

BESLENME VE DİYETETİK ALANINDA ULUSLARARASI AKADEMİK ÇALIŞMALAR VE TEORİK BİLGİLER

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Meltem SOYLU

Prof. Dr. H.Turan AKKOYUN



İKSAD
Publishing House

BESLENME VE DİYETETİK ALANINDA ULUSLARARASI AKADEMİK ÇALIŞMALAR VE TEORİK BİLGİLER

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Meltem SOYLU

Prof. Dr. H.Turan AKKOYUN

YAZARLAR

Prof. Dr. Ayşe Özfer ÖZÇELİK

Prof. Dr. Meltem SOYLU

Dr. Öğr. Üyesi Çağlar AKÇALI

Dr. Öğr. Üyesi Ali Emrah BIYIKLI

Dr. Öğr. Üyesi Ezgi TOPTAŞ BIYIKLI

Dr. Öğr. Üyesi Özge ESGİN

Dr. Öğr. Üyesi Seda KAYA

Dr. Öğr. Üyesi Aybike Gizem KÖSE

Dr. Öğr. Üyesi Saniye SÖZLÜ

Arş. Gör. Dr. Mehmet ÖZYURT

Arş. Gör. Mustafa Fevzi KARAGÖZ

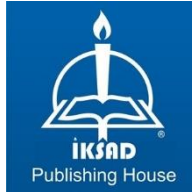
Arş. Gör. Şehriban DUYAR ÖZER

Dyt. Dilara BADEMCİ

Dyt. Buket ÇELİK

Dyt. Ayşegül TANIŞER

Dyt. İlayda TEKSÖZ



Copyright © 2025 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed
or transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or
mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in
the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial
uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®
(The Licence Number of Pubicator: 2014/31220)
TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
Iksad Publications – 2025©

ISBN: 978-625-378-441-6
Cover Design: İbrahim KAYA
December / 2025
Ankara / Türkiye
Size: 16x24cm

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 sorumluluğu da yazarlara aittir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

Prof. Dr. Meltem SOYLU

Prof. Dr. H. Turan AKKOYUN.....1

BÖLÜM 1

SEZGİSEL YEME YAKLAŞIMI ve DİYET KALİTESİ: DAVRANIŞSAL BESLENME PERSPEKTİFİ

Dr. Öğr. Üyesi Aybike Gizem KÖSE 3

BÖLÜM 2

PARKİNSON ve BESLENME

Dr. Öğr. Üyesi Özge ESGİN, Prof. Dr. Ayşe Özfer ÖZÇELİK.....23

BÖLÜM 3

PLATES THAT FEED THE FUTURE:

NEW APPROACHES TO SUSTAINABLE NUTRITION

Dr. Öğr. Üyesi Çağlar AKÇALI, Arş. Gör. Mehmet ÖZYURT.....47

BÖLÜM 4

GERİATRİDE KARACİĞER, SAFRA ve PANKREAS HASTALIKLARI

Arş. Gör. Şehriban DUYAR ÖZER..... 79

BÖLÜM 5

ÇEVRE KİRLİLİĞİ ve BESLENME DAVRANIŞI

Arş. Gör. Dr. Mustafa Fevzi KARAGÖZ.....111

BÖLÜM 6

KANSER TEDAVİSİNDE KETOJENİK DİYETİN ROLÜ: GÜNCEL ve KAPSAMLI BİR BAKIŞ

Dr. Öğr. Üyesi Seda KAYA.....137

BÖLÜM 7

FONKSİYONEL BİR BESİN SPİRULİNA: BESİN DEĞERİ VE OLASI SAĞLIK ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Saniye SÖZLÜ.....161

BÖLÜM 8

GLİSEMİK YANITI DÜŞÜRMEYE YÖNELİK BESLENME MÜDAHALELERİ: GÜNCEL KANITLARIN İNCELENMESİ

Dyt. Buket ÇELİK, Dr. Öğr. Üyesi Ezgi TOPTAŞ BIYIKLI.....189

BÖLÜM 9

ADÖLESANLARDA BARİATRİK CERRAHİ VE BESLENME

Dyt. Dilara BADEMCİ, Dr. Öğr. Üyesi Ezgi Toptaş BIYIKLI.....215

BÖLÜM 10

B₁₂ VİTAMİNİ VE FOLAT EKSİKLİĞİNİN DEPRESYON VE ANKSİYETE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: DİYET VE SUPLEMANTASYON YAKLAŞIMLARI

Dyt. İlayda TEKSÖZ, Dr. Öğr. Üyesi Ali Emrah BIYIKLI.....247

BÖLÜM 11

TOPLU BESLENME SİSTEMLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Dyt. Ayşegül TANİŞER, Dr. Öğr. Üyesi Ali Emrah BIYIKLI.....287

BÖLÜM 12

BESLENMENİN SERA GAZI ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. Meltem SOYLU.....303

ÖNSÖZ

Beslenme ve diyetetik bilimi, birey ve toplum sağlığının korunması, geliştirilmesi ve hastalıkların önlenmesi açısından temel bir disiplin niteliğindedir. Günümüzde hızla değişen beslenme alışkanlıkları, çevresel faktörler ve teknolojik gelişmeler, bu alandaki bilimsel bilgi birikiminin sürekli olarak güncellenmesini zorunlu kılmaktadır.

On iki bölümden oluşan "Beslenme ve Diyetetik Alanında Uluslararası Akademik Çalışmalar ve Teorik Bilgiler" isimli kitabımız, beslenme ve diyetetik alanındaki uluslararası akademik çalışmalar ile kuramsal yaklaşımları bir araya getirerek disiplinin bilimsel gelişim sürecine katkı sunmayı amaçlamaktadır. Ele alınan konular, alanın teorik temellerini güçlendirirken aynı zamanda gelecekteki araştırmalara yön verecek bütüncül bir perspektif sağlamaktadır.

Birbirinde farklı bölümlerin bir araya gelmesinde emeği olan kıymetli akademisyenlere, ayrıca eserin yayınlanmasında katkıları olan İKSAD yayınevine teşekkür ederiz. Yer alan bölüm yazılarıyla ilgili tüm akademik ve hukuki sorumluluğun yazarlara ait olduğunu ifade ederek, aynı zamanda yeni ufuk kazandıracak bu kitabın; diyetisyenlere, sağlık çalışanlarına ve beslenme ve diyetetik bilimine gönül veren herkese katkı sağlamasını temenni ederiz.

Kasım 2025

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Meltem SOYLU

Prof. Dr. H.Turan AKKOYUN

BÖLÜM 1

SEZGİSEL YEME YAKLAŞIMI ve DİYET KALİTESİ: DAVRANIŞSAL BESLENME PERSPEKTİFİ

Dr. Öğr. Üyesi Aybike Gizem KÖSE¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17948321>

¹ Amasya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Amasya, Türkiye. E-Posta: aybike.kayacan@amasya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7136-5504

GİRİŞ

İlk kez 1995 yılında Evelyn Tribole ve Elyse Resch tarafından popüler hale getirilen sezgisel yeme, besinlerle sağlıklı bir ilişki kurulmasını teşvik eden olumlu ve kısıtlayıcı olmayan bir yaklaşımdır (Tribole ve Resch, 2020). Kısıtlayıcı yemeye alternatif olan sezgisel yemenin amacı, bireyleri fiziksel ve duygusal hislerini fark etme ve farklılaştırma yeteneklerine güvenebilecekleri şekilde yönlendirmek, bu sayede sosyal veya çevresel işaretleri dikkate alarak besin tüketiminden kaçınmasını sağlamaktır (Gast ve Hawks, 2000; Tribole ve Resch, 2012). Teori, sezgisel beslenenlerin sağlığı korumak için gereken yiyecek miktarını ve türünü tanımalarının beklendiğini öne sürmektedir (Tribole ve Resch, 2020). Bu aynı zamanda sezgisel yemenin değerlendirilmesinde kullanılan Sezgisel Yeme Ölçeği-2 (Intuitive Eating Scale-2-IES-2)'ye eklenen en son alt ölçeğin odak noktasıdır. Bu alt ölçek, sağlığı ve vücut işleyişini destekleyen yiyecek seçimleri yapmayı ölçmektedir (Sire, Carbonneau, Lemieux ve Carbonneau, 2025).

Geleneksel olarak, kronik hastalıklarla mücadeleye yönelik diyetler vücut ağırlığı kaybına öncelik vermektedir (Dugmore, Winten, Niven ve Bauer, 2020). Geçici olan bu diyetler, genellikle kısıtlamayı vurgulamakta ve genel diyet kalitesini göz ardı edebilmektedir (Spadine ve Patterson, 2022). Enerji kısıtlamalı diyetler genellikle düzensiz yeme davranışları, olumsuz benlik algısı, vücut ağırlığının yeniden artışı gibi olumsuz etkilere sahiptir (Faw, Davidson, Hogan ve Thomas, 2021). Bunun aksine, araştırmalar diyet kalitesinin vücut ağırlığı kaybından bağımsız olarak ve vücut ağırlığı odaklı müdahalelerle karşılaştırıldığında sağlık sonuçlarını iyileştirdiğini göstermektedir (Clifford ve diğerleri, 2015). Günde ≥ 5 porsiyon meyve ve sebze yemek, düzenli egzersiz yapmak, alkol ve sigarayı sınırlamak gibi sağlıklı yaşam biçimi alışkanlıkları, beden kütle indeksinden bağımsız olarak ölüm oranında önemli düşüşlerle ilişkilidir (Ardies, 2014).

Bu bölümde sezgisel yeme ve diyet kalitesi arasında ilişkinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

1. SEZGİSEL YEME KAVRAMI

1.1. Tanımı ve Tarihçesi

Sezgisel yeme, duygular veya katı diyet kuralları tarafından yönlendirilmek yerine yemek yemenin keyfini çıkarırken açlık ve tokluk ipuçlarına yanıt olarak yemek yemeyi içerir. Odak noktası, yiyecekleri iyi veya kötü olarak kategorize etmek değil, toplumsal düşünce ve inançları sorgulayarak yiyeceklerle sağlıklı bir ilişkiyi teşvik etmektir (Tribole ve Resch, 2020).

Sezgisel yeme odaklı yaklaşımlar, bireysel sağlığı iyileştirmek ve kişinin besin ile ilişkisini geliştirmeye yönelik sürdürülebilir değişiklikleri teşvik etmek için doğuştan gelen yöntemler olarak ortaya çıkmıştır (Bruce ve Ricciardelli, 2016). Önceleri, sezgisel yemenin ayırt edici özellikleri olarak üç temel alan kabul edilirken, son zamanlarda bu sayı dörde çıkarılmıştır. Bunlar; koşulsuz yemek yeme izni, duygusal nedenlerden daha çok fiziksel nedenlerle yeme farkındalığı, içsel açlık-tokluk ipuçlarına güvenme ve beden-besin seçimi uyumu olarak sıralanabilir (Tylka, 2006). Bu temel alanlar, sezgisel yeme ile uyumlu olan ve vücut ağırlığı kapsayıcı uygulama olarak kategorize edilen diğer diyet dışı yaklaşımları da kapsayabilir (Hensley-Hackett ve diğerleri, 2022).

1.2. İlkeleri

Sezgisel yeme, on ilkeye dayanmaktadır. Bu ilkeler; diyet düşüncesini reddetme, açlığını onurlandırma, yiyecekler ile barışma, besin polisine meydan okuma, tatmin faktörlerini keşfetme, tokluğu hissetme, duygularla yemeğe yönelmeden başa çıkma, bedene saygı gösterme, egzersiz yaparak farkı hissetme, sağlığını onurlandırma ve hoşgörülü beslenme olarak sıralanabilir (Tribole ve Resch, 2012).

1.3. Sezgisel Yemeyi Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler

Sezgisel yemenin değerlendirilmesinde sıklıkla dört alt ölçekten oluşan Sezgisel Yeme Ölçeği-2 kullanılmaktadır (Tylka ve Kroon Van Diest, 2013). Açlık ve Tokluk İpuçlarına Güven alt ölçeği, bireyin içsel açlık ve tokluk ipuçlarına dayalı olarak besin alımını başlatma ve sonlandırma becerisini değerlendirir. Duygusal Nedenlerden Çok Fiziksel Nedenlerle Yeme alt ölçeği,

yiyeceklerin kaygı, yalnızlık veya can sıkıntısı gibi duygularla başa çıkmak yerine açlığı gidermek için kullanılmasını teşvik eder. Koşulsuz Yemek Yeme İzni alt ölçeği, yiyecekleri iyi ya da kötü olarak kategorize etmeden, aç olunduğunda istenilen her yiyeceği yeme isteğini göstermektedir. Son olarak, Beden-Yiyecek Seçimi Uyumu alt ölçeği, verimli bedensel işlevi destekleyen, enerji ve dayanıklılık sağlayan yiyecekleri yeme arzusunu ölçmektedir (Tylka ve Kroon Van Diest, 2013).

2.DİYET KALİTESİ

2.1.Tanımı

Farklı diyet kalitesi değerlendirme indeksleri veya puanları, genel nüfus için sağlıklı olduğu kabul edilen beslenme düzenlerine veya besin rehberlerine dayalı olarak geliştirilmiştir. Makro besin dağılımı ve besin grupları arasında denge gibi parametreler genellikle mevcuttur. Bu araçlar, nüfus gruplarındaki diyet değişikliklerinin izlenmesine olanak tanır. Ayrıca sonuçlarını değerlendirmek için kesitsel veya geçici bireysel değerlendirmelerde de kullanılırlar.

2.2. Diyet Kalitesini Ölçmede Kullanılan Yöntemler

Bir diyetin çeşitli bileşenlerini (örneğin, yeterlilik, kalite, çeşitlilik) özetlemek için çeşitli diyet ölçütleri geliştirilmiş ve kullanılmış olsa da yaygın olarak kullanılan, doğrulanmış ölçütlerin eksikliği devam etmektedir (Gil, de Victoria ve Olza, 2015; Miller, Webb, Micha ve Mozaffarian, 2020; Ruel, 2003).

Günümüzde beslenme epidemiyolojisi, beslenme düzenlerini daha kapsamlı bir şekilde analiz etmek için besin rehberlerine veya sağlıklı olduğu kabul edilen diyetlere dayanan diyet kalitesi puanlarının kullanımını içeren a priori analiz (Hoffmann, Zyriax, Boeing ve Windler, 2004) ve çalışma popülasyonunun beslenme düzenini araştırmak için çok değişkenli istatistiksel yöntemleri kullanan a posteriori analiz (Bach ve diğerleri, 2006; Kastorini ve diğerleri, 2013; Kourlaba ve Panagiotakos, 2009) olmak üzere iki yöntem önermektedir.

Diyet kalitesinin skorları veya indeksleri diyetin genel sağlık durumunu ifade eder. Genellikle sağlıklı olduğu bilinen belirli bir beslenme düzenine veya

genel nüfus için önceden var olan beslenme kılavuzlarına ya da diyetle ilişkili belirli bir hastalığın önlenmesine dayalı olarak geliştirilirler (Arvaniti ve Panagiotakos, 2008; Waijers, Feskens ve Ocké, 2007). Yapılan derlemeler yirmi ila yirmi beş farklı genel diyet kalitesi skoru tanımlamıştır (Waijers ve diğerleri, 2007; Wirt ve Collins, 2009). Diyet kalitesi skorlarının iyi bilinen iki örneği Sağlıklı Yeme İndeksi (Guenther, Reedy ve Krebs-Smith, 2008; Kennedy, Ohls, Carlson ve Fleming, 1995) ve Akdeniz Diyet Skoru'dur (Trichopoulou ve diğerleri, 1995). Bunların dışında Uluslararası Diyet Kalite İndeksi, Sağlıklı Gezegen Diyeti İndeksi, Prime Diyet Kalite İndeksi, Küresel Diyet Kalitesi Skoru, Hipertansiyonun Önlenmesi İçin Diyet Yaklaşımları Diyet İndeksi gibi çeşitli indeksler bulunmaktadır (Çalışkan Akımal, Açar, Şehadet Taşdemir, Aslan ve Köksal, 2023).

2.1.1. Diyet Kalite İndeksi

Orijinal Diyet Kalite İndeksi (Diet Quality Index-DQI) sekiz besin grubunun alımını ve Ulusal Araştırma Konseyi Gıda ve Beslenme Kurulu'nun Diyet ve Sağlık Komitesi'nin ve Amerika Birleşik Devletleri hükümetinin tavsiyelerini değerlendirmek üzere geliştirilmiştir (Council, 1989). Fransa'daki bir diyet araştırması için uyarlanmış basitleştirilmiş bir DQI versiyonu (DQI-a I) sunulmuştur (Drewnowski ve diğerleri, 1996). Bu uyarlamada maksimum beş puan aşağıdaki özellikleri yansıtmaktadır: (1) yağlardan gelen enerjinin %30'dan az olması; (2) doymuş yağlardan gelen enerjinin %10'dan az olması; (3) günde 300 mg'a kadar kolesterol alımı; (4) karbonhidratlardan gelen enerjinin %50'den fazla olması ve (5) sükrozdan gelen enerjinin %10'dan az olması. Bu parametreler evet/hayır cevapları şeklinde mutlak olarak değerlendirilmiştir. Yazarlar, bu beş DQI unsuruna ek olarak, çeşitlilik (diyet çeşitliliği) ve çeşitliliği (diyette bulunan besin gruplarının sayısı) de puanlamıştır. Dolayısıyla, bu indeks orijinal versiyonda bulunan protein, sodyum, kalsiyum ve meyve ve nişastalı olmayan sebze porsiyonları parametrelerini hariç tutmuştur.

İkinci bir uyarlamada (DQI-a II), aynı araştırmacı grubu beş DQI-a I puanından birini değiştirerek 'sükrozdan gelen enerjinin %10'dan az olması' parametresini '2.500 mg'ın altında sodyum alımı' parametresiyle değiştirmiştir. Yine diyet çeşitliliği puanı ayrı olarak değerlendirilmiştir (Drewnowski, Renderson, Driscoll ve Rolls, 1997).

Daha sonra, Amerikan Besin Rehberi Piramidi ve Diyet Referans Alımları'ndaki değişiklikler, gıda orantılılığı, ölçülülük ve çeşitliliğin diyet kalitesi parametreleri olarak ölçülmesini sağlayan Revize DQI'ye (DQI-R) dâhil edilmiştir (Haines, Siega-Riz ve Popkin, 1999). Orantılılık, belirli besin gruplarından daha fazla, diğer besin gruplarından ise daha az porsiyon tüketilmesinin tavsiye edilmesiyle ilgilidir. Ilımlılık parametresi, yağ, tuz ve şeker gibi sağlık riskine katkıda bulunan besin bileşenlerinin alımının sınırlandırılmasını içerir. Son olarak çeşitlilik, gruplar arası ve grup içi çeşitliliği, dolayısıyla daha fazla besin bileşeninin tüketimini içerir. Maksimum puanı 100 olan bu araç, besin piramidi ile kalsiyum ve demir için diyet referans alımlarına dayanmaktadır.

2.1.2. Sağlıklı Yeme İndeksi

Sağlıklı Yeme İndeksi (Healthy Eating Index-HEI) Kennedy ve arkadaşları tarafından Amerikan beslenme alışkanlıklarını ve bu alışkanlıkların 1980 yılında ABD Tarım Bakanlığı ile Sağlık ve İnsani Hizmetler Bakanlığı'nın beslenme kılavuzlarına uygunluğunu araştırmak amacıyla geliştirilmiştir (Kennedy ve diğerleri, 1995). Sağlıklı Yeme İndeksi, USDA tarafından geliştirilmiştir ve her beş yılda bir güncellenmektedir.

Orijinal Sağlıklı Yeme İndeksi tahıllar, sebzeler, meyveler, süt ve süt ürünleri ve etler olmak üzere beş gıda ve besin grubunu analiz etmekte ve her gruptan tüketilen porsiyon sayısına göre 0 ile 10 arasında bir puan almaktadır. Diyet çeşitliliği ve toplam yağ, doymuş yağ, kolesterol ve sodyum gibi bazı besin maddeleri de 0 ile 10 puan arasında değerlendirilir. Diyet kalitesi puanla birlikte artar (Carvalho, Dutra, Pizato, Gruezo ve Ito, 2014).

Daha sonraki HEI güncellemeleri, HEI-2005 (Guenther ve diğerleri, 2008) ve HEI-2010 (Guenther ve diğerleri, 2013), besin gruplarını ve besin maddelerini değiştirmiş ancak diyet kalitesi ile puan arasındaki doğrudan ilişkiyi korumuştur. Mevcut alt bölüm, uygunluk kriterleri ve alım ölçülülüğü ile ayrılmış besin grupları ile temsil edilmektedir. Uygunluk parametreleri arasında toplam meyve (meyve suları dâhil); tüm meyveler (meyve suları hariç); toplam sebze (toplam protein kaynaklarına dahil olmayan tüm fasulye ve bezelye türleri dahil); yeşil sebze ve fasulye (toplam protein kaynaklarına dahil olmayan tüm fasulye ve bezelye türleri dahil); tam tahıllar; süt ve süt ürünleri; toplam protein kaynakları; deniz ürünleri ve bitkisel protein (fındık,

tohum ve soya fasulyesi ürünleri dahil); ve yağ asitleri (çoklu ve tekli doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranı) yer almaktadır. İlimlilik parametreleri rafine tahıllar, sodyum ve boş kalorileri (katı yağlar, alkol ve ilave şeker) içerir (Carvalho ve diğerleri, 2014).

Puanlar enerji yoğunluğu (porsiyon/1,000 kkal) olarak ifade edilen her gruptan gelen enerji miktarına dayanmaktadır. Uyum parametresi için, alım önerilen besin tüketimine (Recommended Dietary Allowance-RDA) eşit olduğunda veya RDA'yı aştığında puanlar en yüksektir. İlimlilik parametresi, maksimum puan RDA'ya eşit veya altında bir alımı gösterir. Genel olarak, HEI diyet kalitesini ve tüketilen besin grupları ve besin maddelerinin uygunluğunu değerlendirir (Carvalho ve diğerleri, 2014).

2.1.3.Akdeniz Diyet Skoru

Akdeniz Diyeti terimi, bu coğrafi bölgede zeytinyağı üreten alanlarda bulunan beslenme düzenini ifade etmektedir. Akdeniz toplumlarında kardiyovasküler hastalıkların daha az görüldüğüne dair ilk bilimsel kanıtlar 1960'larda ortaya çıkmış ve bu durum batılılaşmamış bir diyetle bağlanmıştır (Trichopoulou, 2001). Keys ve arkadaşları 1986 yılında Akdeniz toplumlarının beslenme alışkanlıklarını incelerken bu beslenme biçimini 'Akdeniz Diyeti' olarak adlandırmışlardır (Keys ve diğerleri, 1986). Şu anda bu terim bilimsel literatürde sadece belirli bir diyeti değil, aynı zamanda Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerin nüfusları tarafından geleneksel olarak takip edilen bir dizi beslenme alışkanlığını tanımlamak için de kullanılmaktadır (Sofi, 2009).

Özetle, Akdeniz Diyeti yüksek miktarda zeytinyağı (ana lipit kaynağı), nişastalı olmayan sebzeler, baklagiller, tam tahıllar ve kabuklu yemişler de dâhil olmak üzere meyve alımı; orta düzeyde kümes hayvanları ve balık alımı (kıyıya yakınlığa bağlı olarak); düşük miktarda tam yağlı süt ve süt ürünleri ile kırmızı et tüketimi ve yemeklerde ana alkol kaynağı olarak düşük ila orta düzeyde şarap tüketimi ile karakterize edilmektedir (Fidanza, 2001; Fidanza, Alberti, Lanti ve Menotti, 2004).

Başlangıçta bileşenlerine pozitif veya sıfır puan veren bir indeks önerilmiş ve geleneksel Akdeniz diyetine bağlılık derecesini ölçmek için geliştirilen bu indekse Akdeniz Diyet Skoru (Mediterranean Diet Score-MDS) adını verilmiştir (Trichopoulou ve diğerleri, 1995). Bu diyet aşağıdaki gibi sekiz bileşenle karakterize edilmiştir: (1) tekli doymamış yağ asitlerinin

doymuş yağ asitlerinden daha fazla tüketilmesi; (2) meyve ve kabuklu yemişlerin yüksek oranda alınması; (3) nişastalı olmayan sebzeler; (4) baklagiller ve (5) nişastalar (patates dâhil); (6) alkolün orta düzeyde alınması; (7) et ve et ürünleri ile (8) süt ve süt ürünlerinin düşük oranda alınması. Daha sonra (9) deniz ürünleri grubu eklenmiştir (Hu ve diğerleri, 2002).

Akdeniz Diyet Skoru, dokuz bileşenin her birinin günlük alımına bağlı olarak maddeleri 0 ile 1 arasında puanlamıştır. Kesme noktaları, çalışma örnekleminin cinsiyete göre her bir bileşenin medyan alımına göre verilmiştir. Meyveler ve nişastalı olmayan sebzeler gibi her bir ‘koruyucu’ bileşen, bir bireyin alımının medyan alımı aşması durumunda bir puan; bir bireyin alımının medyan alımına eşit veya altında olması durumunda ise sıfır puan almıştır. Her bir ‘koruyucu olmayan’ bileşen (etler ve süt ürünleri gibi), bir bireyin alımı medyan alımın altındaysa bir puan; bir bireyin alımı medyan alımına eşit veya üzerindeyse sıfır puan almıştır. Alkol için, günde 10 g ile 50 g tüketen erkeklere ve günde 5g ile 25 g tüketen kadınlara bir puan verilmiştir. Akdeniz Diyet Skoru, geleneksel Akdeniz diyetine minimum bağlılık anlamına gelen 0 ile 9 arasında değişmiştir (Carvalho ve diğerleri, 2014).

2.2.Diyet Kalitesi ve Sağlık

Düşük diyet kalitesi yüksek enerji yoğunluğuna sahip ancak besin değeri düşük besinlerin aşırı tüketimi ile ilişkilidir. Bu durum düşük diyet kalitesinin başta obezite olmak üzere birçok bulaşıcı olmayan hastalık ile ilişkilendirilmesine yol açmıştır (Mozaffarian, Hao, Rimm, Willett ve Hu, 2011). Buna ek olarak yüksek diyet kalitesinin yaşlı yetişkinler arasında tüm nedenlere bağlı kardiyovasküler hastalık ve kanser nedenli ölüm riskinde azalma ile ilişkili bulunmuştur (Reedy ve diğerleri, 2014). Çocuk ve adolesanlarda ise yüksek diyet kalitesinin artmış fiziksel, duygusal ve psikososyal hayat kalitesi ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Dalwood, Marshall, Burrows, McIntosh ve Collins, 2020; Wu ve diğerleri, 2019).

Akdeniz diyeti gibi sağlıklı beslenme modellerine bağlılık, hem genel nüfusta hem de kronik hastalıkları olan bireylerde fiziksel ve ruhsal refahın iyileşmesi ve sağlıklı ilişkili yaşam kalitesinin yükselmesi ile tutarlı bir şekilde ilişkili bulunmuştur (Godos ve diğerleri, 2025; Milte, Thorpe, Crawford, Ball ve McNaughton, 2015; Vajdi ve Farhangi, 2020).

3. SEZGİSEL YEME ve DİYET KALİTESİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Sezgisel yeme teorisi, sezgisel olarak yemek yiyen bireylerin sağlıklarına uygun besinleri seçmek için içsel olarak motive olduklarını öne sürmektedir (Tribole ve Resch, 2020). Ancak, sezgisel yeme ile diyet arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalardan elde edilen sonuçlar karışıktır.

Üniversite örnekleminde yapılan bir çalışma sezgisel yemenin diyet kalitesiyle ilişkili olmadığını bulmuştur (Borelli, Pignotti ve Widaman, 2020). Başka bir çalışma bu ilişkiyi aşırı kilolu/obez Fransız Kanadalı kadınlarda incelemiştir. Bu müdahale çalışmasında başlangıçta sezgisel yemenin diyet kalitesiyle ilişkili olmadığı ve bu ilişkinin kontrol grubunda da tutarlı olduğu bulunmuştur. Ancak, müdahale sonrasında, sezgisel yeme müdahalesi alan katılımcılar diyet kalitesinde önemli iyileşmeler yaşarken, kontrol grubu diyet kalitesinde iyileşme görülmemiştir (Carbonneau ve diğerleri, 2017).

Diğer araştırmacılar, sezgisel beslenmenin özellikleri ile toplam enerji, meyveler, sebzeler, şeker veya yağ oranı yüksek besinler, toplam yağ ve atıştırmalıklar gibi diyetin çeşitli bileşenleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir (Barad ve diğerleri, 2019; Camilleri ve diğerleri, 2017; Carbonneau ve diğerleri, 2017). Üniversite öğrencileri arasında, kuralsız yemek yemeye izin verenlerin meyve ve sebze alımlarının daha düşük olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, fiziksel açlığa yanıt olarak yemek yiyenler ve daha iyi refah için yiyecek seçenlerin daha fazla meyve ve sebze tükettiği bildirilmiştir (Barad ve diğerleri, 2019).

Başka bir çalışma, sezgisel yeme ile abur cubur alımı arasında bir ilişki olmadığını göstermiştir; ancak, üniversite öğrencileri arasında sezgisel yeme ile diyet çeşitliliği arasında pozitif bir ilişki vardır (Smith ve Hawks, 2006). NutriNet-Santé çalışması gibi diğer örneklerde, Fransız yetişkinlerden oluşan geniş çaplı temsili bir örnekleme, sezgisel yemenin bazı yönlerinin besin gruplarının tüketimiyle ilişkisinin tutarsız olduğu bulunmuştur (Camilleri ve diğerleri, 2017).

Başka bir çalışmada, duygusal nedenlerden ziyade fiziksel nedenlerle yeme bildiren katılımcılar daha düşük tatlı ve yağlı ürün tüketimi bildirmiştir (Carbonneau ve diğerleri, 2017). Daha yüksek açlık ve tokluk ipuçlarına güvenme skoru, daha düşük süt ürünleri, et, balık ve yumurta tüketimi ile ilişkili iken; daha yüksek açlık ve tokluk ipuçlarına güvenme skorları kadınlarda daha

yüksek tam tahıl tüketimiyle ilişkilidir (Carbonneau ve diğerleri, 2017). Ayrıca, yemek için koşulsuz izin skoru daha yüksek olan Fransız yetişkin katılımcıların meyve, sebze ve tam tahıl alımları daha düşüktür (Carbonneau ve diğerleri, 2017).

İsviçre'de yapılmış bir çalışma diyet kalitesi ile duygusal nedenlerden çok fiziksel nedenlerle yeme ve beden-besin seçimi uyumunun pozitif; koşulsuz yemek yeme izninin negatif korelasyon gösterdiğini ortaya koymuştur (Horwath, Hagmann ve Hartmann, 2019). Özellikle, daha yüksek koşulsuz yemek yeme izni davranışlarına sahip katılımcılar daha yüksek tatlı, tuzlu atıştırılabilirlik, şekerle tatlandırılmış içecek ve fast food alımı bildirmiştir. Daha yüksek duygusal nedenlerden ziyade fiziksel nedenlerle yeme davranışlarına sahip katılımcılar ise daha düşük tatlı ve fast food alımı bildirmiştir ve diğer alt ölçekler bu örnekleme anlamlı bir korelasyon göstermemiştir (Horwath ve diğerleri, 2019). Diyet taraması uygulanan bir çalışmada beden-besin seçimi uyumunun daha fazla sebze ve tam tahıl, daha az şeker tüketimiyle, koşulsuz yemek yeme izninin ise daha fazla eklenmiş şekerle ilişki olduğu görülmüştür. Ayrıca fiziksel nedenlere dayalı yemenin daha fazla kalsiyum ve sebze tüketimiyle ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Jackson, Sano, Parker, Cox ve Lanigan, 2022).

Yetişkinler ile yapılan bir çalışmada ise diyet kalitesi ile beden-besin seçimi uyumu ile pozitif; koşulsuz yemek yeme izni ile negatif ilişki olduğu; toplam sezgisel yeme puanı ile ilişki olmadığı saptanmıştır (Sire, Carbonneau, Lemieux ve Carbonneau, 2024).

Üniversite öğrencileri ile yapılan başka bir çalışmada ise diyet ile fiziksel nedenlere dayalı yeme, beden-besin seçimi uyumu, toplam sezgisel yeme puanının pozitif; koşulsuz yemek yeme izninin negatif olduğu bildirilmiştir (Tabatabai, Holland, Curtis ve Neyman Morris, 2021). Sezgisel yeme ve diyet kalitesi arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar Tablo 1’de özetlenmiştir.

4.SONUÇ

Sezgisel yeme yaklaşımı, bireylerin açlık ve tokluk sinyallerine güvenerek besin seçmeleri ve yiyeceklerle sağlıklı bir ilişki geliştirmelerini hedefleyen bütüncül bir beslenme modelidir. Literatürde bu yaklaşımın diyet kalitesi ile ilişkisini inceleyen çalışmalar farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Bazı araştırmalar sezgisel yeme ölçeği toplam puanı ile diyet kalitesi arasında

anlamlı bir ilişki olmadığını bildirirken, özellikle alt boyutlar düzeyinde belirgin eğilimler gözlenmektedir.

“Duygusal nedenlerden çok fiziksel nedenlerle yeme” ve “beden-besin seçimi uyumu” boyutlarının yüksek olması genellikle daha sağlıklı beslenme örüntüleri, daha fazla meyve, sebze ve tam tahıl tüketimiyle ilişkilendirilmiştir. Buna karşılık, “koşulsuz yemek yeme izni” boyutu daha düşük diyet kalitesi, artmış şeker ve enerji yoğun besin tüketimi ile ilişkili bulunmuştur. Bu durum sezgisel yeme davranışlarının homojen bir etki göstermediğini, alt ölçeklerin ayrı ayrı incelenmesinin önem taşıdığını göstermektedir.

Genel olarak bulgular, sezgisel yeme eğiliminin tek başına diyet kalitesinin güçlü bir belirleyicisi olmayabileceğini, ancak belirli boyutlarda (örneğin fiziksel açlığa yanıt verme, beden-besin uyumu) diyet kalitesini olumlu yönde etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, sezgisel yeme yaklaşımının sağlık davranışları ve beslenme eğitimi programlarında destekleyici bir araç olarak kullanılabileceği, özellikle duygusal yeme ve koşulsuz izin boyutlarında daha bilinçli stratejilerle desteklenmesi gerektiği söylenebilir.

Tablo 1: Sezgisel Yeme ve Diyet Kalitesi Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmaların Özeti

Yazar, Yıl	Popülasyon	Diyet Kalitesi Ölçme Yöntemi	Sonuç
Ateş, Bakırhan ve Kalkan, 2024	Üniversite öğrencileri	Sağlıklı Yeme İndeksi	Sezgisel yeme ölçeği toplam puanı: İlişki yok
Belon, Serier, VanderJagt ve Smith, 2022	Üniversite öğrencileri	Sağlıklı Beslenme	Orta düzey sezgisel yeme: Orta düzeyde yüksek diyet kalitesi Düşük sezgisel yeme: Düşük diyet kalitesi
Borelli ve diğerleri, 2020	Üniversite öğrencileri	Sağlıklı Yeme İndeksi	Koşulsuz yemek yeme izni: Negatif Sezgisel yeme ölçeği toplam puanı: İlişki yok
Camilleri ve diğerleri, 2017	Yetişkin	Besin Alım Düzenleri	Fiziksel nedenler/ıpuçları: Daha sağlıklı alım (daha düşük enerji, şeker, yağ); İzin: Daha az meyve/sebze/tam tahıl alımı
Carbonneau ve diğerleri, 2017	Yetişkin kadınlar	Sağlıklı Yeme İndeksi	Duygusal nedenlerden çok fiziksel nedenlerle yeme: Pozitif Koşulsuz yemek yeme izni: Negatif Sezgisel yeme ölçeği toplam puanı: Pozitif
Horwath ve diğerleri, 2019	Yetişkin	Besin Tüketim Sıklığı Diyet Kalitesi	Duygusal nedenlerden çok fiziksel nedenlerle yeme: Pozitif Beden-besin seçimi uyumu: Pozitif Koşulsuz yemek yeme izni: Negatif

Tablo 1: Sezgisel Yeme ve Diyet Kalitesi Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmaların Özeti (Devam)

Jackson ve diğerleri, 2022	Yetişkin	Diyet Taraması	Beden-besin seçimi uyumu: Daha fazla sebze/tam tahıl, daha az şeker Koşulsuz yemek yeme izni: Daha fazla eklenmiş şeker Duygusal nedenlerden çok fiziksel nedenlerle yeme: Daha fazla kalsiyum/sebze
Lopez, Hernandez, Bode ve Ledoux, 2023	Üniversite öğrencileri	Diyet Geçmişi Anketi	Duygusal nedenlerden çok fiziksel nedenlerle yeme: Pozitif Beden-besin seçimi uyumu: Pozitif Koşulsuz yemek yeme izni: Negatif pozitif Açlık ve tokluk ipuçlarına güven: Negatif
Sire ve diğerleri, 2024	Yetişkin	Sağlıklı Yeme İndeksi	Beden-besin seçimi uyumu: Pozitif Koşulsuz yemek yeme izni: Negatif Sezgisel yeme ölçeği toplam puanı: İlişki yok
Tabatabai ve diğerleri, 2021	Üniversite öğrencileri	Konuşmaya Başlatmak (Starting The Conversation)	Duygusal nedenlerden çok fiziksel nedenlerle yeme: Pozitif Beden-besin seçimi uyumu: Pozitif Koşulsuz yemek yeme izni: Negatif Sezgisel yeme ölçeği toplam puanı: Pozitif

KAYNAKÇA

- Ardies, C. M. (2014). *Diet, exercise, and chronic disease: the biological basis of prevention*: CRC Press.
- Arvaniti, F. ve Panagiotakos, D. B. (2008). Healthy indexes in public health practice and research: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(4), 317-327.
- Ateş, K. S., Bakırhan, H. ve Kalkan, I. (2024). Mental health and sleep quality: are intuitive eating, hedonic hunger and diet quality, determinants? a cross-sectional study. *Malawi Medical Journal*, 36(2), 80-89.
- Bach, A., Serra-Majem, L., Carrasco, J. L., Roman, B., Ngo, J., Bertomeu, I. ve Obrador, B. (2006). The use of indexes evaluating the adherence to the Mediterranean diet in epidemiological studies: a review. *Public health nutrition*, 9(1a), 132-146.
- Barad, A., Cartledge, A., Gemmill, K., Misner, N. M., Santiago, C. E., Yavelow, M. ve Langkamp-Henken, B. (2019). Associations between intuitive eating behaviors and fruit and vegetable intake among college students. *Journal of nutrition education and behavior*, 51(6), 758-762.
- Belon, K. E., Serier, K. N., VanderJagt, H. ve Smith, J. E. (2022). What is healthy eating? Exploring profiles of intuitive eating and nutritionally healthy eating in college women. *American Journal of Health Promotion*, 36(5), 823-833.
- Borelli, J., Pignotti, G. P. ve Widaman, A. (2020). Examining the relationship between intuitive eating and diet quality among college students. *Current Developments in Nutrition*, 4, nzaa059_007.
- Bruce, L. J. ve Ricciardelli, L. A. (2016). A systematic review of the psychosocial correlates of intuitive eating among adult women. *Appetite*, 96, 454-472.
- Camilleri, G. M., Méjean, C., Bellisle, F., Andreeva, V. A., Kesse-Guyot, E., Hercberg, S. ve Péneau, S. (2017). Intuitive eating dimensions were differently associated with food intake in the general population-based NutriNet-Santé study. *The Journal of nutrition*, 147(1), 61-69.
- 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.
- Carboneau, É., Begin, 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.
- Carvalho, K. M. B. d., Dutra, E. S., Pizato, N., Gruezo, N. D. ve Ito, M. K. (2014). Diet quality assessment indexes. *Revista de Nutrição*, 27(5), 605-617.
- Clifford, D., Ozier, A., Bundros, J., Moore, J., Kreiser, A. ve Morris, M. N. (2015). Impact of non-diet approaches on attitudes, behaviors, and health outcomes: A systematic review. *Journal of nutrition education and behavior*, 47(2), 143-155. e141.
- Council, N. R. (1989). Recommended dietary allowances. *Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences, National Research Council. Washington: National Academic.*
- Çalışkan Akımal, G., Açar, Y., Şehadet Taşdemir, Ş., Aslan, M. N. ve Köksal, E. (2023). Diyet kalitesinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan indeksler: Geleneksel derleme. *Türkiye Klinikleri J Health Sci*, 8(2), 354-361.
- Dalwood, P., Marshall, S., Burrows, T. L., McIntosh, A. ve Collins, C. E. (2020). Diet quality indices and their associations with health-related outcomes in children and adolescents: an updated systematic review. *Nutrition journal*, 19, 1-43.
- Drewnowski, A., Henderson, S. A., Shore, A., Fischler, C., Preziosi, P. ve Hercberg, S. (1996). Diet quality and dietary diversity in France: implications for the French paradox. *Journal of the American Dietetic Association*, 96(7), 663-669.
- Drewnowski, A., Renderson, S. A., Driscoll, A. ve Rolls, B. J. (1997). The Dietary Variety Score: assessing diet quality in healthy young and older adults. *Journal of the American Dietetic Association*, 97(3), 266-271.
- Dugmore, J. A., Winten, C. G., Niven, H. E. ve Bauer, J. (2020). Effects of weight-neutral approaches compared with traditional weight-loss approaches on behavioral, physical, and psychological health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews*, 78(1), 39-55.

- Faw, M. H., Davidson, K., Hogan, L. ve Thomas, K. (2021). Corumination, diet culture, intuitive eating, and body dissatisfaction among young adult women. *Personal Relationships*, 28(2), 406-426.
- Fidanza, F. (2001). Who remembers the true Italian Mediterranean diet? In (Vol. 14, pp. 119-120).
- Fidanza, F., Alberti, A., Lanti, M. ve Menotti, A. (2004). Mediterranean Adequacy Index: correlation with 25-year mortality from coronary heart disease in the Seven Countries Study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 14(5), 254-258.
- Gast, J. A. ve Hawks, S. R. (2000). Examining intuitive eating as a weight loss program. *Healthy Weight Journal*, 14(3), 42-44.
- Gil, Á., de Victoria, E. M. ve Olza, J. (2015). Indicators for the evaluation of diet quality. *Nutricion hospitalaria*, 31(3), 128-144.
- Godos, J., Guglielmetti, M., Ferraris, C., Frias-Toral, E., Domínguez Azpíroz, I., Lipari, V., . . . Galvano, F. (2025). Mediterranean Diet and Quality of Life in Adults: A Systematic Review. *Nutrients*, 17(3), 577.
- Guenther, P. M., Casavale, K. O., Reedy, J., Kirkpatrick, S. I., Hiza, H. A., Kuczynski, K. J., . . . Krebs-Smith, S. M. (2013). Update of the healthy eating index: HEI-2010. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(4), 569-580.
- Guenther, P. M., Reedy, J. ve Krebs-Smith, S. M. (2008). Development of the healthy eating index-2005. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(11), 1896-1901.
- Haines, P. S., Siega-Riz, A. M. ve Popkin, B. M. (1999). The Diet Quality Index revised: a measurement instrument for populations. *Journal of the American Dietetic Association*, 99(6), 697-704.
- Hensley-Hackett, K., Bosker, J., Keefe, A., Reidlinger, D., Warner, M., D'Arcy, A. ve Utter, J. (2022). Intuitive eating intervention and diet quality in adults: a systematic literature review. *Journal of nutrition education and behavior*, 54(12), 1099-1115.
- Hoffmann, K., Zyriax, B.-C., Boeing, H. ve Windler, E. (2004). A dietary pattern derived to explain biomarker variation is strongly associated with the risk of coronary artery disease. *The American journal of clinical nutrition*, 80(3), 633-640.

- Horwath, C., Hagmann, D. ve Hartmann, C. (2019). Intuitive eating and food intake in men and women: Results from the Swiss food panel study. *Appetite*, 135, 61-71.
- Hu, F. B., Bronner, L., Willett, W. C., Stampfer, M. J., Rexrode, K. M., Albert, C. M., . . . Manson, J. E. (2002). Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. *Jama*, 287(14), 1815-1821.
- Jackson, A., Sano, Y., Parker, L., Cox, A. E. ve Lanigan, J. (2022). Intuitive eating and dietary intake. *Eating behaviors*, 45, 101606.
- Kastorini, C.-M., Papadakis, G., Milionis, H. J., Kalantzi, K., Puddu, P.-E., Nikolaou, V., . . . Panagiotakos, D. B. (2013). Comparative analysis of a-priori and a-posteriori dietary patterns using state-of-the-art classification algorithms: a case/control study. *Artificial intelligence in medicine*, 59(3), 175-183.
- Kennedy, E. T., Ohls, J., Carlson, S. ve Fleming, K. (1995). The healthy eating index: design and applications. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 95(10), 1103.
- Keys, A., Mienotti, A., Karvonen, M. J., Aravanis, C., Blackburn, H., Buzina, R., . . . Keys, M. H. (1986). The diet and 15-year death rate in the seven countries study. *American journal of epidemiology*, 124(6), 903-915.
- Kourlaba, G. ve Panagiotakos, D. B. (2009). Dietary quality indices and human health: a review. *Maturitas*, 62(1), 1-8.
- Lopez, T. D., Hernandez, D., Bode, S. ve Ledoux, T. (2023). A complex relationship between intuitive eating and diet quality among university students. *Journal of American college health*, 71(9), 2751-2757.
- Miller, V., Webb, P., Micha, R. ve Mozaffarian, D. (2020). Defining diet quality: a synthesis of dietary quality metrics and their validity for the double burden of malnutrition. *The Lancet Planetary Health*, 4(8), e352-e370.
- Milte, C. M., Thorpe, M. G., Crawford, D., Ball, K. ve McNaughton, S. A. (2015). Associations of diet quality with health-related quality of life in older Australian men and women. *Experimental gerontology*, 64, 8-16.
- Mozaffarian, D., Hao, T., Rimm, E. B., Willett, W. C. ve Hu, F. B. (2011). Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men. *New England journal of medicine*, 364(25), 2392-2404.
- Reedy, J., Krebs-Smith, S. M., Miller, P. E., Liese, A. D., Kahle, L. L., Park, Y. ve Subar, A. F. (2014). Higher diet quality is associated with decreased

- risk of all-cause, cardiovascular disease, and cancer mortality among older adults. *The Journal of nutrition*, 144(6), 881-889.
- Ruel, M. T. (2003). Operationalizing dietary diversity: a review of measurement issues and research priorities. *The Journal of nutrition*, 133(11), 3911S-3926S.
- Sire, T., Carbonneau, N., Lemieux, S. ve Carbonneau, É. (2024). Is Intuitive Eating Associated With Diet Quality and Physical Health Indicators? Findings From the PREDISE Study. *Current Developments in Nutrition*, 8.
- Sire, T., Carbonneau, N., Lemieux, S. ve Carbonneau, É. (2025). Associations between intuitive eating, overall diet quality, and physical health indicators: Results of the PREDISE study. *Appetite*, 107904.
- Smith, T. ve Hawks, S. R. (2006). Intuitive eating, diet composition, and the meaning of food in healthy weight promotion. *American Journal of Health Education*, 37(3), 130-136.
- Sofi, F. (2009). The Mediterranean diet revisited: evidence of its effectiveness grows. *Current opinion in cardiology*, 24(5), 442-446.
- Spadine, M. ve Patterson, M. S. (2022). Social influence on fad diet use: a systematic literature review. *Nutrition and Health*, 28(3), 369-388.
- Tabatabai, M., Holland, J., Curtis, L. ve Neyman Morris, M. (2021). The Relationship Between Intuitive Eating and Diet Quality in a College Population. *Californian Journal of Health Promotion*, 19(1).
- Tribole, E. ve Resch, E. (2012). Intuitive eating: A revolutionary program that works . New York: St. In: Martin's Press.
- Tribole, E. ve Resch, E. (2020). *Intuitive eating: A revolutionary anti-diet approach*: St. Martin's Essentials.
- Trichopoulou, A. (2001). Mediterranean diet: the past and the present. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD*, 11(4 Suppl), 1-4.
- Trichopoulou, A., Kouris-Blazos, A., Wahlqvist, M. L., Gnardellis, C., Lagiou, P., Polychronopoulos, E., . . . Trichopoulos, D. (1995). Diet and overall survival in elderly people. *Bmj*, 311(7018), 1457-1460.
- Tylka, T. L. (2006). Development and psychometric evaluation of a measure of intuitive eating. *Journal of counseling psychology*, 53(2), 226.

- Tylka, T. L. ve Kroon Van Diest, A. M. (2013). The Intuitive Eating Scale–2: Item refinement and psychometric evaluation with college women and men. *Journal of counseling psychology*, 60(1), 137.
- Vajdi, M. ve Farhangi, M. A. (2020). A systematic review of the association between dietary patterns and health-related quality of life. *Health and quality of life outcomes*, 18, 1-15.
- Waijers, P. M., Feskens, E. J. ve Ocké, M. C. (2007). A critical review of predefined diet quality scores. *British journal of nutrition*, 97(2), 219-231.
- Wirt, A. ve Collins, C. E. (2009). Diet quality–what is it and does it matter? *Public health nutrition*, 12(12), 2473-2492.
- Wu, X., Zhuang, L., Li, W., Guo, H., Zhang, J., Zhao, Y. K., . . . Veugelers, P. (2019). The influence of diet quality and dietary behavior on health-related quality of life in the general population of children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Quality of Life Research*, 1-27. doi:10.1007/s11136-019-02162-4

BÖLÜM 2

PARKİNSON ve BESLENME

Dr. Öğr. Üyesi Özge ESGİN¹
Prof. Dr. Ayşe Özfer ÖZÇELİK²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17948377>

¹Bayburt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Bayburt, Türkiye. E-Posta:esginozge@gmail.com, ORCID ID:0000-0002-0353-3975

²Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye. E-Posta:ozferozcelik@gmail.com, ORCID ID:0000-0002-9087-2042

GİRİŞ

Parkinson hastalığı (PH), nörolojik hastalıklar arasında Alzheimer hastalığından sonra en sık görülen nörodejeneratif bozukluktur. Tüm dünyada PH prevalansının giderek arttığı bildirilmektedir (World Health Organization, 2022b; Yavaş ve Mut, 2023). Progresif ve nörodejeneratif etkisi nedeniyle motor fonksiyonların bozulmasına neden olan PH beslenme davranışlarını ve beslenme durumunu olumsuz etkileyebilmektedir. Hastalığın seyrinin hafifletilmesi ve uygulanan tedavilerin etkinliğinin artırılması için beslenme tedavisine yönelik yaklaşımların incelenmesi, Parkinson hastalarında yaşam kalitesinin korunması açısından büyük önem taşımaktadır (Phokaewvarangkul ve ark., 2025).

1.PARKİNSON HASTALIĞININ TANIMI ve EPİDEMİYOLOJİSİ

Parkinson hastalığı ilk olarak James Parkinson tarafından tanımlanan, substansiya nigra hasarı sonucu dopaminerjik nöronların dejenerasyonu ve/veya kaybı ile karakterize ilerleyici, nörodejenaratif ve kronik bir hastalıktır (Jankovic, 2008; Parkinson, 2002). Dopaminerjik nöronlardaki mutasyonların nedenleri tam olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte genetik faktörler (SNCA, LRRK2, VPS35, PINK1, DJ-1, ATPaz tipi 13A2 ve Parkin), çevresel faktörler (tarım ilaçları ve ağır metal maruziyeti gibi) ve yaşın ilerlemesinin etkili olabileceği düşünülmektedir (Akbayır ve ark., 2017).

Dünya Sağlık Örgütü PH prevalansının son 25 yılda ikiye katlandığını bildirmektedir (World Health Organization, 2022b). Dünya çapındaki veriler ile yapılan bir meta-analiz çalışmasında PH prevalansının tüm toplumda 315/100.000 olduğu belirtilmiştir (Pringsheim ve ark., 2014). Dünyada yapılan PH prevalans çalışmaları incelendiğinde; PH prevalansının sanayileşmiş ülkelerde genel popülasyonda %0,3 olduğu (De Lau ve Breteler, 2006), Avrupa ülkelerinde 100.000'de 65,6 ile 12.500 arasında değiştiği (Von Campenhausen ve ark., 2005), Kanada'da kendi evinde yaşayan yetişkinlerde %0,2; yaşlı bakım hizmeti veren kurumlarda yaşayanlarda %4,9 olduğu (Wong ve ark., 2014); Tanzania'nın kırsal kesimlerinde 20/100.000 olduğu (Dotchin ve ark., 2008) bildirilmektedir. Türkiye'de yapılan bölgesel PH prevalans çalışmaları incelendiğinde ise Van'ın Başkale ilçesinde 100.000'de 202 (Durmus ve ark., 2015), Sivas il merkezinde 150 olduğu (Bolayır ve ark., 2002); Edirne ve

ilçelerinde %1,2 olduğu (Güler ve ark., 2022), Bursa'nın Orhangazi ilçesinde %2,23 olduğu (Özbek ve ark., 2009) görülmektedir.

2.PARKİNSON HASTALIĞININ TANI KRİTERLERİ ve EVRELERİ

Parkinson hastalığının tanısında Birleşik Krallık Parkinson Hastalığı Topluluğu Beyin Bankası'nın (United Kingdom Parkinson's Disease Society Brain Bank) ve Hareket Bozuklukları Cemiyeti'nin (Movement Disorders Society-MDS) kriterleri kullanılmaktadır. Hareket Bozuklukları Cemiyeti'nin tanı kriterinde kesin dışlama kriterleri, destekleyici kriterler ve kırmızı bayrakların varlığı kategorileri bulunmaktadır (Hughes ve ark., 1992; Postuma ve ark., 2015) (Tablo 1).

Tablo 1: Parkinson Tanı Kriterleri

Birleşik Krallık Parkinson Hastalığı Topluluğu Beyin Bankası Klinik Tanı Kriterleri	Hareket Bozuklukları Derneği Tanı Kriterleri	
İdiyopatik Parkinson Hastalığı için destekleyici kriterler (Aşağıdaki kriterlerden en az üçünün bulunması)	Kesin İdiyopatik Parkinson Hastalığı	Olası İdiyopatik Parkinson Hastalığı
Unilateral başlangıç	Kesin dışlama kriterlerinin olmaması	Kesin dışlama kriterlerinin olmaması
Progresif seyirli olması	En az iki destekleyici kriterin olması	Kırmızı bayrakların destekleyici kriterler ile birlikte varlığı
İstirahat tremorunun olması	Kırmızı bayrak bulgularının olmaması	Eğer sadece bir kırmızı bayrak bulgusu var ise, en az bir destekleyici kriter bulgusu olmalı
Hastalığın başladığı tarafta bulguların asimetrik olarak devam etmesi		İki tane kırmızı bayrak bulgusu var ise en az iki tane destekleyici kriter bulgusu olmalı
Levodopaya iyi yanıt vermesi (%70- 100)		İkiden fazla kırmızı bayrak bulgusu var ise bu kategoriye alınmamaktadır.
5 yıl veya daha uzun süreli levodopa yanıtı		
Levodopaya bağlı diskinezilerin olması		
Klinik seyrin 10 yıl veya daha uzun sürmesi		

Parkinson hastalığının evrelerinin belirlenmesinde modifiye Hoehn&Yahr sınıflaması kullanılmaktadır. Hastalığın evreleri Tablo2’de gösterilmiştir (Goetz ve ark., 2004).

Tablo 2: Modifiye Hoehn&Yahr Sınıflaması

Evre	Açıklama
1	Tek taraflı tremor, rijidite, akinezi veya postürel dengesizlik. Semptomlar hafiftir.
1,5	Tek taraflı ve aksiyel tutulum.
2	İki taraflı tremor, rijidite, akinezi veya bradimimi, yutma güçlükleri aksiyel rijidite, öne eğilmiş postür, yavaş veya ayağını sürüyerek yürüme ve genel katılık gibi aksiyel bulgularla birlikte veya tek başına postüral anormallikler. Minimal özürlülük bulunabilir.
2,5	Çelme testinde düzelme ile ılımlı bilateral hastalık.
3	Evre 2’deki bulgulara ek olarak hastada denge bozuklukları var, ancak hasta tüm aktivitelerini bağımsız olarak yapabilir.
4	Hasta günlük aktivitelerinin bir kısmında veya tamamında yardıma ihtiyaç duyar. Ciddi semptomlar ve belirgin özürlülük.
5	Hasta tekerlekli sandalyeye veya yatağa bağımlı durumdadır.

3.PARKİNSON HASTALIĞININ TEDAVİSİ

Parkinson hastalığının tedavisinde medikal tedavi, cerrahi tedavi, fizyoterapi ve rehabilitasyon olmak üzere üç temel prensip uygulanmakla birlikte son zamanlarda yapılan çalışmalar tıbbi beslenme tedavisinin önemini vurgulamaktadır.

3.1.Medikal Tedavi

Parkinson hastalığında medikal tedavi hastalığın motor ve motor olmayan semptomların iyileştirilmesi üzerine odaklanmaktadır. Motor semptomlar için levodopa ve dopamin agonistleri önerilmektedir. Bununla birlikte Katekol-O-metiltransferaz inhibitörleri ve monoamin oksidaz B inhibitörleri kullanılmaktadır (Kaakkola, 2000; Zahoor ve ark., 2018). Motor olmayan semptomlar, dopaminerjik olmayan yaklaşımlar gerektirmektedir. Klopabin, kolinesteraz inhibitörleri ve pramipeksol halüsinasyon, demans,

depresyon gibi bulguların iyileştirilmesinde kullanılabilmektedir (Armstrong ve Okun, 2020; Connolly ve Lang, 2014).

3.2.Cerrahi Tedavi

Parkinson hastalığının cerrahi tedavisinde stereotaktik cerrahi, talamotomi, pallidotomi gibi ablatif yöntemler kullanılabilmektedir (Walter ve Vitek, 2004). Uzun süreli levodopa tedavisinin komplikasyonlarının bir sonucu olarak, son 15-20 yıldır yeni yöntemlerin arayışı başlamış ve cerrahi tedavi derin beyin stimülasyonu (DBS) olarak adlandırılan elektrot implantasyon cerrahisine doğru evrilmiştir. Cerrahi tedavinin şu anki temel taşı olan DBS, implante edilebilir elektrotlar ve implante edilebilir bir puls üretici/pil kullanılarak subtalamik çekirdeğin (STN) yüksek frekanslı stimülasyonudur (Foltynie ve Hariz, 2010). Bu tedavi stratejisi tipik olarak ilaca yanıt vermeyen hastalara uygulanabilmekte olup hastanın semptomlarına göre uyarlanabilmektedir (Lee ve ark., 2018; Hariz ve Blomstedt, 2022; Montgomery Jr ve Gale, 2008).

3.3.Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Fizik tedavi Parkinson hastalığının yönetiminde, şiddetinin azaltılmasında, fiziksel kapasitenin geliştirilmesi, düşme riskinin azaltılmasında, semptomların kontrolünde ve yaşam kalitesinin artırılmasında büyük bir önem taşımaktadır (Cholewa ve ark., 2013; Redecker ve ark., 2014; Gage ve Storey, 2004). Ancak sonuçların sürdürülebilir olması için tedavinin sürekliliği ve uygun egzersizlerin seçimi kritik bir rol oynamaktadır. Yürüyüş ve denge eğitimi, kuvvet ve esneklik egzersizleri ve semptomlara özgü aktiviteler fizik tedavinin ana müdahaleleri arasındadır (Alameer ve ark., 2024).

3.4.Parkinson Hastalığında Tıbbi Beslenme Tedavisi

Parkinson hastalarında görülen motor ve non-motor semptomlar günlük yaşam aktivitelerini kısıtlamakla birlikte yeterli ve dengeli beslenme üzerinde de olumsuz etkiye sahip olabildiği gibi yetersiz ve dengesiz beslenme de hastalığın klinik seyri ve şiddeti üzerinde etkili olabilmektedir (Lin ve ark., 2020; Mentxakatorre ve ark., 2024). Motor semptomlar besin hazırlama ve tüketmede zorluklara neden olmakta, disfaji gibi sorunlar yeterli beslenmeyi olumsuz etkilemektedir. Semptomların uzun süreli tedavi edilmemesi

malnütrisyonu yol açabilmektedir (Gültekin ve ark., 2024; Helliesen ve ark., 2023). Malnütrisyon ile birlikte gerçekleşen kas gücü ve kütleindeki kayıplar, postüral instabiliteyi ve düşme riskini artırır iken; B₁₂ vitamini, folik asit ve D vitamini eksiklikleri motor fonksiyonların bozulmasına neden olabilmektedir (Li ve ark., 2021; Sleeman ve ark., 2017).

Parkinson hastalığının tıbbi beslenme tedavisinin temel amacı, hastalığın tedavisine kullanılan ilaçların emiliminin azalmasını önlemek ve yan etkilerini azaltmaktır. Avrupa Klinik Beslenme ve Metabolizma Derneği (Society for Clinical Nutrition and Metabolism- ESPEN) hastalık süresince beslenme durumlarının, homosistein ve vitamin düzeylerinin düzenli olarak izlenmesini, özellikle vücut ağırlığındaki değişikliklere ve D vitamini, folik asit ve B₁₂ vitamini takviyesi ihtiyacına dikkat edilmesi gerektiğini belirtmektedir. Hoehn & Yahr evresi 2'nin üzerinde olan veya vücut ağırlığı kaybı, düşük beden kütle indeksi, salya akması, demans veya disfaji belirtileri olan tüm hastalarının disfaji taramasından geçirilmesi gerektiği, PH'na özgü yutma bozukluğu testlerinin kullanılması gerektiği ve disfajiye katkıda bulunan motor semptomların düzeltilmesine yönelik tedavi uygulanması gerektiği bildirilmiştir.

Parkinson hastalarında beslenme durumu ve bozuklukları ile hastalığın getirdiği komplikasyonlar bireysel olarak izlenmeli ve tıbbi beslenme tedavisi bireysel düzeyde gereksinimlere göre planlanmalıdır. Parkinson hastalarına yemeklerden en az 30 dakika önce levodopa ilaçlarını almaları tavsiye edilmekte, motor dalgalanmalar yaşayanlara levodopa emilimini ve etkinliğini en üst düzeye çıkarmak için proteinin öğünlere göre dağılımını sağlayan protein yeniden dağıtım diyeti rejimine uymaları tavsiye edilmektedir (Burgos ve ark., 2018).

Öğünlere göre protein dağılımı sağlanması, düşük protein ve C vitamininin tedavide kullanılan levodopanin emilimini artırarak klinik bulguları düzelttiği ve motor dalgalanmaları azalttığı bilinmektedir. B₁₂ vitamini, B₆ vitamini ve folik asit takviyeleri levodopa metabolizmasından kaynaklanan yüksek homosistein konsantrasyonunu azaltmaktadır (Keun ve ark., 2021; Cereda ve ark., 2010). Parkinson hastalığında levodopa emiliminin dengelenmesi amacıyla sadece protein miktarı ve tüketim saati değil aynı zamanda alınan karbonhidrat miktarı da önem taşımaktadır. Öğünlerde karbonhidrat:protein oranının 5:1 olması önerilmektedir (Berry ve ark., 1991).

Aynı zamanda Parkinson hastalarında D vitamini eksikliğinin, kas fonksiyonlarında bozulma, postüral instabilite ve düşme riski ile ilişkili olabileceği de belirtilmektedir (Xu ve ark., 2025; Boersma ve ark., 2012; Pignolo ve ark., 2022).

Parkinson hastalarında vitamin eksiklikleri gibi mineral eksiklikleri de hastalığın seyri ve semptomları açısından önem taşımaktadır. Magnezyum görev aldığı enerji metabolizması, substrat metabolizması, hücre sinyalleşmesi ve diğer iyonların homeostazının sağlanması gibi hücresel süreçlerin birçoğunun Parkinson hastalığının gelişimi ve ilerlemesinde bozulduğu bilinmektedir. Bu nedenle magnezyum eksikliğinin nörodejenerasyon riskini artırabileceği ve PH'nın patogenezinde rol oynayabileceği belirtilmektedir (Cibulka ve ark., 2024). Serum ve plazmada çinko düzeyinin azalmasının PH riskinin artmasıyla ilişkili olduğu, sinir iletimi ve nörotransmitter salınımı üzerinde önemli bir rol oynadığı ve PH'nda hareket bozukluklarını ağırlaştırdığı bildirilmiştir (Du ve ark., 2017; Mizuno ve ark., 2024; Zhang ve ark., 2023). Parkinson hastalarında plazma çinko ve bakır konsantrasyonlarının azaldığı, demir konsantrasyonunun ise önemli ölçüde arttığı gösterilmiştir. Demir dopamin sentezinde gerekli bir kofaktör olsa da demirin aşırı alımı oksidatif stres riskini artırabileceği, demirle ilişkili hücre ölümünü tetikleyebileceği ve mitokondriyal disfonksiyonu şiddetlendirebileceği düşünülmektedir (Zhao ve ark., 2013; Zeng ve ark., 2024).

Parkinson hastalarının beslenme düzeninde dikkat edilmesi gereken besinlerden biri de bakladır. Baklanın tanelerinde levodopa bulunmuyor iken yeşil kabukları ve yaprakları levodopa maddesi içermektedir. Levodopa içeren ilaçlar levodopanin bağırsaklarda dopamine dönüşmesini engelleyen etkin maddeler sayesinde beyne ulaşmasını sağlamaktadır. Baklanın içeriğinde levodopanin dopamine dönüşmesini önleyen maddeler bulunmayıp sadece levodopa bulunduğu için hastalık tedavisinde etkili olmadığı belirtilmektedir. İçeriğindeki levodopa miktarı tam olarak belirlenemediğinden aşırı tüketimi hastalık semptomlarının artmasına neden olabilmektedir (Apaydın ve ark., 2008).

4.PARKİNSON HASTALARINDA GÖRÜLEN BESLENME İLE İLİŞKİLİ SAĞLIK SORUNLARI

Parkinson hastalarında ilaçların yan etkileri olarak ağız kuruluğu, salya akıntısı, bulantı/kusma ve iştah kaybı gibi beslenme sorunları görülebilmektedir (Jing ve ark., 2023; Špiljak ve ark., 2022 Poirier ve ark., 2016). Özellikle disfaji gibi beslenme sorunlarının hem yetersiz beslenme ve sıvı alımını azaltarak malnütrisyona yol açabileceği hem de aspirasyon riskini artırarak ciddi solunum yolu komplikasyonlarına neden olabileceği bildirilmektedir (Suttrup ve Warnecke 2016; Kalf ve ark., 2012). Bu nedenle Parkinson hastalarında disfaji gibi yutma güçlüklerinde kıvamı ayarlanmış besinler ve uygun yutma teknikleri ile beslenmenin desteklenmesi, enerji dengesinin korunarak ani vücut ağırlığı değişimlerinin engellenmesi ve hidrasyon dengesinin sağlanması önerilmektedir (Schindler ve ark.,2021; Kabaran ve Yıldız, 2012). Parkinson hastalarında yetersiz beslenme kas kütlesi ve gücünü azaltmakla birlikte motor fonksiyonları zayıflamasına, yaşam kalitesinin düşmesine ve tedaviye yanıtın azalmasına neden olabilmektedir (Lima ve ark., 2025; Ongun, 2018). Bu nedenle hastaların beslenme değerlendirmeleri düzenli olarak yapılmalı, beslenme örüntüsü bireye özgü planlanmalı ve gerektiğinde enerji ve protein açısından zenginleştirilmiş diyetler veya medikal beslenme destekleri uygulanmalıdır.

