve Portekiz belli bir mısır çeşidinin üretilmesine izin vermektedir. Romanya da geçmişte aynı çeşidin üretilmesine izin verirken diğer ülkeler henüz GDO yetiştiriciliğini onaylamamıştır. Bununla beraber çoğu Avrupa Birliği ülkesi belirli GDO olaylarının hayvan yemi veya insan gıdası olarak ithalatını yapmaktadır. İthalat öncesinde, ülkeler ürünün güvenliğini gösteren ve ilgili GDO olayını tanımlayan veriler istemektedir (Goodman, 2024).

Dünya genelinde genetiği değiştirilmiş (GD) tarım ürünlerinin ekimi 1996 yılında 1,7 milyon hektarlık bir alanla başlamış, 2017 yılı itibarıyla ise söz konusu alan yaklaşık 110 kat genişleyerek 189,8 milyon hektara ulaşmıştır (ISAAA, 2017). Bu artışın ülkeler bazındaki dağılımı ise ISAAA'nın 2017 raporunda ayrıntılı olarak verilmiş olup 2016–2017 yılları arasında farklı ülkelerde GD tarım ürünlerine ayrılan ekim alanları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. 2016–2017 yıllarında ülkeler düzeyinde genetiği değiştirilmiş (GD) tarım ürünlerine ayrılan ekim alanları (milyon hektar olarak) (ISAAA, 2017)

Sıra	Ülke	2016	2017
1	ABD*	72,9	75,0
2	Brezilya*	49,1	50,2
3	Arjantin*	23,8	23,6
4	Kanada*	11,1	13,1
5	Hindistan*	10,8	11,4
6	Paraguay*	3,6	3,0
7	Pakistan*	2,9	3,0
8	Çin*	2,8	2,8

9	Güney Afrika*	2,7	2,7
10	Bolivya*	1,2	1,3
11	Uruguay*	1,3	1,1
12	Avustralya*	0,9	0,9
13	Filipinler*	0,8	0,6
14	Myanmar*	0,3	0,3
15	Sudan*	0,1	0,2
16	İspanya*	0,1	0,1
17	Meksika*	0,1	0,1
18	Kolombiya*	0,1	0,1
19	Vietnam	<0,1	<0,1
20	Honduras	<0,1	<0,1
21	Şili	<0,1	<0,1
22	Portekiz	<0,1	<0,1
23	Bangladeş	<0,1	<0,1
24	Kosta Rika	<0,1	<0,1
25	Slovakya	<0,1	-
26	Çek Cumhuriyeti	<0,1	-
	Toplam	185,1	189,8

*Genetiği değiştirilmiş (GD) tarım ürünlerinin ekim alanı 50.000 hektar ve üzerinde olan ülkeler

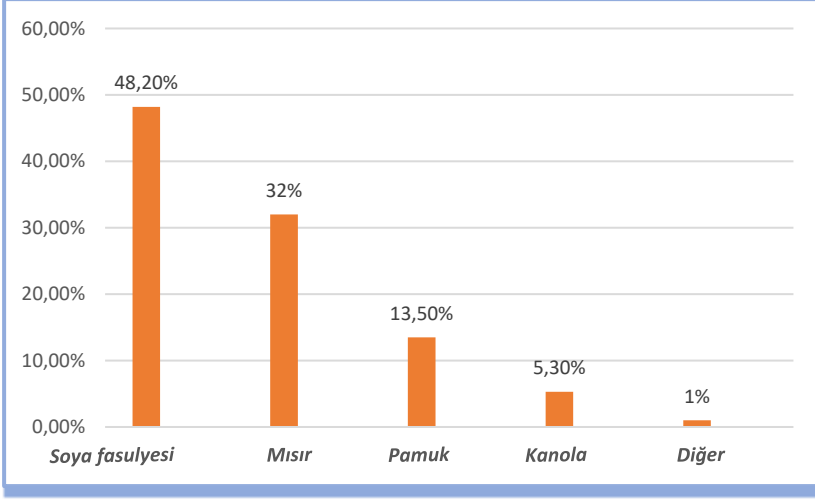
2017 yılı itibarıyla dünya genelindeki Genetiği Değiştirilmiş (GD) tarım ürünleri ekim alanlarının %50'sini 94,1 milyon hektarla GD soya oluşturmaktadır. Bunu sırasıyla %31 ile 59,7 milyon hektarlık alan kaplayan GD mısır, %12 ile 24,1 milyon hektarda yetiştirilen GD pamuk ve %5 ile 10,2 milyon hektarlık ekim alanına sahip GD kanola takip etmektedir. 2016 ve 2017 yıllarında genetiği değiştirilmiş (GD) tarım ürünlerinin türe göre ekim alanları Tablo 2'de sunulmaktadır (ISAAA, 2017).