Parkinson hastalarında gastrointestinal problemler sıklıkla görülmektedir. Gastrointestinal problemler arasında en sık görülen sorunlardan biri konstipasyon şikayetleridir. Konstipasyon yaşam kalitesini olumsuz etkilemek ile birlikte bazı ilaçların emilimini de değiştirebilmektedir (Stocchi ve Torti, 2017). Kabızlığı olan Parkinson hastalarının su ve posa alımının arttırılmasına yönelik genel beslenme tavsiyelerinin yanı sıra probiyotik ve prebiyotik lif içeren fermente süt ürünlerinin kullanımı önerilmektedir (Burgos ve ark., 2018).

5.PARKİNSON HASTALIĞINDA GÜNCEL BESLENME ÖNERİLERİ

Parkinson hastalığı nöronların ilerleyici dejenerasyonu ile karakterize kronik bir nörodejeneratif hastalıktır ve oksidatif stres, nöronal ölümün artmasında önemli rol oynamaktadır (Wichansawakun ve ark., 2022). Parkinson hastalığının patogeneğinde bazı gen mutasyonlarının (SNCA, PRKN, PINK1, DJ-1, LRRK2) etkisi bilinmekle birlikte oksidatif strese bağlı bazı moleküller (koenzim Q10, glutatyon peroksidaz, E vitamini, ksantin vb.)

biyobelirteç olarak kullanılabilmektedir (Chang ve Chen, 2020). Parkinson hastalarında Cu, Fe ve Zn düzeylerinin yüksek olması ve Glutasyon (GSH) düzeyinin azalması gibi antioksidan sistemle ilişkili olması bu mekanizmayı desteklemektedir (Fattah ve ark., 2020; Bharath ve ark., 2002; Zeevalk ve ark., 2007).

Oksidatif stresin neden olduğu dejenerasyonu önlenmesi için antioksidan içeriği yüksek diyetler önerilmektedir. Antioksidan içeriği yüksek diyetlerin PH gelişim riskini azaltabileceği bildirilmiştir (Solch ve ark., 2022). Flavonoidlerin bağırsakta yüksek konsantrasyonlara ulaşması, oksidatif stres ve inflamasyon ile karakterize bağırsak hastalıklarının ilerlemesini yavaşlatabileceği, polifenol açısından zengin diyetlerin serum zonulin düzeylerini düşürdüğü ve bütirat üreten bakteriler olan Clostridiales, Roseburia, Butyricococcus ve Faecalibacterium türlerini artırdığı gösterilmiştir (Del Bo ve ark., 2021; Peron ve ark., 2021; Terra ve ark., 2017). Ayrıca üzüm ve kırmızı şaraptan elde edilen polifenollerin bağırsak mikrobiyotasını düzenleyerek yararlı mikrobiyal ekosisteme katkıda bulunabileceği ve polifenoller ile bağırsak mikrobiyotası arasında karşılıklı bir etkileşim olabileceği bildirilmiştir (Nash ve ark., 2018). Bu nedenle Parkinson hastalığında güncel beslenme önerileri anti-inflamatuar ve antioksidan besinlerin ağırlıklı olduğu diyetler üzerine yoğunlaşmaktadır. Antioksidan ve anti-inflamatuar özellikleri ile bilinen Akdeniz diyeti ve MIND (Mediterranean-DASH Intervention for Neurodegenerative Delay, Nörodejeneratif Gecikme için Akdeniz- DASH Müdahalesi) diyeti bu bağlamda öne çıkmaktadır. Bu beslenme modellerine uyumun PH riskini azaltabileceği ve hastalığın ilerlemesini yavaşlatabileceği bildirilmiştir (Zhao ve ark., 2025; Metcalfe-Roach ve ark., 2020).

5.1.Parkinson Hastalığında Akdeniz Diyeti

Akdeniz diyeti zeytinyağı, sebze, meyve, bakliyat, kuruyemişler, balık ve deniz ürünlerinin tüketiminin önerildiği, kırmızı etin ve işlenmiş besinlerin sınırlı tüketiminin önerildiği bir beslenme modelidir. Akdeniz diyetinin PH riski ile ilişkisinin antiinflamatuvar etki göstermesi, bağırsak mikrobiyotasını düzenlemesi ve mitokondriyal fonksiyonu iyileştirmesi üzerinden gerçekleştirdiği savunulmaktadır (Zhao ve ark., 2025). Bununla birlikte Akdeniz diyetinin hastalığın seyri ve semptomları üzerinde de etkili olabileceği bildirilmektedir (Bisaglia, 2022). Akdeniz diyetinin Parkinson hastalarında

yürütücü işlev, dil, dikkat, konsantrasyon, aktif bellek ve genel bilişsel durum üzerinde etkili olduğu saptanmıştır (Paknahad ve ark., 2020). Akdeniz diyetini oluşturan bileşenlerin kognitif fonksiyon üzerine etkisini destekleyen bulgular besin öğelerinin interaktif ve sinerjik fonksiyonları üzerinden yorumlanmaktadır. Tek bir besin öğesinin etkisi yerine besinlerin bir arada tüketilmesi ile oluşturdıkları etkilerin değerlendirilmesi ve daha net sonuçların ortaya konulması gerektiği belirtilmektedir (İçen ve ark., 2019). Bununla birlikte bu beslenme örüntüsünün süt ve kalsiyumun yeterli alımlarını sağlayacak şekilde de değiştirilebileceği savunulmuştur (Wade ve ark., 2017). Bu nedenle son yıllarda yapılan çalışmalar Akdeniz diyeti gibi antioksidan içeriği yüksek bir beslenme örüntüsü olan MIND diyeti üzerine yoğunlaşmaktadır.

5.2.Parkinson Hastalığında MIND Diyeti

Morris ve ark. (2015) tarafından geliştirilen MIND diyeti; Akdeniz diyeti ile DASH diyetinin birleşiminden oluşturulmuş, nörodejeneratif hastalıkların önlenmesi ve bilişsel fonksiyonların korunmasında önerilen bir beslenme modelidir. MIND diyeti beyin sağlığını destekleyen 10 besin grubu ve beş sağlıksız besin grubundan oluşmaktadır. Beyin sağlığını destekleyen besinler yeşil yapraklı sebzeler, diğer sebzeler, üzüm suyu meyveler, sert kabuklu yemişler, zeytinyağı, tam tahıllar, kızartılmamış balık, kurubaklagiller, kızartılmamış kümes hayvanları ve şarap iken sağlıksız besinler kırmızı et ve ürünleri, tereyağı ve margarin, peynir, hamur işleri ve şekerlemeler, kızartmalar/fast food olarak belirlenmiştir (Morris ve ark., 2015).

Parkinsonizm ve PH’nda MIND diyetine uyumun hastalığın başlangıç yaşını geciktirebileceği ve semptomların ilerlemesini yavaşlatabileceği bildirilmektedir (Metcalf-Roach ve ark., 2020; Agarwal ve ark., 2018). MIND diyetine uyum arttıkça sözel bellek, çalışma hafızası ve genel bilişsel performansın geliştiği, bilişsel gerileme ve demans riskinin azaldığı savunulmaktadır (Calil ve ark., 2018; Dhana ve ark., 2021; McEvoy ve ark., 2017; Abbatecola ve ark., 2018). Bu nedenle özellikle yaşlı bireylerde öznel hafıza şikayetlerinin azalması, sağlıklı beyin yaşlanmasının desteklenmesi ve kognitif fonksiyonların korunması açısından bu diyet örüntüsünün etkili olabileceği vurgulanmaktadır (Adjibade ve ark., 2019; Gardener ve Rainey-Smith, 2021; Berendsen ve ark., 2018; Nishi ve ark., 2021). MIND diyeti

üzerine yapılan çalışmalar aynı zamanda MIND diyetine uyumun günlük yaşam aktivitelerinde gelişebilecek fonksiyonel kayıplarla ters ilişkili olduğunu ve fiziksel performans düşüşünü yavaşlatarak engelliliği azaltabileceğini göstermektedir (Agarwal ve ark., 2019; Talegawkar ve ark., 2022). MIND diyetinde önerilen yeşil yapraklı sebzeler, üzüksü meyveler, tam tahıllar, balık ve zeytinyağı gibi besinlerin düzenli tüketiminin artırılarak işlenmiş gıdalar ve kırmızı etin sınırlandırılması ile birlikte hem motor hem de bilişsel semptomların kontrolünün sağlanabileceği ifade edilmektedir (Melekoğlu ve Rakıcıoğlu, 2020). Yapılan sistematik bir derlemede de MIND diyetine bağlılığın bilişsel performansın geliştirilmesinde diğer bitkisel bazlı diyetlerden daha üstün olabileceği bildirilmiştir (Kheirouri ve Alizadeh, 2022). MIND diyeti Parkinson hastalığı gibi nörodejeneratif hastalıkların riskinin azaltılması, bu hastalıklarda görülen motor ve non motor semptomların hafifletilmesi, hastalığın şiddetinin ilerleyişinin durdurulması, fiziksel performansın geliştirilmesi ve yaşam kalitesinin artırılması açısından önem taşımaktadır.

5.3. Parkinson Hastalığı ve Mikrobiyota

Parkinson hastalığında motor ve non-motor semptomlar ile birlikte gastrointestinal problemler yaşanmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, bağırsak mikrobiyotasının PH'nın oluşumunda ve ilerlemesinde etkili olabileceğini öne sürmektedir. Bağırsak mikrobiyotasındaki değişikliklerin, hastalığın erken dönemlerinde bile gözlemlenebileceği ve α -sinüklein protein birikintilerinin beyne taşınmasını teşvik ederek nöroinflamasyona yol açabileceği düşünülmektedir (Munoz-Pinto ve ark., 2024; Tan, Lim ve Lang, 2022; Dong ve ark., 2022). Parkinson hastalarının mikrobiyotasında görülen bir diğer değişiklik ise kısa zincirli yağ asitlerini (SCFA) üreten bakterilerin azalması ve patojenik bakterilerin artışıdır. Bu durumun hastalığın seyrini etkileyebileceği bildirilmiştir (Tan, Lim ve Lang, 2022). Parkinson hastalarının bağırsak mikrobiyotasında karbonhidrat fermantasyonunun ve bütirat sentezi kapasitesinin düşük olduğu, zararlı aminoasit metabolitlerinin arttığı, mikrobiyotadaki değişikliklerin dallı zincirli aminoasitlerin periferik azalmasına neden olduğu ve bu disbiyozun motor dalgalanmalarla ilgili olduğu bildirilmektedir (Cirstea ve ark., 2020; Nielsen ve ark., 2021; Parashar ve Udayabanu, 2017; Yan ve ark., 2022). Hastaların sadece bağırsak mikrobiyotasında değil oral mikrobiyotasında da değişiklikler olabileceği ifade

edilmektedir (Pereira ve ark., 2017). Literatürde Parkinson hastalarında Prevotellaceae, Faecalibacterium, Dorea, Stoquefichus, Coprococcus, Tenericutes, Euryarchaeota, Firmicutes ve Lachnospiraceae miktarının düşük, Bifidobacteriaceae, Lactobacillus, Verrucomicrobiaceae, Catabacter, Veillonellaceae ve Christensenellaceae'nin yüksek olduğu saptanmıştır. Fakat Ruminokok ve Bacteroides miktarlarında yapılan çalışmalarda farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Lin ve ark., 2018; Petrov ve ark., 2017; Shen ve ark., 2021).

Bağırsak mikrobiyotasının PH'nin sadece oluşumunda ve ilerlemesinde değil aynı zamanda tedavide kullanılan ilaçların etkinliği üzerinde de etkili olabileceği belirtilmektedir. Mikrobiyotada oluşan bakteri çeşidi ve sayısındaki dengesizliklerin levodopa'nın dopamine dönüşmesine neden olarak tedavi dozunun beyne ulaşmasını azaltabileceği savunulmaktadır (DeWeerd, 2025; Zhong, Ye ve Yan, 2023). Bu nedenle PH'nin tedavisinde mikrobiyota temelli terapötik yaklaşımlar son yıllarda önem kazanmıştır. Probiyotikler, prebiyotikler, psikobiyotikler, sinbiyotikler, postbiyotikler, fekal mikrobiyota nakli ve antioksidan içeriği yüksek beslenme örüntüsünün bağırsak mikrobiyotasını düzenleyerek nöroinflamasyonu azaltabileceği ve motor fonksiyonları iyileştirebileceği savunulmaktadır (Zhu ve ark., 2022).

KAYNAKÇA

- Abbatecola Am, Russo M, Barbieri M. (2018). Dietary Patterns And Cognition In Older Persons. *Current Opinion In Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 21(1):10-13.
- Adjibade M, Assmann Ke, Julia C, Galan P, Hercberg S, Kesse-Guyot E. (2019). Prospective Association Between Adherence To The Mind Diet And Subjective Memory Complaints In The French Nutrinet-Santé Cohort. *Journal Of Neurology*, 266(4):942-952.
- Agarwal P, Wang Y, Buchman A, Holland T, Bennett D, Morris M. (2018). MIND Diet Associated With Reduced Incidence And Delayed Progression Of Parkinsonism In Old Age. *The Journal Of Nutrition, Health & Aging*, 22(10):1211-1215.
- Agarwal P, Wang Y, Buchman As, Bennett Da, Morris Mc. (2019). Dietary Patterns And Self-Reported Incident Disability In Older Adults. *The Journals Of Gerontology: Series A*, 74(8):1331-1337.
- Akbayır E, Şen M, Ay U, Şenyer S, Tüzün E, Küçükali Ci. (2017). Parkinson Hastalığının Etiyopatogenezi. *Deneysel Tıp Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7(13):1-23.
- Alameer, A. A. H., Alhuraysi, M. A. M., Alhazmi, M. I., Al-Ghamdi, W. A. M., Alshehri, S. A. A., Maashi, S. M., & Al-Ghashmari, K. H. A. (2024). Parkinson disease: an overview for the management techniques via physical therapy. *Journal of Ecohumanism*, 3(8), 12698-12707.
- Apaydın H, Özekmekci S, Oğuz S, Zileli İ. (2008). Parkinson Hastalığı: Hasta Ve Yakınları İçin El Kitabı. *Parkinson Hastalığı Derneği*, İstanbul.
- Armstrong Mj, Okun Ms. (2020). Diagnosis And Treatment Of Parkinson Disease: A Review. *Jama*, 323(6):548-560.
- Berendsen Am, Kang Jh, Feskens Ej, De Groot C, Grodstein F, Van De Rest O. (2018). Association Of Long-Term Adherence To The Mind Diet With Cognitive Function And Cognitive Decline In American Women. *The Journal Of Nutrition, Health & Aging*, 22(2):222-229.
- Berry, E. M., Growdon, J. H., Wurtman, J. J., Caballero, B., & Wurtman, R. J. (1991). A balanced carbohydrate: protein diet in the management of Parkinson's disease. *Neurology*, 41(8), 1295-1295.
- Bharath S, Cochran B, Hsu M, Liu J, Ames B, Andersen J. (2002). Pre-Treatment With R-Lipoic Acid Alleviates The Effects Of Gsh Depletion

- In Pc12 Cells: Implications For Parkinson's Disease Therapy. *Neurotoxicology*, 23(4-5):479-486.
- Bisaglia, M. (2022). Mediterranean diet and Parkinson's disease. *International journal of molecular sciences*, 24(1), 42.
- Boersma, D., Demontiero, O., Amiri, Z. M., Hassan, S., Suarez, H., Geisinger, D., ... & Duque, G. (2012). Vitamin D status in relation to postural stability in the elderly. *The Journal of nutrition, health and aging*, 16(3), 270-275.
- Bolayır E, Taş A, Topalkara K, Akyüz A, Topaktaş S. (2002). Sivas İl Merkezinde Parkinson Hastalığı Prevalansı. *Cütf*, 10(2):61-68.
- Burgos, R., Bretón, I., Cereda, E., Desport, J. C., Dziewas, R., Genton, L., ... & Bischoff, S. C. (2018). ESPEN guideline clinical nutrition in neurology. *Clinical nutrition*, 37(1), 354-396.
- Calil Sr, Brucki Sm, Nitrini R, Yassuda Ms. (2018). Adherence To The Mediterranean And MIND Diets Is Associated With Better Cognition In Healthy Seniors But Not In Mcı Or Ad. *Clinical Nutrition Espen*, 28:201-207.
- Cereda, E., Barichella, M., Pedrolli, C., & Pezzoli, G. (2010). Low-protein and protein-redistribution diets for Parkinson's disease patients with motor fluctuations: a systematic review. *Movement Disorders*, 25(13), 2021-2034.
- Chang K-H, Chen C-M. (2020). The Role Of Oxidative Stress In Parkinson's Disease. *Antioxidants*, 9(7):597.
- Cholewa J, Boczarska-Jedynak M, Opala G. (2013). Influence Of Physiotherapy On Severity Of Motor Symptoms And Quality Of Life In Patients With Parkinson Disease. *Neurologia I Neurochirurgia Polska*, 47(3):256-262.
- Cibulka, M., Brodnanova, M., Halasova, E., Kurca, E., Kolisek, M., & Grofik, M. (2024). The Role of Magnesium in Parkinson's Disease: Status Quo and Implications for Future Research. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(15), 8425.
- Cirstea Ms, Yu Ac, Golz E, Sundvick K, Kliger D, Radisavljevic N, Foulger Lh, Mackenzie M, Huan T, Finlay Bb. (2020). Microbiota Composition And Metabolism Are Associated With Gut Function In Parkinson's Disease. *Movement Disorders*, 35(7):1208-1217.

- Connolly Bs, Lang Ae. (2014). Pharmacological Treatment Of Parkinson Disease: A Review. *Jama*, 311(16):1670-1683.
- De Lau Lm, Breteler Mm. (2006). Epidemiology Of Parkinson's Disease. *The Lancet Neurology*, 5(6):525-535
- Del Bo C, Bernardi S, Cherubini A, Porrini M, Gargari G, Hidalgo- Liberona N, González-Domínguez R, Zamora-Ros R, Peron G, Marino M. (2021). A Polyphenol-Rich Dietary Pattern Improves Intestinal Permeability, Evaluated As Serum Zonulin Levels, In Older Subjects: The Maple Randomised Controlled Trial. *Clinical Nutrition*, 40(5):3006-3018.
- DeWeerd, S. (2025). Parkinson's gut-microbiota links raise treatment possibilities. *Nature*.
- Dhana K, James Bd, Agarwal P, Aggarwal Nt, Cherian Lj, Leurgans Se, Barnes Ll, Bennett Da, Schneider Ja. (2021). MIND Diet, Common Brain Pathologies, And Cognition In Community-Dwelling Older Adults. *Journal Of Alzheimer's Disease*, 83(2):683-692.
- Dong S, Sun M, He C, Cheng H. (2022). Brain-Gut-Microbiota Axis In Parkinson's Disease: A Historical Review And Future Perspective. *Brain Research Bulletin*, 183:84- 93.
- Dotchin C, Msuya O, Kissima J, Massawe J, Mhina A, Moshly A, Aris E, Jusabani A, Whiting D, Masuki G. (2008). The Prevalence Of Parkinson's Disease In Rural Tanzania. *Movement Disorders: Official Journal Of The Movement Disorder Society*, 23(11):1567-1672.
- Du, K., Liu, M. Y., Zhong, X., & Wei, M. J. (2017). Decreased circulating Zinc levels in Parkinson's disease: A meta-analysis study. *Scientific reports*, 7(1), 3902.
- Durmus H, Gokalp Ma, Hanagasi Ha. (2015). Prevalence Of Parkinson's Disease İn Baskale, Turkey: A Population Based Study. *Neurological Sciences*, 36(3):411-413.
- Fattah A, Amiri F, Mohammadian M, Alipourfard I, Valilo M, Taheraghdam A, Hemmati-Dinarvand M. (2020). Dysregulation Of Body Antioxidant Content Is Related To Initiation And Progression Of Parkinson's Disease. *Neuroscience Letters*, 736:135297.
- Foltynie, T., & Hariz, M. I. (2010). Surgical management of Parkinson's disease. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 10(6), 903–914. <https://doi.org/10.1586/ern.10.68>

- Gage H, Storey L. (2004). Rehabilitation For Parkinson's Disease: A Systematic Review Of Available Evidence. *Clinical Rehabilitation*, 18(5):463-482.
- Gardener Sl, Rainey-Smith Sr. (2021). The Dietary Approaches To Stop Hypertension (Dash) And Mediterranean-Dash Intervention For Neurodegenerative Delay (MIND) Diets And Brain Aging Factors Affecting Neurological Aging (Pp. 553-565): Elsevier.
- Goetz Cg, Poewe W, Rascol O, Sampaio C, Stebbins Gt, Counsell C, Giladi N, Holloway Rg, Moore Cg, Wenning Gk. (2004). Movement Disorder Society Task Force Report On The Hoehn And Yahr Staging Scale: Status And Recommendations The Movement Disorder Society Task Force On Rating Scales For Parkinson's Disease. *Movement Disorders*, 19(9):1020-1028.
- Güler S, Caylan A, Turan Fn, Dağdeviren N. (2022). Batı Türkiye'de İdiyopatik Parkinson Hastalığının Prevalansı Ve Klinik Özellikleri. *Noro-Psikiyatri Arsivi*, 59(2):98-104.
- Gültekin, M., Ozer, F. F., Akın, S., Ozturk, A., & Degirmenci, Y., (2024). Malnutrition İn Patients With Parkinson's Disease: Associated Clinical Factors. *European Journal Of Geriatrics And Gerontology* , Vol.6, No.1, 1-7.
- Hariz M, Blomstedt P. (2022). Deep Brain Stimulation For Parkinson's Disease. *Journal Of Internal Medicine*.
- Helliesen, J. S., Kristiansen, I., Brekke, H. K., Støkket, R. S., & Bye, A. (2023). Nutrition impact symptoms and the risk of malnutrition in people with Parkinson's disease: a cross-sectional study. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 36(1), 40-50.
- İçen H, Fereli S, Başoğlu İa, Güneş Fe. (2019). Akdeniz Diyetinin Kognitif Fonksiyonlar Üzerine Etkileri. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4(2):198- 204.
- Jankovic J. (2008). Parkinson's Disease: Clinical Features And Diagnosis. *Journal Of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 79(4):368-376.
- Jing, X. Z., Yuan, X. Z., Luo, X., Zhang, S. Y., & Wang, X. P. (2023). An update on nondopaminergic treatments for motor and non-motor symptoms of Parkinson's disease. *Current Neuropharmacology*, 21(8), 1806-1826.
- Kaakkola S. (2000). Clinical Pharmacology, Therapeutic Use And Potential Of Comt İnhibitors İn Parkinson's Disease. *Drugs*, 59(6):1233-1250.

- Kabaran S, Yıldız E. (2012). Parkinson Hastalığı: Beslenme İle İlgili Risk Etmenleri Ve Tıbbi Beslenme Tedavisi. *Beslenme Ve Diyet Dergisi*, 40(1):69-78.
- Kalf, J. G., De Swart, B. J. M., Bloem, B. R., & Munneke, M. (2012). Prevalence of oropharyngeal dysphagia in Parkinson's disease: a meta-analysis. *Parkinsonism & related disorders*, 18(4), 311-315.
- Keun, J. T. B., Arnoldussen, I. A., Vriend, C., & van de Rest, O. (2021). Dietary approaches to improve efficacy and control side effects of levodopa therapy in Parkinson's disease: a systematic review. *Advances in Nutrition*, 12(6), 2265-2287.
- Kheirouri S, Alizadeh M. (2022). MIND Diet And Cognitive Performance In Older Adults: A Systematic Review. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, 62(29):8059-8077.
- Lee Dj, Dallapiazza Rf, De Vloo P, Lozano Am. (2018). Current Surgical Treatments For Parkinson's Disease And Potential Therapeutic Targets. *Neural Regeneration Research*, 13(8):1342.
- Li, S., Zhang, Q., Gao, Y., Nie, K., Liang, Y., Zhang, Y., & Wang, L. (2021). Serum folate, vitamin B12 levels, and systemic immune-inflammation index correlate with motor performance in Parkinson's disease: a cross-sectional study. *Frontiers in Neurology*, 12, 665075.
- Lima, D. P., Monteiro, P. A., Gomes de Luna, J. R., Viana Junior, A. B., Santos, L. T. R., Brito De Almeida, S., ... & Montenegro Jr, R. M. (2025). Assessment of body composition, sarcopenia and protein intake in mild to moderate Parkinson's disease. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1507545.
- Lin A, Zheng W, He Y, Tang W, Wei X, He R, Huang W, Su Y, Huang Y, Zhou H. (2018). Gut Microbiota In Patients With Parkinson's Disease In Southern China. *Parkinsonism & Related Disorders*, 53:82-88.
- Lin, T. K., Chang, Y. Y., Chen, N. C., Liou, C. W., Lan, M. Y., Chen, Y. F., & Tsai, C. L. (2020). Nutritional status associated with molecular biomarkers, physiological indices, and clinical severity in Parkinson's disease patients. *International journal of environmental research and public health*, 17(16), 5727.
- Mcevoy Ct, Guyer H, Langa Km, Yaffe K. (2017). Neuroprotective Diets Are Associated With Better Cognitive Function: The Health And Retirement Study. *Journal Of The American Geriatrics Society*, 65(8):1857-1862.

- Melekoğlu E, Rakıcıoğlu N. (2020). Yaşlılarda Bilişsel Fonksiyonun Korunması İle İlişkili Diyet Modelleri. *Beslenme Ve Diyet Dergisi*, 48(2):84-92.
- Mentxakatorre, N. A., Tijero, B., Acera, M. Á., Fernández-Valle, T., Ruiz-Lopez, M., Gómez-Esteban, J. C., & Del Pino, R. (2024). Implication of nutrition in severity of symptoms and treatments in quality of life in Parkinson's disease: a systematic review. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1434290.
- Metcalfe-Roach A, Yu A, Golz E, Sundvick K, Cirstea M, Kliger D, Foulger L, Mackenzie M, Finlay B, Appel-Cresswell S. (2020). MIND Diet Associated With Later Onset Of Parkinson's Disease. *Medrxiv*.
- Mizuno, D., Kawahara, M., Konoha-Mizuno, K., Hama, R., & Ogawara, T. (2024). The Role of Zinc in the Development of Vascular Dementia and Parkinson's Disease and the Potential of Carnosine as Their Therapeutic Agent. *Biomedicines*, 12(6), 1296.
- Montgomery Jr Eb, Gale Jt. (2008). Mechanisms Of Action Of Deep Brain Stimulation (Dbs). *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(3):388-407.
- Morris Mc, Tangney Cc, Wang Y, Sacks Fm, Barnes Ll, Bennett Da, Aggarwal Nt. (2015). MIND Diet Slows Cognitive Decline With Aging. *Alzheimer's & Dementia*, 11(9):1015-1022.
- Munoz-Pinto, M. F., Candeias, E., Melo-Marques, I., Esteves, A. R., Maranha, A., Magalhães, J. D., ... & Cardoso, S. M. (2024). Gut-first Parkinson's disease is encoded by gut dysbiome. *Molecular Neurodegeneration*, 19(1), 78.
- Nash V, Ranadheera Cs, Georgousopoulou En, Mellor Dd, Panagiotakos Db, Mckune Aj, Kellett J, Naumovski N. (2018). The Effects Of Grape And Red Wine Polyphenols On Gut Microbiota—A Systematic Review. *Food Research International*, 113:277-287.
- Nielsen Sd, Pearson Nm, Seidler K. (2021). The Link Between The Gut Microbiota And Parkinson's Disease: A Systematic Mechanism Review With Focus On A-Synuclein Transport. *Brain Research*, 1769:147609.
- Nishi Sk, Babio N, Gómez-Martínez C, Martínez-González Má, Ros E, Corella D, Castañer O, Martínez Ja, Alonso-Gómez Ám, Wärnberg J. (2021). Mediterranean, Dash, And Mind Dietary Patterns And Cognitive

- Function: The 2-Year Longitudinal Changes In An Older Spanish Cohort. *Frontiers In Aging Neuroscience*, 13.
- Ongun, N. (2018). Does nutritional status affect Parkinson's Disease features and quality of life?. *PLoS One*, 13(10), e0205100.
- Özbek Se, Zarifoğlu M, Karlı N, Özçakır A, Yıldız D, Aslan D. (2009). A Population-Based Survey To Determine The Prevalence Of Movement Disorders In Orhangazi District Of Bursa, Turkey. *Turkish Journal Of Neurology/Turk Noroloji Dergisi*, 15(3).
- Paknahad Z, Sheklabadi E, Derakhshan Y, Bagherniya M, Chitsaz A. (2020). The Effect Of The Mediterranean Diet On Cognitive Function In Patients With Parkinson's Disease: A Randomized Clinical Controlled Trial. *Complementary Therapies In Medicine*, 50:102366.
- Parashar A, Udayabanu M. (2017). Gut Microbiota: Implications In Parkinson's Disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, 38:1-7.
- Parkinson J. (2002). An Essay On The Shaking Palsy. *The Journal Of Neuropsychiatry And Clinical Neurosciences*, 14(2):223-236.
- Pereira Pa, Aho Vt, Paulin L, Pekkonen E, Auvinen P, Scheperjans F. (2017). Oral And Nasal Microbiota In Parkinson's Disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, 38:61-67.
- Peron G, Gargari G, Meroño T, Miñarro A, Lozano Ev, Escuder Pc, González-Domínguez R, Hidalgo-Liberona N, Del Bo C, Bernardi S. (2021). Crosstalk Among Intestinal Barrier, Gut Microbiota And Serum Metabolome After A Polyphenol-Rich Diet In Older Subjects With "Leaky Gut": The Maple Trial. *Clinical Nutrition*, 40(10):5288-5297.
- Petrov V, Saltykova I, Zhukova I, Alifirova V, Zhukova N, Dorofeeva Yb, Tyakht A, Kovarsky B, Alekseev D, Kostryukova E. (2017). Analysis Of Gut Microbiota In Patients With Parkinson's Disease. *Bulletin Of Experimental Biology And Medicine*, 162(6):734-737.
- Phokaewvarangkul, O., Markaki, I., Moes, H. R., Petrovic, I., Schrag, A., & Bhidayasiri, R. (2025). Vital nutrition: Enhancing health in advanced Parkinson's disease with device-aided therapies. *Journal of Neural Transmission*, 1-13.
- Pignolo, A., Mastrilli, S., Davì, C., Arnao, V., Aridon, P., dos Santos Mendes, F. A., ... & D'Amelio, M. (2022). Vitamin D and Parkinson's disease. *Nutrients*, 14(6), 1220.

- Poirier, A. A., Aubé, B., Côté, M., Morin, N., Di Paolo, T., & Soulet, D. (2016). Gastrointestinal dysfunctions in Parkinson's disease: symptoms and treatments. *Parkinson's Disease*, 2016(1), 6762528.
- Pringsheim T, Jette N, Frolkis A, Steeves Td. (2014). The Prevalence Of Parkinson's Disease: A Systematic Review And Meta-Analysis. *Movement Disorders*, 29(13):1583-1590.
- Redecker C, Bilsing A, Csoti I, Fogel W, Ebersbach G, Hauptmann B, Hellwig B, Müngersdorf M. (2014). Physiotherapy In Parkinson's Disease Patients: Recommendations For Clinical Practice. *Basal Ganglia*, 4(1):35-38.
- Schindler, A., Pizzorni, N., Cereda, E., Cosentino, G., Avenali, M., Montomoli, C., ... & Alfonsi, E. (2021). Consensus on the treatment of dysphagia in Parkinson's disease. *Journal of the neurological sciences*, 430, 120008.
- Shen T, Yue Y, He T, Huang C, Qu B, Lv W, Lai H-Y. (2021). The Association Between The Gut Microbiota And Parkinson's Disease, A Meta-Analysis. *Frontiers In Aging Neuroscience*, 13:636545.
- Sleeman, I., Aspray, T., Lawson, R., Coleman, S., Duncan, G., Khoo, T. K., ... & Yarnall, A. (2017). The role of vitamin D in disease progression in early Parkinson's disease. *Journal of Parkinson's Disease*, 7(4), 669-675.
- Solch Rj, Aigbogun Jo, Voyiadjis Ag, Talkington Gm, Darensbourg Rm, O'connell S, Pickett Km, Perez Sr, Maraganore Dm. (2022). Mediterranean Diet Adherence, Gut Microbiota, And Alzheimer's Or Parkinson's Disease Risk: A Systematic Review. *Journal Of The Neurological Sciences*:120166.
- Špiljak, B., Lisak, M., Pašić, H., Trkanjec, Z., Lovrenčić Huzjan, A., & Bašić Kes, V. (2022). Sialorrhea and xerostomia in parkinson's disease patients. *Acta clinica Croatica*, 61(2), 320-326.
- Stocchi, F., & Torti, M. (2017). Constipation in Parkinson's disease. *International review of neurobiology*, 134, 811-826.
- Suttrup, I., & Warnecke, T. (2016). Dysphagia in Parkinson's disease. *Dysphagia*, 31(1), 24-32.
- Talegawkar Sa, Jin Y, Simonsick Em, Tucker Kl, Ferrucci L, Tanaka T. (2022). The Mediterranean-Dash Intervention For Neurodegenerative Delay (Mind) Diet Is Associated With Physical Function And Grip Strength In

- Older Men And Women. *The American Journal Of Clinical Nutrition*, 115(3):625-632.
- Tan, A. H., Lim, S. Y., & Lang, A. E. (2022). The microbiome–gut–brain axis in Parkinson disease—from basic research to the clinic. *Nature Reviews Neurology*, 18(8), 476-495.
- Terra X, Ardevol A, Blay M, Pinent M, Salvadó J. (2017). Flavonoids As Protective Agents Against Diet-Induced Oxidative Damage At Gastrointestinal Tract Gastrointestinal Tissue (Pp. 327-338): Elsevier.
- Von Campenhausen S, Bornschein B, Wick R, Bötzel K, Sampaio C, Poewe W, Oertel W, Siebert U, Berger K, Dodel R. (2005). Prevalence And Incidence Of Parkinson's Disease In Europe. *European Neuropsychopharmacology*, 15(4):473-490.
- Wade At, Davis Cr, Dyer Ka, Hodgson Jm, Woodman Rj, Keage Ha, Murphy Kj. (2017). A Mediterranean Diet To Improve Cardiovascular And Cognitive Health: Protocol For A Randomised Controlled Intervention Study. *Nutrients*, 9(2):145.
- Walter Bl, Vitek Jl. (2004). Surgical Treatment For Parkinson's Disease. *The Lancet Neurology*, 3(12):719-728.
- Wichansawakun S, Chupisanyarote K, Wongpipathpong W, Kaur G, Buttar Hs. (2022). Antioxidant Diets And Functional Foods Attenuate Dementia And Cognition In Elderly Subjects. *Functional Foods And Nutraceuticals In Metabolic And Non-Communicable Diseases*:533-549.
- Wong Sl, Gilmour Hl, Ramage-Morin Pl. (2014). *Parkinson's Disease: Prevalence, Diagnosis And Impact: Statistics Canada Ottawa*.
- World Health Organization.(2022b).Parkinson Disease. Retrieved 20.09, 2022, From [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/parkinson-disease#:~:Text=The%20prevalence%20of%20pd%20has,Of%20over%20100%25%20since%202000.\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/parkinson-disease#:~:Text=The%20prevalence%20of%20pd%20has,Of%20over%20100%25%20since%202000.))
- Xu, J., Li, J., Sun, Y. J., Quan, W., Qin, Y. D., Song, J., & Chen, J. J. (2025). Effect of vitamin D supplementation on motor symptoms in Parkinson's disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1500875.

- Yan Z, Yang F, Sun L, Yu J, Sun L, Si Y, Yao L. (2022). Role Of Gut Microbiota-Derived Branched-Chain Amino Acids In The Pathogenesis Of Parkinson's Disease: An Animal Study. *Brain, Behavior, And Immunity*.
- Yavaş G, Mut M. (2023). Impact Of Aging On The Central Nervous System: Approaches For Antiaging Beauty, Aging And Antiaging (Pp. 403-412): Elsevier.
- Zahoor I, Shafi A, Haq E. (2018). Pharmacological Treatment Of Parkinson's Disease. *Exon Publications*:129-144.
- Zeevalk G, Manzino L, Sonsalla P, Bernard L. (2007). Characterization Of Intracellular Elevation Of Glutathione (Gsh) With Glutathione Monoethyl Ester And Gsh In Brain And Neuronal Cultures: Relevance To Parkinson's Disease. *Experimental Neurology*, 203(2):512-520.
- Zeng, W., Cai, J., Zhang, L., & Peng, Q. (2024). Iron deposition in Parkinson's disease: A mini-review. *Cellular and molecular neurobiology*, 44(1), 26.
- Zhang, X., Wang, K., Ren, X. L., Zhang, M. D., Wu, K. N., Wu, H., ... & Wu, H. M. (2023). Zinc deficiency exacerbates behavioral impediments and dopaminergic neuron degeneration in a mouse model of Parkinson disease. *The Journal of Nutrition*, 153(1), 167-175.
- Zhao, H. W., Lin, J., Wang, X. B., Cheng, X., Wang, J. Y., Hu, B. L., ... & Zhu, J. H. (2013). Assessing plasma levels of selenium, copper, iron and zinc in patients of Parkinson's disease. *PloS one*, 8(12), e83060.
- Zhao, J., Peng, Y., Lin, Z., & Gong, Y. (2025). Association between Mediterranean diet adherence and Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of nutrition, health and aging*, 29(2), 100451.
- Zhong, Z., Ye, M., & Yan, F. (2023). A review of studies on gut microbiota and levodopa metabolism. *Frontiers in neurology*, 14, 1046910.
- Zhu, M., Liu, X., Ye, Y., Yan, X., Cheng, Y., Zhao, L., ... & Ling, Z. (2022). Gut microbiota: a novel therapeutic target for Parkinson's disease. *Frontiers in immunology*, 13, 937555.

CHAPTER 3

PLATES THAT FEED THE FUTURE: NEW APPROACHES TO SUSTAINABLE NUTRITION

Assist. Prof. Çağlar AKÇALI¹
Res. Asst. Mehmet ÖZYURT²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17948422>

¹Mardin Artuklu University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Mardin, Türkiye. E-Mail: caglarakcali@artuklu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-8226-9879

²Mardin Artuklu University, Faculty of Health Sciences, Department of Health Management, Mardin, Türkiye. E-Mail: mehmetozyurt@artuklu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-8115-3460

INTRODUCTION

Sustainability is generally defined as the ability to continue current development processes and pass on the same opportunities to future generations (Karabıçak & Özdemir, 2015). With the Industrial Revolution, humanity experienced fundamental transformations in production methods, lifestyles, and relationships with nature. While population growth and technological advances led to significant increases in production, the misconception that natural resources were unlimited resulted in intensive consumption. This situation caused environmental degradation and ecosystem destruction, bringing global environmental issues that threaten human life to the forefront. Thus, a development approach that prioritizes the conservation of natural resources and environmental awareness has become imperative, giving rise to the concept of sustainable development. This approach aims to ensure economic, environmental, and social development while meeting the needs of the present generation without compromising the life opportunities of future generations (Tıraş, 2012).

Global climate change is one of the most critical issues at the center of sustainability discussions. Changes in land use, fossil fuel consumption, deforestation, and industrial activities have led to an increase in greenhouse gas emissions into the atmosphere, amplifying the natural greenhouse effect and causing a significant rise in global temperatures (Bhatti et al., 2024; IPCC, 2023). This has resulted in serious consequences such as melting glaciers, rising sea levels, ecosystem degradation, and a decline in biodiversity. Furthermore, agricultural productivity is declining and food security is under direct threat (IPCC, 2019; IPCC, 2021). Therefore, making individuals' dietary choices more environmentally sustainable is considered a strategic approach to mitigating the adverse effects of climate change (Hertwich, 2010).

The concept of sustainable nutrition represents a holistic framework that aims not only to meet individuals' nutritional needs but also to balance these needs with the planet's ecological limits (Lawrence, 2024). The complex structure of food systems encompasses agricultural production, processing, distribution, consumption, and waste management processes; thus, it demonstrates that nutrition must be addressed not only in terms of health but also in terms of its ecological dimension. Sustainable nutrition minimizes dependence on animal products while promoting the use of plant-based foods.

Such an approach supports food production that is both highly nutritious and culturally adaptable and environmentally sustainable (Koerber et al., 2016).

The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2010) defines sustainable diets as “diets that contribute to the nutritional security and healthy living standards of current and future generations while minimizing environmental impacts.” These diets not only meet nutritional needs but also aim to protect biodiversity and ecosystems. They must be accessible, culturally appropriate, economically fair, feasible, and affordable (Burlingame & Dernini, 2012). Therefore, dietary patterns that reduce water and carbon footprints and promote local, diverse, and traditional food types offer significant environmental and health benefits (Alsaffar, 2016).

This approach aligns with the Planetary Health Diet, which provides essential nutrients for human health while also supporting environmental sustainability. This diet embraces strategies such as reducing land use, lowering freshwater consumption, and limiting greenhouse gas emissions from food production. It allows for limited consumption of animal products while promoting a systematic shift towards plant-based foods. This approach contributes to ecological goals such as preserving climate stability, sustaining biodiversity, and efficiently using natural resources, in addition to reducing the risk of diet-related chronic diseases such as obesity, type 2 diabetes, cardiovascular diseases, and certain cancers. Research shows that plant-based dietary patterns reduce mortality and chronic disease risk, while excessive consumption of red and processed meat increases the risk of premature death and diabetes. Furthermore, animal-based food production, especially red meat, incurs the highest environmental costs in terms of greenhouse gas emissions, water, and land use, while plant-based foods significantly reduce this burden (Bremer & Raiten, 2023; Hemler & Hu, 2019).

In conclusion, the sustainable nutrition and planetary health diet offers a holistic approach that highlights the interdependence between food systems, human health, and ecosystems. These frameworks emphasize that nutrition cannot be evaluated separately from ecological realities; they underscore the need for fundamental transformations not only in individual behavior but also in agricultural practices, supply chains, and policy structures (Marak & Parashar, 2024). Thus, sustainable nutrition represents a scientific and socio-

political paradigm shift, offering a fundamental roadmap aimed at ensuring humanity's nutrition without jeopardizing the planet's resilience.

1.THE ENVIRONMENTAL IMPACT of FOOD CHOICES and ALTERNATIVE PROTEINS

Dietary patterns determine not only individual health outcomes but also the functioning of ecosystems. There is strong scientific consensus on the decisive role of greenhouse gas emissions in global warming and climate change, and therefore the goal is to limit global temperature increase to below 2°C, preferably to 1.5°C. Current agricultural production systems account for approximately 30% of global greenhouse gas emissions, consume 70% of freshwater resources, and use 40% of land surface area; this poses serious risks to environmental sustainability (Gibbs & Cappuccio, 2022). Consumption patterns directly determine the type and amount of natural resources used in food production. In particular, the spread of Western-style eating patterns increases the environmental burden while also having negative effects on public health (Fresán and Sabaté, 2019). In this context, preferring minimally processed, local, seasonal, and organic foods, along with reducing packaging use, emerges as an important strategy for reducing ecological impacts (Kowalsky et al., 2022).

Sustainability-focused transformation has increased interest in alternative protein sources. Plant-based options stand out because they can provide essential nutrients such as protein, dietary fiber, vitamins, and minerals, along with relatively low carbon footprints. In this context, while legumes and grains form the primary sources, new products such as quinoa and amaranth increase nutritional diversity and offer resource-efficient agricultural solutions thanks to their high protein content and resilience to harsh environmental conditions (Siddiqui et al., 2023). Similarly, seaweeds attract attention due to their ability to be cultivated without requiring freshwater or arable land, their capacity to increase nutrient density through high micronutrient and bioactive compound content, and their potential to support sustainable aquaculture (Zhang et al., 2023). Although the level of cultural acceptance varies by region, insect proteins are among the strategically important alternatives that stand out due to their high feed conversion efficiency and ability to feed on organic waste, resulting in lower greenhouse gas emissions and resource use. Furthermore,

innovations in food processing facilitate the gradual integration of these products into food systems (Varelas, 2019).

Along with the increase in global protein demand, cell-based meat and advanced fermentation technologies are emerging at the intersection of modern biotechnology and sustainable nutrition. Cell-based meat is produced by multiplying animal cells under controlled conditions, thereby offering the potential to reduce dependence on traditional livestock farming, lower greenhouse gas emissions and water consumption, and improve animal welfare (Alkema et al., 2015). Targeted formulations to enrich products with iron and omega-3 fatty acids can contribute to addressing micronutrient deficiencies commonly seen in different communities. On the other hand, sensitive fermentation technologies increase production efficiency by optimizing growth conditions in a controlled manner and offer the potential to reduce food waste (Capozzi et al., 2020; Pal & Molnár, 2022). However, regulatory frameworks, consumer perception, cultural acceptance levels, and ethical legitimacy debates play a critical role in the scalability of these technologies (Kiefer et al., 2018). Modern applications of traditional fermentation enable the development of products that improve bioavailability and sensory properties, can function as probiotic carriers, and support microbiome diversity. Additionally, some innovative biotechnological approaches facilitate the production of gluten-free, lactose-free, or allergen-free functional foods (Mokoena et al., 2016; Mohammed et al., 2017; Obafemi et al., 2022; Ranadheera et al., 2017). Overall, plant-based foods, seaweed, insect proteins, cell-based meat, and fermentation-based products offer transformative potential in terms of reducing food insecurity, improving nutritional quality, preserving biodiversity, and lowering the environmental footprint, and play an important role in restructuring sustainable food systems (Fan et al., 2023; Ludeña-Urquizo et al., 2016).

Livestock activities increase N_2O , CO_2 , and CH_4 emissions through mechanisms such as high-energy feed production, processing, and especially enteric fermentation in ruminants. These activities are reported to account for 14–18% of global greenhouse gas emissions. Emissions intensity varies depending on animal species, agroecological conditions, farm management practices, and supply chain processes. Therefore, sustainable livestock strategies such as improving feed efficiency, improving manure management,

adopting low-emission production technologies, and supporting alternative protein sources are critical to reducing environmental impacts (FAO, 2013). Approximately 65% of total livestock-attributed greenhouse gas emissions are generated by cattle, with 41% originating from beef production and 20% from dairy production. Poultry and small ruminants contribute between 8–10%. When evaluated on a product basis, beef production has the highest emission intensity per unit, while dairy and small ruminant production have lower emission intensities, and poultry production has the lowest emission intensity. These differences indicate that reducing red meat consumption in dietary patterns and shifting toward lower-emission protein sources could be a critical strategy for reducing environmental impacts (FAO, 2013). Animal production has been shown to have a higher environmental impact than plant production; this impact is primarily due to feed and energy inputs, waste management, and high energy costs in transportation, processing, and packaging. The use of large areas of land and water resources for feed production, increased energy losses due to low feed-to-protein conversion efficiency, methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O) emissions from fertilizer and waste management, and the energy intensity of transportation and storage processes, along with cold chain requirements, further increase this environmental burden (Bastian et al., 2021). In this context, lab-grown meat, plant-based meat analogues, and insect-derived proteins are considered potential alternatives in terms of reducing greenhouse gas emissions, slowing deforestation, and meeting the growing global protein demand (Tokay et al., 2022). Plant-based meat alternatives are primarily formulated using soy and wheat proteins to mimic the texture and taste characteristics of meat. The literature reports that these products are associated with lower greenhouse gas emissions and less water and land use; they may also provide additional nutritional benefits due to their dietary fiber and phytochemical content (Bastian et al., 2021). However, limitations in the amino acid profile, the need to add micronutrients such as B12, iron, and zinc, and debates regarding thermal processing and additives are among the issues that need to be carefully addressed in terms of bioavailability and safety (Kołodziejczak et al., 2021).

Ultra-processed foods are defined as products that undergo intensive industrial processing, contain non-food components such as preservatives, colorants, and sweeteners, and are formulated to provide high palatability and

a long shelf life. Beyond negatively impacting nutritional quality, diets dominated by these products have also been found to have a high environmental footprint. Indeed, according to Australian data, low-quality dietary patterns and high ultra-processed food consumption account for approximately 29.4% of total emissions; the greenhouse gas load is 307% higher than that of recommended dietary patterns (Fardet & Rock, 2020). Assessments conducted in the Netherlands have determined that high levels of ultra-processed food consumption contribute 45% to greenhouse gas emissions and 23% to blue water use (Vellinga et al., 2022).

The edible portions that are discarded or wasted without being utilized, despite being suitable for human consumption, at various stages of the food chain from production to consumption are defined as ‘food loss and waste’. According to data from the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), approximately one-third of food produced for human consumption (approximately 1.3 billion tons per year) is lost or wasted. It is reported that in middle- and high-income countries, waste occurs largely at the consumer level, while in low-income countries, it is concentrated more in the early and middle stages of supply (FAO, 2011). Consequently, high levels of food waste trigger unnecessary production, increasing greenhouse gas emissions, water consumption, and land use, while also threatening biodiversity in terrestrial and aquatic ecosystems. This situation poses a serious problem not only in terms of environmental sustainability but also in terms of economic costs and negative impacts on food security. Reducing waste, especially at the household level, is of strategic importance for building sustainable food systems, conserving natural resources, and leaving a more resilient environmental legacy for future generations (Schmidt & Matthies, 2018).

2.ADAPTING GLOBAL MODELS TO LOCAL CONTEXTS AND BEHAVIOR CHANGE

Adapting global nutrition frameworks such as the Planetary Health Diet (PHD) to local cultural contexts is critical for ensuring field applicability and promoting long-term adoption. The PHD offers a nutrition model that prioritizes plant-based foods in alignment with environmental boundaries, reduces dependence on animal products, and supports sustainable consumption habits. However, for such global guidelines to be effective, they must be

adapted to take into account factors such as regional food cultures, traditional dietary patterns, socio-economic conditions, and food accessibility. This adaptation process not only facilitates cultural acceptance by communities but also contributes to policymakers developing locally applicable strategies, individuals permanently changing their dietary behaviors, and strengthening sustainable food systems (Febriyani et al., 2022). Otherwise, such recommendations may be perceived as ‘imposed from outside’ approaches and their integration into daily life practices may remain limited. However, taking into account food culture and culinary identity not only contributes to preserving cultural continuity, but also facilitates the adoption and sustainable implementation of healthy eating behaviors at the community level. Aligning global nutrition guidelines with local culinary practices increases individual acceptance, reduces cultural resistance, and strengthens the effectiveness of policy implementation (Kim et al., 2019).

During the adaptation process, it is crucial to understand existing dietary habits, cultural values, and primary food sources with the active participation of communities. For example, the positioning of rice as an identity-defining ‘staple food’ in many Asian countries and corn in many African societies necessitates the culturally sensitive integration of these foods into frameworks such as the Planetary Health Diet (PHD). This approach enables individuals to transition to healthier and more sustainable dietary patterns without giving up foods they value culturally (Kim et al., 2019). Educational strategies also play a supportive role in this transition. Culturally appropriate storytelling methods, hands-on cooking workshops, and community-based activities highlighting the nutritional value of traditional foods facilitate the integration of knowledge and skills in individuals, encouraging the adoption of healthy eating behaviors (Thompson et al., 2020). At the individual level, personalized programs designed with motivational interviewing techniques and approaches aimed at strengthening self-efficacy facilitate the setting of realistic goals and contribute to supporting lasting behavioral changes (Dunn et al., 2019; Ouirani et al., 2024).

At the community level, collaborations between schools, health centers, and civil society organizations increase the accessibility and cultural appropriateness of interventions. Cooking classes using local ingredients and urban gardening projects promote experiential learning and contribute to the

development of sustainable food literacy (Lemus et al., 2016; Wagner et al., 2022). Mass media and social media campaigns increase participation through culturally sensitive messages, encourage social dialogue, and contribute to the normalization of discussions about nutrition (Coleman et al., 2021; Palmer et al., 2020). In summary, multi-level strategies built on personalized education, grassroots participation, and effective communication provide an enabling environment for sustainable nutrition transformations that improve health outcomes across diverse population groups (Khayeri et al., 2018).

3.DIETARY MODELS COMPATIBLE WITH SUSTAINABLE NUTRITION

3.1.The Double Pyramid Model

The Double Pyramid Model, developed by the Barilla Center for Food and Nutrition, is an effective communication tool that aims to simultaneously visualize the recommended consumption frequencies of foods for health purposes and their environmental impacts. In the model, the classic food pyramid presents nutritional recommendations, while the environmental pyramid placed alongside it shows the ecological footprint of the same foods in an inverted structure. In this context, plant-based foods located near the base of the food pyramid occupy lower layers in the environmental pyramid with a lower environmental impact; foods with a high environmental impact, such as red meat, are positioned in the upper layers of both pyramids. As shown in Figure 1, this dual structure visually emphasizes that food choices compatible with health often provide environmental benefits as well (BCFN, 2021; Ruini et al., 2015; Ruini et al., 2016). The scientific validity of the Dual Pyramid approach is based on empirical studies comparing the environmental impacts of different dietary scenarios. Ruini and colleagues (2015) compared omnivorous, lacto-ovo-vegetarian, and vegan menus with balanced macronutrient profiles and found that plant-based diets had a significantly lower ecological footprint. Furthermore, the Barilla Center for Food & Nutrition's report, 'A One Health Approach to Food', positions the Double Pyramid model within the 'One Health' perspective, which links human, animal, and environmental health, advocating for a multifaceted assessment of food systems in terms of health and sustainability (BCFN, 2021).

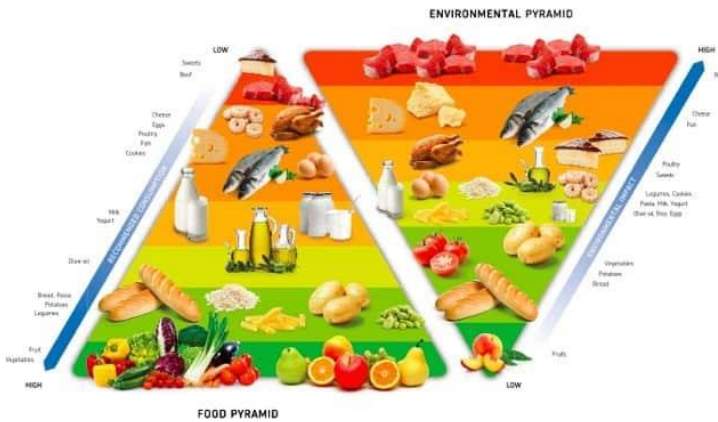


Figure 1: Double Pyramid (Barilla Center for Food & Nutrition,2021)

3.2.Mediterranean Diet (MD)

The Mediterranean Diet (MD) is an evidence-based dietary model supported by numerous epidemiological and clinical studies on health; it has the potential to extend lifespan, improve quality of life, and reduce the risk of chronic diseases such as cardiovascular disease, type 2 diabetes, metabolic syndrome, certain types of cancer, and depression. This model offers a holistic structure that encompasses not only biochemical parameters but also traditional, cultural, economic, and social components. Indeed, the MD was recognized by UNESCO in 2010 as ‘Intangible Cultural Heritage’; it is recognized as a fundamental element of cultural identity in the context of sharing at the table, intergenerational knowledge transfer, and social interaction. Furthermore, with its plant-based structure, low environmental footprint, and characteristics that encourage efficient use of resources, the MD stands out among sustainable nutrition models and occupies a strategic position in terms of both public health and ecosystem conservation (UNESCO, 2023).

From a nutritional perspective, the Mediterranean Diet (MD) promotes high consumption of vegetables, fruits, legumes, whole grains, and olive oil; while dairy, eggs, fish, and white meat are consumed in moderate amounts, red meat, saturated fats, and refined sugar intake is limited. This dietary profile not only offers significant advantages for individual health, but also has a direct impact on environmental sustainability. Indeed, a study conducted in Lebanon reported that the ‘Lebanese-Mediterranean’ dietary model showed lower values

in terms of water use and greenhouse gas emissions when compared to Western-type and high-protein models (Naja et al., 2018). Furthermore, in the updated dietary pyramids recommended by the International Foundation for the Mediterranean Diet (IFMeD) and other institutions, making legumes more visible among protein sources has been highlighted as a strategic approach to reducing environmental burdens (Serra-Majem et al., 2020). In this context, the AD goes beyond classic food pyramids and serves as a dynamic model that integrates the dimensions of health, culture, and sustainability (Figure 2).



Figure 2: New Pyramid for a Sustainable Mediterranean Diet (Serra-Majem, L., & Ortiz-Andrellucchi, A. 2018)

3.3.The New Nordic Diet

The New Nordic Diet was developed in the early 2000s in Scandinavia as a model aimed at prioritizing local and seasonal foods in dietary habits. The diet is built on the principles of health, gastronomy, environmental sustainability, and regional identity, and is based on three fundamental principles: ‘more plant-based energy, less meat’, ‘use of sea and lake products’, and ‘use of wild rural resources’. Accordingly, the components of the YND consist of root vegetables, cabbage varieties, fresh herbs, fruits (especially forest fruits), legumes, wild plants, whole grains, nuts, seaweed, fish, shellfish,

and meat products obtained from free-range animals. Limiting red meat and encouraging the shift to high-quality animal sources is emphasized in line with the model's environmental goals (Mithril et al., 2012). Furthermore, the YND's sustainability approach encompasses principles such as prioritizing locality to reduce transport emissions, supporting organic production, responsible use of wild/natural products, and minimizing food waste (Meltzer et al., 2019).

Cohort-based epidemiological studies show that high adherence to measures such as the New Nordic Diet or the 'healthy Scandinavian diet index' is associated with positive health outcomes. For example, the Diet, Cancer and Health cohort study conducted in Denmark reported that high adherence to the healthy Scandinavian food index in women was associated with a 35% reduction in colorectal cancer risk (Kyrø et al., 2013). Furthermore, high adherence to this index has been shown to significantly reduce the risk of type 2 diabetes (Lacoppidan et al., 2015).

3.4. Planetary Health Diet

In 2019, the EAT-Lancet Commission presented a "Planetary Health Diet" model that combines healthy eating with environmental sustainability and is adaptable to local dietary habits and applicable on a global scale. This model argues that food production is directly linked to major environmental pressures such as climate change, biodiversity loss, depletion of freshwater resources, imbalances in nitrogen-phosphorus cycles, and degradation of terrestrial ecosystems. Within this framework, the Commission has set scientific targets aligned with six environmental processes of the Earth system (climate, water, land, nitrogen, phosphorus, biodiversity) to ensure food systems operate safely within these boundaries, thereby aiming to integrate universal healthy diets with environmental limits (EAT, 2023; Willett et al., 2019).

The recommended dietary model is based primarily on plant-based food groups that are relatively environmentally advantageous, such as vegetables, fruits, whole grains, legumes, nuts, and unsaturated vegetable oils (Figure 3). Seafood, poultry, and dairy products constitute the low to moderate components of the diet, while consumption of red meat, processed meat products, added sugars, refined grains, and starchy vegetables is recommended to be kept to a minimum (Stubbenborff et al., 2025; Willett et al., 2019). Furthermore, the 'Planetary Health Plate' approach recommends that an ideal meal should

consist of approximately half vegetables and fruits, with the remainder balanced with whole grains, plant-based protein sources, unsaturated fats, and limited amounts of animal protein (EAT, 2023).

The EAT-Lancet Commission has assessed the impact of dietary changes on mortality from diet-related diseases using three different methods. All methods indicate that converting current dietary habits to the recommended ‘Planetary Health Diet’ could yield significant public health gains. According to the Commission's analysis, this conversion has the potential to prevent approximately 11 million premature deaths per year, which corresponds to approximately 19–24% of total deaths among the global adult population. Furthermore, this transformation offers significant gains in terms of reducing the burden of disease and health economics when assessed through indicators such as disability-adjusted life years (DALY) and quality-adjusted life years (QALY), not limited to reducing mortality rates alone (EAT, 2023; Willett et al., 2019).



Figure 3: Planetary Health Diet (<https://eatforum.org/eat-lancet-commission/the-planetary-health-diet-and-you/>)

3.5.DASH Diet

The DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) diet is a nutrition model developed for the prevention and treatment of hypertension, based on

strong scientific evidence. Various randomized controlled trials have shown that individuals following this diet can achieve significant reductions in both systolic and diastolic blood pressure, even without sodium restriction (Onwuzo et al., 2023). Furthermore, it has been reported that the reduction in blood pressure achieved by limiting sodium intake is comparable to the effect of some antihypertensive medications (Monsivais et al., 2015).

Beyond this, the DASH diet is not limited to blood pressure control; it is also associated with multiple health benefits, including limiting weight gain, reducing the risk of type 2 diabetes and colorectal cancer, and lowering mortality from heart failure and stroke (Soltani et al., 2020). Furthermore, when evaluated from an environmental sustainability perspective, dietary patterns with high adherence to the DASH diet have been reported to be associated with lower greenhouse gas (GHG) emissions (Leydon et al., 2023). In this context, the DASH diet stands out as both an effective dietary model for managing cardiovascular risk and an approach that can contribute to more environmentally balanced food consumption patterns.

3.6. Vegetarian Diet

A vegetarian diet is defined as a form of nutrition that primarily involves the consumption of plant-based foods and partially or completely excludes animal products. There are various subtypes of this model: a vegan diet excludes all animal products; an ovo-vegetarian diet includes only eggs; a lacto-vegetarian diet includes only milk and dairy products; a lacto-ovo-vegetarian diet includes both groups. Additionally, pollo-vegetarianism includes only poultry (e.g., chicken, turkey), pesco-vegetarianism includes fish and other seafood, and semi-vegetarianism includes limited consumption of meat or fish. These classifications reflect different dietary preferences based on individuals' ethical, environmental, health, or cultural motivations. When properly planned, vegetarian diets can be nutritionally adequate throughout all stages of life and may reduce the risk of certain chronic diseases. The literature reports that individuals following a vegetarian diet generally have a lower body mass index and may exhibit protective effects against hypertension, type 2 diabetes, and certain types of cancer. Furthermore, these diets have been shown to be environmentally advantageous: vegetarian and vegan diets have been shown to have lower levels of greenhouse gas emissions, land use, and water

consumption compared to diets that include meat (Fresán & Sabaté, 2019). Indeed, based on various modeling scenarios, switching from meat-heavy diets to an ovo-lacto-vegetarian diet could be associated with a reduction of approximately 35% in greenhouse gas emissions, while switching to a vegan diet could be associated with a 49% reduction (Shipman, 2021). These data indicate that plant-based dietary patterns offer significant potential for both human health and environmental sustainability.

3.7. Traditional Japanese Diet

The Traditional Japanese Diet (WASHOKU) is a balanced dietary model characterized by the widespread consumption of fish and soy products, low levels of animal fat and red meat consumption, and the inclusion of fermented foods, vegetables, seaweed, and whole grains (Gabriel et al., 2018). Designated as ‘Intangible Cultural Heritage’ by UNESCO in 2013, this traditional food culture is considered a reflection of Japanese identity and the philosophy of harmony with nature (UNESCO, 2013). The ‘ichi-ju sansai’ (one soup, three side dishes) principle, which determines the meal structure of Washoku, envisions the balanced presentation of soup, vegetables, mushrooms, seaweed, or soy-based side dishes alongside rice. This structure increases nutritional diversity in meals and contributes to portion control.

Various studies have also highlighted the health benefits of Washoku. High adherence to this dietary pattern has been associated with a reduced risk of cardiovascular disease, dementia, and overall mortality (Suthutvoravut et al., 2023). The traditional Japanese dietary model establishes a positive relationship with taste-satiety balance thanks to its low energy density, high fiber content, the bioavailability of fermented soy products, and the regulatory effects of umami taste on appetite and satiety. However, the widespread use of salt in Washoku (e.g., miso soup, pickles, soy sauce) is noteworthy. This necessitates careful consideration of strategies for controlling salt intake in terms of the model's long-term and sustainable health effects (Gabriel et al., 2018).

4. TECHNOLOGY, DATA and DIGITAL GOVERNANCE TOOLS

The DELTA (Diet's Impact on Ecosystems and Human Health) and iOTA (Integrated Obesity Treatment Algorithm) models stand out as important

conceptual frameworks for explaining the interaction between nutrition and sustainability. The DELTA model examines the relationships between dietary preferences, ecological balance, and public health, emphasizing the promotion of plant-based alternatives and the limitation of animal product consumption; thus, it aims to reduce both the burden of diet-related diseases and the environmental impacts of unsustainable production methods (Schleifer & Sun, 2020). In contrast, the iOTA model offers a clinically focused approach that addresses obesity in its biological, behavioral, and socioeconomic dimensions; it contributes to improving individual health as well as environmental responsibility by integrating evidence-based dietary recommendations with lifestyle changes.

In addition to these frameworks, new-generation approaches are developing adaptable designs that take into account cultural preferences, socioeconomic conditions, and policy environments. Integrated with technological tools, these models provide decision support to both practitioners and consumers through real-time data collection, monitoring, and personalized feedback mechanisms. This contributes to the creation of sustainable nutrition strategies that are sensitive to variable social and ecological conditions (Schleifer & Sun, 2020).

Artificial intelligence (AI) and big data technologies are also at the center of this process. AI-supported systems integrate individual health data with food composition databases to offer personalized nutrition recommendations that support health and have a low environmental footprint (Paul et al., 2025). Through the continuous monitoring of real-time data streams, recipes, meal plans, and shopping lists tailored to individuals can be shaped according to both health and ecological criteria, thereby encouraging the adoption of sustainable consumption habits (Tao et al., 2021). Furthermore, these technologies contribute to planning agricultural production and logistics processes in a way that minimizes environmental damage by predicting the relationships between dietary trends and supply chain and environmental outcomes.

Traceability and supply chain transparency play a key role in advancing sustainable nutrition. Technologies such as blockchain enable consumers to make more informed choices by ensuring the traceability of products throughout all stages, from their point of origin to consumption (Zhao, 2025). Certification systems, on the other hand, increase consumer confidence by

verifying producers' environmental and health claims, thereby strengthening demand for sustainable products (Banerji et al., 2016; Schleifer & Sun, 2020). Such mechanisms encourage producers to adopt more sustainable practices while also aligning market dynamics with environmental goals.

Ultimately, the integration of digital governance tools with artificial intelligence, big data, traceability, and certification mechanisms provides a solid foundation for transforming dietary behaviors, strengthening food safety, and reducing environmental impacts. This holistic approach has become a critical tool in building sustainable food systems that support both individual health and the preservation of the planet's ecological balance.

5.POLICY, INSTITUTIONS and GLOBAL FRAMEWORKS

The comprehensive integration of agriculture, nutrition, and environmental policies is seen as a fundamental requirement for the effective implementation of the Sustainable Development Goals—particularly those related to food security, public health, and ecosystem conservation. It is increasingly recognized that food systems operate at the intersection of these areas, while fragmented (silo) approaches limit the capacity to produce comprehensive and lasting solutions. In this context, frameworks that integrate agricultural development, nutrition improvement, and environmental management under the same policy architecture aim to create synergies that enhance human well-being while preserving ecological integrity (Herrero et al., 2021).