Tablo 2. 2016 ve 2017 yıllarında genetiği değiştirilmiş (GD) tarım ürünlerinin türe göre ekim alanları (milyon hektar cinsinden) (ISAAA, 2017)

	2016	2017
Soya Fasulyesi	91,4	94,1
Mısır	60,6	59,7
Pamuk	22,3	24,1
Kanola	8,6	10,2
Yulaf	1,2	1,2
Şeker Pancarı	0,5	0,50
Papaya	<1	<1
Diğer*	<1	<1
Toplam	185,1	189,8

*Diğerleri; GD kabak, GD patates, GD patlıcan ve GD elma'yı içermektedir.

2024 yılında dünya genelinde en fazla ekilen ürün, %48,2'lik oran ile soya fasulyesi olup bunu %32 ile mısır, %13,5 ile pamuk ve %5,3 ile kanola izlemektedir. 2024 yılında dünya genelinde genetiği değiştirilmiş (GD) ürünlerin ekim alanlarının ürün türüne göre dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir (Statista Research Department, 2025).



Şekil 1. 2024 yılında dünya genelinde genetiği değiştirilmiş (GD) ürünlerin ekim alanlarının ürün türüne göre dağılımı (Statista Research Department, 2025)

Dünya genelinde genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) üretimi her yıl artış eğilimi gösterirken Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde tam tersi bir yönelim gözlenmekte ve üretim miktarı giderek azalmaktadır. Almanya, Macaristan, Yunanistan, Polonya ve Fransa gibi bazı ülkelerin GDO üretimine yönelik yasaklayıcı düzenlemeler getirmesi bu gerilemeye örnek olarak gösterilebilir. AB içinde en yüksek GDO üretimi İspanya’da gerçekleştirilmektedir; ancak son dönemde halk tarafından düzenlenen protesto yürüyüşleri sonucunda ülkedeki GDO üretimi %35 oranında azalmıştır (Merdan, 2019).

Türkiye’de genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) üretimi ve gıda amaçlı kullanımı yasaklanmıştır. GDO’lu ürünlerin üretimi yapılmamakta yalnızca tarımsal araştırma enstitülerinde tarla denemeleri kapsamında transgenik çalışmalar yürütülmektedir. 1998 yılından bu yana genetiği değiştirilmiş (GD) bitkilerle ilgili alan denemeleri, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’na bağlı Tarımsal Araştırma Enstitüleri tarafından gerçekleştirilmektedir (Çelik & Balık, 2007; Demir vd., 2006).

Türkiye’de transgenetik alanındaki ilk çalışmalar, 1999 yılında Niğde ilinin pilot bölge olarak belirlenmesiyle başlatılmış; bu kapsamda Niğde’de patates, Akçakale ve Nazilli’de pamuk ile Adana’da pamuk, mısır ve patates üretimine yönelik uygulamalar gerçekleştirilmiştir (Güngör & Demiryürek, 2021).

Türkiye’de genetiği değiştirilmiş organizmalar arasında en fazla üretilen bitki türü soya fasulyesidir (%50). Soya fasulyesini; mısır (%22), pamuk (%12), kanola (%5) ve diğer ürün grupları (%11) sırasıyla izlemektedir (Şahin vd., 2018).

Ülkemizde özellikle beyaz et sektöründeki üreticilerin talepleri doğrultusunda, 2011 yılından itibaren Biyogüvenlik Kurulu kararları çerçevesinde genetiği değiştirilmiş soya ve mısır çeşitlerinin hayvan yemi olarak kullanımına izin verildiği gözlemlenmektedir (Hayırlıdağ vd., 2016).

3. GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ GIDALARIN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

GDO’lu ürünler için gerekli olan gıda güvenliği değerlendirmeleri rasyonel risklere odaklanır ve 1990’ların başında ve sonrasında yapılan pek çok istişare ve tartışmanın ardından hazırlanan CODEX Alimentarius Kılavuzu’nda net bir şekilde gösterilmiştir. İnsan sağlığı için potansiyel gıda alerjenitesi, toksisitesi ve besin özellikleri gibi konular Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü ve Dünya Sağlık Örgütü FAO/WHO (1991, 1996, 2000, 2001’de) değerlendirilmiştir. CODEX Alimentarius Komisyonu, genetiği değiştirilmiş ürünler için hangi gıda kodunun dikkate alınması gerektiğine karar vermek için 2001’de değerlendirmeler yapmıştır. Sonuçlar 2003’te ülke temsilcisi oylarıyla kesinleştirilmiştir. CODEX standartları 2023 yılı boyunca geçerliliğini korumuş ve ulusal gıda güvenliği protokollerinin yapılandırılmasında rehberlik görevini sürdürmüştür (Goodman, 2024).

3.1. Alerji

Alerji, genetiđi deđiştirilmiř organizmalarla ilgili en çok tartiřılan konulardan biridir. Bir besinin alerjik özelliklerini belirleyen gen bařka bir besine aktarıldıđında, bu durum besinin alerjik özelliklerini artırabilir ya da yeni alerjik proteinlerin oluřmasına yol açabilir. Güvenli olduđu dūřınılen bu besinin tūketimi, alerjik bireyler için ciddi bir sađlık riski oluřturabilmektedir (řen & Altınkaynak, 2014). Genetiđi deđiştirilmiř ūrūnlerin neden olduđu alerjilerin daha řiddetli ve tehlikeli olabileceđi bildirilmektedir. Bunun nedeni, bu gıdaların alerjenik potansiyelinin geleneksel bitkilere oranla daha yūsek olmasıdır (Karalis vd., 2020).

GDO'lu gıdalar ūzerinde yapılan deneylerde yaygın olarak gösterilen iki alerjenlik vakası, bu ūrūnlerin dūnya çapındaki alerji artıřından sorumlu olabileceđi ynūndeki endiřeleri artırdı. 1996'daki ilk vaka, soya fasulyesinin besin deđerini artırmak amacıyla bu ūrūne bir Brezilya fıstıđı proteininin aktarılmasını içeriyordu. Ancak aktarılan proteinin alerjenik olduđu saptandı ve gnūllū kiřilerde alerjik reaksiyona sebep oldu; bu nedenle ūrūn ticari olarak piyasaya sunulmamıřtır. 2005'teki ikinci vaka ise, bezelye böceđine dirençli hale getirilmiř bir fasulyenin, fareler ūzerinde yapılan deneylerde hayvanların akciđerlerinde bir bađıřıklık tepkisini tetiklediđinin grūlmesiyle ortaya ıktı. Bu olaylar çođunlukla GDO teknolojisinin tehlikeli ve ngrūlemez olduđu iddialarını desteklemek için gösterilir. Alternatif bir yorum ise, her iki vakada da güvenlik testlerinin, ūrūnler henūz piyasaya sūrūlmeden önce potansiyel riskleri tespit ederek etkin bir řekilde iřlediđidir (Lee vd., 2017).

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), geleneksel yöntemlerle ūretilen gıdalara karřı alerji yoksa bu besinin transgenik versiyonunun da alerji oluřturmayacađını belirtmiřtir. Transgenik ūrūnler, klasik ūrūnlere kıyasla daha kapsamlı risk analizlerinden geçtiđinden alerji oluřturma olasılıkları daha

düşüktür. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), bir genin alerjenik olmadığı kanıtlanmadıkça transfer edilmemesini önermekte olup günümüzde piyasada bulunan GDO'lu ürünlerin alerjik etki yaratmadığını bildirmektedir (Elpe, 2021).