In recent years, global initiatives such as the United Nations Food Systems Summit and national agricultural strategies have adopted integrated policy-making as a central principle, strengthening efforts to respond to simultaneous crises such as climate change, loss of biodiversity, and nutrition-related diseases with sustainable agricultural policies that prioritize food security and diet quality (Varela et al., 2020). For example, promoting agroecological practices that improve soil health not only increases productivity but also provides circular benefits for both producers and consumers by improving food quality and nutritional value (Soussana et al., 2019). Effective management of these multidimensional challenges requires strong, evidence-based, and resource-integrated multisectoral partnerships

between governments, international organizations, civil society, and the private sector (Herrero et al., 2021).

Food-based dietary guidelines (FBDGs) are one of the most visible tools of this policy architecture in practice. Typically updated every 5–10 years based on national nutrition and health research, these guides provide evidence-based recommendations according to population characteristics such as age, gender, and physiological status, guide healthcare professionals and public institutions in practice, and contribute to the shaping of public health policies (Turkish Ministry of Health, 2023). Current approaches emphasize that NDRs should not only focus on health outcomes but also systematically integrate sustainability principles into the guidelines by considering the social and environmental impacts of food choices (FAO, 2023).

At the International Nutrition Conference organized by the FAO (Food and Agriculture Organization) and WHO (World Health Organization) in 1992, it was emphasized that countries should develop national nutrition guidelines specific to their own public health issues. At the second conference held in 2014, the role of sustainability-focused dietary guidelines in promoting optimal health was brought back to the agenda in light of increasing population and environmental pressures. In this regard, strengthening sustainability literacy across society is considered a fundamental prerequisite for the effective implementation of dietary guidelines (Turkish Ministry of Health, 2023).

The Plates, Pyramids, Planet study conducted by the Food and Agriculture Organization (FAO) and the Food Climate Research Network compared the visibility of sustainability in countries' dietary guidelines and found that only Brazil, Sweden, Qatar, and Germany explicitly integrate environmental sustainability. Although similar initiatives exist in the US and Australia, they have not reached the official approval stage; in countries such as the UK, France, the Netherlands, and Estonia, partial compliance with environmental principles has been achieved through semi-official texts. However, even guidelines that do not explicitly refer to sustainability may indirectly reduce environmental impact through general recommendations such as increasing consumption of vegetables, fruits, and whole grains while limiting consumption of red and processed meat (FAO, 2023).

Country examples highlight the importance of contextually adapting dietary guidelines. While Canada's 2019 report does not address sustainability

as a direct heading, it emphasizes that improving current diets can provide indirect benefits for soil, water, and air. However, it is noted that measuring the environmental impacts of foods is complex due to variations related to production location, packaging, processing level, and transportation (FAO, 2023). In China, under pressure from rapid industrialization and urbanization, a guideline proposal for rural and urban populations that is lower in energy intake, more limited in grain and red meat consumption, and stronger in vegetables, fruits, and aquatic products offers an approach that considers both environmental sustainability and nutritional quality goals (Wu et al., 2022). However, when the alignment of BDBRs with health and environmental goals is systematically examined, the picture appears fragmented and complex. An analysis of the 85 country guides evaluated revealed that many national documents are inconsistent with global health and environmental goals in at least one area; approximately one-third of the guides contribute to deaths from noncommunicable diseases (NCDs), and 67–87% are not fully aligned with the Paris Agreement and other environmental goals. While the adoption of WHO recommendations is associated with positive health and environmental outcomes, an approach closer to the EAT-Lancet diet has been shown to have the potential to reduce premature deaths by 34% and achieve approximately three times greater reductions in greenhouse gas emissions (Springmann et al., 2020).

Limits on animal protein consumption represent a significant area of difference among dietary guidelines. The WHO recommends a weekly consumption of 350–500 g (daily average ~54 g) or a maximum annual consumption of ~26 kg of red meat; EAT-Lancet, on the other hand, indicates a limit of ~14 g per day (annual ~5.1 kg). Some national guidelines recommend a daily upper limit of 80 g (560 g weekly) for cooked red meat. According to data from the Turkish Nutrition and Health Survey (TBSA-2017), the average daily red meat consumption among individuals aged 15 and older is 39 g (approximately 14 kg annually). The common points among the guidelines emphasize increasing the consumption of fresh vegetables and fruits, fish and other aquatic products, dried legumes, and whole grains; and limiting saturated and trans fats, salt, added sugars, and ultra-processed products (Pekcan, 2022).

In conclusion, integrating agriculture–nutrition–environment policies, designing food-based dietary guidelines (FBDGs) in line with sustainability

principles, and implementing them through multi-sectoral collaborations provide a strategic lever for building food systems resilient to food insecurity, health inequalities, and ecological degradation. Such a policy ecosystem strengthens the assurance of nutritionally adequate, ecologically sustainable food systems for both today's societies and future generations (FAO, 2023; Herrero et al., 2021; Varela et al., 2020).

6.THE FUTURE of GLOBAL FOOD SYSTEMS: RISKS and INNOVATIVE SOLUTIONS

When assessing the future of global food systems, the serious threats posed by climate change, water scarcity, and soil degradation must not be overlooked. These challenges directly jeopardize global food security by reducing agricultural productivity. Climate change is expected to increase the frequency and severity of extreme weather events such as droughts, floods, and heat waves, which will reduce crop yields and weaken the livelihoods of farming communities. On the other hand, water scarcity, exacerbated by inefficient use and pollution, stands out as one of the most critical limiting factors for food production. Currently, more than 70% of freshwater resources are allocated to irrigation, making sustainable water management an urgent priority on a global scale (Dinar et al., 2019). In addition, soil degradation processes such as erosion, nutrient depletion, and salinization weaken agricultural production capacity, further increasing existing pressures. This emerging picture demonstrates the inevitability of developing innovative and adaptable agricultural strategies that will ensure long-term resilience and sustainability.

Population growth and additional pressures created by changing consumer preferences are further complicating supply-demand balances. It is projected that by 2050, the world population will exceed 9 billion and food demand will increase by approximately 60%. This demographic pressure, combined with urbanization, is leading to the proliferation of areas defined as “food deserts,” where access to fresh and nutritious food is limited, particularly in low-income regions (Gomez & Mejía, 2025). The concentration of demand largely in urban areas creates additional pressure on systems in terms of water use and logistics, while increasing vulnerabilities in the supply chain. This situation contributes to increased food insecurity, resource competition, and

price volatility, making it even more urgent to establish resilient systems capable of addressing dual challenges such as resource scarcity and population growth (Mejía & Gomez, 2023).

Despite the existing risks, innovative solutions aimed at increasing agricultural productivity and sustainability offer significant potential. In particular, vertical farming systems and urban farming applications provide an effective solution to the problem of limited space in densely populated areas. Vertical farms based on hydroponic and aeroponic technologies significantly reduce water consumption and food waste by producing crops in controlled environmental conditions (Hristov et al., 2021). These systems not only strengthen local food supply but also contribute to mitigating the effects of climate change by reducing the carbon footprint associated with food transportation (Ramaswami et al., 2017).

Hydroponic and aeroponic methods based on soil-less agriculture can reduce water use by up to 90% compared to traditional agriculture; at the same time, they can increase both productivity and product quality by limiting the need for pesticides (Hristov et al., 2021). The integration of these methods into sustainable agricultural practices has the potential to mitigate the negative effects of water scarcity while also improving food quality and production capacity. In today's rapidly urbanizing world, the adoption of these technologies plays a critical role in building food systems that are both resilient to environmental pressures and responsive to future food needs.

In conclusion, while climate change, water scarcity, and soil degradation pose serious risks to global food security, they can also serve as powerful catalysts for the development of sustainable agricultural innovations. Urban agriculture, vertical farming, and hydroponic systems offer concrete examples of the synergy that can be achieved between technological advancement and ecological responsibility. Investing in these approaches and supporting them with integrated policy frameworks will contribute to building resilient food systems capable of balancing increasingly complex supply-demand dynamics. This will not only overcome current vulnerabilities but also ensure sustainable nutrition for future generations.

7.CONCLUSION

Sustainable nutrition, as a multifaceted concept integrating health, environmental, and socio-economic dimensions, occupies a strategic position in shaping the future of food systems. The theoretical frameworks discussed in this section, alternative protein sources, local adaptations, digital governance tools, and policy mechanisms reveal that sustainability is based not only on individual preferences but also on collective and multi-stakeholder transformations. Critical risks facing global food systems, such as climate change, water scarcity, soil degradation, and rapid population growth, increase existing vulnerabilities while also presenting significant opportunities for developing innovative solutions.

Approaches developed across a wide range—from dietary models such as the Mediterranean, Nordic, and Planetary Health Diets to digital tools; from agroecological practices to vertical farming and hydroponic systems—enable a balance to be struck between environmental limits and public health goals. However, the success of this transformation is not limited to technological advances; it also requires culturally sensitive adaptations, community participation, and strong policy integration.

Ultimately, sustainable nutrition provides a fundamental roadmap not only for improving individual health outcomes but also for leaving a livable planet for future generations. This holistic approach, shaped at the intersection of dietary choices, agricultural policies, and technological innovations, will contribute to building fairer, more resilient, and ecologically balanced food systems when supported by interdisciplinary collaborations and multi-level governance mechanisms.

REFERENCES

- Alkema, W., Boekhorst, J., Wels, M., & van Hijum, S. A. (2016). Microbial bioinformatics for food safety and production. *Briefings in bioinformatics*, 17(2), 283-292.
- Alsaffar, A. A. (2016). Sustainable diets: The interaction between food industry, nutrition, health and the environment. *Food Science and Technology International*, 22(2), 102–111.
- Banerji, A., Birol, E., Karandikar, B., & Rampal, J. (2016). Information, branding, certification, and consumer willingness to pay for high-iron pearl millet: evidence from experimental auctions in maharashtra, india. *Food Policy*, 62, 133-141. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.06.003>
- Barilla Center for Food & Nutrition (BCFN) University of Naples Federico II, Research Unit on Nutrition, Diabetes and Metabolism. (2021). *A one health approach to food: The double pyramid connecting food culture, health and climate*. Fondazione Barilla.
- Bastian, G. E., Buro, D., & Palmer-Keenan, D. M. (2021). Recommendations for integrating evidence-based, sustainable diet information into nutrition education. *Nutrients*, 13(11), 4170.
- Bhatti, U. A., Bhatti, M. A., Tang, H., Syam, M. S., Awwad, E. M., Sharaf, M., & Ghadi, Y. Y. (2024). Global production patterns: Understanding the relationship between greenhouse gas emissions, agriculture greening and climate variability. *Environmental Research*, 245, 118049.
- Bremer, A. A., & Raiten, D. J. (2023). The reciprocal relationship between climate and environmental changes and food systems and its impact on food/nutrition security and health. *Nutrients*, 15(13), 2824.
- Burlingame, B., & Dernini, S. (2012). Sustainable diets and biodiversity: Directions and solutions for policy, research and action. Rome: FAO.
- Capozzi, V., Fragasso, M., & Russo, P. (2020). Microbiological safety and the management of microbial resources in artisanal foods and beverages: The need for a transdisciplinary assessment to conciliate actual trends and risks avoidance. *Microorganisms*, 8(2), 306.
- Coleman, M. T., Brantley, P. R., Wiseman, P. M., English, M. R., & Byerley, L. O. (2021). Brief, effective experience to increase first-year medical

- students' nutrition awareness. *Medical education online*, 26(1), 1896160.
- Dinar, A., Tieu, A., & Huynh, H. (2019). Water scarcity impacts on global food production. *Global Food Security*, 23, 212-226.
- Dunn, C. G., Burgermaster, M., Adams, A., Koch, P., Adintori, P. A., & Stage, V. C. (2019). A systematic review and content analysis of classroom teacher professional development in nutrition education programs. *Advances in Nutrition*, 10(2), 351-359.
- EAT-Lancet Commission. Food Planet Health. <https://eatforum.org/eat-lancetcommission/eat-lancet-commission-summary-report/>
- Fan, J., Qu, G., Wang, D., Chen, J., Du, G., & Fang, F. (2023). Synergistic fermentation with functional microorganisms improves safety and quality of traditional Chinese fermented foods. *Foods*, 12(15), 2892.
- FAO. (2010). Sustainable diets and biodiversity. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2011). Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention. Rome: FAO.
- FAO. (2013). Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome: FAO.
- FAO. (2023). Plates, Pyramids, Planet: Developments in national dietary guidelines and their integration of sustainability. Rome: FAO.
- Fardet, A., & Rock, E. (2020). Ultra-processed foods and food system sustainability: what are the links?. *Sustainability*, 12(15), 6280.
- Febriyani, P. A., Ismail, D., & Ningsih, S. R. (2022). The Improvement of Knowledge, Attitude, and Behavior of Toddler Feeding Through Nutrition Education Video. *International journal of health sciences*, 6(S9), 552-565.
- Fresán, U., & Sabaté, J. (2019). Vegetarian diets: planetary health and its alignment with human health. *Advances in nutrition*, 10, S380-S388.
- Gabriel, A. S., Ninomiya, K., & Uneyama, H. (2018). The role of the Japanese traditional diet in healthy and sustainable dietary patterns around the world. *Nutrients*, 10(2), 173.
- Gibbs, J., & Cappuccino, F. P. (2022). Plant-based dietary patterns for human and planetary health. *Nutrients*, 14(8), 1614.

- Gomez, M., & Mejia, A. (2025). Risk of simultaneous food shocks to cities increases with supply chain vulnerability to droughts. *Environmental Research: Food Systems*, 2(2), 025004.
- Herrero, M., Thornton, P. K., Mason-D'Croz, D., Palmer, J., Bodirsky, B. L., Pradhan, P., ... & Rockström, J. (2021). Articulating the effect of food systems innovation on the Sustainable Development Goals. *The Lancet Planetary Health*, 5(1), e50-e62.
- Hertwich, E. (2010). *Assessing the environmental impacts of consumption and production: priority products and materials*. UNEP/Earthprint.
- Hristov, J., Barreiro-Hurle, J., Salputra, G., Blanco, M., & Witzke, P. (2021). Reuse of treated water in European agriculture: Potential to address water scarcity under climate change. *Agricultural Water Management*, 251, 106872.
- Hemler, E. C., & Hu, F. B. (2019). Plant-based diets for personal, population, and planetary health. *Advances in Nutrition*, 10, S275-S283.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023 – Summary for Policymakers. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Chapter 9). Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate: Summary for Policymakers.
- Karabıçak, M., & Özdemir, M. B. (2015). Sürdürülebilir Kalkınmanın Kavramsal Temelleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 6(13), 44-49.
- Khayeri, A., Mahmoodi, Z., Rahimzadeh, M., Salehi, L., Moghadam, Z. B., & Saeieh, S. E. (2019). Effect of the theory of planned behavior education on nutritional behaviors of overweight and obese women before pregnancy. *International Journal of Women's Health and Reproduction Sciences*, 7(4), 471-477.
- Kiefer, A. M., Seney, C. S., Lambright, A. L., Cottrill, K. A., & Young, V. A. (2018). Makgeolli: rapid production of an alcoholic beverage from the

- fermentation of rice. *Journal of microbiology & biology education*, 19(2), 10-1128.
- Kim, J., Kim, Y. M., Jang, H. B., Lee, H. J., Park, S. I., Park, K. H., & Lim, H. (2019). Evidence-based nutritional intervention protocol for Korean moderate-severe obese children and adolescents. *Clinical Nutrition Research*, 8(3), 184-195.
- Koerber, K., Bader, N., & Leitzmann, C. (2016). Wholesome nutrition: An example for a sustainable diet. *Proceedings of the Nutrition Society*, 75(3), 1–9.
- Kołodziejczak, K., Onopiuk, A., Szpicer, A., & Poltorak, A. (2021). Meat analogues in the perspective of recent scientific research: A review. *Foods*, 11(1), 105.
- Kowalsky, T. O., Morilla Romero de la Osa, R., & Cerrillo, I. (2022). Sustainable diets as tools to harmonize the health of individuals, communities and the planet: A systematic review. *Nutrients*, 14(5), 928.
- Kyrø, C., Skeie, G., Loft, S., Overvad, K., Christensen, J., Tjønneland, A., & Olsen, A. (2013). Adherence to a healthy Nordic food index is associated with a lower incidence of colorectal cancer in women: the Diet, Cancer and Health cohort study. *British journal of nutrition*, 109(5), 920-927.
- Lacoppidan, S. A., Kyrø, C., Loft, S., Helnæs, A., Christensen, J., Hansen, C. P., ... & Olsen, A. (2015). Adherence to a healthy Nordic food index is associated with a lower risk of type-2 diabetes—The Danish diet, cancer and health cohort study. *Nutrients*, 7(10), 8633-8644.
- Lawrence, M. (2024). Fundamentals of A Healthy and Sustainable Diet. *Nutrition Journal*, 23(1), 150.
- Lemus, B. A., Mercado, F., Bryars, T., Mouttapa, M., Conkey, T., & Robertson, T. (2016). Reflections Regarding the Social Ecological Model to Address Obesity in Southern California Youth. *Californian Journal of Health Promotion*, 14(3).
- Leydon, C. L., Leonard, U. M., McCarthy, S. N., & Harrington, J. M. (2023). Aligning environmental sustainability, health outcomes, and affordability in diet quality: a systematic review. *Advances in Nutrition*, 14(6), 1270-1296.
- Ludena Urquizo, F. E., García Torres, S. M., Tolonen, T., Jaakkola, M., Pena-Niebuhr, M. G., von Wright, A., ... & Plumed-Ferrer, C. (2017).

- Development of a fermented quinoa-based beverage. *Food science & nutrition*, 5(3), 602-608.
- Marak, N. R., & Parashar, A. (2024). Feeding Tomorrow: A Journey into Sustainable Nutrition for Personal and Planetary Health. *European Journal of Nutrition and Food Safety*, 16(4), 1-14.
- Mejia, A., & Gomez, M. (2023). City vulnerability to drought-related food supply shock.
- Meltzer, H. M., Brantsæter, A. L., Trolle, E., Eneroth, H., Fogelholm, M., Ydersbond, T. A., & Birgisdottir, B. E. (2019). Environmental sustainability perspectives of the Nordic diet. *Nutrients*, 11(9), 2248.
- Mithril, C., Dragsted, L. O., Meyer, C., Blauert, E., Holt, M. K., & Astrup, A. (2012). Guidelines for the new Nordic diet. *Public health nutrition*, 15(10), 1941-1947.
- Mohammed, S., Orukotan, A. A., & Musa, J. J. (2017). Effect of fermentation and malting on some cereal weaning foods enriched with african locust beans. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 21(5), 911. <https://doi.org/10.4314/jasem.v21i5.17>
- Mokoena, M. P., Mutanda, T., & Olaniran, A. O. (2016). Perspectives on the probiotic potential of lactic acid bacteria from African traditional fermented foods and beverages. *Food & Nutrition Research*, 60(1), 29630.
- Monsivais, P., Scarborough, P., Lloyd, T., Mizdrak, A., Luben, R., Mulligan, A. A., ... & Woodcock, J. (2015). Greater accordance with the Dietary Approaches to Stop Hypertension dietary pattern is associated with lower diet-related greenhouse gas production but higher dietary costs in the United Kingdom. *The American journal of clinical nutrition*, 102(1), 138-145.
- Naja, F., Jomaa, L., Itani, L., Zidek, J., El Labban, S., Sibai, A. M., & Hwalla, N. (2018). Environmental footprints of food consumption and dietary patterns among Lebanese adults: a cross-sectional study. *Nutrition journal*, 17(1), 85.
- Obafemi, Y. D., Oranusi, S. U., Ajanaku, K. O., Akinduti, P. A., Leech, J., & Cotter, P. D. (2022). African fermented foods: overview, emerging benefits, and novel approaches to microbiome profiling. *npj Science of Food*, 6(1), 15.

- Onwuzo, C., Olukorode, J. O., Omokore, O. A., Odunaike, O. S., Omiko, R., Osaghae, O. W., ... & Kristilire, H. (2023). DASH diet: a review of its scientifically proven hypertension reduction and health benefits. *Cureus*, 15(9).
- Ouirdani, M., Boutib, A., Azizi, A., Chergaoui, S., Saad, E. M., Hilali, A., ... & Youlyouze-Marfak, I. (2024, June). Impact of nutrition education on various health-related components of hemodialysis patients: A systematic review. In *Healthcare* (Vol. 12, No. 12, p. 1197). MDPI.
- Pal, M., & Molnar, J. (2022). Fermented dairy products and their place in international gastronomy. *International Journal of Food Science and Agriculture*, 6(1).
- Palmer, S. M., Knoblauch, S. T., Winham, D. M., Hiller, M. B., & Shelley, M. C. (2020). Putting knowledge into practice: low-income women talk about food choice decisions. *International journal of environmental research and public health*, 17(14), 5092.
- Paul, P. K., Bandyopadhyay, A., Kayyali, M., Das, N., Chatterjee, R., & Sharma, S. K. (2025). Integrating Big Data and AI in Nutrition: Current Trends and Future Directions. *International Journal of Reliable and Quality E-Healthcare (IJRQEH)*, 14(1), 1-22.
- Pekcan, A. G. (2022). Dünya’da ve Türkiye’de besine dayalı beslenme rehberleri: sürdürülebilir beslenme yaklaşımı ve G20 ülkeleri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 50(3), 1-9.
- Ramaswami, A., Boyer, D., Nagpure, A. S., Fang, A., Bogra, S., Bakshi, B., ... & Rao-Ghorpade, A. (2017). An urban systems framework to assess the trans-boundary food-energy-water nexus: implementation in Delhi, India. *Environmental Research Letters*, 12(2), 025008.
- Ranadheera, C. S., Vidanarachchi, J. K., Rocha, R. S., Cruz, A. G., & Ajlouni, S. (2017). Probiotic delivery through fermentation: Dairy vs. non-dairy beverages. *Fermentation*, 3(4), 67.
- Ruini, L. F., Ciatì, R., Pratesi, C. A., Marino, M., Principato, L., & Vannuzzi, E. (2015). Working toward healthy and sustainable diets: The “Double Pyramid Model” developed by the Barilla Center for Food and Nutrition to raise awareness about the environmental and nutritional impact of foods. *Frontiers in nutrition*, 2, 9.

- Ruini, L., Ciati, R., Marchelli, L., Rapetti, V., Pratesi, C. A., Redavid, E., & Vannuzzi, E. (2016). Using an infographic tool to promote healthier and more sustainable food consumption: the double pyramid model by barilla center for food and nutrition. *Agriculture and agricultural science procedia*, 8, 482-488.
- Salomo, L., Poulsen, S. K., Rix, M., Kamper, A. L., Larsen, T. M., & Astrup, A. (2016). The New Nordic Diet: phosphorus content and absorption. *European journal of nutrition*, 55(3), 991-996.
- Schleifer, P., & Sun, Y. (2020). Reviewing the impact of sustainability certification on food security in developing countries. *Global Food Security*, 24, 100337.
- Schmidt, K., & Matthies, E. (2018). Where to start fighting the food waste problem? Identifying most promising entry points for intervention programs to reduce household food waste and overconsumption of food. *Resources, Conservation and Recycling*, 139, 1-14.
- Serra-Majem, L., & Ortiz-Andrellucchi, A. (2018). The Mediterranean diet as an example of food and nutrition sustainability: A multidisciplinary approach. *Nutricion hospitalaria*, 35(Spec No4), 96-101.
- Shipman, D. (2021). Beslenmede vejetaryen modeli. *Aydın Gastronomy*, 5(1), 45-62.
- Siddiqui, S. A., Erol, Z., Rugji, J., Taşçı, F., Kahraman, H. A., Toppi, V., ... & Castro-Muñoz, R. (2023). An overview of fermentation in the food industry-looking back from a new perspective. *Bioresources and bioprocessing*, 10(1), 85.
- Soltani, S., Arablou, T., Jayedi, A., & Salehi-Abargouei, A. (2020). Adherence to the dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet in relation to all-cause and cause-specific mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutrition journal*, 19(1), 37.
- Soussana, J. F., Lutfalla, S., Ehrhardt, F., Rosenstock, T., Lamanna, C., Havlík, P., ... & Lal, R. (2019). Matching policy and science: Rationale for the '4 per 1000-soils for food security and climate' initiative. *Soil and Tillage Research*, 188, 3-15.

- Springmann, M., Spajic, L., Clark, M. A., Poore, J., Herforth, A., Webb, P., ... & Scarborough, P. (2020). The healthiness and sustainability of national and global food based dietary guidelines: modelling study. *Bmj*, 370.
- Suthutvoravut, U., Takahashi, K., Murayama, H., Tanaka, T., Akishita, M., & Iijima, K. (2020). Association between traditional Japanese diet washoku and sarcopenia in community-dwelling older adults: findings from the Kashiwa study. *The Journal of nutrition, health and aging*, 24(3), 282-289.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA). https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenmehareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/TBSA_RAPOR_KITAP_20.08.pdf
- Tao, Q., Ding, H., Wang, H., & Cui, X. (2021). Application research: Big data in food industry. *Foods*, 10(9), 2203.
- Thompson, C., Viden, H. A., Gallegos, D., & Hannan-Jones, M. (2021). Validation of a revised general nutrition knowledge questionnaire for Australia. *Public health nutrition*, 24(7), 1608-1618.
- Tıraş, H. H. (2012). Sürdürülebilir kalkınma ve çevre: Teorik bir inceleme. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2), 57-73.
- Tokay, A., Yılmaz, C., Bölük, S., Boyraz, Ö., & Bülbül, N. (2022). Sürdürülebilir beslenme modellerinden akdeniz diyetinin sürdürülebilirlikteki yeri. *TOGÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(2), 187-201.
- UNESCO. (2023). Mediterranean diet. Intangible Cultural Heritage of Humanity. Paris: UNESCO.
- Varela, D., Monteiro, F., Vidigal, P., Silva, L., & Romeiras, M. M. (2020). Mechanisms implemented for the sustainable development of agriculture: An overview of Cabo Verde performance. *Sustainability*, 12(14), 5855.
- Varelas, V. (2019). Food wastes as a potential new source for edible insect mass production for food and feed: A review. *Fermentation*, 5(3), 81.
- Vellinga, R. E., van de Kamp, M., Toxopeus, I. B., van Rossum, C. T., de Valk, E., Biesbroek, S., ... & Temme, E. H. (2019). Greenhouse gas emissions and blue water use of Dutch diets and its association with health. *Sustainability*, 11(21), 6027.

- Victor R. Preedy RRW. (2014). The Mediterranean diet : an evidence-based approach 1st ed ed. USA: Academic Press.
- Wagner, D. E., Seneres, G., Jones, E., Brodersen, K. A., & Whitsitt-Paulson, S. (2022). Swap up your meal: a mass media nutrition education campaign for Oklahoma teens. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16), 10110.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., ... & Murray, C. J. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The lancet*, 393(10170), 447-492.
- Wu, H., MacDonald, G. K., Galloway, J. N., Geng, Y., Liu, X., Zhang, L., & Jiang, S. (2022). A new dietary guideline balancing sustainability and nutrition for China’s rural and urban residents. *Iscience*, 25(10).
- Zhang, D., Jia, C., Sun, D., Gao, C., Fu, D., Cai, P., & Hu, Q. N. (2023). Data-driven prediction of molecular biotransformations in food fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(22), 8488-8496.
- Zhao, L., Liu, Y., He, M., Zhang, D., Liu, H., & Sun, B. (2025). From Industry 4.0 to 5.0: Exploring the Opportunity of Biodegradable Freshness Indicator Packaging. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24(4), e70242.

BÖLÜM 4

GERİATRİDE KARACİĞER, SAFRA ve PANKREAS HASTALIKLARI

Arş. Gör. Şehriban DUYAR ÖZER¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17948476>

¹ Hitit Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Çorum, Türkiye.
E-Posta: sehribanduyar@hitit.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-9328-4932

GİRİŞ

Karaciğer birçok metabolik işlevi olan vücuttaki en önemli organlardandır. Sindirim sisteminde görev almanın yanı sıra, elde edilen besin öğelerinin de vücutta kullanımını ve depo edilmesini sağlar. Safra asitlerinin sentezi, ilaç metabolizması ve detoksifikasyon karaciğerde gerçekleşmektedir. Üretilen safra asitleri safra kesesinde depolanmakta ve ihtiyaç duyulduğunda sindirim sistemine boşaltılmaktadır. Pankreas ise; endokrin ve ekzokrin hücrelerden oluşmakta, sindirim sisteminde görev almakta ve glikoz regülasyonunu sağlamaktadır.

Yaşlılık döneminde meydana gelen değişiklikler karaciğer, safra ve pankreasın fizyolojisi de etkilemektedir. Yaşlılarda kronik hastalıkların daha fazla olması, ilaç kullanımının artması karaciğer ve pankreas yetmezliği beraberinde getirmektedir. Ayrıca yıllar içerisinde artan kolesterol birikimleri safra taşı oluşumu, safra yollarında tıkanıklık gibi çeşitli problemlere yol açmaktadır. Birden çok hastalığın birlikte seyretmesi, yaşlılığa bağlı doku hasarının artması, yenilenmenin azalmasıyla birlikte mortalite riskini artırmaktadır. Yaşlılarda karaciğer, safra ve pankreas hastalıklarının iyi yönetilmesi yaşam kalitesinin artırılmasına katkıda bulunacaktır.

1. KARACİĞER, SAFRA VE PANKREASTA YAŞLILIĞA BAĞLI GELİŞEN FİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER

1.1. Karaciğer

Karaciğer farklı fonksiyonel ve anatomik yapılardan oluşan vücudun en büyük ve en önemli metabolik organıdır. Karaciğerde bulunan parankimal hücreler karbonhidrat, protein ve lipid metabolizmasını düzenlemekte; ayrıca albumin, pıhtılaşma faktörleri gibi proteinlerin ve enzimlerin sentezini gerçekleştirmektedir. İlaçlar ve kimyasal maddelerin metabolizması, detoksifikasyonu, safra üretimi ve sekresyonu hepatositlerde meydana gelmektedir (Uygun & Polat, 2009).

Hepatik perfüzyon ve karaciğer kütlesi yaşlanmaya bağlı olarak azalmakta, 80 yılda %30'a varan kayıp gözlenmektedir (Morley &

Thomas, 2007). Karaciğer hacmi ve kan akışının yaşlanmaya bağlı olarak düşmesi ilaç klirensinin azalmasına neden olmaktadır (Schmucker, 2001). Histolojik olarak incelendiğinde yaşlı bireylerin karaciğerinde klinik olarak önemsiz düzeyde fibrozis gözlenir. Karaciğer enzimleri ve fonksiyonları sağlıklı yaşlanan bireylerde normal kalmaktadır (Morley & Thomas, 2007).

1.2. Safra kesesi

Safra asitleri besin öğeleri, vitaminler ve lipidlerin bağırsaktan emilim ve taşınmasını sağlar (Chiang, 2009). Safra asitlerinin enterohepatik dolaşımı, safranın karaciğerde sentezini, safra kesesinde depolanmasını, bağırsaklardan geçiş, bakteriyel metabolizma, ince bağırsak ve koldan geri emilimi ve portal dolaşım ile hepatositlere geri dönüşü içeren karmaşık bir süreçtir (Hegyi et al., 2018). Karaciğerde günde yaklaşık 0.2-0.6 g safra asitleri sentezlenir. Konjuge safra asitleri safra içine salgılanır ve safra kesesinde depolanır. Her öğünden sonra safra kesesi kasılması safra asitlerini bağırsak sistemine boşaltır. İntestinal yoldan geçerken, bazı safra asitleri üst bağırsakta pasif difüzyonla emilir, ancak çoğu safra asidi (% 95) ileum içinde emilir. Yaklaşık 3 g safra asit havuzu, günde 4-12 kez geri dönüştürülür. Dışkıda kaybolan safra asitleri (0.2-0.6 g / gün) karaciğerde de novo sentezi ile sürekli bir safra asit havuzunu sürdürmek için yenilenir (Chiang, 2009).

Yaşlı bireylerde safra asitlerinin salınımında azalma, kolesterol sekresyonunda ise artış gözlenir (Grassi et al., 2011). Yaşlanma ile safra asit havuzu değişmez iken, kolesterol artışı nedeniyle safra kesesi içindeki litojenik potansiyelde bir artış vardır. Bu durum özellikle obez bireylerde veya yüksek yağlı diyetle beslenen kişilerde önemlidir. Buna dayanarak, yaşlı insanlarda görülen safra kesesi taşlarının çoğu kolesterol taşlarıdır. Yaşlıların, genç yetişkinlere kıyasla daha sessiz ve karmaşık safra kesesi taşlarına sahip olma olasılığı yüksektir. Ayrıca kolesistektomi yaşlı bireylerde en sık yapılan abdominal ameliyatlarda yer alır (Morley & Thomas, 2007).

1.3. Pankreas

Pankreas endokrin salgılar ile enerji metabolizmasını, ekzokrin salgılar ile sindirimi etkileyen karma bir bezdir. Pankreasın salgıladığı enzimler karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasını etkilemekte ve sindirim sistemi motilitesini değiştirmektedir (FİLİZ, 2017) Pankreasın adacık hücrelerinden salgılanan insülin ve glukagon hormonları metabolizmanın temel düzenleyicileri arasında yer alır. Kandaki insülin glukagon oranı açlık tokluk sinyalleri arasındaki geçişi düzenlemektedir (Owyang & Williams, 2015).

Yaşlanmayla birlikte pankreasta morfolojik değişiklikler gözlenebilir (Morley & Thomas, 2007). Bikarbonat ve enzimlerin akış hızı ve üretiminin azalması pankreasta yaşa bağlı değişen durumları oluşturmaktadır. Sekretin uyarımına bağlı salınımlarda azalma gözlenir. Klinik durumdan bağımsız gelişen bu değişiklikler için herhangi bir tedavi uygulanması gerekmemektedir (Grassi et al., 2011).

2.1. Alkolik Karaciğer Hastalığı

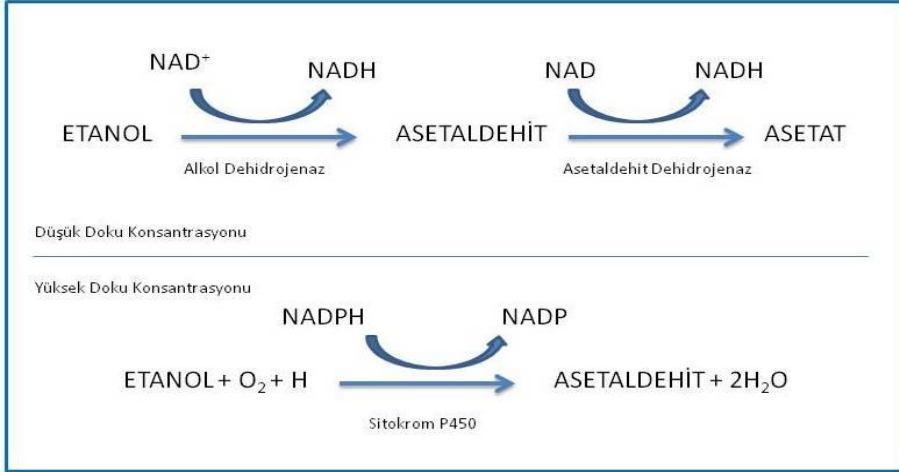
2.1.1.Tanımı

Karaciğer dokusundaki yağların, özellikle trigliseridlerin karaciğer ağırlığının %5'ini geçmesi karaciğer yağlanması olarak tanımlanmaktadır (Uygun & Polat, 2009). Günlük 60 gr üstünde alkol alımı yağlı karaciğere yol açmaktadır (Gökhan Köker 2015). Biluribin, aspartat amino transferaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT) gibi biyokimyasal belirteçler hastalığın tanısı ve izleminde kullanılmaktadır(Mahan, 2012).

2.1.2. Etiyolojisi

Etanolün doku konsantrasyonlarına göre vücuttaki metabolizması Şekil 1'de gösterilmiştir (Gökhan Köker 2015). Kronik alkol alımı büyük oranda alkolik yağlı karaciğer oluşumuna neden olur. Bu durum nikotinamid adenin dinükleotid (NADH) üretiminin artmasına bağlı olarak hepatik redoks durumunun değişmesi ve hepatik alkol

metabolizmasının bozulması nedeniyle meydana gelmektedir (Seitz & Stickel, 2007).



Şekil 1: Etanolün vücuttaki metabolizması (Köker, 2015)

Yaşlanma ile birlikte alkolün karaciğerde metabolizmasında değişiklikler olmakta ve alkol toksisitesi artış göstermektedir. Non alkolik yağlı karaciğer hastalığı gibi diğer karaciğer hastalıkları ve çoklu ilaç kullanımları da etanol toksisitesini arttıran faktörler arasında yer almaktadır (Seitz & Stickel, 2007).

2.1.3. Semptomları ve klinik bulguları

Hastalarda kas kaybı, vücut ağırlığı kaybı ve beslenme yetersizlikleri görülmektedir. Ayrıca anoreksiya, tat ve koku değişiklikleri, bulantı ve kusma da gözlenen durumlar arasındadır. Motilitenin azalmasına bağlı bakteri üremesi, insülin direnci, sitokin kaynaklı inflamatuvar yanıtı bağlı olarak protein sentezi bozulması hastalığa bağlı gelişen malnutrisyonun altta yatan sebepleridir (Rossi et al., 2015).

2.1.4. Tedavisi

Hastalığın durum ve şiddetine bakılmaksızın beslenme tedavisi büyük önem taşır. Özellikle hafif ve orta şiddetli hastalarda tedaviye yanıt gözlenmektedir. Steroid tedavisi uygulanabilir ancak steroidlerin enfeksiyon veya sepsis gibi yan etkileri olabileceğinden bir haftalık terapi (30 mg/gün) sonucu serum bilirubinde azalma olmazsa tedavi kesilmelidir (Seitz & Stickel, 2007).

Beslenme tedavisi

Alkolik karaciğer hastalarında genellikle protein enerji malnutrisyonları görülmekte ve bu durum enfeksiyonlara yatkınlığı artırmaktadır. Beslenme desteği ile karaciğer fonksiyonları ve yaşam süresinde iyileşme sağlanabilir (Gao & Bataller, 2011). Avrupa Klinik Beslenme ve Metabolizma Derneği, Subjektif Global Değerlendirme ve antropometrik ölçümler kullanarak beslenme durumunun değerlendirilmesini önermektedir [12]. ESPEN ise mümkün olduğunca indirek kalorimetre ile dinlenme enerji harcamasının ölçülmesini önermektedir{Bischoff, 2020 #273}. Mikrobesein öğelerinin alımı bakımından hastalar değerlendirilmeli ve gerek duyulduğunda desteklenmelidir. Askorbik asit, çinko, selenyum ve magnezyum dahil olmak üzere mikro besin öğelerinin takviye edilmesine dair yeterli veri bulunmamaktadır. Gereksiz diyet kısıtlamalarından kaçınılmalıdır (Rossi et al., 2015).

2.2. Non-Alkolik Yağlı Karaciğer Hastalığı

2.2.1. Tanımı

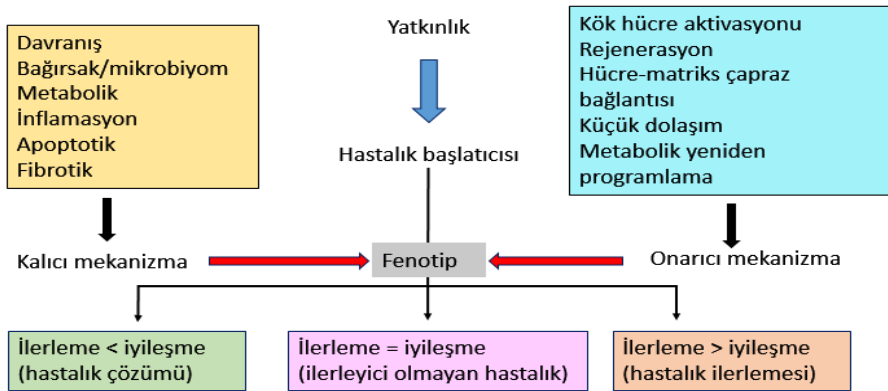
Alkole bağlı olmayan ancak alkolik karaciğer hastalığının histolojik bulgularının görüldüğü durumdur (GÖREN & FEN, 2005). Sınıflandırmasında 4 farklı tip bulunmaktadır. Tip1’de steatoz, diğer tiplerde buna ek olarak inflamasyon, hepatositlerde balonlaşma ve fibrozis görülmektedir (GÖREN & FEN, 2005).

2.2.2. Epidemiyolojisi

Batı ülkelerinde en çok görülen karaciğer hastalığıdır ve yetişkinlerin %17-46'sını etkilemektedir. Hastalığın prevalansı metabolik sendrom ve bileşenleri ile paralellik göstermektedir (Liver & Diabetes, 2016).

2.2.3. Etiyolojisi

Non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı, bireylerin beslenme alışkanlıklarıyla ilişkilidir. İnsülin direnci, tip 2 diyabet ve dislipidemi gibi risk faktörleri olan aşırı kilolu bireylerde görülür (Younossi et al., 2016). Hastalığın yavaş ilerlemesi nedeniyle yaşlı bireylerde vücut ağırlığı, diyabet ve dislipideminin kontrolü riski azaltmaktadır (Morley & Thomas, 2007).



Şekil 2: Non alkolik yağlı karaciğer hastalığı patogenezi (Ratzu et al., 2015)

Non alkolik yağlı karaciğer hastalığının patogenezinde yer alan etmenler Şekil 2’de gösterilmiştir. Hastalık genellikle fazla enerji alımı (diyet ve yaşam tarzına bağlı) veya ilaçlar gibi diğer potansiyel mekanizmalar ile tetiklenir (Bkz. Tablo 1). Hastalık başlatıcı durumları takiben çoklu hücrel mekanizmalar devreye girer. İlerletici ve onarıcı mekanizmalar arasındaki denge siroza geçişi belirler (Ratzu et al., 2015).

Tablo 1: Non Alkolik Yağlı Karaciğer Hastalığı ve Non Alkolik Steatohepatit (NASH) nedenleri (Gören ve Fen, 2005).

Metabolik bozukluklar	Obezite, diabetes mellitus, hiperinsülinemi, hiperlipidemi, hızlı kilo kaybı, açlık, total parenteral nutrisyon
Cerrahi girişimler	Morbid obezite tedavisinde kullanılan gastropласти, JMB, biliyopankreatik diversiyon, geniş ince bağırsak rezeksiyonu
İlaç ve toksinler	Amiodaron, Nifedipin ve Diltiazem gibi kalsiyum kanal blokerleri, östrojenler, glukokortikoidler, Tamoksifen, Perheksilin Maleate, Methotreksat, Dimetilformamid toksisitesi, karbon tetra klorür, DDT, sarı fosfor toksisitesi
Şiddetli insülin rezistansı olan sendromlar	Lipodistrofi, insülin reseptör mutasyonları
Diğer faktörler	Abetalipoproteinemi, çölyak hastalığı, Wilson hastalığı

2.2.4. Semptomları ve klinik bulguları

Genellikle asemptomatiktir, bireylerde hafif yükselmiş karaciğer enzimleri ile kendini gösterir (Morley & Thomas, 2007). Transaminazların yükselme nedenleri arasında non alkolik yağlı karaciğer hastalığı en büyük orana sahiptir. Hastaların %75’inde hepatomegali, %25’inde splenomegali görülmektedir (GÖREN & FEN, 2005).

2.2.5 Tedavisi

Farmakoterapi ciddi fibrozu olan ve NASH hastalarında kullanılmaktadır. Ancak; hastalık şiddeti daha düşük olmasına rağmen diyabet, metabolik sendrom, sürekli yükselen ALT gibi hastalığın

ilerleme riskini artıran durumlar olduğunda da kullanılabilir (Liver & Diabetes, 2016).

Beslenme tedavisi

Hastalarda çoğunlukla beslenme sorunları görülmekle birlikte genellikle fruktoz, doymuş yağ ve kolesterol alımı yüksek, posa ve omega 3 alımı düşüktür (Zelber-Sagi et al., 2011). Beslenme tedavisinde ağırlık kaybı sağlanması, visseral yağlanmayı, deri altı yağ dokusunu ve karaciğer yağlanmasını azaltması nedeniyle enerji kısıtlaması en önemli faktördür. Diyetin makrobesin öğelerinin oranı ise ağırlık korunumu için önemlidir (Boden, 2009). Akdeniz diyetinin ağırlık kaybı olmadığında bile insülin direnci olan non-alkolik yağlı karaciğer hastalarında karaciğer yağlanmasında azalma, insülin direncinde iyileşme sağladığı belirtilmektedir (Ryan et al., 2013). Yapılan çalışmada bireylerin D vitamini düzeyleri ile karaciğer yağlanması arasında ilişki olduğu kaydedilmiştir (Wang et al., 2016). Yine antioksidan vitaminlerden olan E vitamini NASH olan hastalarda oksidatif stresi ve karaciğer hasarını azaltabilir (GÖREN & FEN, 2005).

2.3. Hepatit

2.3.1. Tanımı

Akut viral hepatit ve kronik hepatit olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Hepatit A ve E bulaşıcı formlar olup fekal-oral yolla bulaşırken, hepatit B, C ve D serum formları olup kan ve vücut sıvılarıyla bulaşır. Kronik hepatit ise otoimmün, viral, metabolik, ilaç veya toksinlere bağlı gelişebilir(Mahan, 2012)

2.3.2. Epidemiyolojisi

Viral hepatitlerin yaygınlıkları farklı toplumlarda değişkenlik göstermekte ve insidansının tanı konulan hasta sayısından çok daha fazla olduğu düşünülmektedir. Akut hepatitlerin %40'ı Hepatit A virüsüne bağlı gelişmektedir(El-Serag, 2012)

2.3.3. Etiyolojisi

Akut hepatit karaciğer hücresinde nekroz ve inflamasyonu ile gelişen bir tablodur. Akut hepatitin altında yatan nedenler virüsler, ilaçlar ve alkoldür (Tabak). Kronik hepatitlerin etiyolojisinde de en büyük faktör virüslerdir. Bunlar arasında ülkemizde en çok hepatit B kaynaklı kronik hepatit görülmektedir (CKTEN et al.).

2.3.4. Semptomları ve klinik bulguları

Akut hepatit genellikle iştah azalması, bulantı ve kusma ile kendini gösterir. Glikojen deposunun azalması ve glikojenolizin bozulması sonucu açlık hipoglisemisi gözlenir (Morley & Thomas, 2007). Serolojik testler ile tanı konulmaktadır (Tabak).

2.3.5. Tedavisi

Tedavide amaç hastalığın ilerlemesini engelleyerek siroz, karaciğer yetmezliği veya hepatosellüler karsinoma gibi ileri dereceli karaciğer hastalıklarının oluşumunu önlemektir. Viral hepatitlerde yapılan serolojik testlerin sonucuna yönelik antiviral ajanlar, interferon ve nükleozid tedavisi kullanılmaktadır (Akhan et al., 2014).

Beslenme Tedavisi

Ciddi alkolik hepatit olgularında oral alım büyük oranda azalmakta ve mortalite riskini artırmaktadır. Bu durumda ilk müdahale yöntemi olarak oral beslenme destekleri gerekli besin öğelerinin alımının sağlanmasında önemlidir. Enerji ihtiyacının karşılanamadığı durumlarda enteral beslenmeye geçilmelidir. Tercihen 1,5 kkal/g enerji içeren yüksek enerjili veya standart formüller kullanılmalıdır. Yüksek enerjili ürünlerin kullanılması sıvı kısıtlaması olan bireylerde kolaylık sağlamaktadır. İleri düzey hastalarda sirozla benzer beslenme ilkeleri uygulanır.

2.4. Siroz

2.4.1. Tanımı

Alkolik karaciğer hastalığının ileriki evrelerinde alkolik steatohepatit, daha sonrasında da artan fibrozla birlikte siroz gelişmektedir (Mathurin & Bataller, 2015).

2.4.2. Epidemiyolojisi

Gelişmekte olan ülkelerde morbidite ve mortalitenin başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. Dünya genelinde yetişkinlerde ölüm nedenleri arasında 14. sırada yer almaktadır. Sirozun başlangıç aşamaları asemptomatik olduğundan hastalığın prevalansının belirlenmesi güçtür ve belirlenenden daha fazla olduğu düşünülmektedir (Tsochatzis et al., 2014).

2.4.3. Etiyolojisi

Alkol tüketimi, siroz nedenleri arasında batı toplumlarında birinci, ülkemizde ikinci sırada yer alır (Gökhan Köker 2015). Günlük 25 gramdan fazla alkol tüketimi siroz gelişme riskini artırmaktadır. Bu durum alkolün sirozun önlenabilir risk faktörü olması nedeniyle önemlidir (Mathurin & Bataller, 2015). Siroz etiyolojisinde hepatit C'nin de yer aldığı bildirilmektedir. Dünya genelinde sirozun %27'si, hepatosellüler karsinomun ise %25'i hepatit C virüsü ile ilişkili bulunmuştur (Barut & Günel, 2009).

2.4.4. Semptomları ve klinik bulguları

Sirozu olan hastalarda tipik histolojik bulgular olmakla birlikte, alkolik sirozu olan hastalarda terminal hepatik ven çevresinde (perivenüler fibrozis) ve sinüzoidler çevresinde kollajen birikimi gözlenir (Gökhan Köker 2015).

Sirozlu hastalarda azalmış glikoz ve artmış lipit oksidasyonu gözlenmesi beslenme durumundan bağımsız olarak substrat kullanımını değiştirmektedir (Plauth et al., 1997). Sirozun, malnütrisyon, ascit, hiponatremi, hepatik ensefalopati, glukoz değişiklikleri, yağ malabsorpsiyonu, hepatorenal sendrom ve osteopeni dahil olmak üzere beslenmeyi etkileyen pek çok komplikasyonu bulunmaktadır (Mahan,

2012). Sirozlu hastalarda kas kaybı ve vitamin yetersizlikleri gözlenmektedir. Diyetle alımın bozulması, sindirim ve emilim bozuklukları veya metabolizmadaki hasarlar sonucu beslenme yetersizlikleri meydana gelmektedir (Morley & Thomas, 2007).

Hastalarda en sık izlenen laboratuvar parametreleri: alanin aminotransferaz (ALT), aspartat aminotransferaz (AST) enzimleri, albumin, bilirubin, protrombin zamanı ve anemi belirteçleridir. Karaciğer enzimleri yükselirken, albumin gibi beslenme durumu göstergeleri düşmektedir (Schuppan & Afdhal, 2008).

2.4.5. Tedavisi

Sirozun tedavisi planlanırken altta yatan karaciğer hastalığı göz önünde bulundurulmalıdır. Viral hepatit olgularında oral antiviral tedavi hastalığın ilerleyişini durdurmaktadır. Otoimmün hepatitlerde ise immünosupresif ajanların kullanılması uygundur Sirozun ilerleyişini arttıran portal hipertansiyon ve özofagus varisleri bakımından hastalar incelenmelidir. Tedavide seçici olmayan β blokerler veya endoskopik bant ligasyonları kullanılabilir (Tsochatzis et al., 2014).

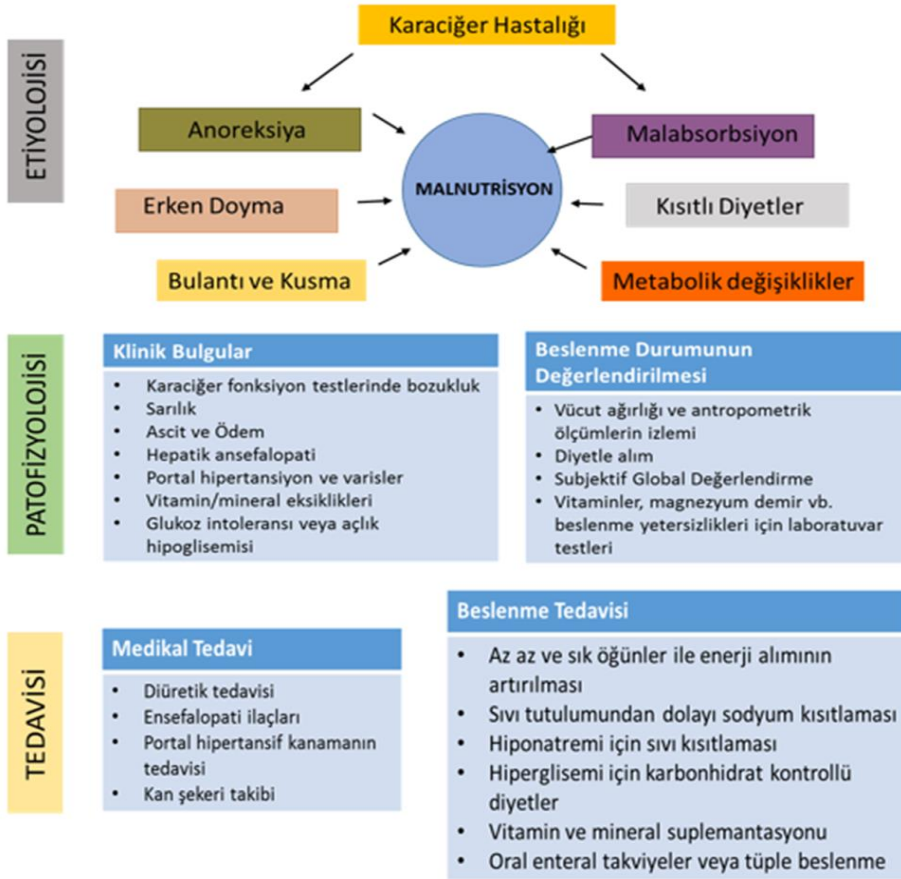
Beslenme tedavisi

Kronik karaciğer hastalığı olan bireylerde malnütrisyon başlıca ölüm nedenleri arasında yer aldığından hastalığa özgü diyet ilkeleri uygulanmalıdır {Moctezuma-Velázquez, 2013 #274} Nitrojen dengesinin korunması için bireylerin günlük gereksinimi olan enerji karşılanmalıdır. Hastaların malnutrisyon durumuna göre 25-35 kkal/kg/gün enerji alımı önerilmektedir (Shawcross et al., 2010). Enerji harcamasının sirozda artması nedeniyle, ESPEN indirek kalorimeteye elde edilen dinlenme enerji harcamasının 1,3 katı alınmasını önermektedir. Hafif şişman ve obez bireylerde ise enerji alımının artırılmasına gerek duyulmamaktadır. Vücut ağırlığına göre hesaplama yapılacaksa ödem veya ascid göz önünde bulundurulmalı ve kuru ağırlık üzerinden hesaplama yapılmalıdır. {Bischoff, 2020 #273}.

Akut hepatik ensefalopatili hastalarda şiddetli refrakter olgular dışında protein kısıtlamasını destekleyen klinik kanıt yoktur. Kronik karaciğer ensefalopatisinde, bitkisel proteinler nitrojen dengesi açısından hayvansal kaynaklardan elde edilen proteinlerden daha üstündür (Morley & Thomas, 2007). Yapılan çalışmada, dallı zincirli amino asitler ve yüksek posa ve protein içeren diyet takviyesinin, sirozlu hastalarda güvenli bir müdahale olduğu bildirilmiştir. Kas kütlesinin artırılmasına yardımcı olduğu ve amonyak veya glukoz seviyelerini yükseltmediği, ayrıca hepatik ensefalopati gelişimi ile de ilişkili olmadığı belirtilmektedir (Ruiz-Margáin et al., 2018).

Malnutrisyonlu siroz hastalarının çoğu oral yolla gereksinmeyi karşılayamamaktadır. Bu bireylerde enteral ürünlerle besin ögesi gereksinmesi karşılanabilir, sağ kalım ve karaciğer fonksiyonlarında artış sağlanabilir (Plauth et al., 2006). Sirozlu hastalarda mikrobeyin öğelerinin eksiklikleri gözlenebilir. Özellikle tiamin ve D vitamini değerlendirilmelidir. Ayrıca çinko ve A vitamini iştahı etkilediğinden önemlidir (Bischoff, 2020 #273).

Nutrisyonel durumun değerlendirilmesinde antropometrik ölçümler, biyokimyasal parametreler, biyoelektrik impedans, Subjektif Global Değerlendirme, el kavrama gücü ve L3 iskelet kas indeksi kullanılabilir (Moctezuma-Velázquez, 2013 #274). Ayrıca, Basitleştirilmiş Beslenme İştah Anket (SNAQ) kullanılması ile ağırlık ve iştah kayıplarının tahmin edilebileceği belirtilmektedir (Wang & Shen, 2018).



Şekil 3: Karaciğer hastalıklarının etiyolojisi, patofizyolojisi ve tedavisi (Mahan, 2012)

2.5. Karaciğer Transplantasyonu

Son dönem karaciğer yetmezliğinde, alkolik karaciğer hastalığında medikal tedavinin etkili olmadığı durumlarda kullanılan bir yöntemdir (Gao & Bataller, 2011). Mortalite oranı beden kütle indeksi (BKİ) ile ilişkilidir ve BKİ'si 35 kg/m²'den yüksek olan bireylerde transplantasyon sonrası 1 yıl içinde %50 oranında ölüm gerçekleşmektedir (Liver & Diabetes, 2016).

Yapılan çalışmada, serum albumin düzeyi 3g/dL'den az, toplam bilirubin düzeyi 10 mg / dL'yi aşan yatarak ya da yoğun bakım ünitesinde tedavi gören, 60 yaşından büyük hastalarda nakil yapılmasının uygun

olacağı belirtilmektedir. Ancak, 60 yaş üzeri yüksek riskli hastalarda bulgular düzenlenmedikçe transplantasyon yapılmamalıdır (Levy et al., 2001).

Transplantasyon sonrası beslenme tedavisinde 12-24 saat içerisinde oral veya enteral beslenmeye geçilmesi önerilmektedir. Başlangıçta 30-35 kkal/kg/gün enerji alımı sağlanmalıdır. Postoperatif dönemde atan nitrojen kaybı nedeniyle aminoasit veya protein alımının 1,2-1,5 g/kg/gün olması gerekmektedir. Enteral beslenme uygulanacaksa enfeksiyon gelişme riskinin azaltılması için pre-probiyotik içeren *Laktobasillus* suşları ilave edilebilir {Bischoff, 2020 #273}.

3. SAFRA HASTALIKLARI

3.1. Kolesistit

3.1.1. Tanımı

Kolesistit, sanayileşmiş ülkelerdeki toplumları etkileyen en yaygın cerrahi durumdur Kolesistit; farklı nedenlere bağlı gelişebilen, farklı şiddet derecelerinde ortaya çıkan ve farklı klinik seyirlerle izlenen safra kesesi inflamasyonudur (Elwood, 2008).

3.1.2. Etiyolojisi

Safra taşı olan tüm bireylerin yaklaşık % 3'ünde kolesistit gelişmekte ve obstrüktif kolesistitin birincil nedeni olmaktadır. Safra kesesi veya kanalı tümörleri, parazitler ise diğer nedenler arasındadır. Uzun süreli tıkanıklıklar akut kolesistite yol açmaktadır (Huffman & Schenker, 2010).

3.1.3. Semptomları ve klinik bulguları

Safra kesesinin kanala bağlandığı bölümdeki tıkanık nedeniyle intralüninal basınç artmakta, mukozadan prostoglandinler ve inflamatuvar sitokinlerin salınımı artmaktadır.

Kronik kolesistitin semptomları bireyler arası değişkenlik göstermektedir. Mide bulantısı, reflü benzeri semptomlar, şişkinlik, hafif

ateş, karnın üst bölgesinde ağrı ve kronik yorgunluk gözlenen bulgulardır [32].

3.1.4. Tedavisi

Semptomatik taşlı kolesistitlerde tedavi cerrahi operasyonla kolesistektomi yapılmasıdır. Günümüzde laparoskopik kolesistektomi bu konuda altın standart olarak çoğu hastada uygulanmaktadır (Avcı et al., 2016). Gecikmiş kolesistektomi komplikasyon oranları, hastanede kalış süresi, hastalık maliyetinde artış ve hasta memnuniyetinde azalma ile ilişkilidir. Yaşlı hastalarda ise akut kolesistitin optimal tedavisi henüz tartışmalıdır. Komorbiditeler ve azalmış fizyolojik rezervler nedeniyle yaşlıların artmış perioperatif morbidite ve mortalite riski altında olduğu düşünülmektedir (Winbladh et al., 2009).

3.2. Safra taşı

3.2.1. Tanımı

Birçok toplumda morbidite açısından önemli risk faktörleri arasında yer alır (Öner & Güneri, 2012). Kolesterol ve pigment taşları olarak iki türü bulunmaktadır.

3.2.2. Epidemiyolojisi

Toplumlarda ortalama yaşın artışına bağlı olarak safra taşı prevalansı da artış göstermektedir. Çeşitli etnik gruplarda görülme sıklığı çok değişken olup, gelişmiş ülkelerde yetişkin bireylerin %10-15'inde görülmektedir (Cao & Eslick, 2018). Yaş arttıkça prevalansı artmakta, 60 yaş üstü bireylerde %20-30 oranında görülmektedir (Loozen et al., 2017). Diyabetik bireylerde taş oluşum sıklığı artış göstermektedir (Öner & Güneri, 2012).

3.2.3. Etiyolojisi

Hiperlipidemi safra taşları etiyolojisinde yer aldığı düşünülmekte özellikle yüksek trigliserit düzeyleri safra taşı prevalansını artırmaktadır (Öner & Güneri, 2012). Karaciğer sirozu olan hastalarda da taş görülme

sıklığı artış göstermektedir. İleri evre karaciğer kistleri de taş oluşumu için risk faktörleri arasındadır (Nevin et al.).

3.2.4. Semptomları ve klinik bulguları

Safra taşı olan bireylerin birçoğunda semptomlar görülmezken, bazı bireylerde taşların oluşturduğu harabiyete bağlı olarak ağrı, enfeksiyon ve inflamasyon görülebilir. Bu semptomlar tedavi edilmezse, safra taşları daha ciddi ve bazı durumlarda kolesistit, kolanjit, pankreatit ve sarılık gibi hayatı tehdit eden rahatsızlıklara neden olabilir (Heallth).

3.2.5. Tedavisi

Yaşlı bireyler diğer hastalıklar veya yaşa bağlı olarak anestezi ve cerrahi için yüksek risk altındadır (Arthur et al., 2003). Yaşlı bireylerin tedavi edilmesi genç bireyler göre daha zor olduğundan, bireylerin %30'unda herhangi bir tedavi girişiminde bulunulmayıp koruyucu önlemler alınmaktadır (Bergman et al., 2011). Operasyonsuz tedavi edilen yaşlıların üçte birinde safra taşının tekrarladığı, perkütan veya endoskopik yöntemlerin tekrarlama riskini azalttığı belirtilmektedir. Hastalar semptomlarla başvurduğu zaman herhangi bir kontraendikasyon bulunmuyorsa laparoskopik kolesistektomi yapılabilir (Bergman et al., 2015). Operasyonsuz tedavilerle oluşan komplikasyonlar ölümcül sonuçlara neden olabilirken, erken elektif kolesistektomi bu komplikasyonları önlemekte ve nispeten daha kabul edilebilir oranda morbidite ve mortalite ile ilişkilidir (Arthur et al., 2003; Bergman et al., 2015). Asemptomatik olgularda herhangi bir tedavi uygulanması gerekmemektedir (Morley & Thomas, 2007).

Beslenme tedavisi

Safra taşı oluşumunda etkili pek çok diyetel faktör bulunmaktadır. Basit karbonhidrat ve doymuş yağ tüketimi riski artırmakta, posa alımı ise riski azaltmaktadır. Yağ asidi ve hepatik kolesterol metabolizmasında görevli nükleer reseptörlerin tanımlanması, diyet bileşenleri ile safra taşı arasındaki ilişkinin daha iyi açıklanmasını sağlayabilir (Cuevas et al.,

2004). Safra kesesi ameliyatı sonrasında, depolanmış safra bulunmayacağından, yüksek yağlı diyet yeterince sindirilemez. Birçok hastada bağırsak hareketlerinde artış olur ancak zamanla düzelmektedir. Ağrıya bağlı olarak bireylerde besin reddi ve kademeli ağırlık kaybı gözlenebilir. Tedavide bireylerin kolesterol alımları azaltılmalı, hızlı ağırlık kaybı sağlayan diyetlerden ve uzun süreli açlıktan uzak durulmalıdır (Morley and Thomas, 2007).

4. PANKREAS HASTALIKLARI

4.1. Pankreatit

Alkol gibi eksojen toksinlerin kümülatif etkilerinin yanı sıra kolelitiazisin prevalansı ve insidansının artması nedeniyle yaşlı bireylerde akut ve kronik pankreatit sıklığı artış göstermektedir (Grassi et al., 2011). Hastalığın şiddetinin belirlenmesinde Ranson kriterleri, APACHE II skoru veya Atlanta kriterleri kullanılmaktadır (Knaus et al., 1985; Saka, 2014).

4.1.1. Akut pankreatit

4.1.1.1. Tanımı

Akut pankreatit, klinik özellikleri ve şiddeti önemli düzeyde değişkenlik gösteren potansiyel ölümcül hastalıklar arasında yer almaktadır (Uomo, 2003). Egzokrin pankreasın çeşitli derecelerde akut inflamasyonu sonucu gelişmektedir. Hastalığın en şiddetli formlarında parankimal hasar, pankreas dokusunun nekrozu ve diğer organlarda işlevsizlik olarak kendini gösterir (Alpers et al., 2011).

4.1.1.2. Epidemiyolojisi

Hastalık insidansı farklı popülasyonlar ve etnik gruplarda değişkenlik göstermektedir (Alpers et al., 2011). Ayrıca akut ve kronik pankreatitin tanısının benzerliğinden ve klinik belirtilerin değişmesinden dolayı prevalansı tam olarak belirtilmemektedir (Şişman et al.).

4.1.1.3. Etiyolojisi

Safra taşları (%50), alkol kullanımı (%25), idiyopatik nedenler (%15) akut pankreatitin sık görülen nedenleri arasındadır (Banks et al., 2013). Yaşlı bireylerde de safra taşları, gelişen akut pankreatitte en sık görülen etiyolojik faktörler arasındadır (Hegyi et al., 2018). Obezite ve sigaranın da akut pankreatit kliniğinde rol oynadığı, özellikle obezitenin komplikasyon gelişimi ve ölüm riskini artırdığı bildirilmektedir (Soylu et al., 2008).

4.1.1.4. Semptomları ve klinik bulguları

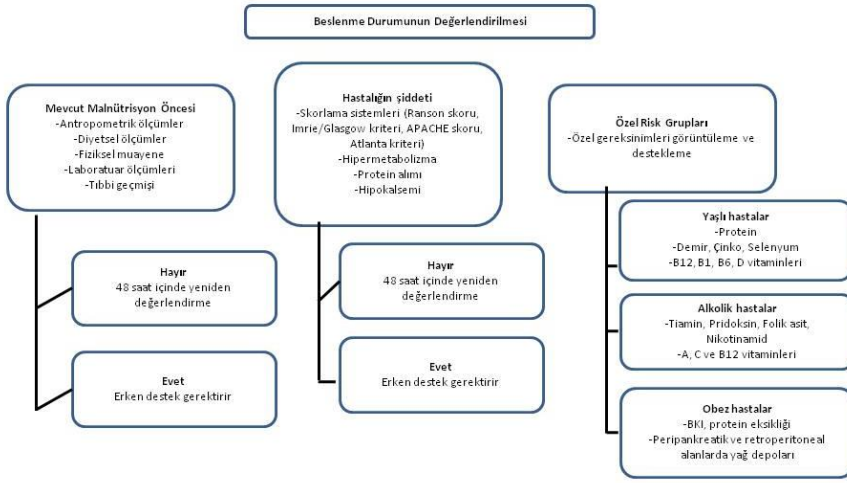
Sırtta yayılan ani başlayan epigastrik ağrı, karında gerginlik, hassasiyet, bulantı, kusma ateş, serum amilaz ve lipaz düzeylerinde 3 katı aşan artış akut pankreatitin bulguları arasındadır (E.), (2012). Hastalığa bağlı olarak metabolik değişiklikler gelişmekte, İnflamasyon nedeniyle bazal metabolik hız artmakta, protein katabolizması oluşmakta ve günde 40 g'a ulaşan negatif nitrojen dengesi ile enerji gereksinmesi artmaktadır. Karbonhidrat ve yağ metabolizması bozuklukları nedeniyle hiperglisemi ve hiperlipidemi de görülmektedir (Meier & Sobotka, 2010).