3.2. Mikrobiyota Disbiyozisi

GDO tüketimiyle ilişkili potansiyel sağlık endişelerinden biri de bağırsak mikrobiyotasının (flora) doğal dengesinin bozulmasıdır. Bu risk, iki ana mekanizmaya dayanır. Birincisi, genetiği değiştirilmiş bitkilerde bulunan yeni proteinlerin (örneğin, Bt-toksini) bağırsak ekosistemi üzerinde doğrudan toksik etki yaratma olasılığıdır. İkincisi ve daha yaygın tartışılan faktör, GDO'lu ürünlerin yetiştirilmesinde yoğun kullanılan herbisit kalıntılarıdır. Özellikle Glifosat gibi herbisitlerin, insanlarda bulunmayan ancak bağırsak bakterileri için hayati önem taşıyan metabolik yolları bozarak mikrobiyotada denge bozukluğuna (disbiyozis) yol açabileceği öne sürülmüştür (Samsel & Seneff, 2013). Bu dengesizlik, dolaylı olarak bağışıklık fonksiyonlarının değişmesine ve kronik enflamasyona neden olabilir.

Mikrobiyota sağlığındaki bozulma, genel sağlık için kritik sonuçlar doğurabilir. Uluslararası gıda güvenliği otoriteleri (EFSA, FDA) piyasada bulunan onaylı GDO'ların güvenli olduğunu açıklasa da, bazı tartışmalı hayvan çalışmaları (örneğin GDO'lu mısırla beslenen sıçanlarda) organ fonksiyonlarında değişiklikler ve bu duruma bağlı spesifik bakteri türlerinde dengesizlikler rapor etmiştir (De Vendômois vd., 2009). Bu çelişkili bulgular, GDO'ların ve ilişkili kimyasal kalıntılarının bağırsak ekosistemi üzerindeki uzun vadeli etkilerinin, halk sağlığını koruma adına, daha uzun süreli ve bağımsız çalışmalarla titizlikle izlenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

3.3. Toksisite

GDO'ların insan sağığına yönelik bir başka olası risk alanı toksisite konusudur. Bu organizmalar, kendilerine aktarılan genlerin ürünlerini ve bu ürünlerin oluşumuyla ilişkili ikincil metabolitleri bünyelerinde taşımaktadır. Genetiğı değıştirilmiş bitkilerde yer alan herbisit ve insektisit direnç genleri ile terminatör genlerin, toksin üretimi yoluyla işlev gösterdiği ve bu toksinlerin dokularda birikmesi hâlinde zararlı etkiler oluşturabileceğı ileri sürülmektedir. Ayrıca gen aktarımı süreçlerinde bazı hücrenel enzim ve proteinlerde meydana gelen değışimlerin de toksik sonuçlar doğurabileceğı düşünölmektedir (Pryme & Lymbc, 2003).

Mikotoksin kirliliğı, özellikle tahıllarda önemli bir sağık sorunu oluşturmaktadır. Böceklerin bitkilerde açtığı yaralardan giren mantarlar, mikotoksin üretimine yol açmakta ve bu toksinler hem insanlarda hem de hayvanlarda ciddi sağık sorunlarına neden olabilmektedir. Genetiğı değıştirilmiş bitkiler ise böceklerin neden olduğı zararları önleyerek mikotoksin kirliliğinin azalmasına katkı sağlamaktadır (Elpe, 2021).

3.4. Kanser

Çeşitli araştırmalar, GDO'ların hem doğrudan hem de dolaylı yollarla kanserojen etkiler gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Genetiğı değıştirilmiş bitkilerde, herbisitlere karşı direnç kazandıran bromoksinil ve glufosinat gibi maddelerin kanserojen potansiyele sahip olduğı bilinmektedir. Bu kimyasallar özellikle soya, pamuk, mısır ve kolza üretiminde kullanılmaktadır (Haspolat, 2012).

Harvard Üniversitesi tarafından 2015 yılında yayımlanan bir raporda, son 20 yılda gerçekleştirilen araştırmaların bulgularına dayanarak GDO'lu besinlerin geleneksel gıdalardan daha zararlı olmadığı sonucuna varılmıştır (Norris, 2015; Elpe, 2021). Bununla birlikte, GDO'lu gıdaların sağık üzerindeki

etkilerini inceleyen çalışmaların henüz yetersiz olduğu özellikle alerji öyküsü, kronik gastrointestinal hastalık veya immün yetmezliği bulunan bireylerde, DNA'nın parçalanmadan kana geçme olasılığının daha ayrıntılı şekilde araştırılması gerektiği vurgulanmıştır (Dona ve Arvanitoyannis, 2009; Elpe, 2021).