4.1.1.5. Tedavisi

Akut pankreatit tedavisi genellikle destekleyici niteliktedir. Sıvı replasmanı, ağrı ve bulantının azaltılması, komplikasyonların tespit ve tedavisi, beslenme desteği ve enfeksiyonların tedavisi destek bakımında büyük önem taşır. Sıvı desteği idrar çıkışına bakılarak yapılmalıdır (Alpers et al., 2011).

Beslenme tedavisi

Akut pankreatitli hastalarda beslenme durumunun değerlendirilmesi ve uygun protokolün uygulanması için geliştirilen algoritma Şekil 4'te verilmiştir. Yaşlı bireylerde olası eksiklikler göz önüne alınarak vitamin ve mineral desteklerinin gerekli olabileceği bildirilmektedir (Cengiz, 2012).



Şekil 4: Akut pankreatitte beslenme durumunu değerlendirmek için algoritma (Lugli et al., 2007)

Nütrisyonel destek tedavisi her akut pankreatitli hasta için gerekli olmamakla birlikte hafif pankreatit hastaları için bir hafta içinde oral beslenmeye geçiş mümkündür. Şiddetli akut pankreatit hastalarında ise enteral nütrisyon intestinal geçirgenliği düzeltici etkisi nedeniyle önemlidir (Cengiz, 2012).

Yapılan çalışmada akut pankreatitte enteral beslenmede lactobacillus suşlarının eklenmesinin pankreatik apse, sepsis, nekroz, çoklu organ yetmezliği ve sistemik inflamatuvar yanıt sendromu insidansında anlamlı azalma sağladığı gözlenmiştir (Oláh et al., 2007).

4.1.2. Kronik pankreatit

4.1.2.1. Tanımı

Kronik pankreatit şiddetli abdominal ağrıya, ekzokrin ve endokrin pankreas yetmezliğine, ağır duktus anomalilerine ve pankreas kalsifikasyonlarına neden olan tekrarlayıcı bir bozukluktur (E.), (2012). Kronik pankreatitin erken evresinde spesifik bir tanı testi yoktur, ileri evrelerinde ise tanı klinik bulgular ve görüntüleme yöntemleriyle konulmaktadır (Soylu et al., 2008).

4.1.2.2. Etiyolojisi

Hastalık alkol kullanımı, pankreas kanalı obstrüksiyonları, hiperkalsemi, hiperlipidemi, malnütrisyon, ilaçlar, travma, otoimmün herediter kistik fibrozis ve idiyopatik nedenlere bağlı olarak gelişmektedir (E.), 2012).

4.1.2.3. Semptomları ve klinik bulguları

Ağrı, iştahsızlık, bulantı, kusma, gaz, şişkinlik, ağırlık kaybı, steatore, sarılık, pankreatik yetmezlik, yağda eriyen vitaminler ve kalsiyumun emilim bozukluğu gözlenir. Hastalığın ilerleyen yıllarında endokrin fonksiyonların ve Langerhans adacık hücrelerinin harabiyetine bağlı diabetes mellitus gelişebilir (Çağlıkülekeçi et al., 2008). Yaşlı bireylerde hastalık gelişimi daha yavaş seyirlidir ve ağrı daha az görülmektedir (Morley & Thomas, 2007).

4.1.2.4. Tedavisi

Protein ve lipitlerin sindirimindeki bozukluğu engellemek amacıyla yeterli miktarda ekzojen pankreatik enzim desteği yapılması gerekmektedir. Hastalarda malnütrisyonu ortadan kaldırmak için minimum 30.000 IU lipaz ve 10.000 IU tripsin enzim desteği yapılmalıdır (Editörleri), 2014).

Beslenme tedavisi

Hastaların %80'inden fazlası pankreas enzimleriyle desteklenerek normal oral alım sağlanır. Geriye kalan hastaların %10-15'i oral enteral beslenmeye gereksinim duyar, %5'inde ise tüple beslenme kullanılmaktadır. Uzun süreli tedaviler için jejunal tüp ile perkütan endoskopik gastronomi (PEG) önerilir (Meier et al., 2006).

Kronik pankreatitte beslenme tedavisinin temel amacı; sindirim ve emilim bozukluğunu azaltarak malnütrisyonu önlemek ve vücut ağırlığını korumaktır (Editörleri), 2014). Enerji alımı arttırılmalı, protein

1,0-1,5 g/kg/gün (ağır malnutrisyonda 1,5-2 g/kg/gün), karbonhidrat 300-400 g/gün veya 6 g/kg/gün, yağ enerjinin %30 'unu karşılayacak düzeyde olmalıdır. Yağlar ağırlıklı olarak bitkisel yağ olması durumunda tolere edilebilir. Uygun ağırlık kazanımı sağlanamıyor ve steatore devam ediyorsa orta zincirli yağ asitleri (MCT) verilebilir. Bu yağ asitleri kolaylıkla hidrolize edilir ve ince bağırsaklardan emilerek direkt portal vene geçer (Sobotka, 2013). Yağ emilim bozukluğu devam ederse vitamin mineral eksikliği de değerlendirilmelidir. En yaygın eksiklik yağda çözünen A,D,E,K vitaminlerde görünür. Ayrıca; kalsiyum, magnezyum, çinko, tiamin ve folik asit düzeyleri de kontrol edilmelidir(Lugli et al., 2007).

Yapılan çalışmada, simbiyotiklerin kronik pankreatitli hastalarda beslenme durumuna etkisi incelenmiştir. Hastalar iki gruba ayrılarak, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* ve fruktooligosakkaritlerden oluşan simbiyotik kullanımının, hastaların klinik ve laboratuvar bulgularını iyileştirdiği ve bu popülasyonda düşük maliyet ve tedavi etkinliği nedeniyle terapötik bir seçenek olabileceği belirtilmiştir (dos Santos et al., 2017).

4.2. Pankreas Kanseri

4.2.1. Tanımı

Pankreatik kanser, dünya genelinde ölüm oranı en yüksek kanser türlerinden biridir. Pankreas kanserinin ölüm oranının yüksek olmasının nedenleri; erken tanı zorluğu, hızlı metastaz yapması, radyoterapi ve kemoterapiye cevap vermemesi şeklinde sıralanmaktadır (ŞAHİN et al., 2007).

4.2.2. Epidemiyolojisi

Kırk yaş üstü bireylerde pankreas kanseri görülme riski her on yılda bir 2-3 kat artmaktadır (Mert, 2015).

4.2.3. Etiyolojisi

Etiyolojisinde sigara, yaş, genetik, diyabet, kronik pankreatit ve diyetel faktörler yer almaktadır (Mert, 2015).

4.2.4 Semptomları ve klinik bulguları

Pankreatik adenokarsinomların yaklaşık % 90'ı pankreasın başında ortaya çıkar ve pankreas kanalının tıkanması ve ciddi ekzokrin pankreas yetmezliği ile ilişkilidir. Yağ malabsorpsiyonu, kanser kaşeksi ve artmış sitokinler, pankreas kanserinde kilo kaybının önde gelen nedenleridir (Morley & Thomas, 2007).

4.2.5. Tedavisi

Tedavi agresif pankreatik enzim replasmanı ile optimize edilmelidir, ancak prognoz genellikle zayıftır (Morley & Thomas, 2007). Hastanın durumuna göre uygulanacak tedavi yöntemine karar verilmekte olup cerrahi işlem, kemoterapi veya radyoterapi uygulanabilmektedir. İleri evre tümörlerde kemoterapi ile birlikte mevcut sarılığın düzeltilmesi, beslenme desteğinin sağlanması, ağrının azaltılması yoluyla bireyin yaşam kalitesinin artırılması amaçlanır (Mert, 2015). Cerrahi operasyon geçiren hastalarda yetersiz beslenmiş veya önemli komplikasyon yaşayanların iyileşme süreci tehlikeye girebilir. Diyabet, organ disfonksiyonu gibi kanser öncesi hastalıkların olması bireylerde kas kaybı (sarkopeni) gelişme riskini artırabilir (Gianotti et al., 2018).

5. SONUÇ

Yaşlanmaya bağlı olarak karaciğer safra ve pankreas hastalıklarının insidansı artmaktadır. Vücudun metabolik dengesinin sağlanması bakımından özellikle karaciğer ve pankreas hastalıklarının iyi yönetilmesi gerekmektedir. Uygun tedavi yöntemleri ile bireylerin yaşam kalitesi artırılacak, hastalık seyri iyileştirilecektir. Ayrıca beslenme tedavileri aracılığıyla karaciğer, safra ve pankreas

hastalıklarında cerrahi öncesi veya sonrası dönemlerde bireyin mevcut duruma uyumu kolaylaştırılacak, gereksinimleri en kısa sürede karşılandığında bakım ihtiyacı ve hastanede kalış süreleri azalacaktır. Beslenme tedavisi planlanırken, kuruluşların önerileri doğrultusunda güncel veriler dikkate alınmalıdır. Karaciğer ve pankreasla ilişkili pek çok hastalıkta artmış enerji ve protein ihtiyaçları göz önünde bulundurulmalıdır. Mikro besin öğeleri hasta ve hastalığa özgü olarak değerlendirilmeli, eksiklik durumunda yerine konulmalıdır.

KAYNAKÇA

- Akhan, S., Aynioğlu, A., Çağatay, A., Gönen, İ., Günal, Ö., Kaynar, T., ve Üçkardeş, H. (2014). Kronik hepatit B virusu enfeksiyonunun yönetimi: Türk Klinik Mikrobiyoloji ve Enfeksiyon Hastalıkları Derneği Viral Hepatit Çalışma Grubu Uzlaş Raporu. *Klinik Dergisi*, 27(Suppl 1), 2-18.
- Alpers, D. H., Kalloo, A. N., Kaplowitz, N., Owyang, C., and Powell, D. W. (2011). *Textbook of gastroenterology*. John Wiley & Sons.
- Arthur, J. D. R., Edwards, P. R., and Chagla, L. S. (2003). Management of gallstone disease in the elderly. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 85(2), 91.
- Avcı, T., Tezcaner, T., Ekici, Y., Yıldırım, S., and Moray, G. (2016). Akut Kolesistit Tedavisinde Erken Dönem Laparoskopik Kolesistektomi: Tek Merkez Deneyimi. 20. Ulusal Cerrahi Kongresi.
- Banks, P. A., Bollen, T. L., Dervenis, C., Gooszen, H. G., Johnson, C. D., Sarr, M. G., and Vege, S. S. (2013). Classification of acute pancreatitis—2012: revision of the Atlanta classification and definitions by international consensus. *Gut*, 62(1), 102-111.
- Barut, H. Ş., and Günal, Ö. (2009). Dünyada ve ülkemizde hepatit C epidemiyolojisi. *Klinik Dergisi*, 22(2), 38-43.
- Bergman, S., Al-Bader, M., Sourial, N., Vedel, I., Hanna, W. C., Bilek, A. J., and Fraser, S. A. (2015). Recurrence of biliary disease following non-operative management in elderly patients. *Surgical Endoscopy*, 29(12), 3485-3490.
- Bergman, S., Sourial, N., Vedel, I., Hanna, W. C., Fraser, S. A., Newman, D., and Monette, J. (2011). Gallstone disease in the elderly: are older patients managed differently?. *Surgical Endoscopy*, 25(1), 55-61.
- Bischoff, S. C., Bernal, W., Dasarathy, S., Merli, M., Plank, L. D., Schütz, T., & Plauth, M. (2020). ESPEN practical guideline: Clinical nutrition in liver disease. *Clinical Nutrition*, 39(12), 3533-3562.
- Boden, G. (2009). High or Low Carbohydrate Diets: Which is better for weight loss, insulin resistance and fatty livers?. *Gastroenterology*, 136(5), 1490.

- Cao, A. M., and Eslick, G. D. (2018). Epidemiology and Pathogenesis of Gallstones. In *The Management of Gallstone Disease* (pp. 53-66). Springer, Cham.
- Cengiz, C. (2012), Akut Pankreatit ve Nutrisyon. *Güncel gastroenteroloji*. 16(3).
- Chiang, J. Y. (2009). Bile acids: regulation of synthesis. *Journal of Lipid Research*, 50(10), 1955-1966.0
- Cuevas, A., Miquel, J. F., Reyes, M. S., Zanolungo, S., and Nervi, F. (2004). Diet as a risk factor for cholesterol gallstone disease. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(3), 187-196.
- Çağlıkülekcı, M., Dirlik, M., Dağ, A., Aydın, S., Canbaz, H., Türkmenoğlu, Ö., ve Kalaycı, M. (2008). *Kronik Pankreatit ve Cerrahi*. www. hpb. org. tr, 113.
- dos Santos, P. Q., Guedes, J. C., de Jesus, R. P., dos Santos, R. R., and Fiaconne, R. L. (2017). Effects of using symbiotics in the clinical nutritional evolution of patients with chronic pancreatitis: Study prospective, randomized, controlled, double blind. *Clinical nutrition ESPEN*, 18, 9-15.
- El-Serag, H. B. (2012). Epidemiology of viral hepatitis and hepatocellular carcinoma. *Gastroenterology*, 142(6), 1264-1273.
- Elwood, D. R. (2008). Cholecystitis. *Surgical Clinics of North America*, 88(6), 1241-1252.
- European Association For The Study Of The Liver, & European Association for the Study of Diabetes (EASD). (2016). EASL-EASD-EASO Clinical Practice Guidelines for the management of non-alcoholic fatty liver disease. *Obesity Facts*, 9(2), 65-90.
- Filiz A. K. (2017). Pankreas Fizyolojisi. *Türkiye Klinikleri Journal of Gastroenterohepatology Special Topics*, 10(3), 122-125.
- Gao, B., and Bataller, R. (2011). Alcoholic liver disease: pathogenesis and new therapeutic targets. *Gastroenterology*, 141(5), 1572-1585.
- Gianotti, L., Besselink, M. G., Sandini, M., Hackert, T., Conlon, K., Gerritsen, A., and Marchegiani, G. (2018). Nutritional support and therapy in pancreatic surgery: A position paper of the International Study Group on Pancreatic Surgery (ISGPS). *Surgery*, 164(5), 1035-1048.

- Gören, B., ve Fen, T. (2005). Non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 25(6), 841-850.
- Grassi, M., Petraccia, L., Mennuni, G., Fontana, M., Scarno, A., Sabetta, S., and Fraioli, A. (2011). Changes, functional disorders, and diseases in the gastrointestinal tract of elderly. *Nutricion Hospitalaria*, 26(4).
- Hegyi, P., Maléth, J., Walters, J. R., Hofmann, A. F., and Keely, S. J. (2018). Guts and gall: bile acids in regulation of intestinal epithelial function in health and disease. *Physiological Reviews*, 98(4), 1983-2023.
- Huffman, J. L., & Schenker, S. (2010). Acute acalculous cholecystitis: a review. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 8(1), 15-22.
- Knaus, W. A., Draper, E. A., Wagner, D. P., & Zimmerman, J. E. (1985). APACHE II: a severity of disease classification system. *Critical Care Medicine*, 13(10), 818-829.
- Köker G., Şahintürk Y. ve Çetin AH. (2015). Alkolik Karaciğer Hastalıkları. *Güncel Gastroenteroloji*, 19;2
- Levy, M. F., Somasundar, P. S., Jennings, L. W., Jung, G. J., Molmenti, E. P., Fasola, C. G., ... & Klintmalm, G. B. (2001). The elderly liver transplant recipient: a call for caution. *Annals of Surgery*, 233(1), 107.
- Loozen, C. S., van Ramshorst, B., van Santvoort, H. C., and Boerma, D. (2017). Early cholecystectomy for acute cholecystitis in the elderly population: a systematic review and meta-analysis. *Digestive Surgery*, 34(5), 371-379.
- Lugli, A. K., Carli, F., & Wykes, L. (2007). The importance of nutrition status assessment: the case of severe acute pancreatitis. *Nutrition Reviews*, 65(7), 329-334.
- Mahan, L. K., & Raymond, J. L. (2012). *Krause's food & the nutrition care process*. Elsevier Health Sciences.
- Mathurin, P., and Bataller, R. (2015). Trends in the management and burden of alcoholic liver disease. *Journal of hepatology*, 62(1), S38-S46.
- McPhee SJ. (Çeviri editörleri: Süleymanlar G.,-Çoban E.). (2012), Hastalıkların Patofizyolojisi.
- Meier, R., Ockenga, J., Pertkiewicz, M., Pap, A., Milinic, N., Macfie, J., and Keim, V. (2006). ESPEN guidelines on enteral nutrition: pancreas. *Clinical Nutrition*, 25(2), 275-284.

- Meier, R.F. and L. Sobotka, Basics in Clinical Nutrition: Nutritional support in acute and chronic pancreatitis. *European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*, 2010. 5(1): p. e58-e62.
- Mert, N. (2015). Pankreas kanserinin küratif tedavisinde uygulanan konformal ve yoğunluk ayarlı radyoterapi tekniklerinin dozimetrik olarak karşılaştırılması, Uzmanlık tezi, Trakya Üniversitesi.
- Moctezuma-Velázquez, C., García-Juárez, I., Soto-Solís, R., Hernández-Cortés, J., & Torre, A. (2013). Nutritional assessment and treatment of patients with liver cirrhosis. *Nutrition*, 29(11-12), 1279-1285.
- Morley, J. E., and Thomas, D. R. (2007). Geriatric nutrition. *CRC Press*: 462-464.
- National Institute for Health and Care Excellence. Gallstone disease. (homepage on the Internet). 2014 (cited 2015 Sep 10). *National Institute for Health and Care Excellence*.
<http://www.nice.org.uk/guidance/cg188/resources/guidance-gallstone-disease-pdf>
- Nevin, O., Özütemiz, Ö., Ersöz, G., Tekeşin, O., Günşar, F., İlter, T., and Batur, Y. Karaciğer sirozunda safra kesesi taşı prevalansı. *Akademik Gastroenteroloji Dergisi*, 7(2), 87-90.
- Oláh, A., Belágyi, T., Pótó, L., Romics, L., and Bengmark, S. (2007). Synbiotic control of inflammation and infection in severe acute pancreatitis: a prospective, randomized, double blind study. *Hepato-gastroenterology*, 54(74), 590-594.
- Owyang, C., and Williams, J. A. (2015). Pancreatic secretion. *Yamada's Textbook of Gastroenterology*, 450-473.
- Ökten, A., Demir, K., Kaymakoglu, S., Çakaloglu, Y., Dinçer, D. ve Beşışık, F.(1998). Kronik hepatitlerin etyolojik dağılımı. *Türk J. Gastroenterol.* 2:113-115
- Öner, C., ve Güneri, M. C. (2012). Safra taşı olan olgularda lipid profilleri. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*, 16(3), 123-126.
- Plauth, M., Cabre, E., Riggio, O., Assis-Camilo, M., Pirlich, M., Kondrup, J., and Nolte, W. (2006). ESPEN guidelines on enteral nutrition: liver disease. *Clinical Nutrition*, 25(2), 285-294.

- Plauth, M., Merli, M., Kondrup, J., Weimann, A., Ferenci, P., and Müller, M. J. ESPEN Consensus Group. (1997). ESPEN guidelines for nutrition in liver disease and transplantation. *Clinical Nutrition*, 16(2), 43-55.
- Ratzl, V., Goodman, Z., and Sanyal, A. (2015). Current efforts and trends in the treatment of NASH. *Journal of Hepatology*, 62(1), S65-S75.
- Rossi, R. E., Conte, D., and Massironi, S. (2015). Diagnosis and treatment of nutritional deficiencies in alcoholic liver disease: Overview of available evidence and open issues. *Digestive and Liver Disease*, 47(10), 819-825.
- Ruiz-Margáin, A., Macías-Rodríguez, R. U., Ríos-Torres, S. L., Román-Calleja, B. M., Méndez-Guerrero, O., Rodríguez-Córdova, P., and Torre, A. (2018). Effect of a high-protein, high-fiber diet plus supplementation with branched-chain amino acids on the nutritional status of patients with cirrhosis. *Revista de Gastroenterología de México (English Edition)*, 83(1), 9-15.
- Ryan MC, Itsiopoulos C, Thodis T, Ward G, Trost N, Hofferberth S, et al. The Mediterranean diet improves hepatic steatosis and insulin sensitivity in individuals with non-alcoholic fatty liver disease. *J Hepatol* 2013;59:138–143.
- Saka, M., Köse, E., Metin, S., Alphan, E.T.(Editör). (2014) *Hastahklarda beslenme tedavisi*. Hatiboğlu Yayıncılık, 2: p. 628-633.
- Schmucker, D. L. (2001). Liver function and phase I drug metabolism in the elderly. *Drugs & Aging*, 18(11), 837-851.
- Schuppan, D., & Afdhal, N. H. (2008). Liver cirrhosis. *The Lancet*, 371(9615), 838-851.
- Seitz, H. K., and Stickel, F. (2007). Alcoholic liver disease in the elderly. *Clinics in Geriatric Medicine*, 23(4), 905-921.
- Shawcross DL, Shabbir SS, Taylor NJ, Hughes RD, (2010). Ammonia and the neutrophil in the pathogenesis of hepatic encephalopathy in cirrhosis. *Hepatology*. 51:1062–9.
- Skipper A. (Çeviri Editörleri) Besler T., İnanç N. (2014). Enteral ve parenteral nütrisyon. Türkiye Diyetisyenler Derneği, İstanbul, 134-144.
- Sobotka, L. (2013). Klinik Nütrisyonun Temelleri (H. Gündoğdu, Çeviri Editörü) ,4.

- Soylu, H., Savaş, Ö., Yılmaz, T., and Suher, M. (2008). Akut pankreatitli hastaların etyolojik ve prognostik değerlendirilmesi. *Dirim Tıp Gazetesi*, 83, 124-28.
- Şahin, F., M. Taşpınar, and A. Sunguroğlu, Pankreatik Kanserin Moleküler Patogenezi. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 2007. 27(4): p. 560-566.
- Şişman, U. D. G., Özbalak, M., and Şentürk, H. Kronik Pankreatit. *İç Hastalıkları Dergisi* 2010; 17: 45-54
- Tabak, F. Akut Hepatitler. Göksoy, E., Şentürk, H.(editörler}. Hepatobilier Sistem ve Pankreas Hastalıkları LU. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Sempozyum Dizisi, (28 s 4365).
- Tsochatzis, E. A., Bosch, J., and Burroughs, A. K. (2014). Liver cirrhosis. *The Lancet*, 383(9930), 1749-1761.
- Uomo, G. (2003). Inflammatory Pancreatic Diseases in Older Patients. *Drugs & Aging*, 20(1), 59-70.
- Uygun, A., ve Polat, Z. (2009). Viral hepatit dışı serum transaminaz düzeyinde artışa neden olan hastalıklar. *Güncel Gastroenteroloji*, 13(4), 211-223.
- Wang, D., Lin, H., Xia, M., Aleteng, Q., Li, X., Ma, H., and Gao, X. (2016). Vitamin D levels are inversely associated with liver fat content and risk of non-alcoholic fatty liver disease in a Chinese middle-aged and elderly population: the Shanghai Changfeng Study. *PloS one*, 11(6), e0157515.
- Wang, T., and Shen, J. (2018). Usefulness of Simplified Nutritional Appetite Questionnaire (SNAQ) in Appetite Assessment in Elder Patients with Liver Cirrhosis. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 22(8), 911-915.
- Winbladh, A., Gullstrand, P., Svanvik, J., and Sandström, P. (2009). Systematic review of cholecystostomy as a treatment option in acute cholecystitis. *Hpb*, 11(3), 183-193.
- Younossi, Z. M., Koenig, A. B., Abdelatif, D., Fazel, Y., Henry, L., and Wymer, M. (2016). Global epidemiology of nonalcoholic fatty liver disease—meta-analytic assessment of prevalence, incidence, and outcomes. *Hepatology*, 64(1), 73-84.
- Zelber-Sagi, S., Ratziu, V., and Oren, R. (2011). Nutrition and physical activity in NAFLD: an overview of the epidemiological evidence. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 17(29), 3377.

BÖLÜM 5

ÇEVRE KİRLİLİĞİ ve BESLENME DAVRANIŞI

Arş. Gör. Dr. Mustafa Fevzi KARAGÖZ¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17948546>

¹ Hitit Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Çorum, Türkiye.
E-Posta: mustafafevzizaragoz@hitit.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1808-2748

GİRİŞ

Çevre kirliliği hava, su ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Doğa kendi ekosistemi içinde bir döngü halinde devam etmekte ve çevre kirliliği insanoğlu eliyle meydana gelmektedir. Orta ve düşük gelirli ülkelerde hastalık ve sakatlıkların en büyük nedenidir. Gelişen dünyada küresel halk sağlığı sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır (Attademo et al., 2017; Landrigan & Fuller, 2015).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre her yıl ~8,9 milyon insan çevre kirliliğinden kaynaklı hastalıklardan dolayı yaşamını yitirmektedir. Bu ölümlerin yaklaşık %94' ü (8,4 milyon) ise sadece fakir ülkelerde meydana gelmektedir. Yine DSÖ verilerine göre 2012 yılında yaklaşık 7 milyon prematüre ölümün kaynağı hava kirliliğine atfedilmiştir. Günümüzde hava kirliliği dünyanın başlıca sağlık riskleri arasında anılmaktadır (WHO, 2014). Bir karşılaştırma yapıldığında, çevre kirliliği kaynaklı ölümler 8,9 milyon civarındayken HIV/AIDS kaynaklı ölümler yaklaşık 1.5 milyon, tüberküloz ve sıtma kaynaklı ölümler ise yaklaşık olarak 1 milyondur. (WHO, 2019; Landrigan and Fuller, 2015).

Yalnızca hava kirliliğinin bile yetişkinlerde koroner arter hastalığı, inme, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), akciğer karsinomalarına ve çocuklarda akut alt solunum yolu enfeksiyonları, nörogelişimsel bozukluklar, doğum kusurları ve astıma neden olduğu bildirilmektedir (Landrigan & Fuller, 2015). Ayrıca intihar ve cinayete meyil, depresyon ve psikotik hastalıklar gibi zihinsel problemlere neden olabilmektedir (Attademo et al., 2017). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kötü çevre koşulları çocuk hastalıkları, sakatlıkları ve ölümlerinin başlıca sorumlusu olarak karşımıza çıkmaktadır. Fetüsün anne karnında çevresel kirliliğe maruz kaldığı erken yaşam maruziyeti, özellikle çocuklar olmak üzere, bireylerin erişkinlik dönemi sağlığını da doğrudan etkilemektedir. Çevre kirliliğinin en büyük etkenleri arasında iç ve dış mekan hava kirlilikleri, yetersiz su, yetersiz sanitasyon ve hijyen, ağır metaller, tehlikeli kimyasallar, radyasyon ve iklim değişikliği sayılabilmektedir (Cao et al., 2016; Guxens et al., 2018; Suades-González et al., 2015). Bu nedenle evler, sağlık kuruluşları, okullar, iş yerleri gibi gıda ile temasın mümkün olduğu her yerde güvenli sanitasyon hizmeti sağlanması, beslenme durumu çıktıları, eğitim beklentisi ve tam bir iyilik halinin meydana gelmesine katkıda bulunacaktır

(WHO, 2018). Bu gibi çevre risklerini azaltmak çocuk ölümlerini %25 oranında önleyebilmektedir (WHO-1,2025).

1. ÇEVRE KİRLİLİĞİ, ELEMANLARI ve SAĞLIĞA ETKİLERİ

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre 2017 yılında 5,3 milyar kişi güvenli şekilde yönetilen içme suyu hizmeti alabilmiştir. Lâkin 785 milyon kişi ise temel içme suyu hizmetinden yoksun kalmış, bunlar arasında 144 milyon kişi yüzey suyuna bağımlı olarak yaşamak zorunda kalmıştır. Dünya çapında ~2 milyar kişinin içme suyuna dışkı bulaşı olmuştur ki bu durum bulaşlı suların kolera, dizanteri, tifo, hepatit A ve çocuk felci gibi hastalıkların taşınmasında ciddi tehlike arz etmektedir (WHO-1, 2029). İz elementler ve ağır metaller, sodyum ve nitrik oksit gibi anyonlar ve katyonlar, bakteriyel bulaş, pestisit, zirai atıklar, iklim değişikliği, asit yağmurları, sanayi atıkları, ham petrol sızıntısı, gübrenin aşırı kullanımı su kirliliğinin nedenleri arasında yer almaktadır (Hasan et al., 2019; Speight, 2020).

Topraklar da birçok nedenden kaynaklı olarak kirlenmeye maruz kalmaktadır. Plastikler ve mikroplastikler, ağır metal ve iz element kalıntısı, pestisit ve veteriner ilaç kalıntısı, hayvan yetiştiriciliği gibi nedenler toprak kirliliğine neden olabilmektedir (Bergmann, 2019; Bläsing & Amelung, 2018; Jiang et al., 2011; Zhang et al., 2016). Sadece suni gübre olmayıp hayvan yetiştiriciliği nedeniyle toprağın hayvan gübresine maruz kalması da toprağın azot, bakır ve çinko gibi elementler açısından kirliliğini artırmaktadır (Barsova et al., 2019; Q. Yang et al., 2018). Pestisit, veteriner ilaç ve suni gübre kullanımı gibi nedenlerden dolayı zirai alanların toprak kirliliği açısından daha fazla tehlike arz ettiği düşünülmektedir. Ancak sanayi bölgelerinin başta ağır metal olmak üzere çeşitli kirlleticiler açısından çok daha ciddi riskli olduğu bildirilmektedir (Barsova et al., 2019; Q. Yang et al., 2018).

Hava kirliliği ise başlıca fosil yakıt kullanımından, sanayiden ve zirai süreçlerden kaynaklanmaktadır. Hava kirliliği çok önemli bir sağlık sorunu olup en önemli tehlikeleri arasında parçacıklı maddeler (PM; organik ve inorganik karbon, metal ve polisiklik aromatik hidrokarbon vb.), ozon, nitrojen dioksit ve kükürt dioksit yer almaktadır (Suades-González et al., 2015). Özellikle parçacıklı maddeler en zararlı hava kirliliği tehlikelerindendir. Tamamen yanmamış veya kısmen yanmış madeni yağ gibi yakıtlardan ısıt

işlemle ayrılmış, hidrokarbon parçacıkları, kül ve çeşitli gazlardan kaynaklanan organik ve inorganik madde karışımlarıdır. Genelde çapı 10 mikrometre (10 μm) veya 2,5 μm ' den küçük olan ince parçacıklar olarak tanımlanmaktadır. Çapı 2,5 μm ve 0,1 μm olanlar en tehlikeli olanlarıdır. Parçacığın çapı küçüldükçe solunum yoluyla organizmaya sızma oranı artacağı için sağlık riski de artmaktadır. Bir saç telinin 1/20-1/30' i büyüklüğe sahiptir (Matei et al., 2025).

Hava kirliliği dünyada ölüme neden olan 5. risk faktörü olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca 4,2 milyon ölümden ve 103 milyondan fazla engelliliğe ayarlanmış yaşam yılı (DALY) kaybından sorumlu olduğu rapor edilmiştir. Solunum problemleri, kalp ve damar hastalığı belirtileri gibi taşıyıcı olmayan hastalıklar ve organ hasarları görülebilmektedir. Sistemik inflamasyon ve kirlenici toksisitesi aracılığıyla doku hasarı oluşmaktadır. Oluşan bu hassasiyet bütün yaş, cinsiyet, bölge ve sosyal gruptan insanı etkilemekte ve daha ağır hastalıkların oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Hassasiyet, genetik ve epigenetik düzenlemeler aracılığıyla yönetilmektedir (Schraufnagel et al., n.d.; Schraufnagel, Balmes, Cowl, Matteis, et al., 2019). Alerjik duyarlılıklar, kemik mineral yoğunluğunda bozulma, bilişsel işlev bozukluğu, psikomotor gelişimde bozukluklar ve gecikmeler (Lin et al., 2021; Schraufnagel, Balmes, Cowl, De Matteis, et al., 2019), telomer boyunda kısalmalar ve DNA onarım genlerinde zararlı ekspresyonlar (Kramna et al., 2025), glikozillenmiş hemoglobinde ve insülin direncinde artış, kalp atım hızı, nabız ve kan basıncında değişiklikler, glomerüler filtrasyon hızında (GFR) azalma (Shang et al., 2023), solunum güçlükleri, bronşlarda aşırı hassasiyet, astımdan KOAH' a kadar akciğer hastalıkları (J. Xu et al., 2025), üremeye ilgili sorunlar, hamilelikteki maruziyet sonucu oluşan çocukluk çağı neoplazmaları ve astımları (Bao et al., 2025; H.-B. Kim et al., 2025), uyku apnesi, inme, demans ve çeşitli kanser türleri hava kirliliği sonucu oluşabilecek hastalıklardır (Schraufnagel, Balmes, Cowl, Matteis, et al., 2019).

Doku hasarı, hava kirlenicisinin suda çözünübilirliğine, yoğunluğuna, dokuyu oksitleyebilme yeteneğine ve etkilenen bireyin duyarlılığına bağlıdır. Bu nedenle aynı koşullar altında, aynı kirleniciye maruz kalındığı halde bazı bireyler daha hassas olması nedeniyle daha fazla alerjik yanıt geliştirebilmektedir (Schraufnagel et al., n.d.; Schraufnagel, Balmes, Cowl, De Matteis, et al., 2019). Kükürt dioksit (SO_2) suda çok iyi çözünür, bu nedenle üst

hava yollarına ve cilde geniş ölçüde hasar vermektedir. Lakin nitrik oksit (NO₂), ve ozon (O₃) ise suda daha az çözünür ve bundan dolayı akciğerlere derinlemesine nüfuz etmektedir (Schraufnagel, Balmes, Cowl, Matteis, et al., 2019).

Karbon monoksit (CO) ise yüksek düzeyde suda çözünür olup hasar verici değildir ve kolaylıkla kan dolaşımına katılabilmektedir. Hemoglobine bağlanmada oksijenle yarışarak toksik etkisini göstermekte ve bu durum dokuda hipoksi oluşumuna neden olmaktadır. Akut olarak CO seviyesindeki ortalama 1mg/m³ düzeyinde 2 günlük artış yaklaşık %1,2 toplam ölüm artışıyla ve %1,25 kalp damar hastalığı ölümlerinde artışla ilişkilidir (Samoli et al., 2007).

Hava kirliliğine (özellikle PM) uzun dönem maruz kalma, inflamasyon, kan basıncında artma, tromboz ve koagülasyonda artışa neden olarak kalp hastalıkları riskini ve buna bağlı ölümleri artırabilmektedir. Bununla birlikte hava kirliliğinin diyabet (DM; diabetes mellitus), osteoporoz, kemik kırıkları, konjonktivit, inflamatuvar bağırsak hastalığı, GFR' nin azalmasıyla da kuvvetli ilişkisi bulunmaktadır. Akne, deri yaşlanması gibi cilt hastalıkları ve sorunları da hava kirliliğine bağlı olarak artış göstermektedir (Brook et al., 2010; Schraufnagel, Balmes, Cowl, Matteis, et al., 2019). Hava kirliliği aynı zamanda sosyoekonomik etkenlerle de ilişkilidir. Düşük gelir grubunda yaşayan bireyler hava kirliliğine daha çok maruz kalmaktadır. Maruziyet arttıkça sağlıklı kalmak daha zor hale gelecek ve bu durum bireylerin hayat kalitelerini ve yaşamdan aldıkları lezzeti azaltacaktır. Böylece çevre kirliliği, yoksulluk ve sağlıksızlık arasında kısır bir döngü oluşacak ve sağlık eşitsizliğini doğuracaktır. Bu eşitsizlik döngünün devamıyla orantılı şekilde artış gösterecektir (X. Xu et al., 2025; T. Yang & Liu, 2018).

Sosyoekonomik durumla ilişkili olarak çevre kirliliğine maruziyet incelendiğinde fakir ülkelerde karşımıza sıklıkla kapalı mekân hava kirliliği çıkmakta ve buna içme suyu bulaşı eşlik etmektedir (Albadrani, 2025). Pnömoni ve diyare bu kirliliklerin başlıca sonuçları olarak görülmektedir. Bu gibi ülkelerde yemek pişirmede yakıt olarak gaz yağı gibi maddelerin kullanılması kapalı mekân hava kirliliğinin başlıca nedenidir (Adaji et al., 2019). Gelişmiş ülkelerde ise açık mekân hava kirliliği, toksik kimyasallar, pestisit ve tehlikeli atıklar temel çevresel kirlilik tehlikeleridir (Nasr & Eissa, 2025; Zajac et al., 2025). Sonucunda ise akciğer hastalıkları, kalp hastalıkları,

inme, nörolojik ve psikiyatrik bozukluklar, doğumsal ve gelişimsel bozukluklar, kirliliğin neden olduğu başlıca sonuçlar arasında yer almaktadır (Landrigan & Fuller, 2015).

Hava kirliliği diğer çevre kirliliklerinden farklı olarak görünmez katil olarak adlandırılmakta ve ölümcül olduğu vurgulanmaktadır. Öyle ki akciğer kanserlerinin %29'u, akciğer hastalıklarından kaynaklı ölümlerin %43'ü, inme nedenli ölümlerin %24'ü ve kalp hastalıklarından kaynaklı ölümlerin %25'inden hava kirliliği sorumlu tutulmaktadır. Dünya genelinde Hindistan, Pakistan ve Bangladeş hava kirliliği maruziyetinin en yüksek olduğu ülkelerin başında gelmektedir (IQAir, 2025; WHO, 2025). Bunu Uzak Doğu Asya ve Sahra altı ülkeler takip etmektedir. Sahra altı ülkelerde açık mekân hava kirliliği DSÖ önerilerinin 10-20 kat üzerinde bulunmaktadır (IQAir, 2025; Katoto et al., 2019; WHO 2025). Türkiye' nin açık mekân hava kirliliği, PM_{2,5} tabanlı açık mekân hava kirliliği değeri çoğu bölgede 36-69 µg/m³ ve daha az alanda 26-35 µg/m³ aralığında yer almaktadır. Bu kapsamda DSÖ' nün önerilerinin PM_{2,5} için 10 µg/m³ ve PM₁₀ için 20 µg/m³ olduğu bilindiğinde Türkiye bu önerilerin 3-7 kat üzerinde yer aldığı görülmektedir (IQAir, 2025).

2. HAVA KİRLİLİĞİNİN BESLENME DAVRANIŞINA ETKİLERİ

Hava kirliliği DSÖ tarafından da bildirildiği üzere görünmez katil olarak adlandırıldığı için en tehlikeli çevre kirliliği elemanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Gebelikte çeşitli kimyasallara maruziyet gibi çevresel etkenlerin bebeğin çocukluk ve yetişkinlik döneminde önemli hastalık çıktıları olduğu bilinmektedir (Yan et al., 2019). Gebelikte sigara dumanına maruz kalan bebeğin çocukluk döneminde adipoz dokularında artış olduğu görülmektedir. Bu durumun televizyon gibi ekran karşısında geçirilen zamanın fazla oluşu, *ad libitum* enerji alımına katkıda bulunduğu belirtilmektedir (Cameron et al., 2018). Bununla birlikte sigaranın etken maddelerinden nikotin proopiomelanokortin (POMC) nöronlarında yerleşik bulunan nikotin asetilkolin reseptörlerini uyarmaktadır. Arkuat çekirdekte yer alan POMC nöronlarının uyarılması ise melakortin döngüsünü aktive ederek ağırlık kontrolünü sağlamaktadır. Yalnız bu konuya sigara olarak değil, sigaranın etken maddesi nikotin farmakolojik özelliği açısından incelemek daha doğru olacaktır (Hu et al., 2018). Bununla birlikte emziklik döneminde sigara

dumanına maruz kalan yavrular yetişkinlik döneminde hiperfaji, obezite, hiperglisemi, hipertrigliseridemiye neden olabilmektedir (Lisboa et al., 2020). Doğum sonrası yavruarda dış mekân hava kirliliği ve sigara dumanına maruziyetin karşılaştırıldığı bir çalışmada, her iki grupta da yüksek şükrozlu diyet yerine yüksek yağlı diyet (HFD) tercih edilmiş, sigara dumanına maruz kalan grup daha fazla HFD tüketmiştir. Sigara dumanına maruz kalan grupta ventral tegmental bölgede daha az tirozin hidroksilaz içeriği görülmüştür. Ayrıca dopaminerjik reseptör 1 ve 2 içeriğinde de farklılıklar gözlenmiştir. Buna dayanarak sigara dumanı maruziyetinin dopaminerjik ödül sistemini etkileyerek yağ tüketimini artırmış olabileceği düşünülmüştür (Pinheiro et al., 2015).

Fetal yaşamda ve doğumdan sonraki ilk bir yılda ulaşımaya yakın yerde yaşama kaynaklı hava kirliliği çocuklarda her yıl daha hızlı BKİ artışına neden olmaktadır. Yaşamın erken döneminde hava kirliliği maruziyetinin çocukluk çağı obezitesi için önemli risk taşıdığı vurgulanmaktadır (J. S. Kim et al., 2018). Çünkü kirleticiler merkezi sinir sisteminde iştah kontrolüne etki ederek enerji alımında artışa neden olabilmektedir. Ayrıca mitokondri ve kahverengi yağ dokuyu etkileyerek bazal metabolizmada azalmayla sonuçlanabilmektedir. Böylece hava kirliliği obezogenik çevre oluşumuna neden olarak abdominal yağ dağılımına, enerji yoğunluğu yüksek besin tüketimine ve fiziksel aktivitenin azalmasına sebebiyet vermektedir (Mcconnell et al., 2016). Erken yaşam hava kirliliği maruziyeti çocukluk çağı obezitesinde önemli rol oynamaktadır. Gebelikten önce obez veya hafif şişman annelerin çocukları daha fazla PM_{2.5}' ye maruz kalmakta ve çocukluk çağında obezite ve hafif şişman vakalarının artmasına yol açmaktadır (Mao et al., 2017).

İç mekan sıcaklığının besin alımı üzerine etkisinin bakıldığı bir çalışmada daha sıcak ortam koşullarında katılımcıların daha az enerji tükettikleri belirlenmiştir. Ayrıca katılımcıların % 96' sı kendilerini daha rahat ve daha üretken hissettiklerini bildirmişlerdir (Richardson et al., 2018). Sigara içen ve içmeyen bireylerin besin tüketimlerinin karşılaştırıldığı çalışmada sigara içenlerin meyve, çiğ sebze, tam tahıl ekmeği ve çayı sigara içmeyenlere göre daha az tükettikleri, buna karşılık beyaz ekmek, kırmızı et, kahve ve alkollü içkiyi daha fazla tükettikleri görülmüştür. Daha da önemlisi erkekler arasında kırmızı et, meyve, çiğ sebze, tam tahıl ekmeği, kahve ve alkollü içki

tüketimi; kadınlar arasında ise beyaz ekmek ve kahve tüketiminin eşlerinin sigara içme durumuyla ilişkili olduğu belirtilmiştir (Osler, 1998).

Subkronik hava kirliliğine maruz kalmanın kötü beslenmeyi artırdığı ve bundan kaynaklı enerji alımında artışa neden olduğu belirtilmektedir (da Silveira et al., 2018). Dış mekân hava kirliliği de cinsiyet, yaş grubu ve kirleticinin tipine bağlı olarak hava kirliliği ve obezite arasındaki ilişkiyi etkilemektedir. Oksidatif stres, adipoz doku inflamasyonu ve kronik hastalık riskinde artış kaynaklı olarak açıklanabilmektedir (An et al., 2018; Fioravanti et al., 2018; Frondelius et al., 2018). Sınır geçişlerinde yaşamının da obeziteyle güçlü ilişkisi olduğu düşünülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri' nin Meksika sınırında yaşayan Latin yetişkinler üzerinde yapılan bir çalışmada, sınır geçiş sıklığı artışının hızlı hazır yemek tüketiminin artışıyla ve daha yüksek kan kolesterolü ile ilişkili olduğu bulunmuştur (Molina et al., 2015).

3. İKLİM DOSTU BESLENME DAVRANIŞININ ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN AZALTILMASINDAKİ ROLÜ

Çevre kirliliği ile beslenme ve beslenme davranışı arasında güçlü ilişki bulunmaktadır. Bu bakımdan daha bilinçli beslenme davranışı ile çevre kirliliğinin azaltılmasına yönelik katkı sağlanabilecektir (Aranceta-Bartrina & Pérez-Rodrigo, 2019). Bu nedenle beslenme tarzının, özel olarak besinlerin, çevre kirliliğinin artışına olan etkisinin anlaşılması, hayata geçirilecek eylem planlarının oluşturulmasında oldukça önem kazanmaktadır. Pekin merkezli bir çalışmada şehirdeki diyet kaynaklı karbon ayak izinin 2017 yılında %41'e ulaştığı rapor edilmiştir (Xiong et al., 2020). Bu kapsamda çoğunlukla su, karbon, azot ayak izi gibi çeşitli hesaplamalar günlük yaşamdaki her bir faaliyetin çevreye olan etkisini anlamaya pencere açmaktadır (Wackernagel et al., 2019). Besin ile ilişkili olarak bakıldığında hayvansal ve bitkisel besin üretiminin ve bu besinlerin işlenmesi, taşınması, depolanması ve tüketilebilir hâle getirilmesinde her etkinlik sera gazı salınımına etki etmektedir (Xiong et al., 2020). Küresel suyun yaklaşık %70'i ise tarımda ve çoğunlukla besin üretiminde kullanılmaktadır. Besin zincirindeki diğer işlemler ise daha küçük rol oynamaktadır (Spiess, 2014).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada çeşitli diyet türlerinin çevre kirliliğine olan etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda beş farklı diyet değerlendirilmiş, su ayak izi ve sera gazı salınımı hesaplanmıştır. Koyun eti,

tereyağı ve yüksek yağlı süt ürünlerinin en çok sera gazı salınımına neden olduğu ve koyun etinin çok ileri düzeyde buna katkı verdiği görülmüştür (kg CO₂ eşdeğeri/kg besin cinsinden). Sera gazı salınımının %70'i süt ürünleri (bu değerin %35'i sadece süttten), koyun eti ve pirinç grubu diyet örüntüsünden gelmektedir. Toplam su ayak izi miktarı ise en yüksek olarak hayvansal besinler, bitkisel yağlar ve yağlı tohumlar örüntüsü için hesaplanmıştır. Hayvansal besinler ayrıca incelendiğinde su ayak izi bakımından kümes hayvan etlerinin ve yumurtanın, koyun etinden daha yüksek olduğu görülmektedir (L/g besin). Yeşil su ayak izi açısından en yüksek düzeye sırayla kümes hayvan etleri, yağlı tohumlar ve bitkisel yağların sahip olduğu bulunmuştur (Green et al., 2018). Yeşil su ayak izi bir malın veya hizmetin üretim sürecinde doğrudan veya dolaylı olarak kullanılan toplam yağmur suyu hacmi olarak belirtilmektedir. Bu kaynaklar özellikle tarım, bahçecilik ve ormancılık faaliyetlerinde kullanılmaktadır (Kannan et al., 2017). Diyet örüntüsü olarak pirinç ve et grubunun en yüksek sera gazı salınımına; pirinç, buğday ve yağların en yüksek su ayak izine sahip olduğu belirlenmiştir (Green et al., 2018).

Ülkeye özgü diyet değişimlerinin iklim ve su krizlerini azaltacağı yönünde yürütülen bir çalışmada, 140 ülkenin beslenme tutumları sera gazı salınımı ve su ayak izi hesabı yapılarak değerlendirilmiştir. Bitkisel tabanlı ve gıda zincirine az katılıp daha az işlenen hayvansal besinlerin ılımlı tüketimiyle karışık bitkisel beslenmenin daha düşük sera gazı salınımına ve su ayak izine sahip olduğu görülmüştür. Günde sadece 1 öğünde hayvansal gıda içeren diyetlerin laktoovo vejetaryen diyetlerden daha düşük sera gazı salınımı olduğu belirlenmiştir. Besin bazında kırmızı etlerin (özellikle sığır eti) en yüksek sera gazı salınımı ve yeşil su ayak izi değerine, balık dışı deniz ürünlerinin ise en yüksek mavi su ayak izine sahip olduğu gözlenmiştir (B. F. Kim et al., 2019). Mavi suyu ayak izi bir malın veya hizmetin üretim sürecinde doğrudan veya dolaylı olarak kullanılan yüzey veya yer altı tatlı su kaynaklarının toplam miktarıdır. Bu kaynaklar özellikle tarım, sanayi ve evsel amaçlarla kullanılmaktadır (Nouri et al., 2019). Gri su ayak izi, su kaynaklarına doğrudan boşaltılan veya dolaylı olarak karışan atık sulardaki kirletici derişimini seyrelterek sınır değerlere düşürmek için gereken tatlı su miktarını belirtmektedir (Vale et al., 2019). Besin üretimi kaynak harcamalarının nasıl etkilendiğinin incelendiği bir çalışmada hayvansal ürünleri daha çok içeren

diyet için haftalık olarak çok daha fazla su, enerji, gübre ve pestisit gerektiği belirlenmiştir (Marlow et al., 2015).

Bir diğer çevre kirliliği etkeni reaktif azotun (N) kullanımı insan sağlığına yararlı ve zararlı etkileri olabilmektedir. Azot çevreye salındıktan sonra atmosfere yayılmakta ve ormanlara, su kaynaklarına ulaşmaktadır. Bu durum, duman sisi, asit yağmurları, orman ölümleri, biyoçeşitlilikte azalma, stratosferik ozon azalması ve sera etkisinde artma gibi birtakım olumsuz etkiye neden olabilmektedir. Özellikle besinlerin üretimi ve tüketimi azot salınımı en çok olan etkenlerdir. Fosil yakıtların yakılması sonraki en büyük etken olarak görülmektedir. Bu nedenle araştırmacılar besin üretimini en iyi hale getirmek, enerji kullanımını en aza indirmek ve bireysel olarak davranış değişikliği sağlayabilmek amacıyla azot ayak izi hesaplamayı gerekli görmüşlerdir (Liu et al., 2020; Luo et al., 2025; Tyagi et al., 2022). Besin üretiminin açık ara farkla N salınımı en yüksek faaliyet olduğu hesaplanmıştır (Leach et al., 2012). Kuzey ve Güney Avrupa'nın N ayak izi açısından karşılaştırıldığı bir çalışmada kırmızı et (özellikle dana eti) ve süt ürünleri tüketiminin en yüksek N salınımına sahip olduğu görülmüştür (Martinez, Alvarez, et al., 2019). Avrupa genelinde besin tüketiminin N salınımına katkıları genel olarak bakıldığında süt, sebze ve tahılların en yüksek düzeyde olduğu fark edilmiştir (Martinez, Delgado, et al., 2019).

Başta kırmızı et, peynir ve diğer et ve süt ürünleri tüketiminin çevresel ayak izi ve sera gazı salınımının oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca pirinç ve sebze üretimi ve tüketiminin de yetiştirilmesi sırasında yüksek miktarda su gerektirdiği için su ayak izinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle sürdürülebilirlik açısından takip edilen diyet örüntüsünün değiştirilmesi, çevre kirliliğini azaltmaya yönelik beslenme davranışı değişikliği açısından önemlidir. Bunun dışında beslenme davranışı değişikliği ile ilgili çeşitli örnekler de bulunmaktadır (Edjabou & Smed, 2013; Osman & Thornton, 2019; Rao et al., 2018; Westhoek et al., 2014). Danimarka'da besinlere yönelik CO₂ eşdeğerine dayalı vergi uygulamasının iklim dostu beslenmeyi nasıl destekleyeceğinin yapıldığı bir çalışmada vergi artışı telafi edilmediğinde bireylerin günlük enerji alımında azalmayla sonuçlandığı görülmüştür. Birçok senaryoda başta sığır eti olmak üzere genel olarak et, peynir ve pirinç tüketiminin azaldığı ancak şeker, kek ve bisküvi tüketiminin arttığı görülmüştür. Besinlerin sera gazı salınımına etkisine bakıldığında

özellikle sığır eti tüketiminden kaynaklı sera gazı salınımının oldukça düştüğü belirlenmiştir (Edjabou & Smed, 2013). Hindistan’da insanların 2/3’ si demir, çinko ve A vitamini bakımından yetersiz beslenmektedir. Bu durumun üstesinden gelebilmek için tahıl gevreği, bakliyat ve yapraklı sebzelerin tüketimi teşvik edilirken pirinç tüketiminin azaltılması önerisi yapılmaktadır. Bu öneriye uyulduğu takdirde sera gazı salınımını %25’ e kadar düşürebileceği düşünülmektedir (Rao et al., 2018).

Batı tarzı diyetle et, yumurta ve buna bağlı doymuş yağ tüketimi önerilerin üzerindedir. Bundan kaynaklı olarak çiftlik hayvanı üretiminin yüksek oluşu toprak kullanımını, azot ve sera gazı salınımını artırmaktadır. Bu nedenle bir çalışmada biyofizik modelleme kullanarak Avrupa Birliği’nde et, süt ürünleri ve yumurta tüketiminin yarıya indirilmesi test edildiğinde azot salınımında %40, sera gazı salınımında %25-40 ve gıda üretimi için ekim alanı kullanımında %23 azalma sağlandığı görülmüştür. Azot kirliliğinde en büyük etken tarım olduğu için hava ve su kalitesinde önemli gelişme yaşanması beklenmektedir (Westhoek et al., 2014). Gıdalarda trafik işareti benzeri etiketlemenin tüketici davranışında gelişme sağlayacağı düşünülmektedir. Buna yönelik olarak etiket üzerinde ya sadece enerji içeriği ya sadece karbon salınım seviyeleri ya da her ikisinin birden yer aldığı bir çalışma planlanmıştır. Ek olarak bazı bireylere ise enerji ve karbon salınımı ile ilgili genel bilgiler veya özgün referans değerleri verilmiştir. Bütün gruplarda daha düşük karbon salınımı ve enerji içeriğine sahip besine doğru yönelme olmuştur. Ek bilgilendirmeler ise daha sağlıklı ve sürdürülebilir yemek seçimi yönünde olumlu davranış değişikliğini desteklemiştir (Osman & Thornton, 2019). Fransa’da yapılan bir pilot uygulamada tüketici algısı ve beslenme puanı deneyimlerinden faydalanılarak renkli ölçeklemeyle A’dan E’ye kadar puan sistemi kullanıldığında, çevreye yönelik bilgi talebinin karşılanmasında önemli rol oynadığı ifade edilmiştir. (French Agency for Ecological Transition (Ademe), 2022).

Kopenhag, Danimarka’da “İklim uyumlu toplu yemek sistemleri” politikasıyla çocuk bakım merkezlerinde hayvansal et alımı azaltılıp (-%37) bitkisel protein kaynaklarında belli artış (%25) sağlandığında karbon ayak izinde %15 oranında düşme yaşanmıştır. Üstelik diyet kalitesinde ise büyük fark gözlenmemiştir (Nordman et al., 2024). Brezilya’ da ulusal besin ve beslenme güvencesi sisteminin bir parçası olarak, Okul Beslenme Programı

uygulamaya konulmuştur. Program kapsamında çok sektörlü yaklaşımla aile çiftçiliği uygulaması teşvik edilmiş ve sağlıklı besine erişim garanti altına alınmaya çalışılmıştır. Neticesinde ulusal menü planlama standartları tam olarak karşılanamasa da, öncelikle taze sebze ve meyveye erişimin artmasıyla okul yemeklerinin kalitesinde önemli artış yakalanmıştır. Okul yemekleri, yerel besin üretimi ve beslenme eğitiminin bütünleşmesiyle sağlıklı besine ulaşmanın artabileceği ve sağlıklı beslenmenin güvence altına alınabileceği vurgulanmıştır (Sidaner et al., 2013). Ayrıca dünya çapında hükümetler önderliğinde ulusal okul yemeği programlarının kalitesini ve sürdürülebilirliğini iyileştirmeyi ve artırmayı hedefleyen Okul Yemeği Koalisyonu (School Meals Coalition) girişimi başlatılmıştır (School Meals Coalition, 2025).

4. SONUÇ

Yapılan çalışmalar ve ülkelerde uygulanan örnekler, hayvansal besin tüketiminin azaltılması ve bitkisel tabanlı beslenmeye geçilmesinin çevre kirliliği ve sürdürülebilirlik açısından daha faydalı olacağı kanaatindedir. Bu sayede sağlık ve yaşam üzerine olumlu beklentiler görülebilecek, hayvan çiftlikleriyle ilişkili zoonotik hastalıklar da azalabilecektir. Ayrıca kaynakların daha az kullanılarak bitkisel tabanlı beslenme sayesinde besin üretiminin devamlılığı artacaktır.

Kırmızı et, peynir ve diğer yüksek yağlı süt ürünleri ve işlenmiş ürünler tüketim açısından çevre kirliliği artışına en çok neden olan besinler arasında yer almaktadır. Bunun yanında besin üretim sürecinin uzaması sera gazı yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır.

Hayvansal besin tüketiminde azaltmaya gitmenin ise başta B₁₂ vitamini, demir, çinko ve kalsiyum gibi mikro besin öğelerinde yetersizliğe yol açabileceği unutulmamalıdır. Yetersizliğe yol açmadan dengeli azaltma yapılabilmesi ve besin tedarik zincirinin yapılandırılması önem arz etmektedir. Çünkü işlenme arttıkça çevresel ayak izi artacak ve çevre kirliliği ilerleyebilecektir. Bu çerçevede üzerinde durulması gereken noktalar birleştirildiğinde sürdürülebilir şehir modelleri bütüncül yaklaşım sunabilir. Böylece;

- Sürdürülebilir eğitim,
- Yenilenebilir enerji,

- Sürdürülebilir yapılanma,
- Sürdürülebilir taşımacılık,
- Besin atıkları ve sürdürülebilir yönetimi,
- Doğal kaynakların çevresel yönetimi,
- Su güvenliği

sağlanarak önümüzdeki 30, 50, 100 yıllık süreçte çevre kirliliğini azaltacak önlemlerle artan nüfus için daha temiz bir çevre sağlanabileceği düşünülmektedir. Avrupa Komisyonu'nun Sıfır Kirlilik Eylem Planı (*Zero Pollution Action Plan*)'ı, hava, su ve toprak kirliliğini 2050'ye kadar sıfıra indirmeyi hedefleyerek bu konuda küresel ölçekte bir yol haritası sunmaktadır. Benzer şekilde, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) kirliliğin kaynağında önlenmesine yönelik stratejilerin (örneğin daha az atık üretimi, yenilenebilir enerji kullanımı, kaynak verimliliği) çevre sağlığını korumada etkili olduğunu vurgulamaktadır. Avustralya Ulusal Kirlilik Envanteri ise toplum, sanayi ve hükümet işbirliği ile kirliliğin azaltılabileceğini ortaya koymaktadır. Bu tür girişimler, bireylerin beslenme davranışlarında daha çevre dostu tercihler yapmasıyla birleştiğinde hem halk sağlığı hem de ekosistem için daha sürdürülebilir bir geleceğe zemin hazırlayabilmektedir (*Learn About Pollution Prevention* | US EPA, n.d.; *Reducing Pollution - Australian Government DCCEEW*, n.d.; *Zero Pollution Action Plan - European Commission*, n.d.).

Çeşitli çevresel ayak izlerinin kullanımı da çevre kirliliği farkındalığına daha iyi katkı sağlayabilmektedir. Besin üretimi ve tüketimi sürecinden en çok etkilenen azot ayak izi olması nedeniyle azot ayak izi kullanımı beslenme davranışının geliştirilmesinde büyük katkı sağlayabilir. Zirai ilaç ve suni gübre kullanımında bilinçlendirme ve denetlenme önem taşımaktadır. Anız yakılması olarak bilinen tarım alanlarının yakılarak temizlenmeye çalışılması sera gazı salınımı artırmakta ve canlı türü çeşitliliğine çok büyük zarar vermektedir. İşlenmiş et ürünlerinin piyasasında üst sınır getirecek düzenlemeler yapılabilir. Gıdaların üzerinde sera gazı salınımı etkisini belirten etiketlemeler yapılarak tüketicilerin bilinçlenmesi sağlanabilmektedir. Bilgilendirici reklamlar yapılarak toplumun çevre sağlığı bilincini geliştirmek amacıyla medya araçları kullanılabilir.

Evlerde ve binalarda yalıtım, doğal havalandırma ve aydınlanmaya uygun tasarım gibi enerji verimliliğini artırıcı faaliyetlerin uygulanması çevre kirliliğini azaltmada etkili olacak önleyici faaliyetler olarak düşünülmektedir.

Ayrıca ev, okul ve iş yerlerinde ergonomiye de önem verilmesi çevre kirliliğini azaltma yanında birey sağlığına katkıda bulunarak insan gücü kaynağının verimliliğini destekleyecektir. Su kullanımının azaltılmasına yönelik teşvikler, atıkların ayrıştırılıp geri dönüştürülmesi ve tekrar kullanımın geliştirilmesiyle tasarruf ve kaynak kullanımında verimlilik sağlanabilecektir.

4.1.Mevcut Araştırma Sınırlamaları ve İleriye Dönük Öneriler

Çevre kirliliğini beslenme ve beslenme davranışlarıyla ilişkilendiren kanıtların giderek artmasına rağmen, mevcut araştırmalar hâlâ bazı önemli sınırlamalarla karşı karşıyadır. Çoğu çalışma doğası gereği kesitsel nitelikte olup çevresel maruziyet ile beslenme sonuçları arasında nedensel ilişkiler kurma olanağını kısıtlamaktadır. Bununla birlikte mevcut veriler genellikle kişinin kendi beyan ettiği besin alımı ve maruziyet değerlendirmelerine dayanmaktadır ve bu da hatırlama yanlılığına ve ölçüm hatalarına yol açabilir.

Multidisipliner yaklaşımların uyumu da yetersiz kalmaktadır. Hava, su ve toprak kirliliği üzerine araştırmalar genellikle beslenme ve halk sağlığı çalışmalarından ayrı yürütülmekte ve bu da parçalı kanıtlarla sonuçlanmaktadır. Ayrıca, çalışmaların çoğu tekil kirleticilere veya besin maddelerine odaklanırken gerçek dünyadaki maruziyetler ve beslenme davranışındaki karıştırıcı etkenlerin varlığı, yorumlamayı zorlaştırmaktadır.

Bu nedenle, gelecekteki araştırmalar, çevre kirliliği ile beslenme davranışı arasındaki dinamik etkileşimleri daha iyi yakalamak için uzunlamasına kohortlara ve müdahale çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ekspozom araştırması, metabolomik ve coğrafi modelleme gibi gelişmiş yöntemlerin dahil edilmesi, daha derin bilgiler sağlayabilir. Ayrıca, ülkeye ve kültüre özgü çalışmalarla beslenme yeterliliğini çevre sürdürülebilirliğiyle dengeleyen beslenme rehberleri desteklenebilir.

Beslenme uzmanları, çevre bilimcileri, şehir plancıları ve politika yapımcıları arasındaki iş birlikleri hayati önem taşıyacaktır. Araştırmalar ayrıca, besin etiketleme, vergilendirme ve kamuoyu bilinçlendirme kampanyaları gibi müdahalelerin hem çevresel ayak izlerini hem de sağlık risklerini azaltmadaki etkinliğini değerlendirmeye odaklanması fayda sağlayabilecektir. Son olarak, sorunun küresel niteliği göz önüne alındığında, gelecekteki yönelimler, kirlilik kaynaklı sağlık yüklerini azaltırken sürdürülebilir beslenme geçişlerini

sağlamayı amaçlayan uyumlu stratejiler geliştirmek üzere uluslararası iş birliğini vurgulamaya gidebilir.