3.5. Antibiyotik Direnci

Sağlık riskleri açısından ele alınan konulardan biri de antibiyotik direncinin ortaya çıkma olasılığıdır. Gen aktarım süreçlerinde, genetik olarak modifiye edilen hücrelerin doğal hücrelerden ayırt edilebilmesi için bakteriyel kökenli antibiyotik direnç genlerinden yararlanılmaktadır. Bu genlerin insan veya hayvanlarda bulunan bakterilere geçerek söz konusu bakterilerde antibiyotik direncine yol açabileceği ileri sürülmekle birlikte bu iddia deneysel çalışmalarla henüz doğrulanmamıştır (Gücükoğlu & Küplülü, 2006).

Yapılan bilimsel çalışmalar, transgenik bitkilerden gen transferi olasılığının oldukça düşük olduğunu göstermektedir. 2007 yılında Avrupa İlaç Ajansı Uzman Komitesi, transgenik ürünlerde kullanılan antibiyotik direnç geni nptII'nin, insan sağlığında kullanılan antibiyotiklerden farklı olduğunu ve dolayısıyla olası bir geçişin dirence yol açmayacağını ifade etmiştir (etiner, 2010).

Antibiyotik dirençli genlerin kullanımı, genetiği değiştirilmiş ürünlerin çoğunda durdurulmuş ve bu yöntem artık yaygın bir uygulama olmaktan çıkmıştır. Günümüzde asıl sorun, yemlerde yaygın antibiyotik kullanımının doğal bir sonucu olarak süt ürünleri ve et yoluyla insan vücuduna giren antibiyotik kalıntılarının sindirim sisteminde dirençli mikroorganizmaların oluşumuna katkıda bulunmasıdır (Karalis vd., 2020).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak ekilebilir alanlar ve su kaynakları azalmaktadır. Bu durum genetiği değiştirilmiş ürün üretimi ve kullanımını artırmaktadır. Biyoteknolojideki gelişmelerle birlikte GDO'lu ürün üretimi her geçen gün artmaktadır. Bu da GDO'lu ürünlerin güvenilirliği konusunda çeşitli tartışmalara neden olmaktadır. GDO'lu ürünlerin olumlu ve olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu teknolojinin olumlu etkileri arasında, kimyasal ilaç ve gübre kullanımını azaltması, daha fazla ve kaliteli ürün elde edilmesini sağlaması, gıdaların verimliliğini ve besin değerlerini artırarak dünyanın birçok bölgesindeki açlık sorununa çözüm sunma potansiyeli bulunmaktadır. Ancak olumsuz yönleri, bu teknolojiyle üretilen gıdaların toplumda alerjik reaksiyonları artırabileceği, mikrobiyota disbiyozisine neden olabileceği, kanserojen olabileceği, toksik etkiler yaratabileceği ve antibiyotiklere dirençli mikroorganizmaların gelişimine yol açabileceği endişelerini içermektedir.

Ayrıca, GDO'lu ürünlerin yalnızca sağlık değil aynı zamanda çevresel ve sosyo-ekonomik etkileri de dikkate alınmalıdır. Tarımsal üretimde biyolojik çeşitliliğin korunması, çiftçilerin tohum şirketlerine bağımlılığının önlenmesi ve sürdürülebilir tarım politikalarının geliştirilmesi bu teknolojinin güvenli kullanımında kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle GDO'ların değerlendirilmesi yalnızca biyomedikal açıdan değil, çevresel, ekonomik ve etik boyutlarıyla birlikte ele alınmalıdır.

Sonuç olarak, genetiği değiştirilmiş ürünlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri konusunda günümüzde kesin ve evrensel bir yargıya varmak mümkün değildir. GDO'ların alerjenite, mikrobiyota disbiyozisi, toksisite, kanser ve antibiyotik direnci gibi başlıklarda potansiyel etkileri olabileceğine dair bazı bulgular bulunsa da bu veriler çoğunlukla

sınırlı deneysel çalışmalara dayanmaktadır ve insanlarda uzun dönemli sağlık sonuçlarını değerlendiren kapsamlı epidemiyolojik araştırmalar yetersizdir. Mevcut bilimsel kanıtların büyük bölümü GDO'ların geleneksel gıdalardan belirgin bir farklılık göstermediğini ileri sürerken, özellikle hassas bireyler açısından daha ayrıntılı risk değerlendirmelerine ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır. Bu nedenle, konuya ilişkin belirsizliklerin giderilebilmesi için uzun vadeli ve metodolojik açıdan güçlü bilimsel çalışmalara duyulan gereksinim devam etmektedir.