KAYNAKÇA

- Adaji, E. E., Ekezie, W., Clifford, M., & Phalkey, R. (2019). Understanding the effect of indoor air pollution on pneumonia in children under 5 in low- and middle-income countries: a systematic review of evidence. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(4), 3208–3225. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3769-1>
- Albadrani, M. (2025). Socioeconomic disparities in mortality from indoor air pollution: A multi-country study. *PLOS ONE*, 20(1), e0317581. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317581>
- An, R., Ji, M., Yan, H., & Guan, C. (2018). Impact of ambient air pollution on obesity: a systematic review. *International Journal of Obesity*, 42, 1112–1126. <https://doi.org/10.1038/s41366-018-0089-y>
- Aranceta-Bartrina, J., & Pérez-Rodrigo, C. (2019). Dietary Guidelines: Pyramids, Wheels, Plates and Sustainability in Nutrition Education. In *Encyclopedia of Food Security and Sustainability* (pp. 393–399). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.22089-1>
- Attademo, L., Bernardini, F., Garinella, R., & Compton, M. T. (2017). Environmental pollution and risk of psychotic disorders: A review of the science to date. *Schizophrenia Research*, 181, 55–59. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2016.10.003>
- Bao, L., Liu, Y., Zhang, Y., Qian, Q., Wang, Y., Li, W., & Yu, Y. (2025). Association analysis of maternal exposure to air pollution during pregnancy and offspring asthma incidence. *Reproductive Health*, 22(1), 29. <https://doi.org/10.1186/s12978-025-01967-6>
- Barsova, N., Yakimenko, O., Tolpeshta, I., & Motuzova, G. (2019). Current state and dynamics of heavy metal soil pollution in Russian Federation—A review. In *Environmental Pollution* (pp. 200–207). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.020>
- Bergmann, G. E. (2019). Impacts of Pesticide Pollution on Soil Microbial Communities, Ecosystem Function and Human Health. In *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-409548-9.11269-2>
- Bläsing, M., & Amelung, W. (2018). Plastics in soil: Analytical methods and possible sources. In *Science of the Total Environment* (Vol. 612, pp. 422–

- 435). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.086>
- Brook, R. D., Rajagopalan, S., Pope, C. A., Brook, J. R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A. V., Holguin, F., Hong, Y., Luepker, R. V., Mittleman, M. A., Peters, A., Siscovick, D., Smith, S. C., Whitsel, L., & Kaufman, J. D. (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the american heart association. In *Circulation* (Vol. 121, Issue 21, pp. 2331–2378). <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181dbee1>
- Cameron, J. D., Doucet, É., Adamo, K. B., Walker, M., Tirelli, A., Barnes, J. D., Hafizi, K., Murray, M., & Goldfield, G. S. (2018). Effects of prenatal exposure to cigarettes on anthropometrics, energy intake, energy expenditure, and screen time in children. *Physiology and Behavior*, 194, 394–400. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.06.020>
- Cao, J., Xu, X., Hylkema, M. N., Zeng, E. Y., Sly, P. D., Suk, W. A., Bergman, Å., & Huo, X. (2016). Early-life Exposure to Widespread Environmental Toxicants and Health Risk: A Focus on the Immune and Respiratory Systems. *Annals of Global Health*, 82(1), 119. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2016.01.023>
- da Silveira, C. G., Di Domenico, M., Hilário Nascimento Saldiva, P., & Ramos Rhoden, C. (2018). Subchronic air pollution exposure increases highly palatable food intake, modulates caloric efficiency and induces lipoperoxidation. *Inhalation Toxicology*, 30(9–10), 370–380. <https://doi.org/10.1080/08958378.2018.1530317>
- Edjabou, L. D., & Smed, S. (2013). The effect of using consumption taxes on foods to promote climate friendly diets - The case of Denmark. *Food Policy*, 39, 84–96. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.12.004>
- Fioravanti, S., Cesaroni, G., Badaloni, C., Michelozzi, P., Forastiere, F., & Porta, D. (2018). Traffic-related air pollution and childhood obesity in an Italian birth cohort. *Environmental Research*, 160, 479–486. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.003>
- French Agency for Ecological Transition (Ademe). (2022). *Environmental Labelling For Food Products*.
- Frondelius, K., Oudin, A., & Malmqvist, E. (2018). Traffic-Related Air Pollution and Child BMI—A Study of Prenatal Exposure to Nitrogen Oxides and Body Mass Index in Children at the Age of Four Years in

- Malmö, Sweden. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10), 2294. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102294>
- Green, R. F., Joy, E. J. M., Harris, F., Agrawal, S., Aleksandrowicz, L., Hillier, J., Macdiarmid, J. I., Milner, J., Vetter, S. H., Smith, P., Haines, A., & Dangour, A. D. (2018). Greenhouse gas emissions and water footprints of typical dietary patterns in India. *Science of the Total Environment*, 643, 1411–1418. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.258>
- Guxens, M., Lubczyńska, M. J., Muetzel, R. L., Dalmau-Bueno, A., Jaddoe, V. W. V., Hoek, G., van der Lugt, A., Verhulst, F. C., White, T., Brunekreef, B., Tiemeier, H., & El Marroun, H. (2018). Air Pollution Exposure During Fetal Life, Brain Morphology, and Cognitive Function in School-Age Children. *Biological Psychiatry*, 84(4), 295–303. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2018.01.016>
- Hasan, M. K., Shahriar, A., & Jim, K. U. (2019). Water pollution in Bangladesh and its impact on public health. *Heliyon*, 5(8), e02145. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02145>
- Hu, T., Yang, Z., & Li, M. D. (2018). Pharmacological Effects and Regulatory Mechanisms of Tobacco Smoking Effects on Food Intake and Weight Control. In *Journal of Neuroimmune Pharmacology* (Vol. 13, Issue 4, pp. 453–466). Springer New York LLC. <https://doi.org/10.1007/s11481-018-9800-y>
- IQAir. (2025). *No Title2024 World Air Quality Report*. <https://www.iqair.com/world-most-polluted-countries>
- Jiang, X., Dong, R., & Zhao, R. (2011). Meat products and soil pollution caused by livestock and poultry feed additive in Liaoning, China. *Journal of Environmental Sciences*, 23(SUPPL.). [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(11\)61095-4](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(11)61095-4)
- Kannan, N., Osei, E., Gallego, O., & Saleh, A. (2017). Estimation of green water footprint of animal feed for beef cattle production in Southern Great Plains. *Water Resources and Industry*, 17, 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2016.12.002>
- Katoto, P. D. M. C., Byamungu, L., Brand, A. S., Mokaya, J., Strijdom, H., Goswami, N., De Boever, P., Nawrot, T. S., & Nemery, B. (2019). Ambient air pollution and health in Sub-Saharan Africa: Current evidence, perspectives and a call to action. In *Environmental Research*

- (pp. 174–188). Academic Press Inc.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.03.029>
- Kim, B. F., Santo, R. E., Scatterday, A. P., Fry, J. P., Synk, C. M., Cebon, S. R., Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y., de Pee, S., Bloem, M. W., Neff, R. A., & Nachman, K. E. (2019). Country-specific dietary shifts to mitigate climate and water crises. *Global Environmental Change*, June 2018, 101926. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.05.010>
- Kim, H.-B., Lee, S. H., Yang, D. Y., Lee, S.-H., Kim, J.-H., Kim, H.-C., Choi, K. Y., Lee, S.-Y., Yang, S.-I., Suh, D. I., Shin, Y. H., Kim, K. W., Ahn, K., Choi, S.-J., Kwon, J.-Y., Kim, S. H., Jun, J. K., Lee, M.-Y., Won, H.-S., ... Hong, S.-J. (2025). PM exposure during pregnancy affects childhood asthma via placental epigenetic changes: Neuronal differentiation and proliferation and Notch signaling pathways. *Environmental Pollution*, 366, 125471. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.125471>
- Kim, J. S., Alderete, T. L., Chen, Z., Lurmann, F., Rappaport, E., Habre, R., Berhane, K., & Gilliland, F. D. (2018). Longitudinal associations of in utero and early life near-roadway air pollution with trajectories of childhood body mass index. *Environ Health*, 17(1), 64. <https://doi.org/10.1186/s12940-018-0409-7>
- Kramna, D., Machaczka, O., Riedlova, P., Janulkova, T., Ostrizkova, S., Siemiatkowski, G., Osrodka, L., Krajny, E., & Jirik, V. (2025). Exploring the relationship between air pollution and telomere length: Baseline findings from a comprehensive ambispective cohort study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 267, 114577. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2025.114577>
- Landrigan, P. J., & Fuller, R. (2015, July 2). Global health and environmental pollution. *International Journal of Public Health*, 60(7), 761–762. <https://doi.org/10.1007/s00038-015-0706-7>
- Leach, A. M., Galloway, J. N., Bleeker, A., Erisman, J. W., Kohn, R., & Kitzes, J. (2012). A nitrogen footprint model to help consumers understand their role in nitrogen losses to the environment. *Environmental Development*, 1(1), 40–66. <https://doi.org/10.1016/J.ENVDEV.2011.12.005>
- Learn About Pollution Prevention | US EPA.* (n.d.). Retrieved September 9, 2025, from <https://www.epa.gov/p2/learn-about-pollution-prevention>

- Lin, F. C., Chen, C. Y., Lin, C. W., Wu, M. T., Chen, H. Y., & Huang, P. (2021). Air Pollution Is Associated with Cognitive Deterioration of Alzheimer's Disease. *Gerontology*, 68(1), 1–9. <https://doi.org/10.1159/000515162>
- Lisboa, P. C., Patricia, •, Soares, N., Thamara, •, Peixoto, C., Janaine, •, Carvalho, C., Calvino, C., Silva, V., Rodrigues, T., Dayse, •, Bernardino, N., Younes-Rapozo, V., Alex, •, Manhães, C., De Oliveira, E., Egberto, •, & De Moura, G. (2020). Effects of cigarette smoke exposure during suckling on food intake, fat mass, hormones, and biochemical profile of young and adult female rats. *Endocrine*, 57, 60–71. <https://doi.org/10.1007/s12020-017-1320-7>
- Liu, X. J., Xu, W., Du, E. Z., Tang, A. H., Zhang, Y., Zhang, Y. Y., Wen, Z., Hao, T. X., Pan, Y. P., Zhang, L., Gu, B. J., Zhao, Y., Shen, J. L., Zhou, F., Gao, Z. L., Feng, Z. Z., Chang, Y. H., Goulding, K., Collett, J. L., ... Zhang, F. S. (2020). Environmental impacts of nitrogen emissions in China and the role of policies in emission reduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 378(2183), 20190324. <https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0324>
- Luo, L., Luo, B., & Tai, A. P. K. (2025). Reactive Nitrogen from Agriculture: A Review of Emissions, Air Quality, and Climate Impacts. *Current Pollution Reports*, 11(1), 41. <https://doi.org/10.1007/s40726-025-00360-y>
- Mao, G., Nachman, R. M., Sun, Q., Zhang, X., Koehler, K., Chen, Z., Hong, X., Wang, G., Caruso, D., Zong, G., Pearson, C., Ji, H., Biswal, S., Zuckerman, B., Wills-Karp, M., & Wang, X. (2017). Individual and Joint Effects of Early-Life Ambient PM 2.5 Exposure and Maternal Prepregnancy Obesity on Childhood Overweight or Obesity. *Environ Health Perspect.*, 125(6), 067005. <https://doi.org/10.1289/EHP261>
- Marlow, H. J., Harwatt, H., Soret, S., & Sabaté, J. (2015). Comparing the water, energy, pesticide and fertilizer usage for the production of foods consumed by different dietary types in California. *Public Health Nutrition*, 18(13), 2425–2432. <https://doi.org/10.1017/S1368980014002833>
- Martinez, S., Alvarez, S., Martinez Marin, R., & Delgado, M. del M. (2019). Food consumption contribution to nitrogen pollution of cities in Northern

- and Southern Europe. *Sustainable Cities and Society*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101655>
- Martinez, S., Delgado, M. del M., Marin, R. M., & Alvarez, S. (2019). How do dietary choices affect the environment? The nitrogen footprint of the European Union and other dietary options. *Environmental Science & Policy*, 101, 204–210. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.08.022>
- Matei, E., Râpă, M., Mateş, I. M., Popescu, A. F., Bădiceanu, A., Balint, A. I., & Covaliu-Mierlă, C. I. (2025). Heavy Metals in Particulate Matter—Trends and Impacts on Environment. *Molecules* 2025, Vol. 30, Page 1455, 30(7), 1455. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES30071455>
- McConnell, R., Gilliland, F., Goran, M., Allayee, H., Hricko, A., & Mittelman, S. (2016). Does Near-Roadway Air Pollution Contribute to Childhood Obesity? *HHS Public Access*. 11(1), 1–3. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12016>
- Molina, M. A., Ayala, G. X., Baquero, B., Madanat, H., & Garcini, L. (2015). The Link Between Border Crossing and Obesity. *J Immigrant Minority Health*, 17(614–617). <https://doi.org/10.1007/s10903-013-9972-8>
- Nasr, M. A., & Eissa, N. (2025). Rural and Urban Pollution. In *Epidemiology and Environmental Hygiene in Veterinary Public Health* (pp. 405–414). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781394208180.ch35>
- Nordman, M., Lassen, A. D., Christensen, L. M., & Trolle, E. (2024). Tracking progress toward a climate-friendly public food service strategy: assessing nutritional quality and carbon footprint changes in childcare centers. *Nutrition Journal*, 23(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/S12937-024-00917-5/TABLES/4>
- Nouri, H., Chavoshi Borujeni, S., & Hoekstra, A. Y. (2019). The blue water footprint of urban green spaces: An example for Adelaide, Australia. *Landscape and Urban Planning*, 190. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103613>
- Osler, M. (1998). The food intake of smokers and nonsmokers: The role of partner's smoking behavior. *Preventive Medicine*, 27(3), 438–443. <https://doi.org/10.1006/pmed.1998.0289>
- Osman, M., & Thornton, K. (2019). Traffic light labelling of meals to promote sustainable consumption and healthy eating. *Appetite*, 138(March), 60–71. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.03.015>

- Pinheiro, C. R., Moura, E. G., Manhães, A. C., Fraga, M. C., Claudio-Neto, S., Abreu-Villaça, Y., Oliveira, E., & Lisboa, P. C. (2015). Concurrent maternal and pup postnatal tobacco smoke exposure in Wistar rats changes food preference and dopaminergic reward system parameters in the adult male offspring. *Neuroscience*, 301, 178–192. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.06.001>
- Rao, N. D., Min, J., DeFries, R., Ghosh-Jerath, S., Valin, H., & Fanzo, J. (2018). Healthy, affordable and climate-friendly diets in India. *Global Environmental Change*, 49(February), 154–165. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.02.013>
- Reducing pollution - Australian Government DCCEEW*. (n.d.). Retrieved September 9, 2025, from <https://www.dcceew.gov.au/environment/protection/npi/reducing-pollution>
- Richardson, M. B., Li, P., Gohlke, J. M., & Allison, D. B. (2018). Effects of Indoor Thermal Environment on Human Food Intake, Productivity, and Comfort: Pilot, Randomized, Crossover Trial. *Obesity*, 26(12), 1826–1833.
- School Meals Coalition Samoli, E., Touloumi, G., Schwartz, J., Anderson, H. R., Schindler, C., Forsberg, B., Vigotti, M. A., Vonk, J., Košnik, M., Skorkovsky, J., & Katsouyanni, K. (2007). Short-term effects of carbon monoxide on mortality: An analysis within the APHEA project. *Environmental Health Perspectives*, 115(11), 1578–1583. <https://doi.org/10.1289/ehp.10375>
- School Meals Coalition (2025). A healthy meal every day for every child. (Erişim Tarihi: <https://schoolmealscoalition.org/>)
- Schraufnagel, D. E., Balmes, J. R., Cowl, C. T., De Matteis, S., Jung, S.-H., Mortimer, K., Perez-Padilla, R., Rice, M. B., Riojas-Rodriguez, H., Sood, A., Thurston, G. D., To, T., Vanker, A., & Wuebbles, D. J. (2019). Air Pollution and Noncommunicable Diseases. *Chest*, 155(2), 417–426. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.10.041>
- Schraufnagel, D. E., Balmes, J. R., Cowl, C. T., & Matteis, S. De. (n.d.). Air Pollution and Noncommunicable Diseases A Review by the Forum of International Respiratory Societies ' Environmental Committee , Part 1 : The Damaging Effects of Air Pollution. *CHEST*, 155(2), 409–416. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.10.042>

- Schraufnagel, D. E., Balmes, J. R., Cowl, C. T., Matteis, S. De, Jung, S., Mortimer, K., Perez-padilla, R., Rice, M. B., Riojas-rodriguez, H., Sood, A., Thurston, G. D., To, T., Vanker, A., & Wuebbles, D. J. (2019). Air Pollution and Noncommunicable Diseases A Review by the Forum of International Respiratory Societies ' Environmental Committee , Part 2 : Air Pollution and Organ Systems. *Chest*, 155(2), 417–426. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.10.041>
- Shang, Z., Gao, Y.-M., Deng, Z.-L., & Wang, Y. (2023). Long-term exposure to ambient air pollutants and increased risk of end-stage renal disease in patients with type 2 diabetes mellitus and chronic kidney disease: a retrospective cohort study in Beijing, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(4), 5429–5443. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-31346-2>
- Sidaner, E., Balaban, D., & Burlandy, L. (2013). The Brazilian school feeding programme: an example of an integrated programme in support of food and nutrition security. *Public Health Nutrition*, 16(6), 989–994. <https://doi.org/10.1017/S1368980012005101>
- Speight, J. G. (2020). Sources of water pollution. In J. G. Speight (Ed.), *Natural Water Remediation* (pp. 165–198). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803810-9.00005-x>
- Spiess, W. E. L. (2014). Virtual Water and Water Footprint of Food Production and Processing. In *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* (pp. 333–355). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00086-3>
- Suades-González, E., Gascon, M., Guxens, M., & Sunyer, J. (2015). Air Pollution and Neuropsychological Development: A Review of the Latest Evidence. *Endocrinology*, 156(10), 3473–3482. <https://doi.org/10.1210/en.2015-1403>
- Tyagi, J., Ahmad, S., & Malik, M. (2022). Nitrogenous fertilizers: impact on environment sustainability, mitigation strategies, and challenges. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(11), 11649–11672. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04027-9>
- Vale, R. L., Netto, A. M., Toríbio de Lima Xavier, B., de Lâvor Paes Barreto, M., & Siqueira da Silva, J. P. (2019). Assessment of the gray water footprint of the pesticide mixture in a soil cultivated with sugarcane in

- the northern area of the State of Pernambuco, Brazil. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 234, pp. 925–932). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.282>
- Wackernagel, M., Lin, D., Hanscom, L., Galli, A., & Iha, K. (2019). Ecological Footprint. In *Encyclopedia of Ecology* (pp. 270–282). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-409548-9.09567-1>
- Westhoek, H., Lesschen, J. P., Rood, T., Wagner, S., De Marco, A., Murphy-Bokern, D., Leip, A., van Grinsven, H., Sutton, M. A., & Oenema, O. (2014). Food choices, health and environment: Effects of cutting Europe's meat and dairy intake. *Global Environmental Change*, 26(1), 196–205. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.02.004>
- WHO (2014). 7 million premature deaths annually linked to air pollution. Erişim adresi: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/>
- WHO (2016). Burden of disease from household air pollution for 2016 Summary of results. Erişim Adresi: www.who.int/airpollution/data
- WHO (2018). Guidelines on Sanitation and Health. Erişim Adresi: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/2f17fb04-1425-4680-bf39-d5bb6da0b7ed/content>
- WHO (2019). Number of deaths due to HIV/AIDS. Erişim Adresi: https://www.who.int/gho/hiv/epidemic_status/deaths_text/en/
- WHO-1(2019). Drinking-water. Erişim Adresi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.
- WHO (2025). Ambient air quality database. Erişim Adresi: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution/who-air-quality-database>
- WHO-1 (2025). Children's environmental health. Erişim Adresi: https://www.who.int/health-topics/children-environmental-health#tab=tab_1
- Xiong, X., Zhang, L., Hao, Y., Zhang, P., Chang, Y., & Liu, G. (2020). Urban dietary changes and linked carbon footprint in China: A case study of Beijing. *Journal of Environmental Management*, 255. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109877>
- Xu, J., Su, Z., Liu, C., Nie, Y., & Cui, L. (2025). Climate change, air pollution and chronic respiratory diseases: understanding risk factors and the need

- for adaptive strategies. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 30(0), 24–00243. <https://doi.org/10.1265/ehpm.24-00243>
- Xu, X., Zhong, Y., Cai, S., Lei, L., & Peng, J. (2025). Does Air Pollution Aggravate Health Problems in Low-Income Countries? Verification from Countries Along the Belt and Road. *Sustainability* 2025, Vol. 17, Page 1796, 17(5), 1796. <https://doi.org/10.3390/SU17051796>
- Yan, Q., Liew, Z., Uppal, K., Cui, X., Ling, C., Heck, J. E., von Ehrenstein, O. S., Wu, J., Walker, D. I., Jones, D. P., & Ritz, B. (2019). Maternal serum metabolome and traffic-related air pollution exposure in pregnancy. *Environment International*, 130, 104872. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.05.066>
- Yang, Q., Li, Z., Lu, X., Duan, Q., Huang, L., & Bi, J. (2018). A review of soil heavy metal pollution from industrial and agricultural regions in China: Pollution and risk assessment. In *Science of the Total Environment* (Vol. 642, pp. 690–700). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.068>
- Yang, T., & Liu, W. (2018). Does air pollution affect public health and health inequality? Empirical evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 203, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.242>
- Zajac, L., Landrigan, P. J., Zajac, L., Balk, S. J., Byron, L. G., Maria Huerta-Montañez, G., Landrigan, P. J., Marcus, S. M., Nerlinger, A. L., Patel, L. H., Philipsborn, R., & Woolf, A. D. (2025). Environmental Issues in Global Pediatric Health: Technical Report. *Pediatrics*, 155(2). <https://doi.org/10.1542/peds.2024-070076>
- Zero Pollution Action Plan - European Commission. (n.d.). Retrieved September 9, 2025, from https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan_en
- Zhang, H., Zhou, Y., Huang, Y., Wu, L., Liu, X., & Luo, Y. (2016). Residues and risks of veterinary antibiotics in protected vegetable soils following application of different manures. *Chemosphere*, 152, 229–237. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.02.111>

BÖLÜM 6

KANSER TEDAVİSİNDE KETOJENİK DİYETİN ROLÜ: GÜNCEL ve KAPSAMLI BİR BAKIŞ

Dr. Öğr. Üyesi Seda KAYA¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17948659>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Tokat, Türkiye. E-Posta:dyt.seda06@outlook.com, ORCID: 0000-0001-7918-3142

GİRİŞ

Kanser, dünya genelinde hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Kötü huylu tümörlerden kaynaklanan bu hastalık, anormal hücre büyümesi, farklılaşması ve metastaz kapasitesi ile karakterizedir (Torre et al., 2016). Dünya Kanser Araştırma Fonu verilerine göre, 2022 yılında dünya çapında 19,9 milyon; Türkiye’de ise 129.672 yeni kanser vakası tespit edilmiştir (WCRF, 2022). Bu yüksek rakamlar, etkili tedavi yaklaşımlarına duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Mevcut kanser tedavileri cerrahi, kemoterapi, radyoterapi ve immünoterapiden oluşmakta olup, bu yöntemler uzun yıllardır klinik uygulamalarda kullanılmaktadır (Patysheva et al., 2022). Ancak, bu tedavi protokollerinin tümör gerilemesi ve sağkalım süresi üzerindeki etkileri sınırlı kalmakta; tedaviye direnç, yaşam kalitesinde bozulma ve nüks gibi sorunlar ile sıkça karşılaşmaktadır (Talib et al., 2021). Bu nedenle, kanser tedavisinin etkinliğini artıracak diyet gibi tamamlayıcı ve destekleyici yaklaşımlara olan ilgi giderek artmaktadır. Çünkü tümör büyümesi büyük ölçüde konakçıdan sağlanan besinlere bağlıdır ve diyet değişiklikleri tümör mikroçevresini etkileyebilmektedir (Kanarek et al., 2020; Lane et al., 2021).

Son yıllarda, beslenme temelli müdahaleler arasında yer alan ketojenik diyet (KD), düşük maliyetli ve güvenli bir destekleyici strateji olarak ön plana çıkmaktadır (Mayne et al., 2016). Glikoz alımını sınırlandırarak vücudu keton cisimcikleri ile enerji üretimine yönlendiren bu diyet, özellikle kanser hücrelerinin değişmiş enerji metabolizmasını hedef alması bakımından dikkat çekicidir. Nitekim birçok kanser hücresinde gözlenen Warburg etkisi metabolik hedeflemeye dayalı tedavi stratejilerine zemin hazırlamaktadır (Ahmad et al., 2005). Ketojenik diyet, bu bağlamda yalnızca bir beslenme modeli değil, aynı zamanda metabolik bir tedavi yaklaşımı olarak değerlendirilebilmektedir (Allen et al., 2014). Warburg etkisi, tümör hücrelerinin ATP üretimi için oksidatif fosforilasyon yerine glikolize yönelmesini ifade eder ve bu durum erken tümör oluşumu sırasında yaygın olarak gözlemlenir (Liberti & Locasale, 2016). Glikozun aşırı kullanımı tümör hücrelerinin büyümesini ve çoğalmasını desteklerken, keton cisimcikleri bu hücreler tarafından metabolize edilemediği için KD, kanser hücreleri açısından elverişsiz bir metabolik ortam oluşturabilir (Cohen et al., 2018). Bu özellik, ketojenik diyetin standart onkolojik tedavilere adjuvan olarak eklenmesinin teorik temelini oluşturur. Ketojenik diyetin

potansiyel etkileri sadece metabolik baskılama ile sınırlı değildir. Yapılan çalışmalar, KD'nin inflamasyonu azaltabileceğini, insülin ve IGF-1 düzeylerini düşürebileceğini, tümör mikroçevresini düzenleyebileceğini ve bağışıklık sistemini olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir (Klement & Sweeney, 2016; Mishra et al., 2024; Weber et al., 2020). Ayrıca, radyoterapi ve kemoterapi ile kombinasyon halinde kullanıldığında yaşam kalitesini ve tedaviye toleransı artırabileceği bildirilmiştir (Rieger et al., 2014). Her ne kadar preklinik çalışmalar KD'nin glioblastoma, meme, pankreas, yumurtalık ve endometrial kanser gibi pek çok tümör tipi üzerinde olumlu etkileri olduğunu öne sürse de, insan çalışmalarının sınırlı ve metodolojik olarak heterojen olması, bu alanda daha fazla yüksek kaliteli araştırmaya duyulan gereksinimi ortaya koymaktadır (Dal Bello et al., 2022; Khodadadi et al., 2017). Ayrıca, KD'nin uygulanabilirliği, bireysel toleransı, yan etkileri ve diyet uyumu gibi faktörler de dikkatle ele alınmalıdır. Bu bölümde, KD'nin kanser tedavisindeki potansiyeli güncel ve kapsamlı bir yaklaşımla ele alınmıştır. Ketojenik diyetin metabolik etkileri, preklinik ve klinik bulgularla verilmiş ve uygulama sınırlılıkları ortaya konmuştur.

1. KETOJENİK DİYET

Ketojenik diyet, farmakolojik olmayan bir tedavi stratejisi olarak kabul edilen, makro besin dağılımına göre farklı türleri bulunan yüksek yağ, düşük karbonhidratlı bir beslenme modelidir (Lan et al., 2022). Temel amacı, karbonhidrat alımının ciddi şekilde kısıtlanmasıyla birlikte vücudun enerji için yağ asitlerini kullanmaya başlaması ve bunun sonucunda karaciğerde keton cisimciklerinin üretilmesidir. Bu metabolik değişimin, başta epilepsi olmak üzere çeşitli hastalıkların tedavisinde potansiyel faydaları olduğu belirlenmiş; son yıllarda ise KD kanser dâhil pek çok alanda tamamlayıcı bir tedavi yaklaşımı olarak öne çıkmıştır. Ketojenik diyet; klasik ketojenik diyet (cKD), orta zincirli trigliserit diyeti (MKD), modifiye Atkins diyeti (MAD), düşük glisemik indeks diyeti (LGIT) ve çok düşük kalorili ketojenik diyet (VLCKD) olarak sınıflandırılmaktadır (Mohammadifard et al., 2022).

Klasik ketojenik diyet, KD protokolleri arasında en çok kullanılan ve en katı uygulama biçimi olan diyettir. Bu diyetle yağ, karbonhidrat ve protein oranı genellikle 4:1 veya 3:1 olacak şekilde düzenlenir. Bu oran doğrultusunda diyetteki tüm makro besin öğeleri gram cinsinden hesaplanır (Khodabakhshi et

al., 2020). Enerji alımının yaklaşık %90'ı yağlardan, %6-8'i proteinlerden ve %2-4'ü karbonhidratlardan sağlanır. Klasik ketojenik diyetle kullanılan yağ asitleri genellikle uzun zincirli trigliserit (LCT) formundadır. Epilepsi tedavisinde 1920'li yıllarda kullanılmaya başlanan bu diyetin oldukça sınırlayıcı ve lezzetsiz olması, hasta uyumunu zorlaştırmıştır. Ancak günümüzde geliştirilmiş formülasyonlar ve destek ürünleri ile uygulanabilirliği artmıştır (Allen et al., 2014; Kossoff et al., 2016).

Orta zincirli trigliserit diyeti, cKD'ye kıyasla daha fazla karbonhidrat ve protein içeren besinlerin dâhil edilmesine olanak tanır. Bunun nedeni, orta zincirli trigliseritlerin (MCT), LCT'ye kıyasla sindiriminin ve emiliminin daha kolay olmasıdır. Orta zincirli trigliseritler, karaciğerde hızlıca keton gövdelerine dönüşür ve ketojenik potansiyeli cKD'ye göre daha yüksektir (Menyhárt & Györffy, 2024). Ayrıca, MCT'lerin metabolize edilmesi için safra tuzlarına veya karnitine ihtiyaç yoktur. Bu metabolik avantaj sayesinde, MKD'de enerji alımının %60-75'i yağdan sağlanırken, karbonhidrat ve protein alımında daha fazla esneklik sağlanabilir (McDonald & Cervenka, 2018). Bununla birlikte, MKD gastrointestinal yan etkiler (ishal, kusma, şişkinlik, karın ağrısı vb.) açısından daha hassastır. Bu nedenle, tolere edilebilirliğin artırılması amacıyla MCT'nin yalnızca %30'unun kullanıldığı, geri kalan yağların ise LCT kaynaklı olduğu modifiye protokoller önerilmektedir (Augustin et al., 2018; Barzegar et al., 2021).

Modifiye Atkins diyeti, başlangıçta 1970'li yıllarda kilo kaybı amacıyla geliştirilen Atkins diyetinden uyarlanarak, 2003 yılında Johns Hopkins Hastanesi'nde cKD'ye alternatif olarak geliştirilmiştir. Daha esnek olması nedeniyle, özellikle çocuklar ve diyetle uyumda zorlanan bireyler için daha sürdürülebilir bir yaklaşımdır. Bu diyetle, kalori sınırlandırılması yapılmaz ve karbonhidrat alımı genellikle günlük 10-20 g ile sınırlandırılırken, protein alımına belirli bir kısıtlama getirilmez. Makro besin ögesi dağılımı yaklaşık olarak %60 yağ, %30 protein ve %10 karbonhidrat şeklindedir (Borowicz-Reutt et al., 2024; Kossoff et al., 2016). Modifiye Atkins diyetinde oran genellikle 0.9:1 düzeyindedir, ancak hastaya özel ihtiyaçlar doğrultusunda bu oran 4:1'e kadar artırılabilir (Sondhi et al., 2020).

Düşük glisemik indeks diyeti, KD uygulamaları içinde en az kısıtlayıcı olanıdır. Diyet, günlük 40-60 g karbonhidrat alımına izin verir; ancak bu karbonhidratlar yalnızca glisemik indeksi 50'nin altında olan kaynaklardan

sağlanmalıdır. Yağ ve protein alımında ciddi bir sınırlama bulunmaz. Düşük glisemik indeks diyeti, postprandiyal glukoz ve insülin düzeylerini sınırlayarak daha düşük ancak yeterli düzeyde ketozis oluşturmayı hedefler. Bu diyet genellikle ayaktan tedavi koşullarında başlatılır ve gram cinsinden ayrıntılı hesaplama içermez. Bu özellikleri sayesinde hem uygulayıcı hem de hasta açısından daha pratiktir. Ayrıca cKD'ye geçişte bir ara basamak olarak da kullanılabilir (Ni et al., 2022; Wells et al., 2020).

Çok düşük kalorili ketojenik diyet, günlük enerji alımının <800 kcal ile sınırlandırıldığı, yüksek kaliteli protein preparatlarına dayanan ve çok düşük karbonhidrat (<30 g/gün veya toplam enerjinin %13'ünden az) içeriğine sahip, kısa süreli ve tıbbi gözetim altında uygulanması gereken yoğun bir beslenme protokolüdür (Caprio et al., 2019; Gomez-Arbelaes et al., 2017). Çok düşük kalorili ketojenik diyetin temel hedefi, ketozisi indükleyerek açlık benzeri metabolik yanıtları uyarmaktır. Bu amaçla karbonhidrat alımı belirgin şekilde kısıtlanırken, yağ ve protein oranlarında göreceli bir artış sağlanır. Çok düşük kalorili ketojenik diyet, başta obezite olmak üzere metabolik hastalıklarda kısa vadeli müdahale aracı olarak kullanılmakta ve uzman gözetiminde sürdürülmesi önerilmektedir (Paoli et al., 2013).

2. KETOJENİK DİYETİN TARİHÇESİ

Ketojenik diyetin kökeni, açlık uygulamalarının epilepsi üzerindeki olumlu etkilerine dayanmaktadır. Hipokrat döneminden bu yana açlığın epilepsi tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Kısa süreli açlık uygulamalarının 20. yüzyılın başlarında çeşitli hastalıklarda, özellikle epilepside nöbet sıklığını azalttığına dair çok sayıda vaka bildirimi yayımlanmıştır. Bu etkiler; ketozis, dehidratasyon ve asidoz gibi biyokimyasal değişikliklerle ilişkilendirilmiştir (Wheless, 2008). Mayo Clinic'ten Dr. Russell M. Wilder 1921 yılında açlık sırasında gözlenen metabolik değişimleri taklit edebilecek, yüksek yağ ve düşük karbonhidrat içeren bir diyet modeli önermiştir. Dr. Wilder bu yeni beslenme yaklaşımına "ketojenik diyet" adını vermiş ve temel amacını, açlık sırasında karaciğerde sentezlenen keton cisimciklerinin üretimini teşvik ederek epileptik nöbetleri ilaçsız kontrol altına almak şeklinde tanımlamıştır (Wheless, 2008). Aynı dönemde Dr. Rollin Woodyatt, açlık ya da düşük karbonhidratlı beslenme koşullarında kan düzeylerinde aseton ve β -hidroksibütirat gibi keton cisimciklerinin arttığını

gözlemlemiştir; bu bulgular, ketozisin yalnızca açlıkla değil, uygun diyet müdahaleleri ile de sağlanabileceğini göstermiştir (McGaugh & Barthel, 2022). Yine Mayo Clinic'ten Dr. Peterman 1925 yılında, günümüzdeki cKD'nin temelini oluşturan bir protokol geliştirmiştir. Bu protokolda, çocuklar için vücut ağırlığının kilogramı başına 1 gram protein, günlük 10-15 gram karbonhidrat ve kalan enerjinin yağdan sağlandığı bir plan benimsenmiştir (Peterman, 1925). Ketojenik diyet, özellikle çocukluk çağı dirençli epilepsilerinde etkili bir tedavi seçeneği olarak hızla yaygınlaşmıştır. Ancak, 1930'lardan itibaren yeni antiepileptik ilaçların geliştirilmesiyle birlikte bu diyetle olan ilgi azalmıştır. Chicago Üniversitesi'nden Dr. Peter Huttenlocher 1970'li yıllarda, ketojenik diyetin uygulanabilirliğini artırmak amacıyla MCT bazlı bir versiyon geliştirmiştir. Bu formülasyon, diyetin lezzet kabulünü artırırken keton üretimini de desteklemeyi hedeflemiştir. Televizyonda 1990'lı yılların ortalarında yayınlanan bir programda, geleneksel tedavilere yanıt vermeyen dirençli epilepsili bir çocuk olan Charlie'nin KD ile iyileşme süreci kamuoyuyla paylaşılmıştır. Johns Hopkins Hastanesi'nde başlatılan KD tedavisi sonrası nöbetlerinin tamamen durduğu bildirilen Charlie'nin hikâyesi, ailesi tarafından kurulan "Charlie Foundation" aracılığıyla geniş kitlelere ulaştırılmış; sağlık profesyonellerine yönelik eğitim materyalleri hazırlanmıştır (McGaugh & Barthel, 2022; Wheless, 2008). Ayrıca bu vakıf, çok merkezli ilk prospektif klinik çalışmanın finansmanını sağlamış ve 1997 yılında başrolünde Meryl Streep'in yer aldığı "First Do No Harm" adlı filmle KD'nin etkisi geniş bir izleyici kitlesine sunulmuştur. Tüm bu gelişmeler, KD'nin yalnızca epilepsi tedavisinde değil, aynı zamanda metabolik bozukluklar, nörolojik hastalıklar ve kanser gibi alanlarda da araştırılmasına zemin hazırlamıştır. Bu yönüyle KD, tarihsel kökeni güçlü, klinik etkileri giderek daha fazla araştırma konusu olan bir beslenme tedavisi hâline gelmiştir.

3. KETOJENİK DİYETİN METABOLİK ETKİLERİ

Ketojenik diyetin fizyolojik etkileri, karbonhidrat alımının ciddi ölçüde sınırlandırılmasıyla başlar. Günlük karbonhidrat tüketiminin genellikle 50 gramın altına düşürülmesiyle birlikte, vücut birincil enerji kaynağı olan glikozu sınırlı miktarda kullanabilir hale gelir. Glikojen depolarının tükenmesiyle birlikte, metabolizma ketozis adı verilen alternatif bir enerji üretim sürecine girer. Bu süreçte yağ dokusundaki trigliseritlerin yıkımı hızlanır; açığa çıkan

serbest yağ asitleri karaciğerde β -oksidasyona uğrayarak asetil-CoA'ya çevrilir. Asetil-CoA'nın mitokondride ketogenez yoluyla keton cisimciklerine (beta-hidroksibutirat, asetoasetat, aseton) dönüşmesiyle vücut glikoz yerine ketonları enerji kaynağı olarak kullanmaya başlar. Özellikle beta-hidroksibutirat, beyin, kalp ve kas gibi yüksek enerji gereksinimi olan dokular için verimli bir substrat oluşturur (Allen et al., 2014; McDonald & Cervenka, 2018). Ketozis durumu yalnızca enerji metabolizmasında değişiklik oluşturmakla kalmaz; düşük insülin düzeylerine bağlı olarak inflamasyonun azalmasına, oksidatif stresin modülasyonuna ve hücrel metabolizmanın yeniden yapılandırılmasına da katkı sağlar (Paoli et al., 2014). Bu bağlamda KD, sadece epilepsi gibi nörolojik hastalıkların tedavisinde değil, aynı zamanda obezite, diyabet ve son yıllarda giderek daha fazla dikkat çeken kanser gibi hastalıkların destekleyici tedavisinde de incelenmektedir.

Ketojenik diyetin kanser tedavisindeki potansiyel etkileri, büyük ölçüde Warburg etkisi olarak adlandırılan metabolik olgu ile açıklanmaktadır. Otto Warburg'un 1920'li yıllarda yaptığı çalışmalar, çoğu kanser hücresinin yeterli oksijen varlığında bile enerjinin büyük kısmını glikoliz yoluyla elde ettiğini ortaya koymuştur (Warburg et al., 1927). Bu durum, oksidatif fosforilasyon yerine anaerobik glikolizin tercih edilmesiyle karakterize edilir ve Warburg etkisi olarak tanımlanır (Warburg, 1956). Normal hücreler glikozu mitokondride tamamen okside ederek yaklaşık 36 ATP üretirken, kanser hücreleri glikozu yalnızca 2 ATP üretimi ile laktata çevirir. Bu verimsiz enerji üretim biçimi, tümör hücrelerinin hızlı çoğalması için gerekli olan biyosentetik ara ürünlerin üretimini kolaylaştırmakta ve tümör hücresinin büyümesini, hayatta kalmasını ve adaptasyonunu desteklemektedir (Liberti & Locasale, 2016). Bu özellik, kanser hücrelerinin mitokondriyal oksijen metabolizmasından kaçınarak redoks homeostazını koruma çabasını da yansıtmaktadır (Ahmad et al., 2005). Warburg etkisi sayesinde, tümör hücreleri glikoza bağımlı hale gelirken, keton cisimciklerini enerji kaynağı olarak kullanamazlar. Ketojenik diyet uygulandığında, glikoz düzeyleri azalırken dolaşımdaki ketonlar artar; bu durum tümör hücreleri için metabolik bir stres ortamı oluşturur. Buna karşın sağlıklı hücreler ketonları enerji için kullanabildiğinden bu metabolik değişime daha iyi adapte olabilirler. Bu fark, KD'nin kanser hücrelerine karşı seçici bir metabolik avantaj oluşturduğunu göstermektedir (Klement & Sweeney, 2016; Rieger et al., 2014). Günümüzde

18F-florodeoksiglukoz (18F-FDG) ile yapılan pozitron emisyon tomografisi (PET) görüntülemelerinde tümörlerin glikoz tutulumunun yüksekliği tespit edilebilmekte, bu da Warburg etkisinin klinik düzeyde tanınal bir yansıması olarak değerlendirilmektedir (Rigo et al., 1996). Bu nedenle KD, kanser hücrelerindeki glikolitik bağımlılığı hedef alarak tedaviye yönelik yeni ve bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır.

4. KANSER TEDAVİSİNDE KETOJENİK DİYET

Ketojenik diyet, başta çocukluk çağı epilepsisi olmak üzere bazı nörolojik hastalıkların tedavisinde uzun yıllardır uygulanmaktadır. Son yıllarda ise, kanser hücrelerinin enerji metabolizmasına yönelik farklılıklarını hedef alan metabolik temelli yaklaşımlar çerçevesinde, KD'nin potansiyel antitümör etkileri bilimsel ilgi odağı haline gelmiştir. Özellikle kanser hücrelerinin glikoza olan bağımlılığı ve keton cisimciklerini kullanamama eğilimleri, KD'yi tamamlayıcı bir tedavi stratejisi olarak öne çıkarmaktadır. Klinik öncesi deneysel çalışmalar ve vaka raporları, KD'nin güvenli bir şekilde uygulanabileceğini ve tümör progresyonunu yavaşlatma potansiyeli taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, KD'nin klasik kanser tedavi yaklaşımlarına (kemoterapi, radyoterapi vb.) ek olarak destekleyici bir rol oynayabileceği ve sağkalım süresi ile yaşam kalitesine olumlu katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir. Tisdale ve arkadaşları tarafından 1987 yılında yapılan bir çalışmada, kolorektal adenokarsinom ksenogrefti taşıyan farelerde KD uygulamasının tümör ağırlığını azalttığı ve kanser kaşeksisi belirtilerini hafiflettiği bildirilmiştir (Tisdale et al., 1987). Takip eden preklinal araştırmalarda, KD'nin malign gliom, kolorektal, mide ve prostat kanseri gibi farklı tümör modellerinde tümör büyümesini baskıladığı ve sağkalımı uzattığı gösterilmiştir. Ayrıca bazı hayvan modellerinde KD'nin radyoterapi ile sinerjik etki gösterdiği ve tedavi etkinliğini artırdığı da rapor edilmiştir (Abdelwahab et al., 2012; Allen et al., 2013). Her ne kadar KD'nin kanser tedavisindeki kesin etki mekanizmaları henüz tam olarak aydınlatılamamış olsa da mevcut veriler, özellikle konvansiyonel tedavilere entegre biçimde uygulandığında bu diyetin önemli faydalar sağlayabileceğini desteklemektedir. Bu bağlamda, KD'nin kanser tedavisindeki rolünü değerlendirmek amacıyla yürütülen preklinal ve klinik çalışmalar, alandaki kanıt temelli ilerlemenin temelini oluşturmaktadır.

5. PREKLİNİK ÇALIŞMALAR

Ketojenik diyetin antitümör etkilerini araştıran preklinik çalışmalar, farklı kanser türlerinde ve çeşitli metabolik koşullarda umut verici sonuçlar ortaya koymuştur. Bu çalışmalar; tümör büyümesinin baskılanması, sağkalım süresinin artması, kaşeksi semptomlarının azalması ve tedaviye duyarlılığın artması gibi etkilerle KD'nin tamamlayıcı bir onkolojik yaklaşım olabileceğini düşündürmektedir.

Beyin tümörü modelleri, KD'nin antitümör etkilerinin ilk kez değerlendirildiği alanlardan biri olmuştur. Seyfried ve arkadaşları 2003 yılında, kalori kısıtlı KD'nin glioma gelişimini baskıladığını bildirmiştir. Bu çalışmada açlık, aralıklı açlık, kalori kısıtlaması ve KD gibi metabolik müdahalelerin tümör büyümesini azalttığı ve sağkalımı uzattığı gösterilmiştir (Seyfried et al., 2003). Zhou ve arkadaşları, malign astrositoma (CT-2A) ve insan glioması (U87-MG) modellerinde kalori kısıtlı KD'nin, yüksek karbonhidratlı diyetle karşılaştırıldığında tümör büyümesini sırasıyla %65 ve %35 oranında azalttığını ve anjiyogenez göstergelerinde azalma sağladığını ortaya koymuştur (Zhou et al., 2007). Aynı çalışmada, epileptik çocuklar için geliştirilen dengeli bir KD formu olan KetoCal kullanılmıştır. Abdelwahab ve arkadaşları da KetoCal ile beslenen glioma farelerinde tümör büyümesinde belirgin azalma ve sağkalım süresinde anlamlı artış olduğunu göstermiştir (Abdelwahab et al., 2012). Bununla birlikte, bazı çalışmalarda KD'nin tümör progresyonu üzerinde her zaman etkili olmadığı bildirilmiştir (Abdelwahab et al., 2012). Maurer et al. (2011) ve Rieger et al. (2014), glioblastoma modellerinde 3:1 oranlı KD'nin tümör büyümesini durdurmadığını bildirmiştir.

Mide ve kolorektal kanser modellerinde de KD'nin umut verici etkileri ortaya konmuştur. Otto ve arkadaşları, mide kanseri hücreleriyle oluşturulan hayvan modellerinde KD'nin tümör büyümesini baskıladığını ve sağkalımı artırdığını göstermiştir (Otto et al., 2008). Tisdale ve arkadaşları, kolorektal kanser xeno-greft modeli taşıyan farelerde KD'nin tümör ağırlığını azalttığını ve kaşeksi semptomlarını iyileştirdiğini bildirmiştir (Tisdale et al., 1987). Tsenkova ve arkadaşları ise KD'nin bağırsak mikrobiyotasını değiştirerek stearik asit üretimini artırdığını ve bu metabolitin kolorektal kanser hücrelerinde apoptozu indüklediğini göstermiştir (Tsenkova et al., 2025). Akciğer kanseri xeno-greft modellerinde yapılan bir çalışmada Allen ve arkadaşları, KD'nin tümör büyümesini baskıladığını bildirmiştir (Allen et al.,

2013). Öte yandan, Hajihassani ve arkadaşları, pankreas kanseri modellerinde KD'nin glutamin bağımlılığını artırarak TCA döngüsünü etkilediğini ve glutamin metabolizmasını inhibe eden ajanlarla birlikte kullanıldığında sinerjistik bir antitümör etki sağladığını ortaya koymuştur (Hajihassani et al., 2024). Prostat kanseri modellerinde elde edilen sonuçlar daha çelişkilidir. Masko et al., (2010) karbonhidrat içeriği farklılaştırılmış KD'lerin tümör boyutu üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığını belirtirken Kim et al., (2012) karbonhidratsız KD uygulanan grupta tümör hacminde belirgin azalma gözlemlenmiştir. Caso et al., (2013) ise %20 karbonhidrat içeren KD grubunda tümör büyümesinin daha yavaş olduğunu, ancak sağkalım süresi açısından anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmiştir. Bazı prelinik çalışmalar, KD'nin kemoterapi ve hedefe yönelik tedavilerle birlikte kullanımının tedavi etkinliğini artırabileceğini göstermektedir. Hopkins et al., (2018) KD'nin PI3K inhibitörleri ile birlikte pankreas, mesane, endometriyal, meme kanseri ve akut miyeloid lösemi gibi çeşitli kanser modellerinde hedefli tedaviye duyarlılığı artırdığını göstermiştir. Ayrıca, KD'nin kemoterapi ve radyoterapi ile birlikte kullanıldığında terapötik etkinliği artırabileceğine dair bulgular da mevcuttur (Abdelwahab et al., 2012; Allen et al., 2013; Morscher et al., 2015). Prelinik çalışmalarda genel olarak KD'nin tümör büyümesini yavaşlatıcı ve sağkalımı artırıcı etkileri vurgulanmış olsa da, bazı kanser türlerinde potansiyel protümör etkiler de bildirilmiştir. Lussier et al., (2016) ile Otto et al., (2008), KD'nin tümör gelişimini geciktirdiğini ve sağkalımı uzattığını bildirirken; Liśkiewicz et al., (2016) ile Xia et al., (2017) sırasıyla böbrek kanseri ve BRAF V600E mutasyonlu melanom modellerinde KD'nin tümör büyümesini artırdığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, KD'nin kanser tedavisinde kullanımının kanser türüne, genetik yapıya ve metabolik profile bağlı olarak farklılık gösterebileceğini düşündürmektedir.

Prelinik verilerin genel değerlendirmesine ilişkin yürütülen bazı meta-analiz çalışmaları da bu bulguları desteklemektedir. Klement (2017), 29 prelinik çalışmanın %72'sinde KD'nin tümör büyümesini baskıladığını bildirmiştir. Li et al., (2021) tarafından yapılan 17 hayvan çalışmasının ortak analizinde KD'nin tümör ağırlığını (SMD = -2.45, $p = 0.027$), tümör hacmini (SMD = -0.76, $p=0.012$) anlamlı düzeyde azalttığı ve sağkalımı uzattığı (SMD=1.76, $p=0.003$) belirlenmiştir. Özellikle 4:1 oranındaki cKD

formülasyonunun sağkalım süresi üzerinde en etkili yaklaşım olduğu bildirilmiştir.

6. KLİNİK ÇALIŞMALAR

Ketojenik diyetin kanser tedavisinde potansiyel rolüne dair klinik bulgular, öncelikle vaka sunumları ve küçük ölçekli pilot çalışmalar aracılığıyla ortaya konmuştur. Bu erken dönem veriler, çeşitli kanser türlerinde KD'nin güvenliği, uygulanabilirliği ve bazı semptomlar üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlamıştır. İlk klinik bulgulardan biri, 1995 yılında ileri evre malign astrositom tanısı almış iki çocuk hastayı kapsayan bir vaka olgusudur. Ketojenik diyet tedavisi sonrasında, hastalarda PET ile ölçülen FDG alımında ortalama %21,8 oranında bir düşüş tespit edilmiştir (Nebeling et al., 1995). Bu bulgu, KD'nin glikoz metabolizmasına müdahale ederek tümör aktivitesini baskılayabileceğine dair önemli bir klinik ipucu sunmuştur. Bu vakayı takiben 2010 yılında glioblastoma multiforme tanısı almış 65 yaşındaki bir kadın hastada, standart tedavi protokolüne eklenen kalori kısıtlı KD'nin hastalığın seyrini olumlu etkilediği bildirilmiştir (Zuccoli et al., 2010). Aynı dönemde yapılan başka bir çalışmada, KD'nin yaşam kalitesi üzerine etkileri değerlendirilmiş; ileri evre kanserli hastalarda diyetin ciddi yan etkilere yol açmadan, duygusal işlevleri iyileştirdiği ve uyku kalitesini artırdığı belirlenmiştir (Schmidt et al., 2011). Bu gözlemleri daha sistematik bir biçimde ele alan 2014 tarihli ERGO çalışması, tekrarlayan glioblastomalı 20 hasta üzerinde yürütülmüştür. Ketojenik diyet uygulamasına rağmen tüm hastalarda hastalık ilerlemesi gözlenmiştir. Ancak stabil ketozis sağlayabilen hastalarda, sağkalım süresinde stabil olmayanlara göre daha olumlu bir eğilim saptanmıştır. Bu bulgular, KD'nin tek başına yeterli olmayacağını ancak metabolik kontrol sağlandığında fayda sağlayabileceğini göstermektedir (Rieger et al., 2014). Aynı yıl, altı glioblastoma hastasında KD'nin standart tedavi ile güvenle birlikte uygulanabileceği ve glukoz profili üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceği bildirilmiştir (Champ et al., 2014). Tan-Shalaby ve arkadaşları tarafından yürütülen bir prospektif çalışmada, kemoterapi almayan ileri evre kanserli hastalara MAD uygulanmıştır. On altı haftalık müdahale sonunda, melanom tanısı almış üç hasta da dâhil olmak üzere dört hastada stabilizasyon veya klinik iyileşme bildirilmiştir (Tan-Shalaby et al., 2016). Özellikle bu hastaların müdahale sonrası beklenen yaşam süresinden daha uzun süre hayatta kalmaları

dikkat çekicidir. Benzer şekilde 2017 yılında, metabolik olarak desteklenen kemoterapi, hipertermi ve hiperbarik oksijen tedavisine ek olarak KD uygulanan meme kanserli bir kadın hastada, tam bir klinik, radyolojik ve patolojik yanıt elde edilmiştir (İyikesici et al., 2017). 2018 yılında yapılan bir çalışmada, tekrarlayan glioblastomalı hastalarda intranazal perillik alkol tedavisiyle kombine KD uygulamasının etkileri değerlendirilmiştir. Üç aylık müdahale sonunda, KD grubunda kısmi yanıt oranı %77,8 iken kontrol grubunda bu oran %25 olarak saptanmıştır. Ayrıca kontrol grubundaki hastaların %50'sinde tümör ilerlemesi görülürken, KD grubunda bu oran yalnızca %11,1 olmuştur (Santos et al., 2018). Bununla birlikte, KD'nin her tümör tipi üzerinde etkili olmadığını gösteren veriler de mevcuttur. Örneğin, 2010 yılında nöbet kontrolü amacıyla 3:1 oranında KD alan beş tüberoz skleroz kompleksi (TSC) hastasında yapılan retrospektif analizde, KD'nin TSC ile ilişkili tümör büyümesini baskılamada anlamlı bir etki göstermediği bildirilmiştir (Chu-Shore & Thiele, 2010). 2019 yılında yürütülen bir başka çalışmada, KD'nin ciddi yan etkilere yol açmadığı doğrulanmış, ancak sağkalım süresi, nörolojik fonksiyonlar ve yaşam kalitesi üzerinde anlamlı etkiler gözlenmemiştir (van der Louw et al., 2019). 2021 yılında ise yüksek dereceli gliomalı 13 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, MAD ile MCT takviyesi ve metformin kombinasyonu uygulanmış ve sonuçlar umut verici olarak değerlendirilmiştir (Porper et al., 2021). Bu bireysel ve küçük ölçekli çalışmaları destekleyen sistematik incelemeler de literatürde yer almaktadır. Weber ve arkadaşları tarafından değerlendirilen 29 çalışmanın büyük bölümü, KD'nin kemoterapi, radyoterapi ve cerrahi gibi standart onkolojik yaklaşımlara ek olarak kullanıldığını göstermektedir (Weber et al., 2020). Benzer şekilde Talib ve arkadaşları (2021) 14 çalışmayı, Yang ve arkadaşları (2021) 6 çalışmayı ve Sremanakova ve arkadaşları (2018) 11 çalışmayı analiz etmişlerdir. Bu çalışmalarda, KD'nin glioblastoma, meme, pankreas, akciğer, kolorektal ve karaciğer gibi çeşitli kanser türlerinde yaşam kalitesi artışı, progresyonsuz sağkalım süresinin uzaması ve tedavi yanıtında iyileşme gibi olumlu etkileri olabileceği ifade edilmiştir.

Yapılan çalışmaların çoğu, KD'nin tolere edilebilirliğine ve güvenliğine odaklanmıştır. Örneğin, Fine ve arkadaşlarının yürüttüğü 4 haftalık bir pilot çalışmada, çeşitli kanser tiplerine sahip 10 hastada, KD'nin güvenli olduğu ve hastalığın stabil seyrettiği durumlarda keton seviyelerinin anlamlı derecede

yüksek olduğu bulunmuştur (Fine et al., 2012). Bu bağlamda KD, kanser hücrelerinin aşırı glikolitik metabolizmasına müdahale eden potansiyel bir metabolik tedavi olarak değerlendirilmektedir. Etki mekanizmaları tam olarak açıklanamamış olsa da; insülin sinyal yolları, epigenetik düzenleme, reaktif oksijen türleri üretimi, anjiyogenez ve inflamatuvar süreçlerin modülasyonu gibi çok sayıda yolak üzerinde etkili olabileceği öne sürülmektedir (Allen et al., 2014; Klement & Kämmerer, 2011).

7. KETOJENİK DİYETLERİN POTANSİYEL RİSKLERİ

Ketojenik diyetler; epilepsi, obezite ve son zamanlarda kanserde tedavisinde dikkat çekse de uzun ve kısa vadede çeşitli yan etkileri ve potansiyel sağlık riskleri taşıyabilir. Bu diyetin yüksek yağ, düşük karbonhidrat ve kontrollü protein içeriği; metabolik süreçleri değiştirerek tedavi edici etki oluştururken, aynı zamanda bazı fizyolojik sistemler üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir. Ketojenik diyetin yaygın olarak bildirilen kısa vadeli yan etkileri arasında uyuşukluk, mide bulantısı, kusma ve özellikle çocuklarda hipoglisemi yer almaktadır (Dhamija et al., 2013). Yüksek yağ içeriği nedeniyle yetişkinlerde sıklıkla gastrointestinal rahatsızlıklar görülmektedir (Nangia et al., 2012). Özellikle diyetin ilk dönemlerinde ortaya çıkan bu yan etkiler, dehidratasyon, iştahsızlık ve gıda intoleransı gibi semptomlarla kendini gösterebilir. Uzun süreli uygulamalarda ise kardiyovasküler sistem üzerindeki etkiler ön plana çıkmaktadır. Ketojenik diyet uygulayan bireylerde, total kolesterol ve LDL düzeylerinde belirgin artış gözlenmiştir (Mosek et al., 2009). Böbrek sağlığı açısından değerlendirildiğinde, azotlu atık ürünlerinin atılımının artması nedeniyle böbrek üzerindeki yükün ve özellikle uzun süreli uygulamalarda böbrek taşı oluşumu riskinin arttığı bildirilmiştir (McNally et al., 2009). Ayrıca, hiperkalsüri, hipositratri ve idrar asitlenmesi gibi mineral metabolizmasına ilişkin bozukluklar da KD ile ilişkilendirilmiştir (Watanabe et al., 2020).

Ketojenik diyetin beslenme profili bakımından da riskleri mevcuttur. Ketojenik diyetin kısıtlayıcı yapısı nedeniyle temel vitaminler, mineraller ve fitokimyasalların yetersiz alımı görülebilir (O'Neill & Raggi, 2020). Bunların yanı sıra, KD uygulayan bireylerde sıklıkla selenyum, çinko ve bakır gibi eser element eksiklikleri görülmüş ve bu durum, mineral takviyelerinin önemini ortaya koymuştur. Lif içeriği düşük olan bu diyet, kabızlık, ishal ve şişkinlik

gibi sindirim sorunlarına yol açabilir (Hayashi et al., 2013). Ketojenik diyetin uygulama zorlukları da önemli bir risk faktörüdür. Diyet, hassas besin hesaplamaları gerektirmekte, zaman alıcı olabilmekte ve günlük yaşamla uyumu zorlaştırmaktadır. Tüm bu etkiler, KD'nin uygulanabilirliğini ve güvenliğini değerlendirirken bireysel koşulların dikkatle göz önünde bulundurulmasını gerekli kılmaktadır. Potansiyel yan etkilerin çoğunun, uygun tıbbi gözetim, düzenli izlem, vitamin-mineral takviyesi ve hasta eğitimiyle önlenabilir veya yönetilebilir olduğu da unutulmamalıdır. Bu nedenle, KD'nin uzun vadeli güvenliği ve sürdürülebilirliği konusundaki bilimsel kanıtların daha kapsamlı ve kontrollü çalışmalara dayandırılması gerekmektedir.

8. SONUÇ

Klinik öncesi bulgular ve sınırlı sayıda klinik çalışma, KD'nin kanser tedavisinde adjuvan bir yaklaşım olarak potansiyel taşıdığını göstermektedir. Ketojenik diyetin, tümör metabolizmasını hedef alarak oksidatif stresi artırması ve tümör mikroçevresini etkilemesi, özellikle radyoterapi ve kemoterapiyle birlikte kullanıldığında antitümör etkinliğini artırabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, bugüne kadar insanlarda yapılan çalışmalar metodolojik farklılıklar, örneklem büyüklüklerinin az olması ve heterojen bulgular nedeniyle bu bulguların genellenebilirliği sınırlamaktadır. Ketojenik diyetin kanser hastalarında sağkalım, tümör progresyonu ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini netleştirmek için, iyi tasarlanmış, randomize kontrollü ve uzun dönemli çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca, KD'nin uygulanabilirliği, hasta uyumu, beslenme durumu üzerindeki etkileri ve potansiyel riskleri gibi konular da multidisipliner bir yaklaşımla bütüncül olarak değerlendirilmelidir. Beslenme müdahalelerinin kanser tedavisinde tamamlayıcı bir rol oynayabileceği göz önüne alındığında, KD'nin metabolik hedefli tedaviler arasında yer alması umut vericidir. Ancak bu yaklaşımın klinik pratiğe entegrasyonu, daha güçlü kanıtlarla desteklenmelidir.

KAYNAKÇA

- Abdelwahab, M. G., Fenton, K. E., Preul, M. C., Rho, J. M., Lynch, A., Stafford, P., & Scheck, A. C. (2012). The ketogenic diet is an effective adjuvant to radiation therapy for the treatment of malignant glioma. *PLoS One*, 7(5), e36197. doi:10.1371/journal.pone.0036197
- Ahmad, I. M., Aykin-Burns, N., Sim, J. E., Walsh, S. A., Higashikubo, R., Buettner, G. R., . . . Spitz, D. R. (2005). Mitochondrial O₂^{*}- and H₂O₂ mediate glucose deprivation-induced stress in human cancer cells. *J Biol Chem*, 280(6), 4254-4263. doi:10.1074/jbc.M411662200
- Allen, B. G., Bhatia, S. K., Anderson, C. M., Eichenberger-Gilmore, J. M., Sibenaller, Z. A., Mapuskar, K. A., . . . Fath, M. A. (2014). Ketogenic diets as an adjuvant cancer therapy: History and potential mechanism. *Redox Biol*, 2, 963-970. doi:10.1016/j.redox.2014.08.002
- Allen, B. G., Bhatia, S. K., Buatti, J. M., Brandt, K. E., Lindholm, K. E., Button, A. M., . . . Fath, M. A. (2013). Ketogenic diets enhance oxidative stress and radio-chemo-therapy responses in lung cancer xenografts. *Clin Cancer Res*, 19(14), 3905-3913. doi:10.1158/1078-0432.Ccr-12-0287
- Augustin, K., Khabbush, A., Williams, S., Eaton, S., Orford, M., Cross, J. H., . . . Williams, R. S. (2018). Mechanisms of action for the medium-chain triglyceride ketogenic diet in neurological and metabolic disorders. *The Lancet Neurology*, 17(1), 84-93.
- Barzegar, M., Afghan, M., Tarmahi, V., Behtari, M., Rahimi Khamaneh, S., & Raeisi, S. (2021). Ketogenic diet: overview, types, and possible anti-seizure mechanisms. *Nutritional neuroscience*, 24(4), 307-316.
- Borowicz-Reutt, K., Krawczyk, M., & Czernia, J. (2024). Ketogenic Diet in the Treatment of Epilepsy. *Nutrients*, 16(9). doi:10.3390/nu16091258
- Caprio, M., Infante, M., Moriconi, E., Armani, A., Fabbri, A., Mantovani, G., . . . Migliaccio, S. (2019). Very-low-calorie ketogenic diet (VLCKD) in the management of metabolic diseases: systematic review and consensus statement from the Italian Society of Endocrinology (SIE). *Journal of endocrinological investigation*, 42, 1365-1386.
- Caso, J., Masko, E. M., Ii, J. A., Poulton, S. H., Dewhirst, M., Pizzo, S. V., & Freedland, S. J. (2013). The effect of carbohydrate restriction on prostate

- cancer tumor growth in a castrate mouse xenograft model. *Prostate*, 73(5), 449-454. doi:10.1002/pros.22586
- Chu-Shore, C. J., & Thiele, E. A. (2010). Tumor growth in patients with tuberous sclerosis complex on the ketogenic diet. *Brain and Development*, 32(4), 318-322.
- Cohen, C. W., Fontaine, K. R., Arend, R. C., Alvarez, R. D., Leath, C. A., III, Huh, W. K., . . . Gower, B. A. (2018). A Ketogenic Diet Reduces Central Obesity and Serum Insulin in Women with Ovarian or Endometrial Cancer. *J Nutr*, 148(8), 1253-1260. doi:10.1093/jn/nxy119
- Dal Bello, S., Valdemarin, F., Martinuzzi, D., Filippi, F., Gigli, G. L., & Valente, M. (2022). Ketogenic Diet in the Treatment of Gliomas and Glioblastomas. *Nutrients*, 14(18). doi:10.3390/nu14183851
- Dhamija, R., Eckert, S., & Wirrell, E. (2013). Ketogenic diet. *Canadian journal of neurological sciences*, 40(2), 158-167.
- Fine, E. J., Segal-Isaacson, C., Feinman, R. D., Herszkopf, S., Romano, M. C., Tomuta, N., . . . Sparano, J. A. (2012). Targeting insulin inhibition as a metabolic therapy in advanced cancer: a pilot safety and feasibility dietary trial in 10 patients. *Nutrition*, 28(10), 1028-1035.
- Fund, W. C. R. (2022). Worldwide cancer data.
- Gomez-Arbelaez, D., Bellido, D., Castro, A. I., Ordoñez-Mayan, L., Carreira, J., Galban, C., . . . Casanueva, F. F. (2017). Body composition changes after very-low-calorie ketogenic diet in obesity evaluated by 3 standardized methods. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 102(2), 488-498.
- Hajihassani, O., Zarei, M., Roichman, A., Loftus, A., Boutros, C. S., Hue, J., . . . Winter, J. M. (2024). A Ketogenic Diet Sensitizes Pancreatic Cancer to Inhibition of Glutamine Metabolism. *bioRxiv*. doi:10.1101/2024.07.19.604377
- Hayashi, A., Kumada, T., Nozaki, F., Hiejima, I., Miyajima, T., & Fujii, T. (2013). Changes in serum levels of selenium, zinc and copper in patients on a ketogenic diet using Ketonformula. *No to hattatsu= Brain and development*, 45(4), 288-293.
- Hopkins, B. D., Pauli, C., Du, X., Wang, D. G., Li, X., Wu, D., . . . Cantley, L. C. (2018). Suppression of insulin feedback enhances the efficacy of PI3K

- inhibitors. *Nature*, 560(7719), 499-503. doi:10.1038/s41586-018-0343-4
- İyikesici, M. S., Slocum, A. K., Slocum, A., Berkarda, F. B., Kalamian, M., & Seyfried, T. N. (2017). Efficacy of metabolically supported chemotherapy combined with ketogenic diet, hyperthermia, and hyperbaric oxygen therapy for stage IV triple-negative breast cancer. *Cureus*, 9(7).
- Kanarek, N., Petrova, B., & Sabatini, D. M. (2020). Dietary modifications for enhanced cancer therapy. *Nature*, 579(7800), 507-517.
- Khodabakhshi, A., Seyfried, T. N., Kalamian, M., Beheshti, M., & Davoodi, S. H. (2020). Does a ketogenic diet have beneficial effects on quality of life, physical activity or biomarkers in patients with breast cancer: a randomized controlled clinical trial. *Nutr J*, 19(1), 87. doi:10.1186/s12937-020-00596-y
- Khodadadi, S., Sobhani, N., Mirshekar, S., Ghiasvand, R., Pourmasoumi, M., Miraghajani, M., & Dehsoukhteh, S. S. (2017). Tumor cells growth and survival time with the ketogenic diet in animal models: a systematic review. *International journal of preventive medicine*, 8(1), 35.
- Kim, H. S., Masko, E. M., Poulton, S. L., Kennedy, K. M., Pizzo, S. V., Dewhirst, M. W., & Freedland, S. J. (2012). Carbohydrate restriction and lactate transporter inhibition in a mouse xenograft model of human prostate cancer. *BJU Int*, 110(7), 1062-1069. doi:10.1111/j.1464-410X.2012.10971.x
- Klement, R. J. (2017). Beneficial effects of ketogenic diets for cancer patients: a realist review with focus on evidence and confirmation. *Med Oncol*, 34(8), 132. doi:10.1007/s12032-017-0991-5
- Klement, R. J., & Kämmerer, U. (2011). Is there a role for carbohydrate restriction in the treatment and prevention of cancer? *Nutr Metab (Lond)*, 8, 75. doi:10.1186/1743-7075-8-75
- Klement, R. J., & Sweeney, R. A. (2016). Impact of a ketogenic diet intervention during radiotherapy on body composition: I. Initial clinical experience with six prospectively studied patients. *BMC Res Notes*, 9, 143. doi:10.1186/s13104-016-1959-9

- Kossoff, E., Turner, Z., Doerr, S., Cervenka, M. C., & Henry, B. J. (2016). *The ketogenic and modified Atkins diets: treatments for epilepsy and other disorders*: Demos Medical Publishing, LLC.
- Lan, Y., Jin, C., Kumar, P., Yu, X., Lenahan, C., & Sheng, J. (2022). Ketogenic Diets and Hepatocellular Carcinoma. *Front Oncol*, 12, 879205. doi:10.3389/fonc.2022.879205
- Lane, J., Brown, N. I., Williams, S., Plaisance, E. P., & Fontaine, K. R. (2021). Ketogenic diet for cancer: critical assessment and research recommendations. *Nutrients*, 13(10), 3562.
- Li, J., Zhang, H., & Dai, Z. (2021). Cancer treatment with the ketogenic diet: a systematic review and meta-analysis of animal studies. *Frontiers in Nutrition*, 8, 594408.
- Liberti, M. V., & Locasale, J. W. (2016). The Warburg Effect: How Does it Benefit Cancer Cells? *Trends Biochem Sci*, 41(3), 211-218. doi:10.1016/j.tibs.2015.12.001
- Liśkiewicz, A. D., Kasprowska, D., Wojakowska, A., Polański, K., Lewin-Kowalik, J., Kotulska, K., & Jędrzejowska-Szypułka, H. (2016). Long-term high fat ketogenic diet promotes renal tumor growth in a rat model of tuberous sclerosis. *Scientific reports*, 6(1), 21807.
- Lussier, D. M., Woolf, E. C., Johnson, J. L., Brooks, K. S., Blattman, J. N., & Scheck, A. C. (2016). Enhanced immunity in a mouse model of malignant glioma is mediated by a therapeutic ketogenic diet. *BMC Cancer*, 16, 310. doi:10.1186/s12885-016-2337-7
- Masko, E. M., Thomas, J. A., 2nd, Antonelli, J. A., Lloyd, J. C., Phillips, T. E., Poulton, S. H., . . . Freedland, S. J. (2010). Low-carbohydrate diets and prostate cancer: how low is "low enough"? *Cancer Prev Res (Phila)*, 3(9), 1124-1131. doi:10.1158/1940-6207.Capr-10-0071
- Maurer, G. D., Brucker, D. P., Bähr, O., Harter, P. N., Hattingen, E., Walenta, S., . . . Rieger, J. (2011). Differential utilization of ketone bodies by neurons and glioma cell lines: a rationale for ketogenic diet as experimental glioma therapy. *BMC Cancer*, 11, 315. doi:10.1186/1471-2407-11-315
- Mayne, S. T., Playdon, M. C., & Rock, C. L. (2016). Diet, nutrition, and cancer: past, present and future. *Nature reviews clinical oncology*, 13(8), 504-515.

- McDonald, T. J., & Cervenka, M. C. (2018). Ketogenic diets for adult neurological disorders. *Neurotherapeutics*, 15, 1018-1031.
- McGaugh, E., & Barthel, B. (2022). A review of ketogenic diet and lifestyle. *Missouri medicine*, 119(1), 84.
- McNally, M. A., Pyzik, P. L., Rubenstein, J. E., Hamdy, R. F., & Kossoff, E. H. (2009). Empiric use of potassium citrate reduces kidney-stone incidence with the ketogenic diet. *Pediatrics*, 124(2), e300-e304.
- Menyhárt, O., & Györffy, B. (2024). Dietary approaches for exploiting metabolic vulnerabilities in cancer. *Biochim Biophys Acta Rev Cancer*, 1879(2), 189062. doi:10.1016/j.bbcan.2023.189062
- Mishra, A., Giuliani, G., & Longo, V. D. (2024). Nutrition and dietary restrictions in cancer prevention. *Biochim Biophys Acta Rev Cancer*, 1879(1), 189063. doi:10.1016/j.bbcan.2023.189063
- Mohammadifard, N., Haghighatdoost, F., Rahimlou, M., Rodrigues, A. P. S., Gaskarei, M. K., Okhovat, P., . . . Sarrafzadegan, N. (2022). The Effect of Ketogenic Diet on Shared Risk Factors of Cardiovascular Disease and Cancer. *Nutrients*, 14(17). doi:10.3390/nu14173499
- Morscher, R. J., Aminzadeh-Gohari, S., Feichtinger, R. G., Mayr, J. A., Lang, R., Neureiter, D., . . . Kofler, B. (2015). Inhibition of Neuroblastoma Tumor Growth by Ketogenic Diet and/or Calorie Restriction in a CD1-Nu Mouse Model. *PLoS One*, 10(6), e0129802. doi:10.1371/journal.pone.0129802
- Mosek, A., Natour, H., Neufeld, M. Y., Shiff, Y., & Vaisman, N. (2009). Ketogenic diet treatment in adults with refractory epilepsy: a prospective pilot study. *Seizure*, 18(1), 30-33.
- Nangia, S., Caraballo, R. H., Kang, H.-C., Nordli, D. R., & Scheffer, I. E. (2012). Is the ketogenic diet effective in specific epilepsy syndromes? *Epilepsy research*, 100(3), 252-257.
- Nebeling, L. C., Miraldi, F., Shurin, S. B., & Lerner, E. (1995). Effects of a ketogenic diet on tumor metabolism and nutritional status in pediatric oncology patients: two case reports. *Journal of the American College of Nutrition*, 14(2), 202-208.
- Ni, C., Jia, Q., Ding, G., Wu, X., & Yang, M. (2022). Low-glycemic index diets as an intervention in metabolic diseases: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 14(2), 307.

- O'Neill, B., & Raggi, P. (2020). The ketogenic diet: Pros and cons. *Atherosclerosis*, 292, 119-126. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2019.11.021
- Otto, C., Kaemmerer, U., Illert, B., Muehling, B., Pfetzer, N., Wittig, R., . . . Coy, J. F. (2008). Growth of human gastric cancer cells in nude mice is delayed by a ketogenic diet supplemented with omega-3 fatty acids and medium-chain triglycerides. *BMC Cancer*, 8, 122. doi:10.1186/1471-2407-8-122
- Paoli, A., Bianco, A., Damiani, E., & Bosco, G. (2014). Ketogenic diet in neuromuscular and neurodegenerative diseases. *BioMed research international*, 2014.
- Paoli, A., Rubini, A., Volek, J., & Grimaldi, K. (2013). Beyond weight loss: a review of the therapeutic uses of very-low-carbohydrate (ketogenic) diets. *European journal of clinical nutrition*, 67(8), 789-796.
- Patysheva, M., Frolova, A., Larionova, I., Afanas' ev, S., Tarasova, A., Cherdyntseva, N., & Kzhyshkowska, J. (2022). Monocyte programming by cancer therapy. *Frontiers in immunology*, 13, 994319.
- Peterman, M. (1925). The ketogenic diet in epilepsy. *Journal of the American Medical Association*, 84(26), 1979-1983.
- Porper, K., Shpatz, Y., Plotkin, L., Pechthold, R. G., Taliani, A., Champ, C. E., . . . Amit, U. (2021). A Phase I clinical trial of dose-escalated metabolic therapy combined with concomitant radiation therapy in high-grade glioma. *Journal of neuro-oncology*, 153(3), 487-496.
- Rieger, J., Bähr, O., Maurer, G. D., Hattingen, E., Franz, K., Brucker, D., . . . Steinbach, J. P. (2014). ERGO: a pilot study of ketogenic diet in recurrent glioblastoma. *Int J Oncol*, 44(6), 1843-1852. doi:10.3892/ijo.2014.2382
- Rigo, P., Paulus, P., Kaschten, B., Hustinx, R., Bury, T., Jerusalem, G., . . . Foidart-Willems, J. (1996). Oncological applications of positron emission tomography with fluorine-18 fluorodeoxyglucose. *European journal of nuclear medicine*, 23, 1641-1674.
- Santos, J. G., Da Cruz, W. M. S., Schönthal, A. H., Salazar, M. D. a., Fontes, C. A. P., Quirico-Santos, T., & Da Fonseca, C. O. (2018). Efficacy of a ketogenic diet with concomitant intranasal perillyl alcohol as a novel strategy for the therapy of recurrent glioblastoma. *Oncology Letters*, 15(1), 1263-1270.

- Schmidt, M., Pfetzer, N., Schwab, M., Strauss, I., & Kämmerer, U. (2011). Effects of a ketogenic diet on the quality of life in 16 patients with advanced cancer: A pilot trial. *Nutrition & metabolism*, 8, 1-13.
- Seyfried, T. N., Sanderson, T. M., El-Abbadi, M. M., McGowan, R., & Mukherjee, P. (2003). Role of glucose and ketone bodies in the metabolic control of experimental brain cancer. *British Journal of Cancer*, 89(7), 1375–1382.
- Sondhi, V., Agarwala, A., Pandey, R. M., Chakrabarty, B., Jauhari, P., Lodha, R., . . . Kossoff, E. (2020). Efficacy of ketogenic diet, modified Atkins diet, and low glycemic index therapy diet among children with drug-resistant epilepsy: a randomized clinical trial. *JAMA pediatrics*, 174(10), 944-951.
- Sremanakova, J., Sowerbutts, A. M., & Burden, S. (2018). A systematic review of the use of ketogenic diets in adult patients with cancer. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 31(6), 793-802.
- Talib, W. H., Mahmood, A. I., Kamal, A., Rashid, H. M., Alashqar, A. M., Khater, S., . . . Waly, M. (2021). Ketogenic diet in cancer prevention and therapy: molecular targets and therapeutic opportunities. *Current issues in molecular biology*, 43(2), 558-589.
- Tan-Shalaby, J. L., Carrick, J., Edinger, K., Genovese, D., Liman, A. D., Passero, V. A., & Shah, R. B. (2016). Modified Atkins diet in advanced malignancies-final results of a safety and feasibility trial within the Veterans Affairs Pittsburgh Healthcare System. *Nutrition & metabolism*, 13(1), 52.
- Tisdale, M. J., Brennan, R. A., & Fearon, K. C. (1987). Reduction of weight loss and tumour size in a cachexia model by a high fat diet. *Br J Cancer*, 56(1), 39-43. doi:10.1038/bjc.1987.149
- Torre, L. A., Siegel, R. L., Ward, E. M., & Jemal, A. (2016). Global cancer incidence and mortality rates and trends—an update. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention*, 25(1), 16-27.
- Tsenkova, M., Brauer, M., Pozdeev, V. I., Kasakin, M., Busi, S. B., Schmoetten, M., . . . Gaigneaux, A. (2025). Ketogenic diet suppresses colorectal cancer through the gut microbiome long chain fatty acid stearate. *Nature communications*, 16(1), 1792.

- van der Louw, E., Olieman, J. F., van den Bemt, P., Bromberg, J. E. C., Oomen-de Hoop, E., Neuteboom, R. F., . . . Vincent, A. (2019). Ketogenic diet treatment as adjuvant to standard treatment of glioblastoma multiforme: a feasibility and safety study. *Ther Adv Med Oncol*, 11, 1758835919853958. doi:10.1177/1758835919853958
- Warburg, O. (1956). On the origin of cancer cells. *Science*, 123(3191), 309-314. doi:10.1126/science.123.3191.309
- Warburg, O., Wind, F., & Negelein, E. (1927). THE METABOLISM OF TUMORS IN THE BODY. *J Gen Physiol*, 8(6), 519-530. doi:10.1085/jgp.8.6.519
- Watanabe, M., Tuccinardi, D., Ernesti, I., Basciani, S., Mariani, S., Genco, A., . . . Gnessi, L. (2020). Scientific evidence underlying contraindications to the ketogenic diet: An update. *Obes Rev*, 21(10), e13053. doi:10.1111/obr.13053
- Weber, D. D., Aminzadeh-Gohari, S., Tulipan, J., Catalano, L., Feichtinger, R. G., & Kofler, B. (2020). Ketogenic diet in the treatment of cancer - Where do we stand? *Mol Metab*, 33, 102-121. doi:10.1016/j.molmet.2019.06.026
- Wells, J., Swaminathan, A., Paseka, J., & Hanson, C. (2020). Efficacy and Safety of a Ketogenic Diet in Children and Adolescents with Refractory Epilepsy-A Review. *Nutrients*, 12(6). doi:10.3390/nu12061809
- Wheless, J. W. (2008). History of the ketogenic diet. *Epilepsia*, 49, 3-5.
- WCRF. (2022). Worldwide cancer data. <https://www.wcrf.org/preventing-cancer/cancer-statistics/worldwide-cancer-data/>
- Xia, S., Lin, R., Jin, L., Zhao, L., Kang, H. B., Pan, Y., . . . Chen, J. (2017). Prevention of Dietary-Fat-Fueled Ketogenesis Attenuates BRAF V600E Tumor Growth. *Cell Metab*, 25(2), 358-373. doi:10.1016/j.cmet.2016.12.010
- Yang, Y. F., Mattamel, P. B., Joseph, T., Huang, J., Chen, Q., Akinwunmi, B. O., . . . Ming, W. K. (2021). Efficacy of Low-Carbohydrate Ketogenic Diet as an Adjuvant Cancer Therapy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutrients*, 13(5). doi:10.3390/nu13051388
- Zhou, W., Mukherjee, P., Kiebish, M. A., Markis, W. T., Mantis, J. G., & Seyfried, T. N. (2007). The calorically restricted ketogenic diet, an

effective alternative therapy for malignant brain cancer. *Nutrition & metabolism*, 4, 1-15.

Zuccoli, G., Marcello, N., Pisanello, A., Servadei, F., Vaccaro, S., Mukherjee, P., & Seyfried, T. N. (2010). Metabolic management of glioblastoma multiforme using standard therapy together with a restricted ketogenic diet: Case Report. *Nutrition & metabolism*, 7, 1-7.

BÖLÜM 7

FONKSİYONEL BİR BESİN SİRULİNA: BESİN DEĞERİ VE OLASI SAĞLIK ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Saniye SÖZLÜ¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17948703>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,
Tokat, Türkiye. E-Posta: saniye.koyuncu@gop.edu.tr . ORCID ID: 0000-0003-1791-0003

GİRİŞ

Spirulina (Arthrospira), genellikle mavi-yeşil mikroalg olarak adlandırılan, fotosentetik ve iplikli yapıya sahip bir siyanobakteridir (Usai et al., 2024). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Spirulina'yı kuru ağırlığının yaklaşık %70'ine kadar protein içermesi, elzem amino asitlerin hepsini barındırması, temel yağ asitleri, birçok vitamin ve mineral içermesi nedeniyle “süper besin” olarak tanımlamaktadır (Seyidoğlu, Inan, Aydın, superfoods, & medicine, 2017). Ayrıca, Spirulina'da bulunan besin öğelerinin biyoyararlılığı yüksektir; vücut tarafından kolaylıkla emilerek kullanılmaktadır (Habib, Parvin, Huntington, & Hasan, 2008). Hem besin ögesi çeşitliliği hem de biyoyararlılığının yüksek olması nedeni ile Spirulina, antioksidan, antiinflamatuvar, bağışıklık düzenleyici ve insülin duyarlılığını artırıcı etkiler dahil olmak üzere çok sayıda sağlığı destekleyici özelliklere sahiptir (R. Deng & Chow, T. J. 2010). Besin ögesi profili ve sağlık üzerindeki olası faydaları sayesinde fonksiyonel bir besin olarak giderek daha fazla ilgi görmektedir (Nasab et al., 2025).

Bu bölümde, Spirulina'nın besin ögesi profili ve insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri, bilimsel çalışmalarla desteklenerek ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır.

1.SPİRULİNA'NIN BESİN ÖGESİ PROFİLİ ve BİYOKİMYASAL BİLEŞENLERİ

1.1 Karbonhidrat

Spirulina'nın büyüme koşullarına göre değişkenlik gösterse de içerdiği karbonhidrat miktarı kuru ağırlığının yaklaşık %15–25'i kadardır (Jung, Krüger-Genge, Waldeck, & Küpper, 2019). Spirulina selüloz içermemektedir; bunun yerine glikojen ve glikojene ek olarak glikoz, mannoz, galaktoz ve ksiloz gibi çeşitli karbonhidratlar içermektedir. Ayrıca, immolina olarak bilinen yüksek molekül ağırlıklı bir polisakkarit bulundurmaktadır. Ramnoz, Spirulina'nın ürettiği toplam karbonhidratın yaklaşık %52,3'ünü oluşturan ana bileşendir

(Seyidoglu, Inan, & Aydin, 2017). Glukozamin (%1,9), ramnozamin (%9,7) ve glikojen (%0,5) gibi polimerler ve az miktarda glikoz, fruktoz, sakaroz, gliserin, mannitol ve sorbitol, hemen hemen tüm emilebilir karbonhidratların birincil bileşenleridir. Bunun yanı sıra, Spirulina, hücre duvarında Gram negatif bakterilerin hücre duvarlarında bulunan karbonhidratlara benzer karbonhidrat içermektedir. Bunlar, peptitlere bağlanmış glukozamin ve muramik asitten oluşur. Bu hücre duvarlarının nispeten ince olması nedeniyle, sindirim enzimleri hücrenin içine daha kolay bir şekilde erişebilmektedir (Falquet & Hurni, 1997). Basit karbonhidratlar içermesi ve Gram negatif bakterilerin hücre duvarına benzemesi nedeniyle sindirimi kolaydır, yaşlı bireyler ve bağırsak emilim bozukluğu olan kişiler tarafından tüketilmesi önerilebilir (Andrade, Andrade, Dias, Nascimento, & Mendes, 2018; Seyidoglu, Inan, & Aydin, 2017).

Spirulina işlevsel polisakkaritler de üretmektedir (Xu et al., 2025). Örneğin, fosfor eksikliği koşullarında Spirulina, kuru ağırlığının %20–34'üne kadar çıkabilen yüksek miktarlarda β -glukan (beta-1,3/1,6-glukanlar) sentezleyebilmektedir. Beta-glukanlar; antioksidan, bağışıklık düzenleyici, anti kanser ve antimikrobiyal etkileriyle bilinen biyolojik olarak aktif liflerdir, bu nedenle Spirulina bu işlevsel bileşenler için yeni bir kaynak olarak değerlendirilebilir (Markou, Eliopoulos, Argyri, & Arapoglou, 2021). Ayrıca Spirulina, kendine özgü sülfatlanmış polisakkaritler de içermektedir. Spirulina'dan izole edilen bir heteropolisakkarit (glukoz, ramnoz, galaktoz, ksiloz vb. karbonhidratlardan oluşur) in vitro ortamda insan akciğer kanseri hücrelerinin büyümesini inhibe ederek bağışıklık uyarıcı ve anti kanser aktivite göstermiştir (de Jesus Raposo, De Moraes, & de Moraes, 2013). Genel olarak, Spirulina yüksek karbonhidrat içermese de içerdiği karbonhidratlar önemli biyolojik etkiler taşımaktadır ve bağırsak sağlığını destekleyebilir (Guan et al., 2024).

1.2 Protein ve Amino Asitler

Spirulina kuru ağırlığının yaklaşık %55–70'i kadar protein içermektedir (García-Encinas et al., 2025). Bu oran, kırmızı et, tavuk eti, balık veya soya fasulyesi gibi yaygın protein kaynakları olarak bilinen besinlerin içerdiği protein miktarından çok daha yüksektir (Fortuin, Leclercq, Iken, Villas-Boas, & Soukoulis, 2025). Spirulina'nın amino asit örüntüsü incelendiğinde, lösin, lizin, valin, treonin, fenilalanin, izolösin, triptofan, metiyonin gibi elzem aminoasitleri içerdiği bulunmuştur (van der Wielen et al., 2025). Ayrıca, Spirulina proteinin yaklaşık %85–95 oranında sindirilebilir (Pootthachaya et al., 2025). Birçok bitkisel proteinle karşılaştırıldığında, tüm elzem amino asitleri içermesi ve proteininin yüksek oranda sindirilebilmesi Spirulina'nın diyetle alınan protein miktarı ve kalitesine önemli katkı sağlayabileceği anlamına gelmektedir (Fortuin et al., 2025). Spirulina özellikle yetersiz beslenmeyle mücadelede ve vegan beslenmede iyi bir alternatif olabilir (Broucke et al., 2025). Bazı amino asitler açısından sınırlı olabilen tahıl veya bitki bazlı diyetleri zenginleştirme amacıyla yapılan çalışmalar da bulunmaktadır (Broucke et al., 2025).

1.3 Yağ

Spirulina, kuru ağırlığının yaklaşık %6–9'u kadar yağ içermektedir ancak lipid fraksiyonunun kalitesi beslenme açısından önemlidir. Spirulina; doymuş, tekli doymamış, çoklu doymamış omega-6 ve omega-3 (EPA ve DHA) gibi yağ asitlerini içermektedir (AlFadhly et al., 2022). Bunun yanı sıra, özellikle linoleik asit ve γ -linolenik asit (GLA) gibi temel yağ asitlerini içeren nadir bitki/alglardan birisidir. Spirulina içerdiği toplam yağ asitlerinin yaklaşık %15–20'sini GLA oluşturmaktadır ve bu bakımından en zengin doğal kaynaklardan birisi olarak kabul edilmektedir (Al-Dhabi & Valan Arasu, 2016). GLA, inflamasyon ve bağışıklık sistemini düzenleyen prostaglandinler ve lökotrienler gibi eikosanoidlerin öncüsüdür. Geleneksel beslenme düzeninde bu yağ asidini besinlerle almak oldukça zor olduğu için

Suprilina'nın beslenme düzenine eklenmesi kardiyovasküler hastalıklardan korunmak ve bağışıklık sistemini desteklemek adına önerilebilir. Spirulina'daki toplam yağ miktarı düşük olsa da içerdiği bu yağ asitleri (PUFA, omega-6, omega-3, GLA) sayesinde lipid profili çeşitlilik göstermektedir ve sağlık açısından önemli faydalar sağlamaktadır (Lestingi, Alagawany, Di Cerbo, Crescenzo, & Zizzadoro, 2024).

1.4 Nükleik Asit

Spirulina'nın nükleik asit içeriği kuru ağırlığının yaklaşık %4–6'sı kadardır. Bu oran, diğer tek hücreli protein kaynaklarına (örneğin, kurutulmuş mayalar yaklaşık %15–20 oranında nükleik asit içerebilir) kıyasla daha düşüktür. Nükleik asitler vücutta metabolize edildiğinde, purin bazları (adenin, guanin) ürik aside parçalanmaktadır. Yüksek miktarda nükleik asit alımı, kandaki ürik asit düzeylerini yükselterek gut hastalığı, böbrek taşı gibi sağlık sorunlarına yol açabilir. Ancak Spirulina'nın nükleik asit düzeyi nispeten düşük olduğundan, normal takviye miktarlarında tüketildiğinde ürik asit birikimi açısından önemli bir risk oluşturmayacağı düşünülmektedir. DSÖ, gıdalardan alınabilecek nükleik asitler için günlük üst sınırı yaklaşık 4 gram olarak önermektedir; bu sınıra ulaşmak için günde yaklaşık 80 gram Spirulina tüketilmesi gerekmektedir (Salmeán, Castillo, & Chamorro-Cevallos, 2015). Ancak bu tavsiye edilen günlük Spirulina dozunun oldukça üzerindedir. Bu nedenle Spirulina'nın nükleik asit içeriği, diğer mikrobiyal protein kaynaklarıyla karşılaştırıldığında güvenli kabul edilmektedir ve diyetle purin fazlalığına anlamlı bir katkı sağlamamaktadır.

1.5 Vitaminler

Spirulina, özellikle B grubu vitaminler açısından oldukça zengin bir kaynaktır. Yüksek miktarda B₁ (tiamin), B₂ (riboflavin), B₃ (niasin), B₆ (piridoksin) ve B₁₂ (kobalamin) vitaminlerini içermektedir. B₁₂ vitamini genellikle bitkisel gıdalarda bulunmamaktadır; bu nedenle

Spirulina, vejetaryenler ve veganlar için B₁₂ kaynağı olarak dikkat çekmektedir. Ancak, Spirulina'daki B₁₂'nin bir kısmının analog formda olduğu (insan vücudunda biyolojik olarak aktif olmayabileceği) belirtilmelidir. Bu nedenle, folik asit ve B12 vitamini ihtiyacını karşılamak için günlük olarak 4-5 gr spirulina tozu tüketilmesinin uygun olacağı öne sürülmektedir (Edelmann, Aalto, Chamlagain, Kariluoto, & Piironen, 2019).

B vitaminlerine ek olarak, Spirulina'da provitamin A (β -karoten) ve E vitamini (tokoferol) de bulunmaktadır. Spirulina çok yüksek miktarda beta-karoten içermektedir; bu madde vücutta A vitaminine dönüştürülür. Günlük 1 ila 2 gram spirulina tüketimi, vücudun yaklaşık 1 mg/gün olan günlük A vitamini ihtiyacını karşılamak için yeterlidir (Liestianty et al., 2019).

1.6 Mineraller

Spirulina yüksek miktarda potasyum, kalsiyum, fosfor, magnezyum, demir ve sodyum gibi makro mineralleri ve çinko, bakır, manganez ve selenyum gibi önemli iz mineralleri içermektedir (Bensehaila et al., 2015). Spirulina'nın demir içeriği bitkisel kaynaklara göre oldukça fazladır ve biyoyararlılığı yüksektir. Yüksek demir içeriği ve iyi emilim kapasitesi sayesinde Spirulina, demir eksikliğine bağlı anemiyi önlemede ve tedavi etmede etkili bir araç olarak kullanılabilir (ilerleyen bölümlerde bu konu ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır) (Chaouachi, Vincent, & Groussard, 2024). Ayrıca, Spirulina'da antioksidan enzimlerin yapısında yer alan selenyum minerali de bulunmaktadır. Spirulina'nın içerdiği selenyum, çinko ve magnezyum gibi mineraller, bağışıklık sisteminin korunmasında önemli rol oynamaktadır (Prabakaran, Sampathkumar, Kavisri, & Moovendhan, 2020).

1.7 Pigmentler

Spirulina’da yer alan en belirgin pigment Spirulina’ya karakteristik mavi-yeşil rengini veren mavi renkli bir fikobiliprotein olan fikosiyanindir. Fikosiyanin, Spirulina’nın kuru ağırlığının yaklaşık %14–20’sini oluşturabileceğinden biyokütlenin ana bileşenlerinden birisidir. Fikosiyanin, suda çözünebilen bir antioksidan ve antiinflamatuvar bir bileşiktir ve doğal gıda boyası ve nutrasötik olarak da kullanılabilir (Hidayati, Yudiati, Pringgenies, Oktaviyanti, & Kusuma, 2020).

Spirulina’da bulunan diğer önemli pigmentler ise yaklaşık %1 oranında bulunan ve Spirulina’nın yeşil rengine katkı sağlayan klorofil ve yaklaşık %0.5 oranında bulunan karotenoidlerdir. Bu karotenoidler arasında beta-karoten, kriptoksantin ve zeaksantin yer almaktadır. Beta-karoten gibi karotenoidler ise önemli antioksidanlar olup A vitamini öncülleridir (Mohan, Misra, Srivastav, Umapathy, & Kumar, 2014).

Fikosiyaninler, klorofiller ve karotenoidler renk ve yapısal açıdan farklılık gösterse de Spirulina’nın besin değerini artırır ve Spirulina’ya fonksiyonel besin değeri katan önemli bileşenlerdir. Özellikle bu grupta fikosiyanin, sağlığı destekleyici rolü ile öne çıkmaktadır (Lestingi et al., 2024).

1.8 Fenolik Bileşikler ve Flavonoidler

Mikroalgler, meyveler veya bitkiler kadar polifenollerle ünlü olmasa da, Spirulina çeşitli fenolik bileşikler içermektedir ve bu bileşikler onun biyolojik etkinliğine katkıda bulunmaktadır. Spirulina’nın toplam polifenol içeriği yetiştirme koşullarına göre değişebilir, ancak bir analizde Spirulina ekstraktında gram başına 26.6 mg gallik asit eşdeğeri polifenol bulunduğu rapor edilmiştir (Hidayati et al., 2020). Bu sonuç, Spirulina’nın önemli miktarda fenolik bileşik içerdiğini göstermektedir. Spirulina’da tespit edilen bileşikler arasında fenolik asitler ve p-hidroksibenzoik asit türevleri gibi aromatik bileşikler yer almaktadır. Ayrıca kimyasal analizlerle flavonoidlerin de

Spirulina'da bulunduğu ortaya konmuştur. Spirulina'daki pigmentli biyolojik aktif bileşiklerin bir kısmının flavonoid benzeri olduğu bilinmektedir ve bu da antioksidan kapasitesine katkı sağlamaktadır. Polifenoller ve flavonoidler, serbest radikalleri etkisiz hale getirerek ve vücuttaki oksidatif stresi azaltarak Spirulina'nın antioksidan etkisini desteklemektedir. Ayrıca, bu bileşikler, Spirulina'daki E vitamini gibi vitaminler, karotenoidler ve fikosiyanin gibi pigmentlerle sinerji etki göstererek Spirulina'nın antioksidan aktivitesini arttırmaktadır (Spínola, Mendes, & Prates, 2024).

2.SPİRULİNANIN OLASI SAĞLIK ETKİLERİ

Spirulina'nın geleneksel kullanımı ve besin takviyesi olarak kullanılması gibi her iki tüketimini de baz alan ve olası sağlık etkilerini araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Özellikle antioksidan, antiinftamatar, anti diyabetik ve anti karsinojenik etkiler sergilediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Bu bölümde güncel çalışmalara ve olası etkilerine yer verilmiştir.

2.1 Spirulina'nın Antioksidan Etkisi

Yaşlanma ve sağlıklı yaşam koşulları vücutta serbest radikallerin ve oksidatif stresin artmasına dolayısıyla kardiyovasküler hastalıklar, nörodejeneratif hastalıklar gibi kronik hastalıkların açığa çıkmasına katkıda bulunmaktadır. Spirulina içerdiği C vitamini (askorbat), E vitamini (tokoferol), glutatyon, flavonoidler ve karotenoidler gibi antioksidan bileşikleri sayesinde güçlü antioksidan aktiviteye sahiptir ve oksidatif hasarı azaltmaya yardımcı olabilir. Bu moleküller reaktif oksijen türlerini doğrudan etkisiz hale getirebilir ve bu sayede hücrel bileşenleri (DNA, proteinler, lipitler) oksidatif hasardan koruyabilir (Spínola et al., 2024).

Sağlıklı yaşlı bireylerle yapılan bir çalışmada, 16 hafta boyunca günde 8 gram Spirulina kullanımı, TBARS (tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri) düzeylerini önemli ölçüde azaltmış ve kanda toplam

antioksidan düzeyini artırmıştır (Park et al., 2008). Spirulina tüketiminin antioksidan durumu iyileştirdiği gösterilmiştir. Bir başka çalışmada ise, İnsan Bağışıklık Yetmezliği Virüsü (HIV) ve Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOA) gibi kronik hastalıkları olan bireylerde Spirulina takviyesi, kontrol grubuna kıyasla lipid peroksidasyon belirteci olan MDA düzeylerini düşürmüş ve süperoksit dismutaz, glutatyon, C vitamini gibi antioksidan enzim ve moleküllerin düzeylerini artırmıştır (Ismail, Hossain, Tanu, & Shekhar, 2015). Spirulina'nın antioksidan etkisini içeriğinde yer alan fikosiyanın ve β -karoten ile gerçekleştirdiği düşünülmektedir. Mavi renkli pigment-protein olan fikosiyanın, hidroksil, alkoksil ve peroksil radikaller gibi çeşitli serbest radikalleri doğrudan temizleyebildiği gibi, iNOS gibi oksidatif enzimleri de inhibe ederek aşırı nitrik oksit üretimini azaltır ve hücre zarlarında lipid peroksidasyonunu önler. Spirulina kaynaklı β -karoten ise tekil oksijeni etkisiz hale getirir ve hücre zarlarındaki lipitleri oksidatif hasardan koruduğu gösterilmiştir. Bu sonuçlar, Spirulina'nın vücudun antioksidan savunmasını güçlendirebileceğini ve oksidatif stresle ilişkili hastalıkların önlenmesine veya yönetimine katkı sağlayabileceğini göstermektedir (ElFar et al., 2022; Ismail et al., 2015; Park et al., 2008).

2.2 Spirulinanın Anti-İnflamatuvar Etkisi

İnflamasyon, pek çok hastalığın temelinde yer alan bir süreçtir ve düşük düzeyde kronik inflamasyon; artrit, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi durumlarla ilişkilendirilmektedir. Spirulina'nın antiinflamatuvar özellikleri büyük ölçüde içerdiği biyoaktif bileşikler olan fikosiyanın ve β -karotene atfedilmektedir. İn vitro ve hayvan çalışmaları, fikosiyanın proinflamatuvar mediatörleri baskılayabildiğini göstermektedir: TNF- α gibi sitokinlerin salınımını engeller, COX-2 enziminin oluşumunu baskılar ve prostaglandin E2 üretimini azaltır (Abu-Taweel et al., 2019; Cherng, Cheng, Tarn, & Chou, 2007). Ayrıca, fikosiyanın inflamasyonun önemli düzenleyicilerinden biri olan NF- κ B yolunun aktivasyonunu engeller; bunu, bu yolun inhibitörü olan I κ B'nin

parçalanmasını önleyerek ve MAPK sinyal iletim yollarını modüle ederek yapar (L. C. Wu, Lin, Yang, Weng, & Tsai, 2011). Benzer şekilde, Spirulina'daki β -karoten de inflamatuvar belirteçleri azaltma potansiyeline sahiptir. Bu bileşik, nitrik oksit ve PGE₂ üretimini inhibe eder, ayrıca iNOS, COX-2, TNF- α ve çeşitli interlökinlerin bağışıklık hücrelerindeki etkinliğini baskılar. Bu etkiler, β -karotenin NF- κ B'nin çekirdek içine geçmesini engelleyerek inflamasyon sinyalinin genetik düzeyde kesilmesini sağlamasından kaynaklanmaktadır (Abu-Taweel et al., 2019; L. C. Wu et al., 2011).

Yapılan bir çalışmada, 8 hafta boyunca günde 7.5 gram Spirulina kullanan yaşlı kadınların kan dolaşımındaki IL-6 düzeylerinde belirgin bir azalma görülmüştür (Young & Hyun, 2005). Başka bir çalışmada ise, alerjik rinit hastalarında 12 hafta boyunca günde 2 gram Spirulina kullanımı IL-4 düzeylerini düşürmüştür ve burun akıntısı, hapşırtma ve tıkanıklık gibi klinik semptomlarda iyileşme sağlamıştır (Mao, Van de Water, & Gershwin, 2005). Bu sonuçlar Spirulina'nın antiinflamatuvar etkisinin olabileceğini göstermektedir. Spirulina, proinflamatuvar sitokinleri ve mediatörleri azaltarak bağışıklık yanıtını düzenleyebilir. Ancak, insanlarda yapılan klinik çalışmaların sayısı yetersizdir bu nedenle bu sonuçları destekleyebilecek daha fazla klinik çalışmalar yapılması önerilmektedir.

2.3 Spirulina'nın Hipolipidemik Etkisi

Spirulina'nın kan lipid profillerini iyileştirdiği ve hipolipidemik etki sergilediği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Rahnama et al., 2023). Yüksek LDL kolesterol ve trigliserit düzeyleri ile düşük HDL kolesterol seviyeleri, kardiyovasküler hastalıklar için bilinen risk faktörleri arasında yer almaktadır. Japonya'da yapılan bir çalışmada, erkek gönüllülerde Spirulina takviyesinin toplam serum kolesterolünü anlamlı ölçüde düşürdüğü ve başlangıçta kolesterolü hafif yüksek olanlarda bu etkinin daha belirgin olduğu bildirilmiştir (Nakaya, Homma, & Goto, 1988). Yapılan başka bir çalışmada, günde 4.5 gram

Spirulina alan yetişkinlerin, 6 haftalık kullanım sonunda toplam kolesterol düzeylerinde yaklaşık %10, trigliserit düzeylerinde %28 oranında düşüş ve HDL kolesterol düzeylerinde %15 oranında artış görüldüğü, LDL kolesterol düzeylerinin ise buna paralel olarak azaldığı tespit edilmiştir (Torres-Duran, Ferreira-Hermosillo, & Juarez-Oropeza, 2007). Benzer şekilde, iskemik kalp hastalığı olan bireylerde yapılan çalışmalarda Spirulina; toplam kolesterol, LDL ve triasilgliserol düzeylerini azaltırken, HDL düzeylerini artırmış ve buna eşlik eden vücut ağırlığı kaybı da gözlenmiştir (R. Deng & T. J. Chow, 2010). Bu bulgular, hiperlipidemi, metabolik sendrom ve yaşlı popülasyonlar dahil olmak üzere farklı gruplarda yapılan çok sayıda insan çalışmasıyla desteklenmektedir (Firdaus & Priambodo, 2025).

Spirulina'nın kolesterol düşürücü etkilerinin mekanizmaları hâlen tam olarak aydınlatılmamış olsa da, bazı biyokimyasal yollar önerilmiştir. Spirulina'nın ana pigment-proteini olan C-fikosiyanin, lipid peroksidasyonunu ve kolesterole bağlı oksidatif hasarı önleyerek, aynı zamanda antioksidan enzimlerin (SOD, glutatyon peroksidaz) etkinliğini artırarak kan lipid düzeylerini düşürebilir. Oksidatif stresin azalması sayesinde okside LDL miktarı da azalır – ki okside LDL, damar sertliğini tetikleyen en zararlı formlardan birisidir (Ahmadi, Jamialahmadi, & Sahebkar, 2022). Ayrıca, Spirulina'nın NADPH oksidaz enzimini baskılayabildiğini ve NADPH/NADH kofaktör dengesi üzerinden yağ sentezini yavaşlattığını gösteren çalışmalarda bulunmaktadır (McCarty, 2007). Bir diğer mekanizma ise Spirulina'nın içerdiği GLA'nın prostaglandinleri düzenlediği ve karaciğerde kolesterol sentezini etkileyebileceği yönündedir (Mani, Iyer, Dhruv, Mani, & Sharma, 2007).

Biyokimyasal mekanizmaların yanı sıra Spirulina, enerji içeriği düşük ve kolesterol içermeyen bitkisel bir protein kaynağıdır (Rahim et al., 2021). Bu nedenle, diyetle bazı hayvansal gıdaların Spirulina ile değiştirilmesi, diyetle alınan kolesterolün azalmasına ve genel lipid profilinin iyileştirilmesine katkı sağlayabilir. Tüm bu faktörler bir araya geldiğinde, Spirulina'nın hipolipidemik etkileri açıklanmaktadır.

Kolesterol veya trigliserit düzeyleri yüksek bireyler için, Spirulina'nın diyetle eklenmesi lipid düzeylerini iyileştirmek ve kardiyovasküler sağlığı desteklemek adına faydalı ve tamamlayıcı bir yaklaşım olabilir (Rahnama et al., 2023).

2.4 Spirulina'nın Anti-Diyabetik Etkisi

Tip 2 diyabet ve metabolik sendrom, yüksek kan şekeri düzeyleri, insülin direnci ve sıklıkla dislipidemi ile karakterize olan hastalıklardır. Spirulina, kan şekeri düzeylerini kontrol altına alma ve insülin duyarlılığını artırmaya yardımcı olabilecek doğal bir anti diyabetik olabilir (El-Sakhawy et al., 2023).

Yapılan birçok klinik çalışmada, Spirulina'nın glisemik kontrol üzerindeki olumlu etkileri bildirilmiştir. Örneğin, tip 2 diyabetli hastalarda yapılan bir çalışmada, 8 hafta boyunca günde 2 gram Spirulina kullanımının, açlık ve tokluk kan şekeri düzeylerinde anlamlı düşüş sağladığı gösterilmiştir. Aynı çalışmada, uzun vadeli kan şekeri kontrolünü gösteren HbA1c düzeylerinde de azalma kaydedilmiştir (Parikh, Mani, & Iyer, 2001). Başka bir çalışmada ise Metformin kullanan hastalara 8 hafta boyunca günde 800 mg Spirulina eklendiğinde, sadece metformin ve plasebo alan gruba kıyasla Spirulina eklenen grubun kan şekeri düşüşünün daha fazla olduğu gözlenmiştir (Karizi et al., 2023). Bu durum, Spirulina'nın standart tedaviyle birlikte sinerjik etki de gösterebileceğini düşündürmektedir. Spirulina'nın insülin duyarlılığını artırabildiği de gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, obez bireylerde yapılan bir başka çalışmada, 12 hafta boyunca Spirulina kullanımı insülin direnci indeksinde iyileşmeye yol açtığı belirtilmiştir (Szulinska et al., 2017).

Tekil çalışmaların ötesinde, Spirulina üzerine yapılmış meta-analizler de bu etkileri desteklemektedir. Yapılan derlemelerde Spirulina'nın açlık kan şekeri ve açlık insülin düzeylerini düşürdüğü ve diyabetik bireylerde diğer metabolik parametreler üzerinde de olumlu etkiler sağladığı görülmüştür (Hatami et al., 2021). Örneğin, 2022 tarihli

bir meta-analizde, Spirulina'nın açlık glukozu, toplam kolesterol ve trigliserit düzeylerini anlamlı şekilde azalttığı, HDL kolesterolü ise artırdığı saptanmıştır. Ancak HbA1c ve LDL kolesterol üzerindeki etkiler çalışmalara göre tutarsız bulunmuş ve bu parametrelerde anlamlı değişiklikler görülebilmesi için daha uzun süreli veya daha yüksek dozlu müdahalelerin gerekebileceği öne sürülmüştür (Hatami et al., 2021).

Spirulina'nın glisemik kontrolü nasıl geliştirdiğine dair mekanizmalar hâlen araştırılmaktadır, ancak bazı olası yollar önerilmiştir. Bunlardan birisi, Spirulina ya da içerdiği bileşenlerin pankreastaki β -hücrelerinden insülin salınımını teşvik etmesi ve böylece relatif insülin eksikliğini telafi etmesidir (Fu, Zhou, & Gu, 2025). Bir diğeri, Spirulina'nın yüksek protein ve amino asit içeriği (örneğin arjinin), insülin etkisini artırabileceği veya glukozun kas ve diğer dokulara taşınmasını kolaylaştırabileceği yönündedir (Rezaiyan et al., 2023). Ayrıca Spirulina'nın inkretin hormonları (örneğin GLP-1) düzeylerini artırabileceğine dair kanıtlar da vardır; bu hormonlar insülin salınımını destekler ve kan şekeri kontrolünü iyileştirir (Carrizzo et al., 2022). Spirulina'nın NADPH/NADH yolaklarını düzenlemesi de hipoglisemik etkide rol oynayabilir (Sibiya, Ghazi, Mohan, Nagiah, & Chuturgoon, 2022). Ek olarak, Spirulina'nın vücut ağırlığı kaybını teşvik etmesi ve antioksidan/antiinflamatuvar etkileri yoluyla inflamasyonu azaltması, insülin duyarlılığı üzerinde dolaylı ama önemli bir olumlu etki yaratabilir; çünkü obezite ve inflamasyon, insülin direncine katkıda bulunan temel etkenler arasında sayılmaktadır (Bohórquez-Medina et al., 2021).

2.5 Spirulina'nın Antianemik Etkisi

Anemi, özellikle demir eksikliği anemisi, dünya genelinde milyarlarca insanı etkileyen yaygın bir halk sağlığı sorunudur; bu durum özellikle çocuklar, üreme çağındaki kadınlar ve yaşlılar arasında yaygındır. Spirulina'nın zengin demir içeriği ve yüksek besin değeri, onun anemiye karşı etkili bir müdahale aracı olarak kullanılabileceğini

düşündürmektedir (Masten Rutar et al., 2022). Araştırmalar, Spirulina takviyesinin hemoglobin düzeylerini ve kırmızı kan hücresi parametrelerini anemi riski taşıyan popülasyonlarda iyileştirebileceğini göstermektedir. Örneğin, yetersiz beslenen okul öncesi çocuklarla yapılan bir çalışmada, 12 hafta boyunca günde 3 gram Spirulina verilmesi, başlangıç düzeylerine kıyasla kan hemoglobinde, serum ferritin ve demir düzeylerinde anlamlı artış sağlamıştır. Ayrıca çocukların ortalama eritrosit hacmi (MCV) ve ortalama eritrosit hemoglobin içeriği (MCH) gibi kırmızı kan hücresi parametrelerinde de iyileşme gözlenmiş ve bu durum anemiden toparlanmayı işaret etmektedir (Othoo, Ochola, Kuria, & Kimiywe, 2021). Başka bir çalışmada ise Spirulina, genellikle demir eksikliği anemisine yatkın olan gebe kadınlara verilmiştir. Sekiz haftalık kullanımın ardından Spirulina alan kadınların hemoglobin düzeylerinde, standart demir takviyesi alanlara kıyasla anlamlı artış gözlenmiştir; ayrıca Spirulina Hb düzeylerini artırırken, kontrol grubundaki demir takviyesi Hb düzeylerinde belirgin bir değişim göstermemiştir. Bu durum, bazı vakalarda Spirulina'nın klasik demir tabletlerinden daha etkili ya da daha iyi emilebileceğini göstermektedir (Marlina & Nurhayati, 2020).

Anemisi olan yaşlı yetişkinlerle yapılan bir çalışmada, 12 hafta boyunca Spirulina kullanımı, hemoglobin konsantrasyonunu ve eritrosit parametrelerini istikrarlı bir şekilde artırmış ve anemi durumunda iyileşme ile ilişkilendirilmiştir (Selmi et al., 2011). Bunun yanı sıra olumlu etki göstermeyen çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, Moradi ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, 8 hafta boyunca günde 1 g Spirulina takviyesi, kadın katılımcılarda hemoglobin düzeylerinde anlamlı bir değişikliğe yol açmamıştır (Moradi et al., 2023). Bu tür bulgular, Spirulina'nın anemi üzerindeki etkisi bireylerin başlangıç beslenme durumu, doz ve kullanım süresine bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir (Marlina & Nurhayati, 2020). Bununla birlikte, yapılan çalışmaların birçoğunda Spirulina'nın 1–3 gram/gün dozlarında birkaç ay kullanıldığında hemoglobin ve ferritin düzeylerini

etkili biçimde artırabileceği yönündedir. Spirulina'nın yalnızca yüksek demir içeriği değil, aynı zamanda bu demirin yüksek biyoyararlanımı ve eritropoezi destekleyen folik asit, B12 vitamini ve protein gibi eşlik eden besin öğelerini de içinde barındırması onu avantajlı hale getirmektedir (Gaur et al., 2024). Spirulina'nın bitkisel demir kaynağı olması, farmasötik demir takviyelerinde sık görülen kabızlık gibi yan etkileri daha az yaşanabilir kılabilir. Ayrıca, içerdiği diğer mikro besinler sayesinde aneminin çok faktörlü nedenlerine de hitap edebilir.

2.6 Spirulina'nın Anti Kanser Etkisi

Spirulina'nın antioksidan ve bağışıklık güçlendirici özellikleri dikkate alındığında kanser tedavisinde veya önlenmesinde rolü olabileceği araştırılmaktadır (Karkos, Leong, Karkos, Sivaji, & Assimakopoulos, 2011). Spirulina'nın antioksidan, antiinflamatuvar ve bağışıklık düzenleyici etkilerinin birleşimiyle vücudun tümör gelişimini veya ilerlemesini baskılayabileceği öne sürülmektedir (Karkos et al., 2011). Yapılan bir çalışmada, ağız içinde prekanseröz bir durum olan lökoplaki görülen tütün çiğneyicilerle yapılan bir müdahale çalışmasında, 1 yıl boyunca Spirulina takviyesi verilen bireylerin %45'inde lökoplaki lezyonları tamamen gerilerken, kontrol grubunda bu oran yalnızca %7 olmuştur. Bu sonuç, Spirulina'nın prekanseröz durumu tersine çevirmede anlamlı katkı sağladığını göstermektedir (Mathew et al., 1995). Bu doğrultuda araştırmalar, Spirulina'daki söz konusu aktif bileşenleri tanımlamaya odaklanmıştır. Spirulina'dan izole edilen bileşiklerden biri, kalsiyum spirulan (Ca-Sp) olarak bilinen sülfatlanmış bir polisakkarittir (Hayashi, Hayashi, & Kojima, 1996). Mishima ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalar (Mishima et al., 1998), Ca-Sp'nin deneysel modellerde tümör invazyonunu ve metastazını inhibe edebildiğini göstermiştir. Ca-Sp'nin damar içi uygulanması, melanoma hücrelerinin akciğer metastazlarını önemli ölçüde azaltmış ve bu durumun, tümör hücrelerinin bazal membranı geçmesinin engellenmesi

yoluyla gerçekleştiği bildirilmiştir (Mishima et al., 1998). Spirulina'nın kanserin yayılmasını durdurma potansiyeli olabileceğini göstermektedir.

Ayrıca, Spirulina ekstraktlarının kemoprotektif (X. Wu, Li, Zhao, & Liu, 2017) ve radyoprotektif (Zhong-Wu & Yong-Zheng, 1996) özellikler taşıdığı da ortaya konmuştur. Örneğin, Spirulina'dan elde edilen bir polisakkarit ekstraktı, kemoterapi ilaçları ve radyasyon kaynaklı DNA hasarına karşı hücreleri korumuştur (Zhong-Wu & Yong-Zheng, 1996). Spirulina'nın mavi renkli pigment-proteini olan C-fikosiyanin'in de doğrudan anti kanser etkileri olduğu saptanmıştır (Jiang et al., 2017; X. Wu et al., 2017). Reddy ve arkadaşları (2000), C-fikosiyanin'in COX-2 enzimini seçici olarak inhibe ettiğini (ancak COX-1'i etkilemediğini) keşfetmişlerdir (Reddy et al., 2000). COX-2, tümörlerde sıklıkla aşırı ifade edilen ve inflamasyonu, hücre çoğalmasını ve tümör çevresindeki anjiyogenezi teşvik eden bir enzimdir; bu enzimin inhibe edilmesi, tümör büyümesini ve onu besleyen damar oluşumunu azaltabilir (Jiang et al., 2017). Bu mekanizma, Spirulina'nın meme kanseri modeli üzerindeki etkisinde de gösterilmiş ve COX-2 inhibisyonunun tümör büyümesini ve anjiyogenezi baskıladığı görülmüştür (Jiang et al., 2017). Bunun yanında, Spirulina'daki β -karotenin, hücreleri DNA hasarından koruyarak (örneğin cilt kanserine yol açabilecek UV kaynaklı zararlardan) kanser önleyici etki sağladığı düşünülmektedir (Karkos et al., 2011).

Sonuç olarak, Spirulina ve içerdiği biyoaktif bileşenlerin kanser oluşumunun farklı aşamalarında etkili olabileceğine dair kanıtlar mevcuttur (Karkos et al., 2011; Reddy et al., 2000; X. Wu et al., 2017). Spirulina'nın çok yönlü anti kanser etkileri, onu risk altındaki bireylerde destekleyici tedavi veya beslenmeye dayalı koruyucu bir seçenek olarak sunulabilir. Ancak, bu alanda daha fazla klinik araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

3.GÜVENİLİRLİK VE KABUL EDİLEBİLİRLİK

ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), Spirulina'yı insanlar için “genel olarak güvenli kabul edilen” (GRAS) bir madde olarak sınıflandırmış (de Morais, Vaz Bda, de Morais, & Costa, 2014) ve toksikolojik değerlendirmeler, tipik alım miktarlarında ciddi bir risk olmadığını göstermiştir (Salmeán et al., 2015). Bilimsel çalışmalarda ve ticari üretim süreçlerinde Spirulina toksik olmayan bir ürün olarak kabul edilmektedir.

Güvenliğin ötesinde, Spirulina içeren yiyeceklerin tat, koku ve genel kabul edilebilirliğidir (Matos, Novelli, & Tribuzi, 2022). Spirulina, pigmentleri nedeniyle kendine özgü yeşil-mavi renge ve yosun benzeri bir tada sahiptir (Agustini, Dewi, Amalia, & Kurniasih, 2019). Tek başına tüketildiğinde “toprakı” ya da “hafif kükürtümsü” bir tada sahip olduğu bildirilmiştir. Spirulina smoothie, meyve suyu veya tariflerin içine karıştırarak daha kolay tüketilebilir. Gıda teknolojisi araştırmalarında Spirulina; bebek maması ve atıştırmalıklardan makarna, ekmek, bisküvi ve içeceklere kadar çeşitli ürünlere dahil edilerek tüketici kabulü test edilmiştir (Agustini et al., 2019; Shahid et al., 2025). Ürünlere %1–5 oranında Spirulina eklendiğinde tat ve görünüm açısından iyi tolere edildiği ancak %5–10'un üzerindeki oranlarda renk ve tat değişiklikleri nedeniyle bazı tüketiciler tarafından hoş karşılanmadığı bildirilmektedir (Koli, Rudra, Bhowmik, & Pabbi, 2022; Lucas, de Morais, Santos, & Costa, 2018).

Sonuç olarak, Spirulina çoğu insan için güvenli bir takviyedir ve yiyeceklerde belirli seviyelere kadar oldukça kabul edilebilirdir. Güvenliği ve fonksiyonel faydaları göz önünde bulundurulduğunda, bitki temelli beslenme, sürdürülebilirlik ve süper gıdalara yönelik ilginin artmasıyla Spirulina'nın kabulü ve kullanımı muhtemelen giderek artacaktır.

4.SONUÇ

Spirulina, yoğun besin içeriği ve insan sağlığını destekleyen çeşitli biyoaktif faydaları ile fonksiyonel gıda kavramının somut bir örneğini oluşturmaktadır. Spirulina'nın bir diğer dikkat çekici yönü ise sürdürülebilirliği ve yetersiz beslenmeyle mücadeledeki potansiyelidir: verimli toprak gerektirmeden, geleneksel protein kaynaklarına kıyasla daha az su ve enerjiyle büyük ölçekte üretilmekte ve insani yardım beslenme programlarında başarıyla kullanılmaktadır.

Spirulina ile ilgili yapılan olumlu ve kapsamlı çalışmalar olsa da daha fazla klinik ve uzunlamasına çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Devam eden ve gelecekteki araştırmalar, Spirulina'nın farklı sağlık durumlarında optimal dozlarını, tedavi sürelerini ve etki mekanizmalarını daha iyi açıklayacaktır. Ancak mevcut kanıtlar, Spirulina'nın güvenli, çok yönlü ve besleyici değeri yüksek bir alg olduğunu ve insan sağlığı üzerinde çok sayıda olumlu etkiye sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Spirulina'nın yiyeceklere karıştırılarak dahil edilmesi, besin ögesi alımını artırmak ve genel sağlığı doğal yollarla desteklemek adına önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Abu-Taweel, G. M., Mohsen, G. A., Antonisamy, P., Arokiyaraj, S., Kim, H. J., Kim, S. J., et al. (2019). Spirulina consumption effectively reduces anti-inflammatory and pain related infectious diseases. *J Infect Public Health*, 12(6), 777-782. doi:10.1016/j.jiph.2019.04.014
- Agustini, T., Dewi, E., Amalia, U., & Kurniasih, R. (2019). Application of basil leaf extracts to decrease Spirulina platensis off-odour in increasing food consumption. *International Food Research Journal*, 26(6).
- Ahmadi, A., Jamialahmadi, T., & Sahebkar, A. (2022). Polyphenols and atherosclerosis: A critical review of clinical effects on LDL oxidation. *Pharmacol Res*, 184, 106414. doi:10.1016/j.phrs.2022.106414
- Al-Dhabi, N. A., & Valan Arasu, M. (2016). Quantification of phytochemicals from commercial Spirulina products and their antioxidant activities. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016(1), 7631864.
- AlFadhly, N. K., Alhelfi, N., Altemimi, A. B., Verma, D. K., Cacciola, F., & Narayanankutty, A. (2022). Trends and technological advancements in the possible food applications of Spirulina and their health benefits: A Review. *Molecules*, 27(17), 5584.
- Andrade, L., Andrade, C., Dias, M., Nascimento, C., & Mendes, M. (2018). Chlorella and spirulina microalgae as sources of functional foods. *Nutraceuticals, and Food Supplements*, 6(1), 45-58.
- Bensehaila, S., Doumandji, A., Boutekrabt, L., Manafikhi, H., Peluso, I., Bensehaila, K., et al. (2015). The nutritional quality of Spirulina platensis of Tamenrasset, Algeria. *African Journal of Biotechnology*, 14(19), 1649-1654.
- Bohórquez-Medina, S. L., Bohórquez-Medina, A. L., Zapata, V. A. B., Ignacio-Cconchoy, F. L., Toro-Huamanchumo, C. J., Bendezu-Quispe, G., et al. (2021). Impact of spirulina supplementation on obesity-related metabolic disorders: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *NFS Journal*, 25, 21-30.
- Broucke, K., Van De Walle, S., Mefleh, M., Duquenne, B., Van Royen, G., & Boukid, F. (2025). Optimizing protein quality: synergies and comparisons of single and combined alternative proteins from diverse sources. *251(1)*, 31-43.

- Carrizzo, A., Sommella, E., Di Pietro, P., Damato, A., Sala, M., Venturini, E., et al. (2022). A Naturally-Derived Spirulina Peptide Reduces the Deleterious Vascular Effects of Hyperglycemia Regulating the DPP-IV Activity and LPCAT1. *Circulation*, 146(Suppl_1), A13544-A13544.
- Chaouachi, M., Vincent, S., & Groussard, C. (2024). A review of the health-promoting properties of Spirulina with a focus on athletes' performance and recovery. *Journal of Dietary Supplements*, 21(2), 210-241.
- Cherng, S. C., Cheng, S. N., Tarn, A., & Chou, T. C. (2007). Anti-inflammatory activity of c-phycocyanin in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages. *Life Sci*, 81(19-20), 1431-1435. doi:10.1016/j.lfs.2007.09.009
- de Jesus Raposo, M. F., De Morais, R. M. S. C., & de Morais, A. M. M. (2013). Bioactivity and applications of sulphated polysaccharides from marine microalgae. *Mar Drugs*, 11(1), 233-252.
- de Morais, M. G., Vaz Bda, S., de Morais, E. G., & Costa, J. A. (2014). Biological effects of Spirulina (Arthrospira) biopolymers and biomass in the development of nanostructured scaffolds. *Biomed Res Int*, 2014, 762705. doi:10.1155/2014/762705
- Deng, R., & Chow, T. J. (2010). Hypolipidemic, antioxidant, and antiinflammatory activities of microalgae Spirulina. *Cardiovasc Ther*, 28(4), e33-45. doi:10.1111/j.1755-5922.2010.00200.x
- Deng, R., & Chow, T. J. (2010). Hypolipidemic, antioxidant, and antiinflammatory activities of microalgae Spirulina. *Cardiovascular Therapeutics*, 28(4), e33-e45.
- Edelmann, M., Aalto, S., Chamlagain, B., Kariluoto, S., & Piironen, V. (2019). Riboflavin, niacin, folate and vitamin B12 in commercial microalgae powders. *Journal of Food Composition and Analysis*, 82, 103226.
- El-Sakhawy, M. A., Iqbal, M. Z., Gabr, G. A., Alqasem, A. A., Ateya, A. A. E.-S., Ahmed, F. A., et al. (2023). The mechanism of action of Spirulina as antidiabetic: a narrative review. *Italian Journal of Medicine*, 17(2).
- ElFar, O. A., Billa, N., Lim, H. R., Chew, K. W., Cheah, W. Y., Munawaroh, H. S. H., et al. (2022). Advances in delivery methods of Arthrospira platensis (spirulina) for enhanced therapeutic outcomes. *Bioengineered*, 13(6), 14681-14718. doi:10.1080/21655979.2022.2100863

- Falquet, J., & Hurni, J. (1997). The nutritional aspects of Spirulina. *Antenna Foundation*.
- Firdaus, M., & Priambodo, A. F. (2025). Impact of Spirulina Supplementation on Obesity, Hypertension, Hyperglycemia, and Hyperlipidemia: A Systematic Review. *Scientifica (Cairo)*, 2025, 6637793. doi:10.1155/sci5/6637793
- Fortuin, J., Leclercq, C. C., Iken, M., Villas-Boas, S. G., & Soukoulis, C. (2025). Proteomic and peptidomic profiling of spirulina-fortified probiotic powder formulations during in vitro digestion. *J Biol Macromol*, 302, 140432.
- Fu, Z., Zhou, S., & Gu, X. (2025). Effects of spirulina supplementation alone or with exercise on cardiometabolic health in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Front Nutr*, 12, 1624982. doi:10.3389/fnut.2025.1624982
- García-Encinas, J. P., Ruiz-Cruz, S., Juárez, J., Ornelas-Paz, J. d. J., Del Toro-Sánchez, C. L., & Márquez-Ríos, E. (2025). Proteins from Microalgae: Nutritional, Functional and Bioactive Properties. *Foods*, 14(6), 921.
- Gaur, K., Wal, A., Sharma, P., Parveen, A., Singh, P., Mishra, P., et al. (2024). Exploring the Nutritional and Medicinal potential of Spirulina.
- Guan, F., Fu, G., Ma, Y., Zhou, L., Li, G., Sun, C., & Zhang, T. (2024). Spirulina polysaccharide-based prebiotic foods preparations-a promising approach for modulating gut microbiota and improving health. *J Funct Foods*, 116, 106158.
- Habib, M. A. B., Parvin, M., Huntington, T. C., & Hasan, M. R. (2008). *A review on culture, production and use of Spirulina as food for humans and feeds for domestic animals*.
- Hatami, E., Ghalishourani, S. S., Najafgholizadeh, A., Pourmasoumi, M., Hadi, A., Clark, et al. (2021). The effect of spirulina on type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *J Diabetes Metab Disord*, 20(1), 883-892. doi:10.1007/s40200-021-00760-z
- Hayashi, K., Hayashi, T., & Kojima, I. (1996). A natural sulfated polysaccharide, calcium spirulan, isolated from Spirulina platensis: in vitro and ex vivo evaluation of anti-herpes simplex virus and anti-human immunodeficiency virus activities. *AIDS Res Hum Retroviruses*, 12(15), 1463-1471. doi:10.1089/aid.1996.12.1463

- Hidayati, J. R., Yudiati, E., Pringgenies, D., Oktaviyanti, D. T., & Kusuma, A. P. (2020). Comparative study on antioxidant activities, total phenolic compound and pigment contents of tropical *Spirulina platensis*, *Gracilaria arcuata* and *Ulva lactuca* extracted in different solvents polarity. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 147, p. 03012). EDP Sciences.
- Ismail, M., Hossain, M. F., Tanu, A. R., & Shekhar, H. U. (2015). Effect of spirulina intervention on oxidative stress, antioxidant status, and lipid profile in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Biomed Res Int*, 2015, 486120. doi:10.1155/2015/486120
- Jiang, L., Wang, Y., Yin, Q., Liu, G., Liu, H., Huang, Y., & Li, B. (2017). Phycocyanin: A Potential Drug for Cancer Treatment. *J Cancer*, 8(17), 3416-3429. doi:10.7150/jca.21058
- Jung, F., Krüger-Genge, A., Waldeck, P., & Küpper, J.-H. (2019). *Spirulina platensis*, a super food? *Journal of Cellular Biotechnology*, 5(1), 43-54.
- Karizi, S. R., Armanmehr, F., Azadi, H. G., Zahroodi, H. S., Ghalibaf, A. M., Bazzaz, et al. (2023). A randomized, double-blind placebo-controlled add-on trial to assess the efficacy, safety, and anti-atherogenic effect of spirulina platensis in patients with inadequately controlled type 2 diabetes mellitus. *Phytother Res*, 37(4), 1435-1448. doi:10.1002/ptr.7674
- Karkos, P. D., Leong, S. C., Karkos, C. D., Sivaji, N., & Assimakopoulos, D. A. (2011). *Spirulina* in clinical practice: evidence-based human applications. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2011, 531053. doi:10.1093/ecam/nen058
- Koli, D. K., Rudra, S. G., Bhowmik, A., & Pabbi, S. (2022). Nutritional, Functional, Textural and Sensory Evaluation of *Spirulina* Enriched Green Pasta: A Potential Dietary and Health Supplement. *Foods*, 11(7). doi:10.3390/foods11070979
- Lestingi, A., Alagawany, M., Di Cerbo, A., Crescenzo, G., & Zizzadoro, C. (2024). *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) used as functional feed supplement or alternative protein source: a review of the effects of different dietary inclusion levels on production performance, health status, and meat quality of broiler chickens. *Life*, 14(12), 1537.
- Liestianty, D., Rodianawati, I., Arfah, R. A., Assa, A., Patimah, Sundari, & Muliadi. (2019). Nutritional analysis of spirulina sp to promote as

- superfood candidate. In *IOP conference series: materials science and engineering* (Vol. 509, p.012031). IOP Publishing.
- Lucas, B. F., de Moraes, M. G., Santos, T. D., & Costa, J. A. V. (2018). Spirulina for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations. *Lwt*, 90, 270-276.
- Mani, U. V., Iyer, U. M., Dhruv, S. A., Mani, I. U., & Sharma, K. S. (2007). Therapeutic utility of Spirulina *Spirulina in human nutrition and health* (pp. 85-114): CRC press.
- Mao, T. K., Van de Water, J., & Gershwin, M. E. (2005). Effects of a Spirulina-based dietary supplement on cytokine production from allergic rhinitis patients. *J Med Food*, 8(1), 27-30. doi:10.1089/jmf.2005.8.27
- Markou, G., Eliopoulos, C., Argyri, A., & Arapoglou, D. J. A. S. (2021). Production of Arthrospira (Spirulina) platensis enriched in β -glucans through phosphorus limitation. *Appl Sci*, 11(17), 8121.
- Marlina, D., & Nurhayati, F. (2020). The effectiveness of spirulina compared with iron supplement on anemia among pregnant women in Indonesia. *International Journal of Caring Sciences*, 13(3), 1783-1787.
- Masten Rutar, J., Jagodic Hudobivnik, M., Nečemer, M., Vogel Mikuš, K., Arčon, I., & Ogrinc, N. (2022). Nutritional Quality and Safety of the Spirulina Dietary Supplements Sold on the Slovenian Market. *Foods*, 11(6). doi:10.3390/foods11060849
- Mathew, B., Sankaranarayanan, R., Nair, P. P., Varghese, C., Somanathan, T., Amma, B. P., et al. (1995). Evaluation of chemoprevention of oral cancer with Spirulina fusiformis. *Nutr Cancer*, 24(2), 197-202. doi:10.1080/01635589509514407
- Matos, Â. P., Novelli, E., & Tribuzi, G. (2022). Use of algae as food ingredient: sensory acceptance and commercial products. *Frontiers in Food Science and Technology*, 2, 989801.
- McCarty, M. F. (2007). Clinical potential of Spirulina as a source of phycocyanobilin. *J Med Food*, 10(4), 566-570. doi:10.1089/jmf.2007.621
- Mishima, T., Murata, J., Toyoshima, M., Fujii, H., Nakajima, M., Hayashi, T., et al. (1998). Inhibition of tumor invasion and metastasis by calcium spirulan (Ca-SP), a novel sulfated polysaccharide derived from a blue-

- green alga, *Spirulina platensis*. *Clin Exp Metastasis*, 16(6), 541-550. doi:10.1023/a:1006594318633
- Mohan, A., Misra, N., Srivastav, D., Umopathy, D., & Kumar, S. (2014). *Spirulina*, the nature's wonder: A review. *Lipids*, 5, 7-10.
- Moradi, S., Foshati, S., Poorbaferani, F., Talebi, S., Bagheri, R., Amirian, P., et al. (2023). The effects of spirulina supplementation on serum iron and ferritin, anemia parameters, and fecal occult blood in adults with ulcerative colitis: A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Clin Nutr ESPEN*, 57, 755-763. doi:10.1016/j.clnesp.2023.08.019
- Nakaya, N., Homma, Y., & Goto, Y. (1988). Cholesterol lowering effect of *Spirulina*.
- Nasab, S. J., Feizi, A., Hajihashemi, P., Entezari, M.-H., Sharma, M., Adibi, P., & Bagherniya, M. J. N. J. (2025). Effects of *Spirulina* (*Arthrospira*) *platensis* supplementation on intestinal permeability, antioxidant and inflammatory markers, quality of life and disease severity in patients with constipated-predominant irritable bowel syndrome: a randomized double-blind, placebo-controlled trial. *Nutr J*, 24(1), 64.
- Othoo, D. A., Ochola, S., Kuria, E., & Kimiywe, J. (2021). Impact of *Spirulina* corn soy blend on Iron deficient children aged 6-23 months in Ndhiwa Sub-County Kenya: a randomized controlled trial. *BMC Nutr*, 7(1), 70. doi:10.1186/s40795-021-00472-w
- Parikh, P., Mani, U., & Iyer, U. (2001). Role of *Spirulina* in the Control of Glycemia and Lipidemia in Type 2 Diabetes Mellitus. *J Med Food*, 4(4), 193-199. doi:10.1089/10966200152744463
- Park, H. J., Lee, Y. J., Ryu, H. K., Kim, M. H., Chung, H. W., & Kim, W. Y. (2008). A randomized double-blind, placebo-controlled study to establish the effects of spirulina in elderly Koreans. *Ann Nutr Metab*, 52(4), 322-328. doi:10.1159/000151486
- Poothachaya, P., Wongtangtintharn, S., Puangsap, W., Pintaphrom, N., Srikha, T., Cherdthong, A., et al. (2025). Metabolomic changes and enhanced digestibility with algae (*Spirulina platensis*) derived polysaccharides supplementation in broilers. *Algal Res*, 104112.
- Prabakaran, G., Sampathkumar, P., Kavisri, M., & Moovendhan, M. (2020). Extraction and characterization of phycocyanin from *Spirulina platensis*

- and evaluation of its anticancer, antidiabetic and antiinflammatory effect. *Int J Biol Macromol*, 153, 256-263. doi:10.1016/j.ijbiomac.2020.03.009
- Rahim, A., Çakir, C., Ozturk, M., Şahin, B., Soulaïmani, A., Sibaoueih, M., et al. (2021). Chemical characterization and nutritional value of *Spirulina platensis* cultivated in natural conditions of Chichaoua region (Morocco). *South African Journal of Botany*, 141, 235-242.
- Rahnama, I., Arabi, S. M., Chambari, M., Bahrami, L. S., Hadi, V., Mirghazanfari, S. M., et al. (2023). The effect of *Spirulina* supplementation on lipid profile: GRADE-assessed systematic review and dose-response meta-analysis of data from randomized controlled trials. *Pharmacol Res*, 193, 106802. doi:10.1016/j.phrs.2023.106802
- Reddy, C. M., Bhat, V. B., Kiranmai, G., Reddy, M. N., Reddanna, P., & Madyastha, K. M. (2000). Selective inhibition of cyclooxygenase-2 by C-phycocyanin, a biliprotein from *Spirulina platensis*. *Biochem Biophys Res Commun*, 277(3), 599-603. doi:10.1006/bbrc.2000.3725
- Rezaïyan, M., Sasani, N., Kazemi, A., Mohsenpour, M. A., Babajafari, S., Mazloomi, S. M., et al. (2023). The effect of spirulina sauce on glycemic index, lipid profile, and oxidative stress in type 2 diabetic patients: A randomized double-blind clinical trial. *Food Sci Nutr*, 11(9), 5199-5208. doi:10.1002/fsn3.3479
- Salmeán, G. G., Castillo, L. H. F., & Chamorro-Cevallos, G. (2015). Nutritional and toxicological aspects of *Spirulina* (Arthrospira). *Nutrición hospitalaria: Órgano oficial de la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo (SENPE)*, 32(1), 34-40.
- Selmi, C., Leung, P. S., Fischer, L., German, B., Yang, C. Y., Kenny, T. P., et al. (2011). The effects of *Spirulina* on anemia and immune function in senior citizens. *Cell Mol Immunol*, 8(3), 248-254. doi:10.1038/cmi.2010.76
- Seyidoglu, N., Inan, S., & Aydin, C. (2017). A prominent superfood: *Spirulina platensis*. *Superfood and functional food-the development of superfoods and their roles as medicine*, 22, 1-27.
- Seyidoglu, N., Inan, S., & Aydin, C. (2017). A prominent superfood: *Spirulina platensis*. *Superfood and functional food-the development of superfoods and their roles as medicine*, 22, 1-27.
- Shahid, A., Fan, Z., Su, K., Zhao, A., Mehmood, M. A., Chang, J.-S., et al. (2025). Sensory chemistry of *Spirulina*: Unveiling trends and

- innovations in aromatic volatile organic compound biosynthesis in off-flavors and odor mitigation strategies. *Trends in Food Science & Technology*, 156, 104886.
- Sibiya, T., Ghazi, T., Mohan, J., Nagiah, S., & Chuturgoon, A. A. (2022). Spirulina platensis Ameliorates Oxidative Stress Associated with Antiretroviral Drugs in HepG2 Cells. *Plants (Basel)*, 11(22). doi:10.3390/plants11223143
- Spínola, M. P., Mendes, A. R., & Prates, J. A. M. (2024). Chemical Composition, Bioactivities, and Applications of Spirulina (Limnospira platensis) in Food, Feed, and Medicine. *Foods*, 13(22). doi:10.3390/foods13223656
- Szulinska, M., Gibas-Dorna, M., Miller-Kasprzak, E., Suliburska, J., Miczke, A., Walczak-Gałezewska, M., et al. (2017). Spirulina maxima improves insulin sensitivity, lipid profile, and total antioxidant status in obese patients with well-treated hypertension: a randomized double-blind placebo-controlled study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 21(10), 2473-2481.
- Torres-Duran, P. V., Ferreira-Hermosillo, A., & Juarez-Oropeza, M. A. (2007). Antihyperlipemic and antihypertensive effects of Spirulina maxima in an open sample of Mexican population: a preliminary report. *Lipids Health Dis*, 6, 33. doi:10.1186/1476-511x-6-33
- Usai, L., Torre, S., Aktay, N., Dunford, N. T., Citi, V., Flori, L., et al. (2024). Recent Advancements in Production and Extraction Methods of Phycobiliprotein C-phyococyanin by Arthrospira (Spirulina) platensis: A Mini Review. *81*(12), 428.
- van der Wielen, N., de Vries, S., Khodorova, N., Calvez, J., Minussi, I., Gerrits, W., et al. (2025). Comparison of the Dual Isotope Tracer Approach with Oro-Ileal Balance Method for Determination of Amino Acid Digestibility in Cannulated Pigs. *J Nutr*, 155(6), 1722-1730.
- Wu, L. C., Lin, Y. Y., Yang, S. Y., Weng, Y. T., & Tsai, Y. T. (2011). Antimelanogenic effect of c-phyococyanin through modulation of tyrosinase expression by upregulation of ERK and downregulation of p38 MAPK signaling pathways. *J Biomed Sci*, 18(1), 74. doi:10.1186/1423-0127-18-74

- Wu, X., Li, R., Zhao, Y., & Liu, Y. (2017). Separation of polysaccharides from *Spirulina platensis* by HSCCC with ethanol-ammonium sulfate ATPS and their antioxidant activities. *Carbohydr Polym*, 173, 465-472. doi:10.1016/j.carbpol.2017.06.023
- Xu, B. w., Li, S. s., Ding, W. l., Zhang, C., Rehman, M. U., Tareen, M. F., et al. (2025). From structure to function: A comprehensive overview of polysaccharide roles and applications. 6(1), 15-39.
- Young, K. W., & Hyun, K. M. (2005). The change of lipid metabolism and immune function caused by antioxidant material in the hypercholesterolemic elderly women in Korea. *Journal of Nutrition and Health*, 38(1), 67-75.
- Zhong-Wu, G., & Yong-Zheng, H. (1996). Isolation and structural elucidation of a polysaccharide with radiation-protective activity from *Spirulina platensis*. *Chinese Journal of Chemistry*, 14(3), 279-285.