Türkiye’de GDO’lar üzerine yapılan bilimsel çalışmaların sınırlı olması, bu ürünlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin bütüncül biçimde değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Bu doğrultuda, üniversiteler ve ilgili kurumların iş birliğiyle yürütülecek uzun süreli ve disiplinler arası araştırmaların artırılması önem taşımaktadır. Ayrıca, GDO’lu ürünlerin ithalatı, üretimi ve piyasaya arzına yönelik denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi ve toplumun bilimsel temelli bilgilendirme çalışmalarıyla bilinçlendirilmesi, halk sağlığının korunması ve biyogüvenlik politikalarının etkinliğinin artırılması açısından temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akçelik, M. (2004). Yaşam Gen Demek Değildir. *Yaşam Bizimdir Dergisi, Temmuz*, 10-12.
- Atsan, T., & Kaya, T. E. (2008). Genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) tarım ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 1-6.
- Çelik, V., & Balık, D. T. (2007). Genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO). *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 23(1-2), 13-23.

- Çetiner, S. (2010). Genetiği değiştirilmiş organizma (GDO) nedir? sorular ve yanıtlar-2. *Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi*, 10(39), 13-26.
- Demir, A., Seyis, F., & Kurt, O. (2006). Genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar: I. Bitkiler. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi)*, 21(2), 249-260. doi:10.7161/anajas.2006.21.2.249-260
- De Vendômois, J. S., Roullier, F., Cellier, D., & Séralini, G. E. (2009). A comparison of the effects of three GM corn varieties on mammalian health. *International Journal of Biological Sciences*, 5(7), 706-726. doi:10.7150/ijbs.5.706
- Dona, A., & Arvanitoyannis, I. S. (2009). Health risks of genetically modified foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 49(2), 164-175. doi:10.1080/10408390701855993
- Elpe, S. (2021). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar İnsan Sağlığı ve Çevre İçin Güvenli mi? *Yeni Yüzyıl Journal of Medical Sciences*, 2(4), 10-19. doi:10.46629/JMS.2021.52
- Ergin, I., & Karababa, A. (2011). Genetiği değiştirilmiş organizmalar: Sağlığa zararlarını kanıtlamak neden zor? Sorunlar ve riskin ipuçları. *Turkish Journal of Public Health*, 9(2), 113-122.
- Fabiansson, C., & Fabiansson, S. (2016). *Food and the risk society: The power of risk perception* (p. 137). Routledge. doi:10.4324/9781315582627
- Goodman, R. E. (2024). Twenty-eight years of GM Food and feed without harm: why not accept them? *GM Crops & Food*, 15(1), 40-50. doi:10.1080/21645698.2024.2305944

- Gücükoğlu, A., & Küplülü, Ö. (2006). Genetik modifiye gıdalar. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 77(2), 30-38.
- Güngör, E., & Demiryürek, K. (2021). Türkiye’de genetiği değiştirilmiş organizmalar. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 140-154.
- Haspolat, I. (2012). Genetiği değiştirilmiş organizmalar ve biyogüvenlik. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 59(1), 75-80.
- Hayırlıdağ, M., Arslan, M. F., & Büken, N. Ö. (2016). Genetiği değiştirilmiş gıdalar ile ilgili etik ve hukuki tartışmalar ve kıtalararası durum değerlendirmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22(1), 1-9.
- Huber, M., Knottnerus, J. A., Green, L., van der Horst, H., Jadad, A. R., Kromhout, D., Leonard, B., Lorig, K., Loureiro M. I., van der Meer, J. W. M., Schnabel, P., Smith R., van Weel, C., & Smid, H. (2011). How should we define health? *BMJ*, 343, d4163. doi:10.1136/bmj.d4163
- ISAAA. (2017). *Global status of commercialized biotech/GM crops in 2017: Biotech crop adoption surges as economic benefits accumulate in 22 years* (ISAAA Brief No. 53). Ithaca, NY: ISAAA.
- Karalis, D. T., Karalis, T., Karalis, S., & Kleisiari, A. S. (2020). Genetically modified products, perspectives and challenges. *Cureus*, 12(3), e7306. doi:10.7759/cureus.7306
- Kaynar, P. (2009). Genetik Olarak Değiştirilmiş Organizmalar (GDO)’a Genel Bir Bakış. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 66(4), 177-185.
- Lee, T. H., Ho, H. K., & Leung, T. F. (2017). Genetically modified foods and allergy. *Hong Kong Medical Journal*, 23(3), 291–295. doi:10.12809/hkmj166189
- Merdan, K. (2019). Üniversite öğrencilerinin genetiği değiştirilmiş transgenik ürünlere yönelik bilgi düzeyleri ve

- bakış açılarının belirlenmesi: Gümüşhane Üniversitesi örneği. *Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(15), 343-365.
- Meseri, R. (2008). Beslenme ve genetiği değiştirilmiş organizmalar. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 7(5), 455-460.
- Norris, M. L. (2015). *Will GMOs hurt my body? The public's concerns and how scientists have addressed them*. SITN. Harvard University. <http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2015/will-gmos-hurt-my-body/>. Erişim Tarihi: 12.12.2025.
- Öcal, E. E., & Işıklı, B. (2019). Genetiği değiştirilmiş organizmalar yararlı mı, zararlı mı? – Genetically modified organisms: Useful or harmful? *Eskişehir Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Halk Sağlığı Dergisi*, 4(1), 71-79.
- Özdemir, O., & Duran, M. (2010). Biyoteknolojik uygulamalara ve genetiği değiştirilmiş organizmalara GDO ilişkin tüketici davranışları. *Akademik Gıda*, 8(5), 20-28.
- Özgen, M., Ertunç, F., Kınacı, G., Yıldız, M., Birsin, M., Ulukan, H., Emiroğlu, H., Koyuncu N., & Sancak, C. (2005). Tarım teknolojilerinde yeni yaklaşımlar ve uygulamalar: Bitki biyoteknolojisi. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, 1(8), 315-346.
- Özmert, S., & Yaman, H. (2011). Tüketicilerin genetiği değiştirilmiş gıdalara karşı tutumlarının ve bilgi düzeylerinin belirlenmesi. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 4(1), 31-41.
- Öztürk, S., Şahin, S. A., & Tüfekci, F. G. (2014). Annelerin genetiği değiştirilmiş organizmalara yönelik bilgi durumları ve tutumları. *İzmir Dr. Behçet Uz Çocuk*

Hastanesi Dergisi, 4(2), 117-122.
doi:10.5222/buchd.2014.117

- Pryme, I. F., & Lembcke, R. (2003). In vivo studies on possible health consequences of genetically modified food and feed—with particular regard to ingredients consisting of genetically modified plant materials. *Nutrition and Health*, 17(1), 1-8. doi: 10.1177/026010600301700101
- Samsel, A., & Seneff, S. (2013). Glyphosate's suppression of cytochrome P450 enzymes and amino acid biosynthesis by the gut microbiome: pathways to modern diseases. *Entropy*, 15(4), 1416–1463. doi:10.3390/e15041416
- Statista Research Department. (2025, November 29). *Share of genetically modified (GM) crop area worldwide in 2024, by crop*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/262288/global-adoption-rate-major-biotech-crops-worldwide/>. Erişim tarihi:11.12.2025.
- Şahin, T. S., Aral, Y., & Gökdağ, A. (2018). Dünyada genetiği değiştirilmiş ürünler pazar yapısı ve sosyo-ekonomik değerlendirme. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 89(2), 85-108.
- Şen, S., & Altınkaynak, S. (2014). Genetiği değiştirilmiş gıdalar ve potansiyel sağlık riskleri. *Sakarya University Journal of Science*, 18(1), 31-38. doi: 10.16984/saufbed.53754
- Tekedere, H., Taban, B., Çalışkan, M., & Demirtola, H. (2011). Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu öğrencilerinin genetiği değiştirilmiş organizmalarla ilgili eğitim ihtiyaçlarının analizi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(3), 142–156.

TÜRKİYE VE DÜNYADA
BESLENME VE DİYETETİK

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com