BÖLÜM 8

GLİSEMİK YANITI DÜŞÜRMEYE YÖNELİK BESLENME MÜDAHALELERİ: GÜNCEL KANITLARIN İNCELENMESİ

Dyt. Buket ÇELİK¹
Dr. Öğr. Üyesi Ezgi TOPTAŞ BIYIKLI²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17948738>

¹Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye. E-Posta: 235467003@ogr.alanya.edu.tr, ORCID ID: 0009-0001-2374-6273

²Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Antalya, Türkiye. E-Posta:ezgi.biyikli@alanya.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-9277-100X

GİRİŞ

Glisemik indeks (Gİ) ve glisemik yük (GL), karbonhidratların vücut üzerindeki etkilerini değerlendiren önemli ölçütlerdir (Manta et al., 2023). Karbonhidrat içeren besinlerin kan glukoz yanıtlarına göre sınıflandırılmasında Gİ kavramının kullanımı 1997 yılında Gıda ve Tarım Örgütü ve Dünya Sağlık Örgütü uzman komitesi onaylamıştır (Foster-Powell et al., 2002). Gİ, aynı birey tarafından tüketilen 25 g veya 50 g sindirilebilir karbonhidrat içeren test besininin iki saat süresince oluşturduğu kan glukoz artış alanının, eşit miktarda sindirilebilir karbonhidrat içeren referans besinin oluşturduğu kan glukoz artış alanına göre yüzdesidir (Jenkins et al., 1983). Besinler Gİ değerlerine göre üç gruba ayrılmaktadır. Gİ değeri 70 ve üzerinde olan besinler ‘yüksek’, 55-70 arasında olan besinler ‘orta’, 55 ve altında olan besinler ise ‘düşük glisemik indeksli’ olarak adlandırılmaktadır (Jenkins et al., 2002).

Yüksek Gİ değerine sahip besinler kan glukoz ve insülin düzeylerinde hızlı ve ani yükselişe neden olurken düşük Gİ değerine sahip besinler daha yavaş sindirilir ve emilir. Bu nedenle postprandiyal glukoz ve insülin yanıtı daha yavaş ve daha düşük düzeyde gerçekleşir (Vlachos et al., 2020). Ancak öğünlerden sonra kan glukoz seviyeleri yalnızca tüketilen karbonhidratın türünden değil toplam tüketilen karbonhidrat miktarından da etkilenir. Bu nedenle glisemik yük (GY), Gİ’ye göre toplam tüketilen besinin karbonhidrat miktarını yansıtarak daha geniş bir değerlendirme sunar (Long et al., 2022).

GY kavramı 1997 yılında ortaya çıkmıştır ve yiyeceğin porsiyon ölçüsündeki karbonhidrat miktarının kan glukozu üzerine etkisini ifade etmektedir. GY değeri, besinin porsiyonundaki % karbonhidrat miktarının besinin Gİ değeriyle çarpılması yolu ile hesaplanmaktadır. GY aralıkları bir porsiyon besin için ≤ 10 ‘düşük’, 11-19 ‘orta’, ≥ 20 ise ‘yüksek’ olarak kabul edilir (Jenkins et al., 2002).

Yüksek Gİ ve GY değerlerine sahip olan diyetler, bireylerde tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi metabolik hastalıkların görülme sıklığını artırır. Yüksek GY’ye sahip besinlerin tüketimi sonucunda kan glukoz seviyeleri ve insülin düzeylerinde hızlı bir artış görülür. Kan glukoz seviyelerini düşürmek için salgılanan hormonlar plazmadaki serbest yağ asidi seviyelerini artırarak dislipidemi gelişmesine sebep olabilir. Düşük GY’ye sahip besinlerin tüketilmesi ise hiperglisemi ve hiperinsülinemiye baskılayarak, daha dengeli bir glisemik yanıt sağlar (Fernandes et al., 2022).

Gİ ve GY kavramlarıyla sıklıkla birlikte görülen bir diğer kavram ise glisemik yanıttır. Glisemik yanıt, karbonhidrat içeren öğün tüketiminden sonra kan glukoz seviyelerinde görülen değişim olarak değerlendirilmektedir (Shkempi & Huppertz, 2023). Besinlerin işlenme biçimi, hazırlanma şekli ve pişirme yöntemleri Gİ üzerinde değişimlere yol açarak glisemik yanıtı da etkilemektedir. Ayrıca glisemik yanıt, farklı besin içeriklerine sahip olan besinlerin aynı anda tüketilmesiyle de değişiklik gösterebilmektedir (Murillo et al., 2022).

Gİ'yi etkileyen genel faktörler uzun yıllardır bilinse de bu faktörlerin hangi koşul ve oranlarda uygulandığında ne düzeyde etki sağladığı net değildir. Bu kitap bölümünde, çeşitli müdahalelerin glisemik yanıt üzerine etkisi güncel araştırmalar ışığında incelenecektir.

1. GLİSEMİK İNDEKSİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Gİ, besinin karbonhidrat türü, lif, yağ ve protein içeriği, işlenme ve pişirilme şekli, asitlik seviyesi, fiziksel yapısı gibi faktörlerden etkilenir. Lif, yağ, protein ve asit içeriği Gİ'yi düşürürken; işlenmiş, uzun süre pişirilmiş besinler Gİ'yi yükseltebilir.

1.1. Karbonhidrat Türü ve Yapısı

Karbonhidratlar, günlük enerji ihtiyacımızın önemli bir kısmını karşılayan bir makro besin ögesidir. Karbonhidrat bakımından zengin besinlerin temel bileşeni nişastadır. Nişastalı besinler aynı zamanda dirençli nişasta (DN) ve polisakkarit lifleri bakımından da önemli bir kaynaktır (Lal et al., 2021). Karbonhidratlar, sindirim süreci boyunca vücutta glukoz düzeylerini etkileyerek kan glukoz seviyesinin düzenlenmesine yardımcı olur ve buna bağlı olarak insülin salınımını tetikler. Ayrıca, sindirim sırasında bağırsakta fermente olarak prebiyotik etkiler gösterirler, bu da bağırsak sağlığı üzerinde olumlu bir etki yapar (Lockyer & Nugent, 2017).

Nişasta sindirim hızı, Gİ'yi belirleyen temel etkenlerden biridir. Nişastanın temel bileşenleri olan amiloz ve amilopektin, sindirilebilirlik özellikleri bakımından farklılık gösterir. Amiloz, α (1→4) glukozidik bağlarla bağlanmış doğrusal bir polisakkaritken amilopektin, daha büyük ve dallı yapılıdır ve α (1→4) bağlarına ek olarak α (1→6) dallanma noktaları içerir. (Ren et al., 2020) Amilozun daha yoğun bir yapıda olması ve DN oluşturarak

sindirime daha dayanıklı hale gelmesi sebebi ile amilopektine göre daha zor sindirilir. Daha yüksek amiloz içeriğine sahip besinler daha düşük bir glisemik yanıt oluşturur (Liao et al., 2024). Ancak amilopektin zincirinin uzunluğunun artması sindirimi yavaşlatarak besinlerin GI'sini düşürmektedir (Li, 2023).

Nişastanın DN içeriği, nişasta granülünün boyutu ve tipi, tahıl ve tohumların fiziksel yapıları, nişastanın diğer besin bileşenleriyle etkileşimleri ve kullanılan işleme yöntemleri gibi faktörlerden etkilenir. Özellikle nişasta granüllerinin yapısı, nişastanın sindirilebilirliğini doğrudan etkileyebilir. Nişasta ile etkileşime giren lipitler, proteinler ve şekerler ise sindirimi yavaşlatabilir. Aynı şekilde, nişastanın öğütme, pişirme veya soğutma gibi işlenme şekilleri DN'nin miktarını önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Lockyer & Nugent, 2017).

1.2. Yağ ve Protein İçeriği

Yağ ve protein gibi makro besin ögeleri, karbonhidratların sindirim sürecini etkileyerek glisemik yanıt üzerinde düzenleyici bir rol oynayabilir. Özellikle lösin ve arjinin gibi amino asitleri barındıran protein kaynakları, karbonhidrat içeren öğünlerle birlikte tüketildiğinde pankreastan insülin salınımını artırır (Bröer, 2022). İnsülin salınımının artması, hücrelere glukoz alımını teşvik eder ve böylece glisemik yanıtı azaltabilir. Diyetle protein alımı, glukagon benzeri peptit-1 (GLP-1), gastrik inhibitör polipeptit (GİP) kolesistokinin (CCK) ve gastrin gibi hormonların salgısını artırarak insülin salınımını, tokluk hissini ve β hücre kütlelerini düzenler (Zhang et al., 2025). Ayrıca proteinlerin mide boşalmasını geciktirme özelliği glukozun daha yavaş bir şekilde kana karışmasına neden olur ve glisemik yanıtı daha da düşürebilir (Ekberg et al., 2024).

Yağlar, mide boşalmasını geciktirerek inkretin hormonların salgılanmasını artırır ve glisemik yanıtın düşürülmesine katkı sağlar. (Irkın ve Tuna, 2022). Diyetle alınan yağın türü ve miktarı, glisemik yanıt üzerinde farklı etkiler yaratmaktadır. Özellikle doymuş yağ asitlerinin yüksek tüketimi pankreasın insülin üretme kapasitesini sınırlayabilir ve bu durum glisemik yanıtın bozulmasına yol açabilir. Fazla miktarda doymuş yağ tüketimi, insülin duyarlılığında azalmaya sebep olarak glisemik kontrolü olumsuz yönde etkileyebilir (Basset-Sagarminaga et al., 2023). Bununla birlikte omega-3 yağ asitleri gibi çoklu doymamış yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitlerini içeren

besinler inflamasyonu azaltır ve insülin duyarlılığını artırarak glisemik yanıtın daha dengeli olmasını sağlar (Egalini et al., 2023).

1.3. Lif İçeriği

Diyet lifi, sindirim enzimleriyle parçalanamayan bitki bileşenlerinden oluşur. Çözünür lif (örneğin β -glukan, pektin) ve çözünmeyen lif (örneğin selüloz, lignin) olarak iki kategoriye ayrılır. Çözünür lifler sindirim sisteminde suyu emerek jel benzeri yapılar oluşturur. Bu özellikleri sayesinde mide boşalmasını yavaşlatır ve bağırsaklarda karbonhidratların sindirimini yavaşlatarak GI'nin düşürülmesine yardımcı olur (Giuntini et al., 2022). Çözünür ve fermente edilebilen diyet lifleri, bağırsakta fermente edilerek kısa zincirli yağ asitlerine (KZYA) dönüştürülür. Özellikle inülin, DN, pektin, beta-glukan ve guar gamı gibi lifler asetat, propiyonat ve bütirat gibi KZYA'ların oluşumunu sağlar. Bu asitler insülin duyarlılığını artırarak glisemik yanıtın düzenlenmesine katkıda bulunur (El-Salhy et al., 2017). Çözünmeyen liflerin sindirimi daha hızlı gerçekleşir ve mide boşalmasını hızlandırır. Selüloz ve lignin gibi çözünmeyen lifler glisemik yanıt üzerinde etki sağlamasa da bağırsak sağlığına yardımcı olur ve bağırsak hareketlerini destekler (Mao et al., 2021).

Çözünür ve fermente edilebilir diyet lifi türleri, glisemik yanıtı dengeleyerek kan glukoz seviyelerinin kontrolünü iyileştirir. Lifli besinler, karbonhidrat emilimini yavaşlatır ve insülin duyarlılığını artıran KZYA'ların üretimini destekler. Bu nedenle, GI'nin düşürülmesinde lif alımı önemli bir yol olmaktadır (Canfora et al., 2019).

1.4. Asidite – pH Seviyeleri ve Polifenol İçeriği

Glukoz, vücudun başlıca enerji kaynaklarından ve nişasta glukoz ana kaynaklarından. Nişastanın sindirimi ağızda tükürükte bulunan α -amilaz (HSA) enzimi ile başlar. Bu enzim, mide asiditesi arttıkça etkisiz hale gelirken sindirim süreci ince bağırsakta pankreatik enzimlerle tamamlanır (Bornhorst & Singh, 2012). Mide asiditesinin artması α -amilazın erken inhibisyonunu sağlar. Amilaz enzimi aktivitesinin azalması, glukoz emilim sürecini yavaşlatabilir ve nişasta içeriği yüksek öğünler sonrası oluşan glisemik yanıtın düşürülmesine katkı sağlayabilir (Freitas et al., 2021).

Diyet polifenolleri meyve ve sebzeler, şarap, çay, sızma zeytinyağı, çikolata ve diğer kakao ürünlerinde yaygın olarak bulunan ve bitkilerin savunma mekanizmalarında rol oynayan ikincil metabolitlerdir (Bolat et al., 2024). Çalışmalar, antosiyanin açısından zengin besinlerin, α -amilaz ve α -glukozidaz gibi karbonhidrat sindiriminden sorumlu enzimleri inhibe ederek glisemik yanıtı düşürebileceğini göstermiştir (Barik et al., 2025).

Nişasta açısından zengin öğünlerle birlikte polifenol içeren veya asidik besinlerin tüketimi postprandiyal glisemik yanıtın düşürülmesini destekleyebilir. Asidik ortam, HSA'yı inhibe ederken polifenoller de hem tükürük hem de pankreatik α -amilaz üzerinde baskılayıcı etki gösterebilir (Freitas & Le Feunteun, 2019).

1.5. Tüketim Sıcaklığı

Retrogradasyon, nişasta içeren besinlerin pişirildikten sonra soğutulmasıyla ortaya çıkan bir süreçtir. Bu süreçte amiloz ve amilopektin zincirlerinin yeniden düzenlenerek kristal yapılar oluşturur. Pişirme sırasında nişasta, suyla birlikte ısıtıldığında jelatinizasyon gerçekleşir. Bu esnada granüller şişer ve nişasta zincirleri çözünür hale gelir (Lal et al., 2022). Ancak, besin soğutulduğunda bu çözünmüş zincirler yeniden birbirine yaklaşarak düzenli ve sıkı yapılar oluşturur. Bu yeniden kristalleşme süreci DN oluşumuna neden olur. DN, sindirilebilirliği azaltarak GI'yi düşürebilir ve bu yolla daha düşük glisemik yanıt oluşmasını sağlayabilir (Wang et al., 2015).

1.6. Enzim – İnhibitör İlavesi

α -glukozidaz enzimi, kompleks karbonhidratları basit şekerlere parçalar ve glukoz emilimini sağlar. İnce bağırsağın fırçamsı kenarlarında yer alan α -glukozidaz, karbonhidrat sindiriminin hızını yavaşlatarak daha düşük postprandiyal glisemik yanıt oluşumuna katkı sağlayabilir (Assefa et al., 2020). Akarboz, vogliboz ve miglitol klinik olarak en yaygın kullanılan inhibitörlerdir ve α -glukozidaz enzimin aktif bölgesine bağlanarak rekabetçi inhibitör olarak görev yaparlar. Ancak mevcut inhibitörler, tedavi edici etkilerine rağmen gastrointestinal yan etkileri nedeniyle klinik uygulamaları zorlaştırmaktadır (Sohrabi et al., 2022).

1.7. Besinlerin İşlenme Düzeyi ve Hazırlanma Yöntemleri

Besinlerin işlenme düzeyi ve besinleri hazırlama yöntemleri, GI değerlerini etkileyen önemli etkenlerdir. Besinlerin olgunlaşma evresi, uygulanan işlem teknikleri, pişirme yöntemleri ve saklama koşulları, glisemik yanıt üzerinde doğrudan belirleyici olabilir. Özellikle öğütme, presleme ve ekstrüzyon gibi teknolojik işlemler, karbonhidrat içeriği yüksek besinlerin tanecik boyutunu değiştirerek sindirilebilirliklerini ve buna bağlı olarak glisemik yanıt düzeylerini etkileyebilmektedir (Åberg et al., 2020).

Besinlerin fiziksel yapısı ve bütünlüğü de glisemik yanıt üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İşlenmemiş, orijinal formunu koruyan besinler, sindirim sırasında daha yavaş parçalanarak glukoz emilimini geciktirir ve postprandiyal glisemik yanıtı azaltabilir (Tey et al., 2017). Yapısal bozulma, özellikle lif kaybı ve parçacık boyutunun küçülmesiyle birlikte, sindirilebilirliği arttırarak glisemik yanıtın yükselmesine sebep olabilir (Murillo et al., 2022). Tüm bu faktörler göz önüne alındığında az işlenmiş ya da işlenmemiş besinlerin tercih edilmesi postprandiyal glisemik yanıtın daha dengeli olmasını sağlayabilir.

1.8. Pişirme Yöntemleri

Pişirme yöntemlerinin yüksek nişasta içeren besinlerin GI'si üzerindeki etkileri, son yıllarda yapılan araştırmalarla daha net bir şekilde ortaya konmuştur. Nişastanın pişirme sırasında geçirdiği fiziksel ve kimyasal değişiklikler, besinin GI'sini artırabilir ya da azaltabilir. Nişastanın ısı ve su ile jelatinize olması sindirilebilirliğini arttırarak glisemik yanıtı yükseltir (Saban Güler ve Bilici, 2017). Pişirme süresi, sıcaklık, kullanılan su miktarı ve başlangıçtaki nem içeriği gibi faktörler, nişastanın jelatinleşme seviyesini etkileyerek glisemik yanıtı doğrudan değiştirebilir (İrkin ve Tuna, 2022). Örneğin buharda pişirme, nişastanın sınırlı bir şekilde jelatinleşmesine neden olarak daha düşük bir GI ile ilişkilendirilirken, mikrodalga veya basınçlı pişirme yöntemleri nişastanın daha fazla jelatinleşmesine yol açarak GI'yi yükseltebilir (Yao et al., 2023). Pişirme süresi de glisemik yanıt üzerinde belirleyici bir rol oynar. Uzun süre pişirilen besinler daha yüksek glisemik yanıt oluştururken, kısa pişirme süreleri kan glukoz seviyelerinin daha yavaş artmasını sağlar (Wu et al., 2020).

2. GLİSEMİK İNDEKS ve POSTPRANDİYAL GLİSEMİK YANITIN KONTROLÜNE YÖNELİK BESLENME MÜDAHALELERİ

2.1. Besin Hazırlama ve Pişirme Teknikleri

Hodges ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışma, makarnanın farklı şekillerde hazırlanmasının (taze pişmiş, soğutulmuş, yeniden ısıtılmış) postprandiyal kan glukoz seviyelerine etkisini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Katılımcılar aynı içeriğe sahip, farklı sıcaklıktaki üç makarna öğününü rastgele sıra ile tüketmiştir. Kan glukoz değerleri her öğünden önce ve ardından 120 dakika boyunca 15 dakikalık aralıklarla ölçülmüştür. Veriler, yemeğin sıcaklığı ile zaman arasındaki etkileşimin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0,001$). Yeniden ısıtılan makarna tüketildiğinde kan glukoz seviyeleri 90. dakikada normale dönerken taze pişmiş ve soğuk makarnalarda bu dönüş yaklaşık 120. dakikada olmuştur. Eğri altında kalan alan (AUC) değeri, sıcak makarnaya göre yeniden ısıtılmış makarnada anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Soğutulmuş makarna ile yeniden ısıtılmış makarna arasında ise anlamlı bir fark görülmemiştir. Elde edilen sonuçlar makarnayı soğutmanın ve yeniden ısıtmanın makarnanın içeriğindeki nişasta yapısını değiştirerek sindirim hızını yavaşlattığını ve postprandiyal glisemik yanıtın daha dengeli seyretmesini sağladığını göstermektedir (Hodges et al., 2020).

Karbonhidrat açısından zengin besinlerin pişirildikten sonra soğutulmasının glisemik yanıt üzerindeki etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada ise pirinç kullanılmıştır. Katılımcılara biri taze hazırlanmış ve sıcak, diğeri ise pişirildikten sonra 4°C’de 12 saat soğutulmuş olmak üzere iki farklı pirinç öğünü sunulmuştur. Glisemik yanıtlar, yemek sonrası 120 dakika boyunca çeşitli zaman aralıklarında ile ölçülmüştür. Bulgular, soğutulmuş pirinç tüketiminin sıcak pirince kıyasla daha düşük kan şekeri değerleriyle sonuçlandığını gösterirken, özellikle 30. dakikada elde edilen fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Elde edilen sonuçlar, soğutulmuş pirinç tüketiminin glisemik yanıtı iyileştirebileceğini ve bunun pişirme sonrası soğutma sürecinde oluşan DN miktarındaki artıştan kaynaklandığını göstermektedir (Dhar et al., 2021).

Başka bir araştırmada ise pirinç pişirme yöntemlerinin pirincin fiziksel, kimyasal ve glisemik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yüksek sıcaklık ve düşük basınçlı plazma, geleneksel pişirme ve yüksek basınçlı pişirme yöntemleriyle hazırlanan iki pirinç çeşidinin GI, DN içeriği ve enzim aktiviteleri değerlendirilmiştir. Yüksek sıcaklık ve düşük basınçlı plazma yönteminin pirinçlerin sertlik, elastikiyet ve viskozite gibi fiziksel özelliklerinde belirgin bir değişikliğe yol açmadığını ancak DN oranını artırarak GI'yi düşürdüğü görülmüştür (Yao et al., 2023).

Zhou ve arkadaşlarının çalışmasında yulaf ununun parçacık boyutunun postprandiyal glisemik yanıt ve iştah üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Katılımcılara dört farklı yulaf unu (kaba, tam, ince ve ticari) ile yapılan bir porsiyon yulaf lapası sunulmuş ve kan glukoz, insülin ve iştah seviyeleri 120 dakika boyunca takip edilmiştir. Sonuçlar, kaba ve tam yulaf unlarının ince yulaf unlarına kıyasla 30-60. dakika arasında daha düşük kan glukozu sağladığını göstermiştir. Ayrıca kaba yulaf unu tüketimi, ince ve ticari yulaf unlarına göre daha düşük insülin yanıtı göstermiştir. İştah düzeyleri de ticari unlara göre kaba yulaf ununda daha düşük bulunmuştur (Zhou et al., 2024).

Chauhan ve arkadaşları ise maş fasulyesinin farklı pişirme ve saklama yöntemleri ile kullanımının kan glukoz düzeyleri ve lipid profili üzerindeki etkilerini incelemiştir. Kaynatma, çimlendikten sonra buharda pişirme, kavurma ve düdüklü tencerede pişirme gibi pişirme yöntemleri kullanılarak hazırlanan örnekler taze, oda sıcaklığında 24 saat, 4°C'de 24 saat ve 4°C'de 24 saat saklandıktan sonra tekrar ısıtılmış şekilde saklanmıştır. Çimlendirilip buharda pişirilen ve 24 saat 4°C'de saklanan maş fasulyesinin en yüksek DN içeriğine, en düşük GI'ye ve amiloz seviyesine sahip olduğu bulunmuştur (Chauhan et al., 2024).

2.2. Lif İçeriğinin Artırılması

Lobos ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, insülin tedavisi gören tip 2 diyabetli 10 hastada yüksek ve düşük GI'ye sahip kahvaltılarının postprandiyal kan glukoz düzeylerine etkisi incelenmiştir. Yüksek GI'li kahvaltı (GI 80), yarım yağlı süt, beyaz ekmek, reçel ve bir elmadan oluşurken, düşük GI'li kahvaltı (GI 45), diyet yoğurtla hazırlanmış smoothie, bir elma ve bir armuttan oluşmuştur. Her iki kahvaltının karbonhidrat, protein ve yağ miktarları benzerken düşük GI'li kahvaltının diyet lifi içeriği daha yüksek bulunmuştur.

Düşük GI'li kahvaltıdan sonra kan glukoz seviyeleri ilk 30 dakikada %10,4, 30–60 dakikada %5,4 oranında artmış, 60–120 dakikada ise %19,6 azalmıştır. Buna karşılık, yüksek GI'li kahvaltı sonrası ilk 30 dakikada %18,2, 30–60 dakikada %11,3 oranında artış görülmüştür. 60–120 dakikada ise yalnızca %3,4 oranında azalma olmuştur. Bu sonuçlar düşük GI'ye sahip ve lif oranı yüksek kahvaltılarının postprandiyal glisemik yanıtı daha dengeli ve kontrollü bir şekilde düzenlediğini göstermektedir (Lobos et al., 2017).

Diğer bir çalışmada öğündeki toplam karbonhidratın %50'sinin çözünür mısır lifi ya da maltodekstrinle değiştirilmesinin glisemik yanıt üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Çözünür mısır lifi içeren öğünün postprandiyal glisemik yanıtı anlamlı olarak iyileştirdiği ve maltodekstrinden daha düşük glisemik yanıt sağladığı saptanmıştır (Tan et al., 2020).

Şeker içeriği uzaklaştırılmış hurma posasının ekmeğinin glisemik yanıtı üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada ise hurma posasının, glukoz salınımını yani glisemik yanıtı aşamalı olarak azalttığı görülmüştür. Hurma posasında bulunan fenolik bileşiklerin enzim inhibe edici etki gösterdiği saptanmıştır (Almoumen et al., 2025).

İn-vitro olarak geliştirilen bir taro çeşidi olan Febi521 ile yüksek lifli kurabiyeler yapılarak glisemik etkileri incelenmiştir. Taro unu kullanımının kurabiyelerin lif miktarını buğday ununa kıyasla üç kat artırdığı ve GI değerini düşürdüğü görülmüştür (Nurilmala et al., 2024).

Gong ve arkadaşları yüksek DN içeren pirinç unu ve psyllium kabuğu tozu ile psyllium tozu katkısının pirinç eriştесinin nişasta sindirilebilirliği üzerindeki etkilerini incelemiştir. Geleneksel eriştесinin in vitro GI değeri 86,69 iken, %5 psyllium kabuğu tozu ve %5 psyllium kabuğu tozu + %2 psyllium tozu içeren eriştelerde bu değerler sırasıyla 66,74 ve 65,77'ye düşmüş ve orta glisemik indeks düzeyine ulaşılmıştır ($p<0,05$). Bu düşüş, modifiye pirinç unundaki yüksek amiloz ve lipid içeriği ile psylliumdaki liflerin sindirilebilirliği azaltması sayesinde gerçekleşmiştir. Ayrıca çözünür lif içeren psyllium tozu, nişasta sindirilebilirliğini daha fazla azaltarak glisemik yanıtı düşürmüştür (Gong et al., 2024).

2.3. Yağ ve Protein Kombinasyonu

Chiavaroli ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada pirinç ve spagettinin sade ve soslarla tüketiminin glisemik yanıt üzerine etkisi incelenmiştir. Katılımcılara

sade spagetti, sade pirinç, domates sosu ve sızma zeytinyağı eklenmiş spagetti ve pirinç, pesto sosu eklenmiş spagetti ve pirinç olmak üzere dört farklı öğün sunulmuştur. Çalışmanın bulguları sade pirinç ve spagetti arasında belirgin bir postprandiyal glisemik yanıt farkı olmasına rağmen bu farkın özellikle sağlıklı yağlar içeren soslarla azaltılabildiğini veya ortadan kaldırılabilindiğini göstermiştir (Chiavaroli et al., 2021).

Başka bir çalışmada ise farklı protein ve lif içeriğine sahip yumurta bazlı kahvaltıların iştah kontrolü ve glisemik yanıt üzerindeki etkileri incelenmiştir. Protein oranı yüksek yumurta bazlı kahvaltının daha uzun süre tokluk sağladığı ve hem yüksek proteinli hem de orta düzeyde protein ve lif içeren kahvaltılarının düşük proteinli kahvaltıya kıyasla öğle yemeğinde daha az kalori alımına ve daha düşük glisemik yanıtı neden olduğu görülmüştür (Bonnema et al., 2016).

Yaşlı bireylerle yapılan bir çalışmada ise yüksek proteinli süt bazlı ve enerji açısından zenginleştirilmiş meyve püresi içeren atıştırma ürünlerinin postprandiyal glisemik yanıt üzerine etkisi incelenmiştir. Yüksek proteinli süt ürünü insülin düzeylerinde belirgin artış sağlarken, kan glukoz seviyelerini referans besine göre azalttığı saptanmıştır ($p<0,001$). Meyve püresi de yine referans besine göre glukoz ve insülin yanıtlarını anlamlı şekilde azaltmıştır ($p<0,001$) (Törrönen et al., 2022).

2.4. Asidik Bileşenlerin Eklenmesi

Ekmeğin farklı içeceklerle birlikte tüketilmesinin glisemik yanıt ve tokluk hissi üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada katılımcıların 100 gram ekmeğin yanında 250 mL su, limon suyu (su ile seyreltilmiş) veya siyah çay tüketmeleri sağlanmıştır. Limon suyu tüketimi, suya göre 30. dakikada mide içeriği hacmini 1,5 kat arttırmış ve suya kıyasla 55. dakikada kan glukoz konsantrasyonlarını %35 oranında azaltmıştır. Siyah çayın ise glisemik yanıt üzerinde anlamlı bir etkisi gözlemlenmemiştir. Bu bulgular, limon suyunun öğün sonrası glisemik yanıtı azaltılabileceğini ve bu etkinin mide içindeki α -amilaz enziminin asidik ortamda inhibisyonundan kaynaklanabileceğini düşündürmektedir (Freitas et al., 2022).

Elma sirkesinin 93 gram karbonhidrat içeren test öğünlerinin yanında tüketiminin glisemik yanıt üzerine etkisinin incelendiği çalışmada; müdahale grubuna 300 mL (20 mL elma sirkesi, %5-6 asetik asit) test içeceği, kontrol grubuna ise 300 mL plasebo içeceği verilmiştir. 30. ve 45. dakikalarda gruplar

arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Ancak 60. dakikada, müdahale grubunda ortalama kan şekeri 109,95 mg/dL iken kontrol grubunda 123,83 mg/dL olarak ölçülmüş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Elma sirkesi tüketiminin yemek sonrası kan şekeri artışını azalttığı ve glisemik yanıt üzerinde olumlu etki sağladığı saptanmıştır (Süzen, 2021).

2.5. Fermente Ürünlerin Kullanımı

Fermente çaydan elde edilen kompleks bir probiyotik içecek olan kombuchanın glisemik yanıt üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada yüksek GI'li öğünün yanında soda, limonata ve kombucha tüketiminin etkileri karşılaştırılmıştır. Soda (GI: 86, insülin indeksi: 85) ve limonata (GI: 84, İnsülin indeksi: 81) ile tüketilen öğünler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, kombucha ile tüketilen öğünde (GI :68 ve insülin indeksi:70) anlamlı düşüşler gözlenmiştir (Atkinson et al., 2023).

Ekşi mayalı ekmeğin fermentasyon koşullarının in vitro GI nişasta sindirimine etkilerinin incelendiği bir çalışmada ekmekler, iki farklı sıcaklıkta (25 °C ve 30 °C) ve iki fermentasyon yöntemiyle (tip-1: spontane fermentasyon, tip-2: L. brevis ELB99, L. plantarum ELB75 ve S. cerevisiae TGM55 suşlarıyla fermentasyon) üretilmiştir. Araştırma sonuçları, fermentasyon tipi ve sıcaklığının, ekmeklerin glisemik yanıtı ve fiziksel özellikleri üzerinde anlamlı etkiler yarattığını göstermiştir ($p<0.05$). Fermentasyon süreci, DN miktarını artırırken hızlı sindirilen nişasta ve in vitro GI değerlerini azaltmıştır. Tip-2 fermentasyon, özellikle DN içeriğini arttırmada tip-1'e kıyasla daha etkili bulunmuştur. En büyük in vitro GI düşüşü, 30 °C'de tip-2 yöntemiyle fermente edilen tam buğday ekmeğinde görülmüştür. (Demirkesen-Bicak ve ark., 2021).

2.6. Endüstriyel Uygulamalar ve Fonksiyonel Ürün Geliştirme

Pasqualoni ve arkadaşlarının yaptığı ürün geliştirme çalışmasında, buğday unu yerine nohut unu, kırmızı hindiba tozu ve üç farklı DN türü kullanılarak düşük GI'ye sahip ekmek formülasyonları geliştirilmiştir. Bulgular, kullanılan DN türlerinin in vitro GI üzerinde belirgin etkileri olduğunu göstermiştir. Kimyasal olarak modifiye edilmiş tapyoka kaynaklı DN IV, düşük GI'ye sahip ekmek üretimini sağlamıştır. Tapyoka kökenli

retrogradasyona uğramış DN III, düşük Gİ sınırına ulaşırken mısır kaynaklı DN III kullanımı yüksek Gİ ile sonuçlanmıştır (Pasqualoni et al., 2024).

Fujiwara ve arkadaşlarının çalışmasında bezelye ve mercimek unları, bezelye proteini ve bezelye lifi gibi baklagil kaynaklı bileşenler, farklı besinlere (makarna, ekmek, kraker, kurabiye, granola bar ve muffin) eklenmiştir. Her bir ürün için %100 buğday unu içeren kontrol formülasyonu ve %50'ye kadar baklagil bileşeni içeren bir ürün hazırlanmıştır. Kontrol ve baklagil içeren ürünler karşılaştırıldığında makarnada Gİ değeri 61.3'ten 54.6'ya, focaccia ekmeğinde 61.4'ten 53.4'e, krakerde 46.0'tan 41.5'e, granola barda 35.4'ten 34.8'e ve kurabiyede 41.6'dan 37.6'ya gerilemiştir. Bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ancak tüm baklagil içeren varyantlar düşük Gİ grubuna girmiştir (Fujiwara et al., 2017).

Diğer bir çalışmada pirinç unu ve mısır nişastası ile hazırlanan glutensiz ekmeklerde mısır nişastasının %30'u yerine meşe palamudu unu ve nohut unu karışımı eklenerek glisemik yanıt üzerindeki etkileri incelenmiştir. Kan glukoz seviyelerinin yükselme hızı incelendiğinde meşe palamudu unu oranı arttıkça, bu hızın anlamlı bir şekilde azaldığı görülmüştür ($p<0,005$). Hazırlanan tüm ekmekler, glutensiz kontrol ekmeğine göre istatistiksel olarak anlamlı olmasa da postprandiyal glisemik yanıtı düşürmüştür. (Gkountenoudi-Eskitzi et al., 2023).

Sun ve arkadaşları, laktozsuz süte dut yaprağı ve mısır püskülü ekstraktı eklenmesinin tip 2 diyabetli bireylerde postprandiyal kan glukozu üzerindeki etkileri incelemiştir. Katılımcılar, tam tahıllı ekmekle birlikte sadece su (kontrol grubu), sadece ekstraktlar, sadece laktozsuz süt ve hem laktozsuz süt hem de ekstraktlar birlikte olmak üzere dört farklı öğün tüketmiştir. Ekstraktların tek başına tüketilmesi kontrol grubuna kıyasla en yüksek kan glukoz düzeyinde anlamlı azalmalara sebep olmuştur ($p<0,05$). Laktozsuz süte bu ekstraktlar eklendiğinde de glisemik yanıtta ($p<0,05$) anlamlı azalmalar gözlenmiştir (Sun et al., 2025).

Pomelo meyvesinin (*Citrus maxima*), taze ve kuru dilimlerinin beyaz ve tam buğday ekmeklerine eklendiği çalışmada nişasta sindirilebilirliği ve in vitro Gİ üzerindeki etkileri incelenmiştir. Pomelo eklenen ekmeklerde dirençli nişasta oranlarının (3,87–10,96%) arttığı ve in vitro Gİ değerlerinin (53,13–62,97%) kontrol ekmeğine göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu etkinin pomelo içeriğinde bulunan naringinin karbonhidratları parçalayan enzimlerin

aktivitesini inhibe etmesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Reshmi et al., 2017).

Arı ürünlerinin glisemik yanıt üzerindeki etkileri sık tartışılan konular arasındadır. Ülkemizde yapılan çalışmalarda multifloral ballardan Yüksekova ve Şemdinli Balı ile monofloral ballardan Narenciye ve Kekik Balının GI'lerinin düşük olduğunu saptanmıştır (Soylu ve ark. 2015, Atayoğlu ve ark 2026). Buna ek olarak Kayseri'de genç sporcular üzerinde yapılan bir çalışmada bal ve bal ürünleri karışımının sporcuların performansları üzerinde olumlu etkilerinin olduğu da gösterilmiştir (Sarıtış ve ark. 2023)

Başka bir çalışmada ise pirinç ununun belli oranlarda turuncu tatlı patates tozuyla yer değiştirmesi ile hazırlanan eriştelerin glisemik yanıtı incelenmiştir. Kontrol eriştesinin in vitro GI değeri 58,24 iken %20 patates tozu eklenen formülasyonun in vitro GI değeri 51,24 olarak bulunmuştur. Nişasta sindirilebilirliğindeki bu azalmanın patates tozunda bulunan β -karoten sayesinde olabileceği belirtilmiştir (Giau et al., 2024).

3. SONUÇ

GI ve glisemik yanıt karbonhidrat içeren besinlerin metabolik etkilerini anlamada önemli kavramlardır. Glisemik yanıt, sadece tüketilen karbonhidrat miktarından değil; besinlerin içeriği, işlenme şekli, pişirme süresi, asidik yapı, lif ve polifenol düzeyi gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Besinlerin protein, yağ, lif ve polifenol içerikleri nişasta sindirimini yavaşlatarak glisemik yanıtı yavaşlatıcı etki göstermektedir. Retrogradasyon gibi işlemler ise DN oluşumunu destekleyerek sindirilebilirliği azaltır ve glisemik yanıtı düşürmede etki gösterir.

Glisemik yanıt üzerine etkili olan etmenlerin neler olduğu uzun zamandır bilinse de bu etmenlerin miktara bağlı etki düzeyleri net olarak bilinmemektedir. Tüketime yönelik net önerilerde bulunabilmek adına besinlere yönelik müdahalelerin glisemik yanıtı etkisini belirlemeye yönelik daha fazla deneysel çalışmaya ihtiyaç vardır.

Diyetisyenler olarak, bireylerin beslenme planlarında düşük ve orta glisemik indeksli, lifli ve kompleks karbonhidratlı besinler tercih etmeleri gerektiğine ve öğünlerde protein, sağlıklı yağ, polifenol ve asidik bileşenleri dengeli kullanılmalarına dikkat çekmeliyiz. Besinlerin hazırlanma ve saklama yöntemlerinin glisemik yanıt üzerindeki etkileri konusunda toplum

bilgilendirilmelidir. Etiket okuma gibi basit ama etkili yöntemlerin önemi çeşitli eğitimlerle toplumun her kesimine ulaştırılmalıdır. Beslenme ve diyetetik alanındaki akademik çalışmalarda besin ve tüketime dayalı müdahalelerin glisemik yanıtı etkisini belirlemeye yönelik deneysel çalışmalara ve fonksiyonel ürün geliştirmeye yönelik araştırmalara daha çok yer verilmelidir. Bu çalışmalarda kolay uygulanabilen, günlük beslenmeye uygun müdahaleler üzerinde durulması sürdürülebilirlik bakımından önemlidir. Toplumsal düzeyde eğitim programları ve çeşitli projelerle düşük Gİ'ye sahip beslenme modelleri yaygınlaştırılmalıdır. Bu yaklaşımlar, başta diyabet olmak üzere birçok metabolik hastalığın önlenmesinde ve tedavisinde bireylerin daha bilinçli hareket etmeleri sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Åberg, S., Mann, J., Neumann, S., Ross, A. B., & Reynolds, A. N. (2020). Whole-Grain Processing and Glycemic Control in Type 2 Diabetes: A Randomized Crossover Trial. *Diabetes Care*, 43(8), 1717-1723. <https://doi.org/10.2337/dc20-0263>
- Almoumen, A., Mohamed, H., Subash, A., Al-Marzouqi, A. H., Ayyash, M., Al Dhaheri, A. S., & Kamal-Eldin, A. (2025). Fortifying bread rolls with date fruit fiber: Effects on dietary fiber, antioxidant capacity, mineral content, and glycemic response. *NFS Journal*, 100229. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nfs.2025.100229>
- Assefa, S. T., Yang, E.-Y., Chae, S.-Y., Song, M., Lee, J., Cho, M.-C., & Jang, S. (2020). Alpha Glucosidase Inhibitory Activities of Plants with Focus on Common Vegetables. *Plants*, 9(1), 2. <https://www.mdpi.com/2223-7747/9/1/2>
- A. T. Atayoğlu, M. Soylu, S. Silici, And N. İnanç, Glycemic index values of monofloral Turkish honeys and the effect of their consumption on glucose metabolism, *Turkish Journal of Medical Sciences*, vol. 46, pp. 483–488, Jan. 2016.
- Atkinson, F. S., Cohen, M., Lau, K., & Brand-Miller, J. C. (2023). Glycemic index and insulin index after a standard carbohydrate meal consumed with live kombucha: A randomised, placebo-controlled, crossover trial [Clinical Trial]. *Frontiers in Nutrition*, Volume 10 - 2023. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1036717>
- Barik, S. K., Sengupta, S., Arya, R., Kumar, S., Kim, J. J., & Chaurasia, R. (2025). Dietary Polyphenols as Potential Therapeutic Agents in Type 2 Diabetes Management: Advances and Opportunities. *Advances in Nutrition*, 16(1), 100346. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100346>
- Basset-Sagarminaga, J., Roumans, K., Havekes, B., Mensink, R., Peters, H., Zock, P., Mutsert, R., Borén, J., Lindeboom, L., Schrauwen, P., & Schrauwen-Hinderling, V. (2023). Replacing Foods with a High-Glycemic Index and High in Saturated Fat by Alternatives with a Low Glycemic Index and Low Saturated Fat Reduces Hepatic Fat, Even in

- Isocaloric and Macronutrient Matched Conditions. *Nutrients*, 15, 735. <https://doi.org/10.3390/nu15030735>
- Bolat, E., Sarıtaş, S., Duman, H., Eker, F., Akdaşçi, E., Karav, S., & Witkowska, A. M. (2024). Polyphenols: Secondary Metabolites with a Biological Impression. *Nutrients*, 16(15). <https://doi.org/10.3390/nu16152550>
- Bonnema, A. L., K., A. D., William, T., & and Slavin, J. L. (2016). The effects of the combination of egg and fiber on appetite, glycemic response and food intake in normal weight adults – a randomized, controlled, crossover trial. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 67(6), 723-731. <https://doi.org/10.1080/09637486.2016.1196654>
- Bornhorst, G. M., & Singh, R. P. (2012). Bolus Formation and Disintegration during Digestion of Food Carbohydrates. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(2), 101-118. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00172.x>
- Bröer, S. (2022). Amino acid transporters as modulators of glucose homeostasis. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 33(2), 120-135. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2021.11.004>
- Canfora, E. E., Meex, R. C. R., Venema, K., & Blaak, E. E. (2019). Gut microbial metabolites in obesity, NAFLD and T2DM. *Nature Reviews Endocrinology*, 15(5), 261-273. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0156-z>
- Chauhan, S., Kaur, H., Aggarwal, R., Kaur, P., & Bains, K. (2024). Exploring the impact of cooking techniques and storage conditions on resistant starch levels in mung beans and its effect upon blood glucose level and lipid profile in vivo [Original Research]. *Frontiers in Nutrition*, Volume 11 - 2024. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1424112>
- Chiavaroli, L., Di Pede, G., Dall'Asta, M., Cossu, M., Francinelli, V., Goldoni, M., Scazzina, F., & Brighenti, F. (2021). The importance of glycemic index on post-prandial glycaemia in the context of mixed meals: A randomized controlled trial on pasta and rice. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 31(2), 615-625. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2020.09.025>
- Demirkesen-Bicak, H., Arici, M., Yaman, M., Karasu, S., & Sagdic, O. (2021). Effect of Different Fermentation Condition on Estimated Glycemic Index, In Vitro Starch Digestibility, and Textural and Sensory Properties

- of Sourdough Bread. *Foods*, 10(3).
<https://doi.org/10.3390/foods10030514>
- Dhar, A., Kumar, D., Sharma, A., & Dewan, D. (2021). Effect of hot and cooled carbohydrate diet on glycemic response in healthy individuals: a cross over study. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 9(3), 828-832. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20210886>
- Egalini, F., Guardamagna, O., Gaggero, G., Varaldo, E., Giannone, B., Beccuti, G., Benso, A., & Broglio, F. (2023). The Effects of Omega 3 and Omega 6 Fatty Acids on Glucose Metabolism: An Updated Review. *Nutrients*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/nu15122672>
- Ekberg, N. R., Catrina, S.-B., & Spégel, P. (2024). A protein-rich meal provides beneficial glycemic and hormonal responses as compared to meals enriched in carbohydrate, fat or fiber, in individuals with or without type-2 diabetes [Original Research]. *Frontiers in Nutrition, Volume 11 - 2024*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1395745>
- El-Salhy, M., Ystad, S. O., Mazzawi, T., & Gundersen, D. (2017). Dietary fiber in irritable bowel syndrome (Review). *Int J Mol Med*, 40(3), 607-613. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2017.3072>
- Fernandes, A. C., Marinho, A. R., Lopes, C., & Ramos, E. (2022). Dietary glycemic load and its association with glucose metabolism and lipid profile in young adults. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 32(1), 125-133. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.10.001>
- Foster-Powell, K., Holt, S. H., & Brand-Miller, J. C. (2002). International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *The American journal of clinical nutrition*, 76(1), 5-56.
- Freitas, D., Boué, F., Benallaoua, M., Airinei, G., Benamouzig, R., & Le Feunteun, S. (2021). Lemon juice, but not tea, reduces the glycemic response to bread in healthy volunteers: a randomized crossover trial. *Eur J Nutr*, 60(1), 113-122. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02228-x>
- Freitas, D., Boué, F., Benallaoua, M., Airinei, G., Benamouzig, R., Lutton, E., Jourdain, L., Dubuisson, R.-M., Maître, X., Darrasse, L., & Le Feunteun, S. (2022). Glycemic response, satiety, gastric secretions and emptying after bread consumption with water, tea or lemon juice: a randomized

- crossover intervention using MRI. *European Journal of Nutrition*, 61(3), 1621-1636. <https://doi.org/10.1007/s00394-021-02762-2>
- Freitas, D., & Le Feunteun, S. (2019). Inhibitory effect of black tea, lemon juice, and other beverages on salivary and pancreatic amylases: What impact on bread starch digestion? A dynamic in vitro study. *Food Chemistry*, 297, 124885. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.159>
- Fujiwara, N., Hall, C., & Jenkins, A. L. (2017). Development of Low Glycemic Index (GI) Foods by Incorporating Pulse Ingredients into Cereal-Based Products: Use of In Vitro Screening and In Vivo Methodologies. *Cereal Chemistry*, 94(1), 110-116. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-04-16-0119-FI>
- Giau, T. N., Hao, H. V., Tai, N. V., Minh, V. Q., & Thuy, N. M. (2024). Orange-flesh sweet potato powder as a promising partial substitution rice flour to produce high quality and low glycemic index vermicelli. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101464. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101464>
- Giuntini, E. B., Sardá, F. A. H., & de Menezes, E. W. (2022). The Effects of Soluble Dietary Fibers on Glycemic Response: An Overview and Futures Perspectives. *Foods*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/foods1123934>
- Gkountenoudi-Eskitzi, I., Kotsiou, K., Irakli, M. N., Lazaridis, A., Biliaderis, C. G., & Lazaridou, A. (2023). In vitro and in vivo glycemic responses and antioxidant potency of acorn and chickpea fortified gluten-free breads. *Food Research International*, 166, 112579. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112579>
- Gong, X., Li, J., Liu, Z., Xu, X., Wang, A., Nie, M., Lin, R., Tian, Y., Zhang, X., Wang, L., Liu, L., Li, Y., Wang, F., & Tong, L.-T. (2024). Developing high resistant starch content rice noodles with superior quality: A method using modified rice flour and psyllium fiber. *International Journal of Biological Macromolecules*, 272, 132779. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.132779>
- Hodges, C., Archer, F., Chowdhury, M., Evans, B. L., Ghelani, D. J., Mortoglou, M., & Guppy, F. M. (2020). Method of Food Preparation Influences Blood Glucose Response to a High-Carbohydrate Meal: A

- Randomised Cross-over Trial. *Foods*, 9(1), 23.
<https://www.mdpi.com/2304-8158/9/1/23>
- Irkin, R., & Tuna, T. (2022). *The effect of cooking methods on the glycemic index of rice*. <https://doi.org/10.5682/28105052>
- Jenkins, D. J., Kendall, C. W., Augustin, L. S., Franceschi, S., Hamidi, M., Marchie, A., ... & Axelsen, M. (2002). Glycemic index: overview of implications in health and disease. *The American journal of clinical nutrition*, 76(1), 266S-273S.
- Jenkins, D. J. A., Wolever, T. M. S., Jenkins, A. L., Thorne, M. J., Lee, R., Kalmusky, J., ... & Wong, G. S. (1983). The glycaemic index of foods tested in diabetic patients: a new basis for carbohydrate exchange favouring the use of legumes. *Diabetologia*, 24(4), 257-264.
- Lal, M. K., Singh, B., Sharma, S., Singh, M. P., & Kumar, A. (2021). Glycemic index of starchy crops and factors affecting its digestibility: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 111, 741-755.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.067>
- Lal, M. K., Singh, B., Tiwari, R. K., Kumar, S., Gopalakrishnan, S., Gaikwad, K., Kumar, A., Paul, V., & Singh, M. P. (2022). Interactive Effect of Retrogradation and Addition of Pulses, Cooking Oil on Predicted Glycemic Index and Resistant Starch of Potato. *Starch - Stärke*, 74(5-6), 2100221. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/star.202100221>
- Li, C. (2023). Starch fine molecular structures: The basis for designer rice with slower digestibility and desirable texture properties. *Carbohydrate Polymers*, 299, 120217.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.120217>
- Liao, C., Cao, F., Huang, M., Chen, J., Yang, Y., Fu, C., Zhao, X., Wang, W., & Zheng, H. (2024). Starch digestion and physiochemical properties of a newly developed rice variety with low glycemic index. *Food Chemistry: X*, 24, 101948.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101948>
- Lobos, D. R., Vicuña, I. A., Novik, V., & Vega, C. A. (2017). Effect of high and low glycemic index breakfast on postprandial metabolic parameters and satiety in subjects with type 2 diabetes mellitus under intensive insulin therapy: Controlled clinical trial. *Clinical Nutrition ESPEN*, 20, 12-16.
<https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2017.04.082>

- Lockyer, S., & Nugent, A. P. (2017). Health effects of resistant starch. *Nutrition Bulletin*, 42(1), 10-41. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/nbu.12244>
- Long, T., Liu, K., Long, J., Li, J., & Cheng, L. (2022). Dietary glycemic index, glycemic load and cancer risk: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Eur J Nutr*, 61(4), 2115-2127. <https://doi.org/10.1007/s00394-022-02797-z>
- Manta, A., Paschou, S. A., Isari, G., Mavroeidi, I., Kalantaridou, S., & Peppas, M. (2023). Glycemic Index and Glycemic Load Estimates in the Dietary Approach of Polycystic Ovary Syndrome. *Nutrients*, 15(15), 3483. <https://www.mdpi.com/2072-6643/15/15/3483>
- Mao, T., Huang, F., Zhu, X., Wei, D., & Chen, L. (2021). Effects of dietary fiber on glycemic control and insulin sensitivity in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Functional Foods*, 82, 104500. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104500>
- Mızrak, G. (2016). GLİSEMİK İNDEKS, GLİSEMİK YÜK, SAĞLIKLI BESLENME VE SPOR. *Ziraat Mühendisliği*, 0(363), 4-11. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/zm/issue/38892/454247>
- Murillo, S., Mallol, A., Adot, A., Juárez, F., Coll, A., Gastaldo, I., & Roura, E. (2022). Culinary strategies to manage glycemic response in people with type 2 diabetes: A narrative review [Review]. *Frontiers in Nutrition*, Volume 9 - 2022. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1025993>
- Nurilmala, F., Jannah, A., Palupi, E., Sonani, N., Mala, R., Nurdin, N. M., Zahidah, F. U., Bila, N. S., Sharannie, & Dewi, S. A. (2024). High-fiber and low-glycemic index egg-roll cookies made from non-itchy taro (*Colocasia esculenta* var. Febi521). *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101308. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101308>
- Pasqualoni, I., Tolve, R., Simonato, B., & Bianchi, F. (2024). The Impact of Selected Ingredients on the Predicted Glycemic Index and Technological Properties of Bread. *Foods*, 13(16), 2488. <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/16/2488>
- Ren, J., Chen, S., Li, C., Gu, Z., Cheng, L., Hong, Y., & Li, Z. (2020). A two-stage modification method using 1,4- α -glucan branching enzyme lowers

- the in vitro digestibility of corn starch. *Food Chemistry*, 305, 125441. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125441>
- Reshmi, S. K., Sudha, M. L., & Shashirekha, M. N. (2017). Starch digestibility and predicted glycemic index in the bread fortified with pomelo (*Citrus maxima*) fruit segments. *Food Chemistry*, 237, 957-965. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.138>
- Saban Güler, M., & Bilici, S. (2017). Besinin İçeriği, İşleme Ve Pişirme Yöntemlerinin Glisemik İndeks Üzerine Etkisi [BesİNİN İÇERİĞİ, İşleme ve piŞirme yöntemlerinin glİsemik İndeks Üzerİne etkİsİ]. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 1-12. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gsbdergi/issue/33564/372642>
- Sarıtaş, N., Soylu, M., Akdoğan, H., & Silici, S. (2023). Genç Cimnastikçilerde Arı Ürünlerinin Egzersiz Performansına ve Kan Kimyası Özelliklerine Etkisi. *Spor Bilimleri Arastirmalari Dergisi*, 8(3), 674–687.
- Shkempi, B., & Huppertz, T. (2023). Glycemic Responses of Milk and Plant-Based Drinks: Food Matrix Effects. *Foods*, 12(3), 453. <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/3/453>
- Sohrabi, M., Binaeizadeh, M. R., Iraj, A., Larijani, B., Saeedi, M., & Mahdavi, M. (2022). A review on α -glucosidase inhibitory activity of first row transition metal complexes: a futuristic strategy for treatment of type 2 diabetes [10.1039/D2RA00067A]. *RSC Advances*, 12(19), 12011-12052. <https://doi.org/10.1039/D2RA00067A>
- Soylu, M., Atayoğlu, A. T., İnanç, N., & Silici, S. (2015). Glycemic index values of multifloral Turkish honeys and effect of their consumption on glucose metabolism. *Journal of Apicultural Research*, 54(3), 155–162.
- Sun, Y., Zhang, Y., Niu, X., Liu, Y., Xu, L., Wang, Y., Zhang, Q., He, J., Liu, Y., Zhang, K., Wang, R., He, J., & Guo, J. (2025). Postprandial glycemic effects of lactose-hydrolyzed milk supplemented with mulberry leaf and corn silk extracts in adults with type 2 diabetes: A randomized crossover trial. *Clinical Nutrition ESPEN*, 67, 549-554. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2025.03.174>
- SÜZEN, M. K. (2021). *Sağlıklı yetişkinlerde elma sirkesinin postprandiyal glisemi üzerine etkisi* [Trakya Üniversitesi].

- Tan, W. S. K., Chia, P. F. W., Ponnalagu, S., Karnik, K., & Henry, C. J. (2020). The Role of Soluble Corn Fiber on Glycemic and Insulin Response. *Nutrients*, 12(4), 961. <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/4/961>
- Tey, S. L., Lee, D. E. M., & Henry, C. J. (2017). Fruit form influences postprandial glycemic response in elderly and young adults. *The Journal of nutrition, health and aging*, 21(8), 887-891. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12603-017-0880-9>
- Törrönen, R., Järvinen, S., & Kolehmainen, M. (2022). Postprandial glycemic responses to a high-protein dairy snack and energy-enriched berry snacks in older adults. *Clinical Nutrition ESPEN*, 51, 231-238. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.08.026>
- Vlachos, D., Malisova, S., Lindberg, F. A., & Karaniki, G. (2020). Glycemic Index (GI) or Glycemic Load (GL) and Dietary Interventions for Optimizing Postprandial Hyperglycemia in Patients with T2 Diabetes: A Review. *Nutrients*, 12(6), 1561. <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/6/1561>
- Wang, S., Li, C., Copeland, L., Niu, Q., & Wang, S. (2015). Starch Retrogradation: A Comprehensive Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(5), 568-585. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1541-4337.12143>
- Wu, W., Ju, Q., Aili, W., & Li, Z. (2020). Impact of whole cereals and processing on type 2 diabetes mellitus: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(9), 1447-1474. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1574708>
- Yao, F., Li, C., Li, J., Chang, G., Wang, Y., Campardelli, R., Perego, P., & Cai, C. (2023). Effects of Different Cooking Methods on Glycemic Index, Physicochemical Indexes, and Digestive Characteristics of Two Kinds of Rice. *Processes*, 11(7), 2167. <https://www.mdpi.com/2227-9717/11/7/2167>
- Zhang, Y., Mei, X., Li, W., Pan, Y., Cheng, H., Chen, S., Ye, X., & Chen, J. (2025). Mechanisms of starchy foods glycemic index reduction under different means and their impacts on food sensory qualities: A review. *Food Chemistry*, 467, 142351. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142351>

Zhou, C. Z. C., Anderson, G. H., Fan, W., Vien, S., Ai, Y., Tulbek, M., & Fabek, H. (2024). Increasing particle size of oat flours decreases postprandial glycemia and increases appetite in healthy adults. *Nutrition Research*, 130, 81-94. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nutres.2024.07.006>

BÖLÜM 9

ADÖLESANLARDA BARIATRİK CERRAHİ ve BESLENME

Dyt. Dilara BADEMCİ¹

Dr. Öğr. Üyesi Ezgi Toptaş BIYIKLI²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17948814>

¹Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye, E-Posta:235467003@ogr.alanya.edu.tr, ORCID ID: 0009-0001-2374-6273

²Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Antalya, Türkiye. E-Posta:ezgi.biyikli@alanya.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-9277-100X

GİRİŞ

Uluslararası Hastalık Sınıflandırması 11 (ICD-11), obeziteyi “sağlığı bozabilen aşırı yağlanma ile karakterize, kronik ve karmaşık bir hastalık” olarak tanımlamaktadır. Obezitenin gelişiminde obeziteye yatkın ortamlar, psikososyal faktörler ve genetik varyantlar gibi çok sayıda etken rol oynamaktadır (World Health Organization, 2021).

Obezite, son 30 yılda dünya genelinde prevalansı hızla artan bir halk sağlığı sorunu haline gelmiştir (Batzios et al., 2020). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre; 2016 yılında dünya genelinde obeziteye sahip 650 milyon erişkin ve 124 milyon 5-19 yaş grubu çocuk ve adolesan bulunmaktadır. Türkiye’deki obezite prevalansı %32,1 olarak bulunmuştur. Obezite görülme sıklığı çocukluk ve adolesan dönemde de giderek artmaktadır. Adolesan dönem, bireylerin ergenliğe girmesiyle başlayıp, genç yetişkinlik dönemine geçişle sona eren bir gelişim aşamasıdır. DSÖ’ye göre 10 ila 19 yaşları arasındaki dönemi kapsamaktadır (WHO, 1986). Amerikan Pediatri Derneği ise bu yaş aralığını 21 yaşa kadar uzatmaktadır (Council on Child and Adolescent Health, 1988). Bu süreçte hem fiziksel hem de psikolojik açıdan önemli değişimler yaşanmaktadır. Değişen hayat koşullarının da etkisiyle obezite sıklığı artmaktadır. DSÖ verilerine göre, 1990’dan 2022’ye kadar 5-19 yaş arası çocuk ve adolesanlarda obezite oranı küresel olarak dört kat artarak %2’den %8’e, 18 yaş ve üzeri yetişkinlerde ise %7’den %16’ya yükselmiştir (WHO, 2024).

Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA) 2010’a göre 6-18 yaş aralığında obezite sıklığı %8,2 iken hafif şişmanlık sıklığı ise %14,3 olarak belirlenmiştir. TBSA 2019 verileri ise Türkiye’de 15-18 yaş aralığındaki adolesanların %7,5’inin obez, %17,2’sinin ise hafif şişman olduğunu bildirmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu’nun (TÜİK) 2022 yılı Türkiye Sağlık Araştırması sonuçlarına göre ise ülkemizde 15 yaş ve üzerindeki bireylerde hesaplanan beden kitle indeksi (BKİ) incelendiğinde, %20,2’sinin obez, %35,6’sının ise hafif şişman olduğu belirlenmiştir (TÜİK, 2022).

Çocukluk çağı obezitesi, başlangıçta nadir görülen bir durum iken günümüzde çocuklar arasında en önemli halk sağlığı sorunlarından biri olarak öne çıkmaktadır (Hsia et al., 2012). Obez çocukların bu durumu yetişkinlik

döneminde de devam ettirme eğilimi, gelecekte halk sağlığı açısından ciddi sonuçlar doğurma potansiyeli taşımaktadır (The & Suchindran, 2010; Whitaker et al., 1997).

Obeziteye birçok farklı çevresel, davranışsal ve biyolojik faktör etki etmektedir. Özellikle besin değeri düşük, yüksek kalorili yiyeceklerin kolay erişilebilir olması ve fiziksel aktivitenin azalması ağırlık artışını önemli ölçüde etkilemektedir. Ekran karşısında geçirilen uzun süreler, yetersiz uyku ve şekerli içecek tüketimi gibi unsurlar da risk faktörlerini artırmaktadır (Bandini et al., 1990; Johnson, 2002).

İkiz bireyler üzerinde yapılan çalışmalar, genetik yatkınlığın da obezite gelişiminde önemli bir rol oynadığını açıkça göstermektedir (Maes et al., 1997). Bunun yanı sıra, leptin, ghrelin, adiponektin gibi iştah, tokluk ve yağ dağılımını etkileyen hormonların keşfi, obezite üzerindeki metabolik mekanizmalar ve fizyolojik riskleri ortaya çıkarmıştır (Gale et al., 2004).

Sağlık profesyonellerinin, obezitenin yol açabileceği ciddi fiziksel ve psikososyal sorunları önlemek adına durumu erken aşamada değerlendirmesi ve etkili eylem planları oluşturması hayati öneme sahiptir. Şiddetli obeziteye sahip olup, diyet ve egzersiz gibi yöntemlerle tedavi sağlanamayan adölesanlarda, bariatrik cerrahi gibi prosedürler, uzun vadede bu bireylerin yaşam kalitesini artırmak ve obeziteye bağlı komplikasyonları azaltmak için önemli bir seçenek olarak önerilebilmektedir (Whitlock et al., 2005). Bu kitap bölümünde adölesanlarda bariatrik cerrahi uygulamaları ve tıbbi beslenme tedavisi incelenecektir.

1. Adölesanlarda Obezite ve Sağlık Üzerine Etkileri

Adölesanlarda BKİ değerine göre obezite değerlendirmesi yapılırken persentil değerleri kullanılmaktadır. Persentil çizelgesinde fazla kilolu olanlar %85- 95 aralığında, obezitesi olanlar ise %95'in üzeri olarak tanımlanmaktadır (Krebs et al., 2007). Tablo 1'de adölesanlar için persentil değerlerine göre BKİ sınıflandırması verilmiştir.

Adölesanlar özel bir grup olup, vücut bileşimini etkileyen önemli etmenlerden birisi de beslenme alışkanlıkları ve diyetin bileşimidir. Aile ve okul ortamı, fast food ve ev dışı beslenme,

fiziksel değişiklikler yanında, bilişsel ve duygusal açıdan yaşanan dramatik değişiklikler ağırlık artışını etkilemektedir (Soylu, 2024)

Tablo 1: Adölesanlarda Persentil Değerlerine göre BKİ Sınıflandırması (Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği, 2024)

Sınıflandırma	BKİ Persentili
Düşük Kilolu	<%5
Normal Kilolu	≥%5 ile <%85 arasında
Fazla Kilolu	≥%85 ile <%95 arasında
Obeziteli	≥%95
Ciddi Obezite	Sınıf II: 95 persentile karşılık gelen BKİ'nin %120'si veya BKİ ≥35 (hangisi daha küçükse o esas alınır)
	Sınıf III: 95 persentile karşılık gelen BKİ'nin %140'si veya BKİ ≥40 (hangisi daha küçükse o esas alınır)

Adölesanlarda görülen obezite, erken yaşlarda hipertansiyon, metabolik sendrom, Tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar (KVH) gibi komorbiditelerin gelişme riskini önemli ölçüde artırmaktadır. Birçok araştırma, fazla kilolu veya obezitesi olan adölesanların yetişkinlik döneminde hipertansiyon geliştirme olasılığının daha yüksek olduğunu göstermektedir (Field et al., 2005; Ford et al., 2008; Li et al., 2007).

1982 ile 1994 yılları arasında yapılan bir çalışmada, çocuklarda Tip 2 diyabet prevalansının dört kat artarak %4'ten %16'ya yükseldiği tespit edilmiştir (Cook et al., 2003). Diğer bir araştırma, obezitesi olan adölesanların %50'sinin metabolik sendrom kriterlerini karşıladığını ortaya koymuştur (Weiss et al., 2004).

Adölesan dönemde obeziteye sahip bireyler, yetişkinliklerinde artmış mortalite riskiyle karşı karşıya kalabilirler (Singh et al., 2008). Araştırmalar, bu durumun uzun vadeli sağlık sonuçları üzerinde ciddi etkiler yaratabileceğini göstermektedir (Björge et al., 2008; Reilly & Kelly, 2011).

2.ADÖLESANLARDA OBEZİTENİN ÖNLENMESİNE YÖNELİK YAKLAŞIMLAR

Obeziteyi önleme, davranış temelli ağırlık kaybı ve devamlılığının zorluğu ile cerrahi veya ilaç tedavilerinin maliyeti ve olası zararları göz önüne

alındığında halk sağlığı açısından bir öncelik olmalıdır. Çocukluk çağı ve adölesan dönemde obeziteye sahip olmak, yetişkinlikte de devam etme riski barındırması nedeniyle kritik bir önem taşımaktadır. Sağlıklı beslenme ve fiziksel aktivite alışkanlıklarının çocuklukta kazandırılması, gelecekteki obezite riskini azaltabilir (Whitaker et al., 1997).

Şekerli içeceklerin tüketiminin sınırlandırılması, ağırlık yönetiminde etkili bir adım olabilir. Bunun yanı sıra, günlük 5-9 porsiyon meyve ve sebze tüketimi, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının geliştirilmesine yardımcı olur (US Department of Health and Human Services & US Department of Agriculture, 2005). Ekran süresinin günde 2 saat ile sınırlandırılması ve uyku alanlarında ekran bulundurulmaması, hem fiziksel hem de zihinsel sağlık üzerinde olumlu etkiler yaratabilir (American Academy of Pediatrics, 2001). Her gün düzenli kahvaltı yapmak, metabolizmanın dengeli çalışmasına katkıda bulunurken, fast food restoranlarına gitme sıklığının ve porsiyon boyutlarının azaltılması da sağlıklı bir diyetin sürdürülmesine destek olur. Aile yemeklerinin teşvik edilmesi, ebeveyn ve çocukların birlikte zaman geçirmesini sağlayarak sağlıklı yeme alışkanlıklarını güçlendirebilir. Yaşa uygun enerji dağılımını sağlayan, dengeli bir makro besin içeriğine sahip bir diyet benimsemek de önemlidir (US Department of Health and Human Services & US Department of Agriculture, 2005). Bununla birlikte, kalsiyum ve lif açısından zengin bir diyet uygulamak, enerji yoğunluğu yüksek gıdaların tüketimini azaltmak gibi ek öneriler de obezite riskini düşürmeye yardımcı olabilir. Doğumdan itibaren ilk 6 ay boyunca yalnızca emzirme ve katı gıdalara geçişten sonra 12 aya kadar emzirmeye devam etme, yaşam boyu sağlıklı bir başlangıç sunabilir (Krebs & Jacobson, 2003; Owen et al., 2005). Son olarak, her gün en az 60 dakika orta ila yoğun fiziksel aktivite yapılması, obeziteyle mücadelede kritik bir rol oynar (Strong et al., 2005).

3. ADÖLESANLARDA BARIATRİK CERRAHİ

2022 yılı Amerikan Metabolik ve Bariatrik Cerrahi Derneği (ASMBS) ve Uluslararası Obezite ve Metabolik Bozukluklar Cerrahisi Federasyonu (IFSO) kılavuzları, adölesanlarda bariatrik cerrahinin (BC) güvenliğini ve etkinliğini vurgulamaktadır (American Society for Metabolic and

Bariatric Surgery & International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders, 2022). ASMBS, önemli sağlık sorunları olan ve BKİ %120'nin üzerinde (II. derece obezite) olan veya %140'ın üzerinde (III. derece obezite) olan adölesanlar için obezite cerrahisi düşünülmesini önermektedir. Ayrıca, sendromik obezite, gelişimsel gecikmeler, otizm spektrum bozuklukları veya travma öyküsü gibi durumlar, artık adölesanlarda metabolik ve bariatrik cerrahi için engel olarak görülmemektedir (Pratt et al., 2018).

Adölesanlarda bariatrik cerrahi için farklı rehberler mevcuttur. İngiltere Ulusal Sağlık ve Klinik Mükemmellik Enstitüsü (NICE) ise cerrahinin yalnızca olağanüstü durumlarda bu yaş grubunda yapılmasını önermektedir, ancak yetişkinler için belirlenen aynı BKİ kriterlerinin uygulanmasını tavsiye etmektedir (National Institute for Health and Care Excellence [NICE], 2014). Uluslararası Pediatrik Endoşirurji Grubu (IPEG), adölesanlara cerrahi müdahale önermekte, ancak bunun yalnızca yetişkin boyuna neredeyse ulaşmış veya tamamen ulaşmış olan adölesanlar için uygun olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, cerrahinin hangi koşullarda yapılması gerektiğine dair belirli kılavuzlar sunmaktadır (Tablo 2) (IPEG, 2009).

Tablo 2: Adölesanlarda Güncellenmiş Bariatrik Cerrahi Endikasyonları (IPEG, 2009).

Endikasyonlar
• Ciddi obez ($BKİ \geq 40$) ve obeziteye bağlı komorbiditelere sahip olan • $BKİ 35 \text{ kg/m}^2$ ve ciddi komorbiditelere sahip olan • Yetişkin boyuna ulaşmış veya neredeyse (örneğin, %95) ulaşmış olmak. • En az 6 ay süresince planlanmış geleneksel ağırlık yönetimi çabalarında başarısız olmuş • Ameliyat öncesi ve sonrası kapsamlı pediatrik psikolojik değerlendirmeye bağlılık gösteren ve en az 1 yıl süreyle hamilelikten kaçınmayı kabul eden • Ameliyat sonrası beslenme yönergelerine uymaya istekli ve bunu sürdürebilecek • Karar verme kapasitesine sahip ve cerrahi yönetim için bilgilendirilmiş onay verebilen

Komorbiditeler
1. Ciddi komorbiditeler: • Tip 2 diyabet • Obstrüktif uyku apnesi • Pseudotumor serebri
2. Diğer komorbiditeler: • Vücut ağırlığı ile ilişkili artrit • Hipertansiyon • Dislipidemi • Venöz staz hastalığı • Pannikülit • İdrar kaçırma • Günlük yaşam aktivitelerinde belirgin bozulma • Non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı (steatohepatit dahil) • Gastroözofageal reflü • Şiddetli psikososyal sıkıntı

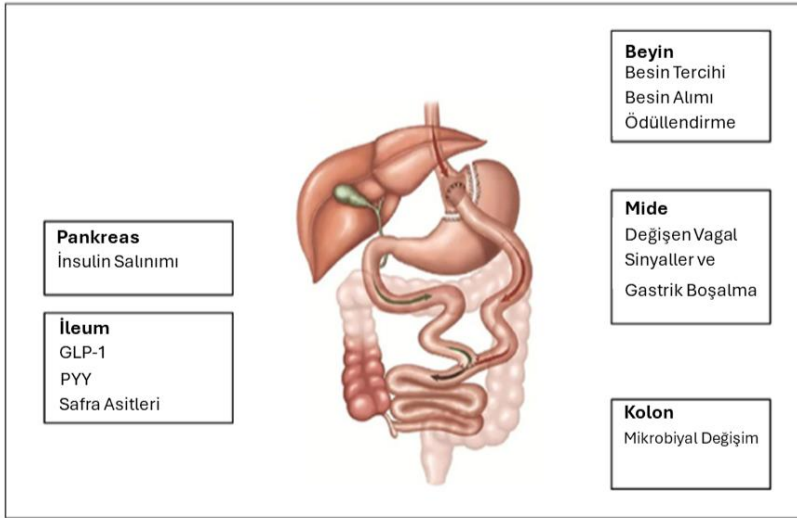
Kaynak: IPEG, 2009

BC alanındaki kılavuzlar BC'nin önemli ve sürdürülebilir ağırlık kaybına yol açtığını ve obeziteyle ilişkili sağlık sorunlarını iyileştirdiğini belirtmektedir. Özellikle, Roux-en-Y gastrik bypass (RYGB) geçiren adölesanlar, yalnızca tıbbi tedavi görenlere kıyasla daha fazla ağırlık kaybı yaşamakta ve kardiyovasküler sağlık durumlarında iyileşme gözlemlenmektedir (Olbers et al., 2017). Hipertansiyon ve dislipidemi gibi durumlarda, cerrahiden sonra sekiz yıla kadar iyileşmeler gözlemlenmiştir (Inge et al., 2017). Ayrıca adölesanlarda bariatrik cerrahiye yönelik veri tabanından elde edilen bulgular, BC geçiren adölesanlarda kalp damar riski faktörlerinde ve tip 2 diyabet (T2D) üzerindeki kalıcı iyileşmeyi desteklemektedir (Michalsky et al, 2018; Inge, et al., 2018; 2019).

Bariatrik cerrahinin etkileri, mekanik sınırlama ile gıda alımını ve/veya besin emilimini azaltmakla kalmaz; aynı zamanda ağırlık kaybına katkıda bulunan çeşitli biyolojik mekanizmaları da içerir. Yapılan çalışmalarda belirtilen hormonal değişiklikler, bağırsak hormonları olan glukagon

benzeri peptid-1 (GLP-1) ve peptid YY'nin seviyelerindeki artış ile iştah artırıcı hormon olan ghrelinin seviyelerindeki düşüşü içerir. Bu hormonal değişimler, ağırlık kaybını teşvik eden önemli bir rol oynar (Miras & le Roux, 2013).

Ayrıca, mide boşalmasının hızlanması, vagal sinyallerdeki değişiklikler, insülin salınımı ve bağırsak mikrobiyotası gibi faktörler, hastaların gıda tercihleri ve yemek düzenleri üzerinde de etkili olur. Bu değişiklikler, bariatrik cerrahinin olumlu etkilerini artırarak hastaların daha sağlıklı beslenme alışkanlıkları geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Miras & le Roux, 2013).



Şekil 1: Adölesanlarda bariatrik cerrahinin etkisine katkıda bulunan faktörler. GLP-1, glukagon benzeri peptid 1; PYY, peptid YY (Miras & le Roux, 2013).

3.1. Adölesanlarda Bariatrik Cerrahinin Risk-Fayda Dengesi

Bariatrik cerrahi, adölesanlarda obezitenin tedavisinde etkili bir seçenek olarak öne çıkmakla birlikte, bu tedavi yönteminin uygulanabilirliği ve güvenliği hakkında çeşitli bilimsel ve etik tartışmalar bulunmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulusal Sağlık Enstitüleri tarafından desteklenen ve 5 merkezi kapsayan Teen-LABS çalışması bariatrik cerrahinin 2. derece obeziteye sahip adölesanlarda güvenilir ve etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Teen-LABS araştırması, çocuklarda

bariatrik cerrahinin kısa ve uzun vadeli etkinliği ile güvenilirliğini sistematik olarak inceleyen en kapsamlı çalışmalardan biridir (Inge et al., 2013)

Bariatrik cerrahiyi savunanlar ve karşıt görüşleri benimseyenler arasındaki görüş farklılıkları, literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Tablo 3’de, bariatrik cerrahinin adölesanlarda uygulanmasına yönelik ortaya konulan bazı görüşler ele alınmıştır (Ells et al., 2015).

Tablo 3: Bariatrik Cerrahinin Adölesanlarda Uygulanmasına Yönelik Ortaya Konulan Görüşler (Ells et al., 2015).

BC’ye Yönelik Görüş	Karşıt Görüş
BC’nin mortalite ve morbidite üzerindeki uzun vadeli (>3 yıl) etkileri henüz net değildir.	Yetişkinlerde BC sonrası mortalite ve morbidite üzerinde olumlu etkiler saptanmıştır. Adölesanlarda da artan literatür bu bulguları desteklemektedir.
BC’nin mikro besin ve vitamin eksiklikleri üzerindeki uzun vadeli (>3 yıl) etkileri bilinmemektedir.	Dikkatli izleme ve takviye desteği, BC programlarının temel bileşenleri olarak büyük önem taşımaktadır.
BC’nin diğer hastalık süreçlerinin gelişimi, patolojik yeme davranışları veya diğer ilgili yan etkiler üzerindeki uzun vadeli (>3 yıl) etkileri henüz net bir şekilde rapor edilmemiştir.	Yetişkinlerde BC’den sonra 5-10 yıl süren takip ile kanser riskinde %30–80 oranında bir azalma olduğunu gösterilmiştir. Hem yetişkinlerde hem de adölesanlarda, patolojik yeme davranışları nadir görülmektedir.
BC’nin yaşam kalitesi üzerindeki uzun vadeli etkileri henüz net değildir.	Kısa ve orta vadeli sonuçlar umut verici olmuştur.
Hangi adölesanların BC’den fayda sağlayacağı henüz bilinmemektedir ve tüm adölesanlar BC’den	Çoğu adölesan, BC’den önemli fiziksel ve psikolojik faydalar elde etmektedir. Cerrahinin uygun olmayacağı adölesanları

psikolojik olarak fayda sağlamamaktadır.	tanımlamak için aktif yollar aranmalıdır.
Şiddetli obeziteye sahip olan adölesanlarda psikiyatrik hastalıkların prevalansı belirsizdir ve kontrol altına alınmazlarsa, bunlar BC için kontrendikasyonlar oluşturabilir.	Adölesanlarda BC ilgili yönergeler, herhangi bir psikiyatrik durumun kontrol altına alınmış olması gerektiğini açıkça belirtmektedir.

4. ADÖLESANLARDA BARIATRİK CERRAHİ SONRASI BESLENME YÖNETİMİ VE TAKİP

4.1. Diyet Basamakları

Erken dönem post-operatif diyetlerin amacı, hastaların gıda dokusuna olan toleranslarına dayalı olarak beslenme ihtiyaçlarını karşılamaktır. Post-operatif erken dönemdeki diyetler berrak sıvı diyetleri, tam sıvı diyetleri ve yumuşak diyetler şeklinde 3 kategoriye ayrılmaktadır (Schiavo et al., 2015).

Ameliyattan sonraki ilk 24 saat içinde düşük şeker içeren berrak sıvılarla başlanan bu süreçte, hastalar sıvılardan kremamsı veya yumuşak yiyeceklerle, ardından da çiğnenebilir katı gıdalara geçiş yapacak şekilde yönlendirilir. Bu kademeli ilerleme genellikle 2-4 hafta içerisinde tamamlanır (Mechanick et al., 2013, 2008; Aills et al., 2008). Hastalar ameliyat öncesi ve sonrası dönemde, fizyolojik değişimlerin yol açabileceği besin yetersizlikleri hakkında detaylı şekilde bilgilendirilmelidir (Migliaccio et al., 2019).

BC'den sonraki ilk aylarda ağırlık kaybı hızlı olmaktadır. Bu durum, yağsız vücut kitlesi ile kas kütlesinde belirgin bir kayba yol açabilir (Chaston et al., 2007). Yeterli protein alımı, hızlı ağırlık kaybı sırasında yağsız vücut kitlesi kaybını önlemek için önemli bir koruyucu faktördür. Ancak, BC sonrası özellikle ilk aylarda protein açısından zengin besinlere karşı gelişen mide intoleransı nedeniyle protein alımı genellikle azalır (Aasheim et al., 2008).

Güncel rehberler, BC sonrası günlük minimum protein alımı için 60 g ve ideal vücut ağırlığına göre 1.5 g/kg hedefini önermektedir. Doğal gıdalarla bu hedeflere ulaşmak zor olabileceğinden, BC'nin ilk aylarında günlük 30 g sıvı protein takviyesi kullanımı, yeterli protein alımını sağlamak için önerilmektedir (Busetto et al., 2017).

Yetişkinlerde olduğu gibi, beslenme toleransını artırmaya yönelik önerilen yaklaşımlar arasında, katı gıdaların tüketilmesinden 30 dakika sonra sıvı alımı, yiyeceklerin iyice çiğnenmesi, yavaş yemek yeme, sık ama küçük öğünler tüketmek ve toklukla ilgili farkındalık bulunmaktadır.

Diyet, hastanın toleransına göre aşamalı olarak ilerlemelidir (Inge et al., 2017):

1. Aşama: şekerli sıvı gıdalar;
2. Aşama: yüksek proteinli sıvı gıdalar;
3. Aşama: pürüzsüz kıvamda yüksek proteinli gıdalar;
4. Aşama: yumuşak gıdalar, diğer protein kaynakları, meyve, sebze ve tahıllar;
5. Aşama: sağlıklı besinlerle günlük 800-900 kkal içeren dengeli bir diyet.

Ayarlanabilir gastrik bant (AGB) uygulanan yetişkinlerle benzer şekilde, adölesanlarda da diyetin aşamalı olarak ilerlemesi önerilse de, RYGB ve SG uygulanan adölesanlar için daha yavaş bir ilerleme önerilmektedir (Fullmer et al., 2012; Mechanick et al., 2009). Bu aşamalı ilerleme süreci, Tablo 4'de detaylı şekilde gösterilmektedir (Aill et al., 2008).

Tablo 4: Bariatrik Cerrahi Sonrası Hastalar İçin Öngörülen Beslenme Aşamaları (Aill et al., 2008)

Süre	Aşama	Öğün İçeriği
Post-opera tif 24 saat-3 gün	Aşama 1 Berrak Sıvılar • Düşük yağlı • Yüksek proteinli • Konsantre şekerli	Öğün yerine geçen içecek karışımı, suyla karıştırılmış Su, kafeinsiz çay/kahve Sıfır kalorili içecekler, seyreltilmiş meyve suyu Şekerli içecekler, et suyu Jöle Şekerli dondurulmuş meyveli içecekler

Post- opera tif 10-14 gün	Aşama 2 Tam Sıvılar • Düşük yağlı • Yüksek proteinli • Konsantre şekersiz	Öğün yerine geçen içecek karışımı, az yağlı süt veya şekersiz bitkisel süt ile hazırlanmış Yoğurt Lor peyniri Şekersiz elma püresi Az yağlı süt Şekersiz bitkisel süt Püre haline getirilmiş az yağlı çorbalar
Post- opera tif 14-28 gün	Aşama 3 Yumuşak Gıdalar • Düşük yağlı • Yüksek proteinli • Konsantre şekersiz	Çatal ile kolayca ezilebilen yiyecek, örneğin: İyi pişmiş sebzeler Yavaş pişirilmiş yumuşak etler Yağsız kıyma etler İyi pişmiş baklagiller Muz
Post- opera tif 28 gün-3 ay	Aşama 4 Standart Dokulu Gıdalar • Düşük yağlı • Yüksek proteinli • Konsantre şekersiz	Hastanın zorluk yaşamayacağı her türlü yiyecek Yutulması zor yiyecekler: ○ Domuz pirzolası ○ Biftek ○ Tavuk göğsü ○ Kereviz ○ Asitli meyvelerin zar ve kabukları ○ Hindistan cevizi
Post- opera tif 3. ay $\geq$	Standart Dokulu Gıdalar • Düşük yağlı • Yüksek proteinli • Konsantre şekersiz	Vücut ağırlığının kilogramı başına 1.2 g'dan 1.5 g'a, 0.8 g'dan 1 g'a artırılmalıdır. Bitkisel bazlı gıdaların alımına genellikle daha fazla önem verilmesi önerilmektedir.

Adölesanlarda özel olarak, yeterli hidrasyonu sağlamak ve okul ortamında düzenli beslenme alışkanlıkları oluşturmak zor olabilir. Okul hemşiresi ve/veya rehber öğretmen ile iletişim kurarak öğle yemeği saati düzenlemesi, su şişesi erişimi ve tuvalet ihtiyacına imkan sağlamak, diyet programlarına uyumu kolaylaştırabilir. Üniversite ortamına geçişte ise yemek planlaması ve yemek salonu menülerinin incelenmesi, yemek düzenlemeleri yapabilmek için yurt odası buzdolaplarına erişim gibi stratejiler destekleyici olabilir (Fullmer et al., 2012).

4.2. Makro & Mikro-Besin Ögesi Takviyeleri

Postoperatif mikro besin ögesi eksiklikleri riski, yetişkinlerle benzer şekilde adölesanlarda da gözlemlenmekte olup, bu durumun dikkatle izlenmesi gerekmektedir. Yetişkinlerde şiddetli obeziteye bağlı mikro-nutrient eksikliklerinin daha yüksek prevalansı saptanmış olup bu duruma yönelik daha kapsamlı tarama ve önleyici takviye stratejileri, 2012 yılında yayımlanan adölesanlar için kılavuzlarla benzer bir yaklaşım benimsenerek geliştirilmiştir (Fullmer et al., 2012; Parrott et al., 2017). Bu bağlamda, adölesan ve yetişkinler için pre-operatif ve post-operatif bariyatrik cerrahi izlem kılavuzlarının karşılaştırılmasına ilişkin detaylı bilgi Tablo 5' de sunulmaktadır (Christison & Gupta, 2017).

Tablo 5: Adölesan ve Yetişkinler İçin Preoperatif ve Postoperatif Bariyatrik Cerrahi İzlem Kılavuzlarının Karşılaştırılması (Christison & Gupta, 2017)

Laboratuvar Testleri	Adölesanlar ^{a,b}	Yetişkinler ^{c,d}
Tam Kan Sayımı	2–3 ay, 6 ay, yıllık	Başlangıçta, 1 yıla kadar her 3–6 ayda bir ve sonrasında yıllık
Demir Tetikleri (Fe,TDBK, ferritin)	2–3 ay, 6 ay, yıllık	Başlangıçta, 1 yıla kadar her 3–6 ayda bir ve sonrasında yıllık
Magnezyum	2–3 ay, 6 ay, yıllık ^e	Başlangıçta, 1 yıla kadar her 3–6 ayda bir ve sonrasında yıllık ^e

Fosfor	2–3 ay, 6 ay, yıllık ^e	Başlangıçta, 1 yıla kadar her 3–6 ayda bir ve sonrasında yıllık ^e
Serum albümin seviyesi	Başlangıçta, 2–3 ay, 6 ay, yıllık ^e	Başlangıçta, 1 yıla kadar her 3–6 ayda bir ve sonrasında yıllık ^e
B12 ve MMA	Başlangıçta ^e , 2–3 ay, 6 ay, yıllık	Başlangıçta ^e , 1 yıla kadar her 3–6 ay ^f ve sonrasında yıllık
Kırmızı kan hücresi,folat	Başlangıçta	Başlangıçta, 1 yıla kadar her 3–6 ayda bir ve sonrasında yıllık
Tiamin (tam kan)	Başlangıçta ^e ,2–3 ay, 6 ay, yıllık	Başlangıçta, 1 yıla kadar her 3–6 ayda bir ve sonrasında yıllık ^g (Başlangıçta ve semptom varsa ^e)
Piridoksin (B6)	Başlangıçta ^e , ve takip.	Öneri bulunmamaktadır.
Yağ	Başlangıçta ^e , ve takip.	Başlangıçta, her 6-12 ayda 1
DXA	Sorun gözlenirse ^e	Başlangıçta ve 2 yıl ^e
24-saat idrar Ca	Kılavuz bulunmamaktadır.	Başlangıçta, 6 ay, yıllık
D Vitamini/iPTH/Ca	Başlangıçta, 2–3 ay, 6 ay, yıllık ^e	Başlangıçta, 1 yıla kadar her 3–6 ayda bir ve sonrasında yıllık ^e
İdrar veya serum NTx	Kılavuz bulunmamaktadır.	Başlangıçta (Peri-menopozal ve Post-menopozal Kadınlar)
A, E, K vitamini	Opsiyonel	Başlangıçta ve 12 ay içinde izlem (E ve K

		vitamini, post-op semptomlara göre)
Bakır ve seruloplazmin	Başlangıçta, 6 ay ve yıllık	Başlangıçta, yıllık
Çinko	6 ay ve yıllık	Semptom varsa ve yıllık
Selenyum	6 ay ve yıllık	Semptom varsa

DXA (Çift Enerjili X-Işını Absorpsiyometri); Eritrosit SOD (Eritrosit Süperoksit Dismutaz); Fe (Demir); HCy (Homosistein); iPTH (Tam Paratiroid Hormon); MMA (Metilmalonik Asit); NTx (Tip I Kollajen N-Telopeptid); TDBK (Toplam Demir Bağlama Kapasitesi).

^a Kuzey Amerika Pediatrik Gastroenteroloji, Hepatoloji ve Beslenme Derneği kılavuzları (2012).

^b Derleme (2014)

^c Obezite Derneği kılavuzları (2013).

^d Amerikan Metabolik ve Bariatrik Cerrahi Derneği güncel kılavuz (2017).

^e Kılavuz, laparoskopik ayarlanabilir mide bandı için tarama sıklığını belirtmektedir.

^f Kılavuz, B12 eksikliği riskini artıran ilaçlar (örneğin, proton pompa inhibitörleri, metformin) kullananlar için 3 ay boyunca tarama sıklığını belirtmektedir.

^g Risk altındaki gruplar: kadınlar, Afrikalı Amerikalılar, kliniğe başvurmayanlar, gastrointestinal semptomlar yaşayanlar, kalp yetmezliği olanlar.

Adölesanlarda mikro besin ögesi eksikliklerinin uzun vadeli etkileri arasında demir eksikliği anemisi ve D vitamini eksikliği nedeniyle artmış paratiroid hormonu düzeyleri öne çıkmaktadır. Bu durumların erken tanımlanması ve tedavi edilmesi, önemli sağlık sonuçlarının önlenmesi açısından büyük bir özen gerektirmektedir (Inge et al., 2017; Olbers et al., 2017). Adölesan ve Yetişkinlerde Bariatrik Cerrahi Sonrası Mikro Besin Ögesi Takviyesi İçin Kılavuzların Karşılaştırılması Tablo 6'da özetlenmiştir.

Tablo 6: Adölesan ve Yetişkinlerde Bariatrik Cerrahi Sonrası Mikro Besin Ögesi Takviyesi İçin Kılavuzların Karşılaştırılması^a

DRI/günlük ^b	Kızlar, 14-18 yaş	Erkekler, 14-18 yaş	Yetişkin (K:E)	Adölesanlar ^c	Yetişkinler ^{d,e}
Makro-nutrient Hidrasyon, L Protein, g	2.3 46	3.3 52	2.7: 3.7 46:56	2.4-2.8 60-90 (ya da 1-1.5 g/kg IVA)	2.4-2.8 60-90
Mikro-nutrient Folat, µg	400	400	400	400-1000 ^f	400-800 (doğurganlık döneminde ki kadınlar için, 400- 1000) ^f
Kalsiyum, mg	1300	1300	800	1300	1200-1500 (AGB)
D Vitamini, IU	400	400	400	600-2000 ^f	3000 U/d (seviyeyi >30 ng/mL tutabilmek için, AGB)
B12 Vitamini, µg	2	2	2	500 SL veya 1000 IM/SC aylık	350-500 PO, SL, sıvı/eritileb ilir veya 1000 IM/SC aylık
B1 Vitamini (Tiamin), mg	1	1.2	0.9:1	50	12, minimum, (tercihen 50)
B6 Vitamini (Piridoksin), mg	1.2	1.3	1.1	DRI ^f	DRI ^f

A Vitamini, µg	700	900	500:625	DRI ^f	5000 IU (LABG) ^f or 10,000 IU (SG/RYG B) ^f
Demir, mg	15	11	8.1:6	45-60	18 ^f (Adet gören kadınlar, 45-60)
Çinko, mg	9	11	6.8:9.4	DRI ^f	8-22 (RYGB) ^f or 8-11 (SG/ AGB) ^f
Bakır, µg	890	890	900	DRI ^f	2 mg (RYGB) ^f or 1 mg (SG/ AGB) ^f

DRI, diyet referans alımı; K, kadın; E, erkek; IVA, ideal vücut ağırlığı; IM, intramüsküler; AGB, ayarlanabilir gastrik band; PO, oral yolla; RYGB, Roux-en-Y mide bypass; SL, sublingual; SC, cilt altı; SG, sleeve gastrektomi.

^aEn son yayımlanan kılavuz önerileri

^bGıda ve beslenme, DRI'lar

^cKuzey Amerika Pediatrik Gastroenteroloji, Hepatoloji ve Beslenme Derneği kılavuzları (2012).

^dAmerikan Metabolik ve Bariatrik Cerrahi Derneği kılavuzları (2013).

^eAmerikan Metabolik ve Bariatrik Cerrahi Derneği entegre sağlık beslenme kılavuzları (2017).

^fMultivitamin ve Demir ile karşılanan öneri: AGB için 1 tablet; RYGB/SG için 2 tablet.

Adölesanlarda uygulanan bariatrik cerrahi, kemik mineralizasyonunun azalmasına yol açabilir. RYGB, kolekalsiferol emilimini %25 oranında azaltır. Bu durum, kalsiyum ve fosfor konsantrasyonlarının düşmesine neden olabilir ve sonuç olarak önemli kemik yoğunluğu kaybı yaşanabilir (Kaulfers, 2011). Mevcut öneriler, yetişkinlerde bariatrik cerrahi sonrası 2 yıl sonrasında kemik yoğunluğu taraması yapılmasını önermekte olup bir çalışmada metabolik kemik hastalığının prevalansı %70 oranında bulunmuştur (Williams, 2011). Ancak, adölesanlar için kemik yoğunluğu taraması ile ilgili şu ana kadar spesifik bir öneri

geliştirilmemiştir. Bu bulguların klinik önemi, adölesan hastaların daha uzun süreli takipleri ile daha net bir şekilde ortaya konulabilir.

4.3. Adölesanlarda Bariatrik Cerrahi Sonrası Beslenme Durumunun Takibi

Yeterli ve uygun şekilde ağırlık kaybı sağlanıp sağlanmadığını izlemek ve protein malnütrisyonunu taramak için vücut ağırlığı yakından izlenmeli ve takip edilmelidir. Beklenen ağırlık kaybı, ilk 3 ayda günde 0.2 - 0.4 kg, 3 ila 9 ay arasında günde 0.1-0.2 kg ve 1 yıla kadar günde 0.1 kg olabilir. Ağırlık artışı genellikle 18 ila 24 ay arasında görülür. Eğer protein malnütrisyonu tespit edilirse ve ağız yoluyla protein takviyesi ile düzeltilmezse, alternatif beslenme desteği düşünülmelidir (Fullmer et al., 2012; Heber et al., 2010). Hastaların uzun vadeli takiplerinde, kemik yoğunluğundaki değişiklikler, çinko eksikliğinden kaynaklanan saç dökülmesi ve nörolojik komplikasyonlar gibi önemli durumların izlenmesi de yer almalıdır (Nobili et al., 2015).

Bariatrik cerrahi sonrası gıda miktarları ve gıda isteklerinde azalma gözlenirse de, ağırlık artışı görülebilir. Bu durum, anatomik adaptasyonlar, fizyolojik tersine dönüşler ve düzensiz yeme davranışları ile ilişkilendirilebilir. Obeziteye sahip adölesanlarda yaygın olarak görülen bazı davranışlar, bariatrik cerrahi sonuçlarını olumsuz yönde etkileyebilir. Bu davranışlar arasında, bireyin yediği yiyecekleri veya miktarlarını kontrol edemediği bir durum olan 'kontROLSÜZ yeme' de bulunmaktadır (Heber et al., 2010; American Psychiatric Association, 2013).

KontROLSÜZ yeme, obeziteye sahip adölesanların %30'unda görülmektedir (He et al., 2017). Bu grup, cerrahi tedavi seçeneklerine başvuran bireyleri de içermektedir (Utzinger et al., 2016). Ayrıca, kontROLSÜZ yemenin, aşırı ağırlık kazanımı ve buna bağlı metabolik disfonksiyon ile güçlü bir ilişkiye sahip olduğu, adölesanlar üzerinde yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Tanofsky-Kraff et al., 2009, 2012, 2016).

Teen-LABS çalışmasında, katılımcılar cerrahi öncesi 30 gün içinde temel değerlendirmeleri tamamlamış ve 6 ay, 1 yıl, 2 yıl, 3 yıl ve 4 yıl sonrasında takip edilmiştir. Bu çalışmada, adölesanlarda görülen "kontROLSÜZ yeme" davranışı üzerinde durulmuştur.

Başlangıçta, adölesanların %27'si kontrolsüz yeme davranışı sergilemiştir. Cerrahi sonrası tüm izleme dönemlerinde, kontrolsüz yeme davranışı cerrahi öncesine kıyasla anlamlı şekilde azalmıştır. Ancak, bu davranışlar 6 ay ile 4 yıl arasındaki izlem dönemlerinde yavaş bir artış göstermiştir. 1., 2. ve 3. yıl izleminde, kontrolsüz yeme davranışı, bir sonraki değerlendirmede başlangıçtaki BKİ değişiminin daha düşük olmasıyla ilişkilendirilmiştir (Uttinger et al., 2016).

Bir sistematik derleme ve meta-analiz ise adölesanlarda bariatrik cerrahiden sonra yaşam kalitesinin (QoL) önemli ölçüde iyileştiğini göstermiştir. Bu iyileşme, cerrahiden sonraki 9 ila 94 aylık takip süresinde gözlemlenmiş ve en belirgin artışın 12. ayda olduğu, iyileşmenin uzun dönem takiplerde (60+ ay) de sürdürüldüğü bildirilmiştir (Trooboff et al., 2019).

5. ADÖLESANLARDA OBEZİTE CERRAHİSİNİN PSİKOLOJİK VE SOSYAL ETKİLERİ

Batı toplumlarında obeziteye bağlı stigma (damgalanma), önemli bir psikososyal faktör olarak öne çıkmaktadır. Çocukluk ve ergenlik döneminde beden ve beden imajı gelişimi, bireyin kimliği açısından temel unsurlar arasındadır. Obeziteye sahip adölesanlar, genellikle beden memnuniyetsizliği, düşük benlik saygısı, alay edilme ve ruh hali sorunları yaşarlar. Ayrıca, obez çocuklar okul terk etme, zorbalığa maruz kalma ve sosyal fırsatlardan yoksun kalma riski açısından daha savunmasızdır (Cena et al., 2017; Moreira, 2017).

Adölesanlar üzerinde bariatrik cerrahinin psikososyal etkilerine yönelik yapılan çalışmalar sınırlı sayıda olup genellikle küçük örneklem grupları ve kısa takip süreleriyle sınırlıdır. 2014 yılında gerçekleştirilen bir sistematik derlemede, cerrahi öncesi ve sonrası dönemde psikososyal durum ile ruh sağlığına dair bulgular incelenmiştir. Çalışmada, bariatrik cerrahiye başvuran adölesanların %15 ila %70'inde depresyon, %15 ila %33'ünde anksiyete ve %48 ila %70'inde yeme bozukluğu semptomları tespit edilmiştir. Ameliyat sonrası ilk 12 ay içinde depresif belirtilerin ya tamamen düzeldiği ya da önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir (Herget et al., 2014).

İsveç'te 13-18 yaş arasındaki adölesanlarda yapılan bir çalışmada, cerrahiden iki yıl sonra anksiyete, depresyon, öfke ve yıkıcı davranışlarda önemli

ölçüde azalma tespit edilmiştir. Ayrıca, cerrahiden bir yıl sonra benlik saygısı ve öz kavramında önemli bir iyileşme görülmüş, bu iyileşme iki yıllık takip süresince istikrar kazanmıştır (Järholm et al., 2015).

Ancak altı yıla kadar süren bir takip çalışmasında, iki yıl sonunda ruh sağlığı üzerindeki etkilerin daha sınırlı olduğu görülmüş, ancak mevcut semptomların hafiflemesinin ya da tamamen ortadan kalkmasının, yeni semptomların ortaya çıkmasından daha yaygın olduğu belirtilmiştir (Hunsaker et al., 2018).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Adölesan dönemde görülen obezite, bireyin hem fiziksel sağlığını hem de psikososyal gelişimini olumsuz etkileyerek, küresel ölçekte önem arz eden bir halk sağlığı sorunu haline gelmiştir. Erken yaşlarda başlayan obezite, hipertansiyon, metabolik sendrom, Tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi ciddi komorbiditelerin gelişme riskini artırmakta ve yetişkinlikte de devam etme eğilimi göstermektedir. Bu durum yalnızca bireysel değil, toplumsal düzeyde de ekonomik ve sosyal yükler doğurmaktadır.

Obezitenin önlenmesi ve yönetiminde öncelikli olarak beslenme düzenlemeleri, bireye özgü egzersiz programları ve psikososyal destek gibi yaşam tarzı değişiklikleri temel yaklaşım olarak benimsenmelidir. Ancak tüm bu müdahalelere rağmen istenilen düzeyde ağırlık kaybı sağlanamayan ve belirli kriterleri karşılayan adölesan bireyler için bariatrik cerrahi etkili ve güvenli bir tedavi seçeneği olarak düşünülmelidir. Bu tür cerrahi uygulamaların yalnızca uzmanlaşmış merkezlerde ve multidisipliner ekipler tarafından gerçekleştirilmesi büyük önem taşır. Cerrahi sonrası dönemde de düzenli takip, bireysel gereksinimlere göre uyarlanmış tedavi planları ve psikososyal destek, uzun vadeli başarıyı sağlamada kritik rol oynamaktadır.

Bu kapsamda, diyetisyenlerin obezitenin hem oluşmadan önce önlenmesinde hem de tedavi sürecinin her aşamasında aktif rol alması gerekmektedir. Okul temelli müdahalelerden klinik izleme süreçlerine kadar geniş bir yelpazede diyetisyen istihdamının artırılması, hem bireysel hem de toplumsal düzeyde daha sağlıklı nesillerin yetişmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, diyetisyenlerin sağlık politikalarında daha etkin

yer alması, obeziteyle mücadelede sürdürülebilir çözümlerin oluşturulması açısından önem arz etmektedir.

Sonuç olarak, adölesan obezitesine karşı etkin bir mücadele için bireyselleştirilmiş, multidisipliner ve bütüncül bir yaklaşıma ihtiyaç vardır. Bu alanda yapılacak ileri düzey araştırmalar ve sağlık profesyonellerinin daha etkin rol aldığı sistemler, daha etkili ve kapsamlı tedavi protokollerinin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Aasheim, E. T., Hofso, D., Hjelmessaeth, J., Birkeland, K. I., & Bohmer, T. (2008). Vitamin status in morbidly obese patients: A cross-sectional study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87, 362–369.
- Aills, L., Blankenship, J., Buffington, C., Furtado, M., & Parrott, J. (2008). ASMBS Allied Health Nutritional Guidelines for the Surgical Weight Loss Patient. *Surgical Obesity and Related Diseases*, 4, 73–108.
- American Academy of Pediatrics, Committee on Public Education. (2001). Children, adolescents, and television. *Pediatrics*, 107, 423–426.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- American Society for Metabolic and Bariatric Surgery (ASMBS) & International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO). (2022). *Guidelines for metabolic and bariatric surgery in adolescents*.
- Bandini, L. G., Schoeller, D. A., Cyr, H. N., & Dietz, W. H. (1990). Validity of reported energy intake in obese and nonobese adolescents. *American Journal of Clinical Nutrition*, 52, 421–425.
- Batzios, S., Provatidou, M., Christoforidi, A., Sidiropoulos, H., & Cassimos, D. (2020). Adolescent Obesity: Confessions of the Young Mind. *Metabolism Open*.
- Beamish, A. J., Gronowitz, E., Olbers, T., Flodmark, C. E., Marcus, C., & Dahlgren, J. (2017). Body composition and bone health in adolescents after Roux-en-Y gastric bypass for severe obesity. *Pediatric Obesity*, 12(3), 239–246.
- Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (2013). *Principles of Biomedical Ethics* (7th ed.). Oxford University Press: New York, NY, USA.
- Becnel, J. N., Zeller, M. H., Noll, J. G., et al. (2016). Romantic, sexual, and sexual risk behaviours of adolescent females with severe obesity. *Pediatric Obesity*.
- Björge, T., Engeland, A., Tverdal, A., et al. (2008). Body mass index in adolescence in relation to cause-specific mortality: A follow-up of

- 230,000 Norwegian adolescents. *American Journal of Epidemiology*, 168(1), 30–37.
- Busetto, L., Dicker, D., Azran, C., Batterham, R. L., Farpour-Lambert, N., Fried, M., Hjelmessaeth, J., Kinzl, J., Leitner, D. R., Makaronidis, J. M., Schindler, K., Toplak, H., & Yumuk, V. (2017). Practical recommendations of the obesity management task force of the European Association for the Study of Obesity for the post-bariatric surgery medical management. *Obesity Facts*, 6, 597–632.
- Caniano, D. A. (2009). Ethical issues in pediatric bariatric surgery. *Seminars in Pediatric Surgery*, 18, 186–192.
- Cena, H., Stanford, F. C., Ochner, L., Fonte, M. L., Biino, G., De Giuseppe, R., Taveras, E., & Misra, M. (2017). Association of a history of childhood-onset obesity and dieting with eating disorders. *Eating Disorders*, 25, 216–229.
- Chalklin, C. G., Ryan Harper, E. G., & Beamish, A. J. (2021). Metabolic and bariatric surgery in adolescents. *Current Obesity Reports*, 10(2), 61–69.
- Chaston, T. B., Dixon, J. B., & O'Brien, P. E. (2007). Changes in fat-free mass during significant weight loss: A systematic review. *International Journal of Obesity*, 31, 743–750.
- Christison, A. L., & Gupta, S. K. (2017). Weight loss surgery in adolescents. *Nutrition in Clinical Practice*, 32(4), 481–492.
- Cook, S., Weitzman, M., Auinger, P., Nguyen, M., & Dietz, W. H. (2003). Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: Findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988–1994. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 157(8), 821–827.
- Council on Child and Adolescent Health. American academy of pediatrics council on child and adolescent health: age limits of pediatrics. *Pediatrics*. 1988; 81: 736.
- Craig, H., le Roux, C., Keogh, F., & Finucane, F. M. (2018). How ethical is our current delivery of care to patients with severe and complicated obesity? *Obesity Surgery*, 28, 2078–2082.
- Derderian, S. C., Michalsky, M. P., & Inge, T. H. (2020). Bariatric surgery in adolescents. In *The ASMBS Textbook of Bariatric Surgery* (pp. 1–22). N. T. Nguyen, A. Stacy, S. A. Brethauer, J. M. Morton, J. Ponce, & R. J. Rosenthal (Eds.). Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. Till, H., Mann,

- O., Singer, G., & Weihrauch-Blüher, S. (2021). Update on metabolic bariatric surgery for morbidly obese adolescents. *Children*, 8, 372. [CrossRef]
- Dillard, B. E. III, Gorodner, V., Galvani, C., et al. (2007). Initial experience with the adjustable gastric band in morbidly obese US adolescents and recommendations for further investigation. *Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition*, 45(2), 240-246.
- Ells, L. J., Mead, E., Atkinson, G., Corpeleijn, E., Roberts, K., Viner, R., Baur, L., Metzendorf, M. I., & Richter, B. (2015). Surgery for the treatment of obesity in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6, CD011740.
- Field, A. E., Cook, N. R., & Gillman, M. W. (2005). Weight status in childhood as a predictor of becoming overweight or hypertensive in early adulthood. *Obesity Research*, 13(1), 163-169.
- Ford, C. A., Nonnemaker, J. M., & Wirth, K. E. (2008). The influence of adolescent body mass index, physical activity, and tobacco use on blood pressure and cholesterol in young adulthood. *Journal of Adolescent Health*, 43(6), 576-583.
- Fullmer, M. A., Abrams, S. H., Hrovat, K., et al. (2012). Nutritional strategy for adolescents undergoing bariatric surgery: Report of a working group of the Nutrition Committee of NASPGHAN/NACHRI. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 54(1), 125-135.
- Gale, S. M., Castracane, V. D., & Mantzoros, C. S. (2004). Energy homeostasis, obesity and eating disorders: Recent advances in endocrinology. *Journal of Nutrition*, 134, 295-298.
- He, J., Cai, Z., & Fan, X. (2017). Prevalence of binge and loss of control eating among children and adolescents with overweight and obesity: An exploratory meta-analysis. *International Journal of Eating Disorders*, 50(2), 91-103.
- Heber, D., Greenway, F. L., Kaplan, L. M., et al. (2010). Endocrine and nutritional management of the post-bariatric surgery patient: An Endocrine Society clinical practice guideline. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 95(11), 4823-4843.
- Henfridsson, P., Laurenus, A., Wallengren, O., et al. (2019). Micronutrient intake and biochemistry in adolescents adherent or nonadherent to

- supplements 5 years after Roux-en-Y gastric bypass surgery. *Surgical Obesity and Related Diseases*, 15(9), 1494-1502.
- Herget, S., Rudolph, A., Hilbert, A., & Blüher, S. (2014). Psychosocial status and mental health in adolescents before and after bariatric surgery: A systematic literature review. *Obesity Facts*, 7, 233–245.
- Hsia, D. S., Fallon, S. C., & Brandt, M. L. (2012). Adolescent bariatric surgery. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 166(8), 757-766.
- Hunsaker, S.L., Garland, B.H., Rofey, D., Reiter-Purtill, J., Mitchell, J., Courcoulas, A., Jenkins, T.M., & Zeller, M.H. (2018). A multisite 2-year follow up of psychopathology prevalence, predictors, and correlates among adolescents who did or did not undergo weight loss surgery. *Journal of Adolescence Health*, 63(2), 142–150.
- Inge, T. H., Courcoulas, A. P., & Helmrath, M. A. (2019). Five-year outcomes of gastric bypass in adolescents as compared with adults. *New England Journal of Medicine*, 380(22), 2136–2145.
- Inge, T. H., Jenkins, T. M., Xanthakos, S. A., et al. (2017). Long-term outcomes of bariatric surgery in adolescents with severe obesity (FABS-5+): A prospective follow-up analysis. *Lancet Diabetes & Endocrinology*.
- Inge, T. H., Jenkins, T. M., Xanthakos, S. A., et al. (2017). Long-term outcomes of bariatric surgery in adolescents with severe obesity (FABS-51): A prospective follow-up analysis. *Lancet Diabetes & Endocrinology*, 5(3), 165–173.
- Inge, T. H., King, W. C., Jenkins, T. M., et al. (2013). The effect of obesity in adolescence on adult health status. *Pediatrics*, 132(6), 1098-1104.
- Inge, T. H., Laffel, L. M., Jenkins, T. M., et al. (2018). Comparison of surgical and medical therapy for type 2 diabetes in severely obese adolescents. *JAMA Pediatrics*, 172(5), 452–460.
- Inge, T. H., Zeller, M. H., Jenkins, T. M., et al.; Teen-LABS Consortium. (2014). Perioperative outcomes of adolescents undergoing bariatric surgery: The Teen-Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery (Teen-LABS) study. *JAMA Pediatrics*, 168(1), 47-53.
- International Pediatric Endosurgery Group (IPEG). (2009). IPEG guidelines for surgical treatment of extremely obese adolescents. *Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, 19(Suppl. 1), xiv–vi.

- Janson, A., Järholm, K., Sjögren, L., et al. (2022). Metabolic and bariatric surgery in adolescents – for whom, when, and how? *Hormone Research in Paediatrics*.
- Jarvholm, K., Bruze, G., Peltonen, M., et al. (2020). 5-year mental health and eating pattern outcomes following bariatric surgery in adolescents: A prospective cohort study. *Lancet Child & Adolescent Health*, 4(3), 210–219.
- Johnson, R. K. (2002). Dietary intake: How do we measure what people are really eating? *Obesity Research*, 10(suppl 1), 63S–68S.
- Järholm, K., Karlsson, J., Olbers, T., Peltonen, M., Marcus, C., Dahlgren, J., Gronowitz, E., Johnsson, P., Flodmark, C. E. (2015). Two-year trends in psychological outcomes after gastric bypass in adolescents with severe obesity. *Obesity*, 23, 1966–1972.
- Kaulfers, A. M., Bean, J. A., Inge, T. H., Dolan, L. M., & Kalkwarf, H. J. (2011). Bone loss in adolescents after bariatric surgery. *Pediatrics*, 127(6), e956–e961. .
- Kim, R. J., Langer, J. M., Baker, A. W., et al. (2008). Psychosocial status in adolescents undergoing bariatric surgery. *Obesity Surgery*, 18(1), 27–33.
- Krebs, N. F., & Jacobson, M. S. (2003). Prevention of pediatric overweight and obesity. *Pediatrics*, 112, 424–430.
- Krebs, N. F., Himes, J. H., Jacobson, D., et al. (2007). Assessment of child and adolescent overweight and obesity. *Pediatrics*, 120(Suppl 4), S193–S228.
- Kumar, S., & Kelly, A. S. (2017). Review of childhood obesity: From epidemiology, etiology, and comorbidities to clinical assessment and treatment. *Mayo Clinic Proceedings*, 92(2), 251–265. Elsevier.
- Le Roux, C. W., Aylwin, S. J., Batterham, R. L., et al. (2006). Gut hormone profiles following bariatric surgery favor an anorectic state, facilitate weight loss, and improve metabolic parameters. *Annals of Surgery*, 243(1), 108–114.
- Food and Drug Administration. (2001). LAP-BAND® adjustable gastric banding system (P000008B). U.S. Food and Drug Administration. Retrieved December 21, 2024, from
- Li, L., Law, C., & Power, C. (2007). Body mass index throughout the life-course and blood pressure in mid-adult life: A birth cohort study. *Journal of Hypertension*, 25(6), 1215–1223.

- Maes, H. H., Neale, M. C., & Eaves, L. J. (1997). Genetic and environmental factors in relative body weight and human adiposity. *Behavior Genetics*, 27, 325–351.
- Martinelli, V., Singh, S., Politi, P., Caccialanza, R., Peri, A., Pietrabissa, A., & Chiappedi, M. (2023). Ethics of bariatric surgery in adolescence and its implications for clinical practice. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1232.
- Mechanick, J. I., Kushner, R. F., Sugerman, H. J., et al. (2009). American Association of Clinical Endocrinologists, the Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery medical guidelines for clinical practice for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient. *Obesity (Silver Spring)*, 17(suppl 1), S1-S70.
- Mechanick, J. I., Kushner, R. F., Sugerman, H. J., Gonzalez-Campoy, J. M., Collazo-Clavell, M. L., Guven, S., Spitz, A. F., Apovian, C. M., Livingston, E. H., Brolin, R., Sarwer, D. B., Anderson, W. A., Dixon, J. (2008). American Association of Clinical Endocrinologists, The Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery. Medical guidelines for clinical practice for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient. *Endocrine Practice*, 14(Suppl 1), 1–83.
- Mechanick, J. I., Youdim, A., Jones, D. B., Garvey, W. T., Hurley, D. L., McMahon, M. M., Heinberg, L. J., Kushner, R., Adams, T. D., Shikora, S., Dixon, J. B., & Brethauer, S. (2013). Clinical practice guidelines for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient–2013 update: Cosponsored by American Association of Clinical Endocrinologists, The Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery. *Obesity (Silver Spring)*, 21, S1-27.
- Michalsky, M. P., Inge, T. H., Jenkins, T. M., et al., Teen-LABS consortium. (2018). Cardiovascular risk factors after adolescent bariatric surgery. *Pediatrics*, 141(2), e20172485.
- Migliaccio, S., Di Nisio, A., Mele, C., Scappaticcio, L., Savastano, S., & Colao, A. (2019). Obesity and hypovitaminosis D: Causality or casualty? *International Journal of Obesity*, 9, 20–31.

- Miras, A. D., & le Roux, C. W. (2013). Mechanisms underlying weight loss after bariatric surgery. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 10(10), 575–584.
- Moore, J. M., Glover, J. J., Jackson, B. M., Coughlin, C. R., 2nd, Kelsey, M. M., Inge, T. H., & Boles, R. E. (2021). Development and application of an ethical framework for pediatric metabolic and bariatric surgery evaluation. *Surgical Obesity and Related Diseases*, 17, 425–433.
- Moore, J., Haemer, M., Mirza, N., Weatherall, Y. Z., Han, J., Mangarelli, C., Hawkins, M. J., Xanthakos, S., Siegel, R. (2019). Pilot testing of a patient decision aid for adolescents with severe obesity in US pediatric weight management programs within the COMPASS network. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 1776.
- Moreira, L. A. C. (2017). Ethics and psychosocial aspects in child and adolescent candidates for bariatric surgery. *Revista Bioética*, 25, 101–110.
- National Academies of Science and Engineering. (2010). Dietary reference intakes: Estimated average requirements. Published November 30, 2010. Updated 2016. Accessed January 15, 2017.
- National Institute for Health and Care Excellence (NICE). (2014). Obesity: Identification, assessment and management. Clinical guideline (CG189). London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE).
- Nobili, V., Vajro, P., Dezsofi, A., Fischler, B., Hadzic, N., Jahnel, J., Lamireau, T., McKiernan, P., McLin, V., Socha, P., Tizzard, S., & Baumann, U. (2015). Indications and limitations of bariatric intervention in severely obese children and adolescents with and without nonalcoholic steatohepatitis: ESPGHAN Hepatology Committee position statement. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 60, 550–561.
- Nogueira, I., & Hrovat, K. (2014). Adolescent bariatric surgery: Review on nutrition considerations. *Nutrition in Clinical Practice*, 29(6), 740–746.
- Olbers, T., Beamish, A. J., Gronowitz, E., et al. (2017). Laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass in adolescents with severe obesity (AMOS): A prospective, 5-year, Swedish nationwide study. *Lancet Diabetes & Endocrinology*, 5(3), 174–183.
- Olbers, T., Beamish, A. J., Gronowitz, E., et al. (2017). Laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass in adolescents with severe obesity (AMOS): A

- prospective, 5-year, Swedish nationwide study. *Lancet Diabetes & Endocrinology*.
- Owen, C. G., Martin, R. M., Whincup, P. H., Smith, G. D., & Cook, D. G. (2005). Effect of infant feeding on the risk of obesity across the life course: A quantitative review of published evidence. *Pediatrics*, 115, 1367–1377.
- Parrott, J., Frank, L., Dilks, R., et al. (2017). ASMBS integrated health nutritional guidelines for the surgical weight loss patient—2016 update: Micronutrients. *Surgical Obesity and Related Diseases*.
- Pratt, J. S., Browne, A., Browne, N. T., Bruzoni, M., Cohen, M., Desai, A., ... & Zitsman, J. (2018). ASMBS pediatric metabolic and bariatric surgery guidelines, 2018. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 14(7), 882–901.
- Reilly, J. J., & Kelly, J. (2011). Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: A systematic review. *International Journal of Obesity*, 35(7), 891–898.
- Schiavo, L., Scalera, G., Sergio, R., et al. (2015). Clinical impact of Mediterranean-enriched-protein diet on liver size, visceral fat, fat mass, and fat-free mass in patients undergoing sleeve gastrectomy. *Surgical Obesity and Related Diseases*, 11(5), 1164–1170.
- Singh, A. S., Mulder, C., Twisk, J. W. R., et al. (2008). Tracking of childhood overweight into adulthood: A systematic review of the literature. *Obesity Reviews*, 9(5), 474–488.
- Still, C., Sarwer, D., & Blankenship, J. (Eds.). (2014). *The ASMBS Textbook of Bariatric Surgery*. Springer Science + Media.
- Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J., et al. (2005). Evidence-based physical activity for school-age youth. *Journal of Pediatrics*, 146, 732–737.
- Soylu, M (2024). 16. Adölesan Dönem Beslenmesi, Anne ve Çocuk Beslenmesi içinde. Editör:Yardımcı Hülya, Köksal Eda, Basım Sayısı:1, Yayın Yeri: Nobel Akademik Yayıncılık, Isbn:978-625-371-435-2, Bölüm Sayfaları:339 -368, Ankara.

- Sugerman, H. J., Sugerman, E. L., DeMaria, E. J., et al. (2003). Bariatric surgery for severely obese adolescents. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 7(1), 102-107; discussion 107-108.
- T.C. Sağlık Bakanlığı ve Hacettepe Üniversitesi. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010. Beslenme Durumu ve Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi Sonuç Raporu, 2014.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2019). Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA). Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1132, Ankara. .
- Tanofsky-Kraff, M., Cohen, M. L., Yanovski, S. Z., et al. (2006). A prospective study of psychological predictors of body fat gain among children at high risk for adult obesity. *Pediatrics*, 117(4), 1203–1209.
- Tanofsky-Kraff, M., Shomaker, L. B., Stern, E. A., et al. (2012). Children's binge eating and development of metabolic syndrome. *International Journal of Obesity (London)*, 36(7), 956–962.
- Tanofsky-Kraff, M., Yanovski, S. Z., Schvey, N. A., Olsen, C. H., Gustafson, J., & Yanovski, J. A. (2009). A prospective study of loss of control eating for body weight gain in children at high risk for adult obesity. *International Journal of Eating Disorders*, 42(1), 26–30.
- The NS, Suchindran C., North KE, Popkin BM, & Gordon-Larsen P. (2010). Association of adolescent obesity with risk of severe obesity in adulthood. *JAMA*, 304(18), 2042-2047.
- Torbahn, G., Brauchmann, J., Axon, E., et al. (2022). Surgery for the treatment of obesity in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 9, CD011740.
- Trooboff, S. W., Stucke, R. S., Riblet, N. B., Kulkarni, A. S., Anand, R., Casey, A., & Hofley, M. A. (2019). Psychosocial outcomes following adolescent metabolic and bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Surgery*, 29, 3653–3664.
- Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği. (2024). Obezite tanı ve tedavi kılavuzu. Ankara: Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği Yayınları. (Erişim Tarihi: 5 Ocak 2025)
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2022). Türkiye Sağlık Araştırması. . Erişim Tarihi: 27.10.2024.

- US Department of Health and Human Services, US Department of Agriculture. (2005). Dietary Guidelines for Americans, 2005 (6th ed.). Washington, DC: Government Printing Office.
- Utzinger, L. M., Govey, M. A., Zeller, M., et al. (2016). Loss of control eating and eating disorders in adolescents before bariatric surgery. *International Journal of Eating Disorders*, 49(10), 947–952.
- Weiss, R., Dziura, J., Burgert, T. S., et al. (2004). Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *New England Journal of Medicine*, 350, 2362–2374.
- Whitaker, R. C., Wright, J. A., Pepe, M. S., Seidel, K. D., & Dietz, W. H. (1997). Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *New England Journal of Medicine*, 337(13), 869-873.
- Whitlock, E. P., Williams, S. B., Gold, R., Smith, P. R., & Shipman, S. A. (2005). Screening and interventions for childhood overweight: A summary of evidence for the US Preventive Services Task Force. *Pediatrics*, 116, e125–e144.
- Williams, S. E. (2011). Metabolic bone disease in the bariatric surgery patient. *Journal of Obesity*, 2011, 634614.
- World Health Organisation (WHO). (28 Nisan 2021). Management of adolescents 10-19 years of age with obesity for improved health, functioning and reduced disability: a primary health care approach. Erişim adresi: .
- World Health Organisation (WHO). Obesity and Overweight. . Erişim Tarihi: 27.10.2024.
- World Health Organization. (1986). Young people's health: A challenge for society. Report of a study group on young people and health for all by the year 2000 (Technical Report Series).
- Zeller, M. H., Kidwell, K. M., Reiter-Purtill, J., et al. (2021). Cigarette use and adolescent metabolic and bariatric surgery. *Obesity*, 29(3), 579-586.
- Zeller, M. H., Washington, G. A., Mitchell, J. E., et al. (2017). Alcohol use risk in adolescents 2 years after bariatric surgery. *Surgical Obesity and Related Diseases*, 13(1), 85-94.

BÖLÜM 10

B₁₂ VİTAMİNİ ve FOLAT EKSİKLİĞİNİN DEPRESYON ve ANKSİYETE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: DİYET ve SUPLEMANTASYON YAKLAŞIMLARI

Dyt. İlayda TEKSÖZ ¹

Dr. Öğr. Üyesi Ali Emrah BIYIKLI ²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17948874>

¹Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye. E-Posta: dytilaydateksoz@gmail.com, ORCID ID: 0009-0005-4086-3788

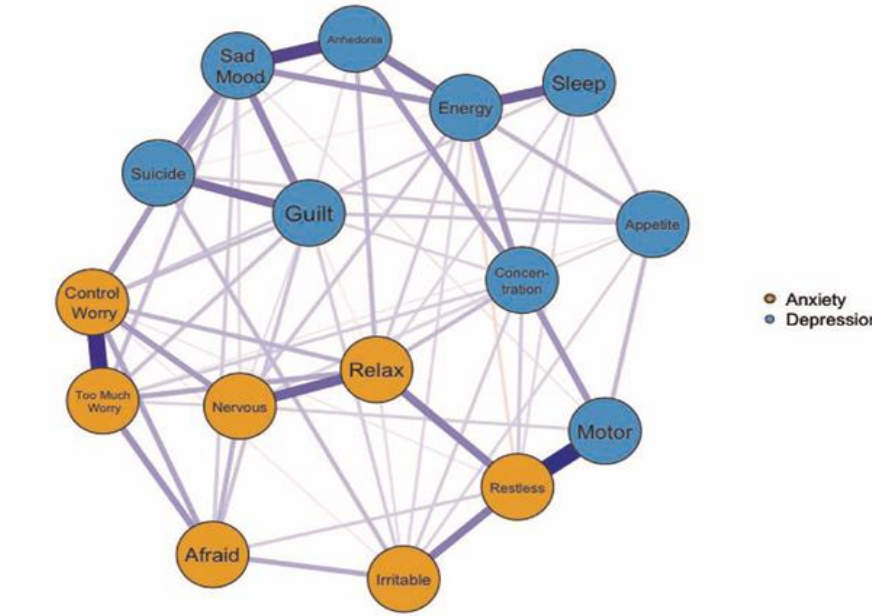
²Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Antalya, Türkiye. E-Posta: emrah.biyikli@alanya.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-2254-2348

GİRİŞ

Depresyon; ruh hali ve bilişsel değişiklikler sonucu meydana gelen ilgi ve haz kaybıdır. Çağımızda herkesin başına gelebilecek ruhsal bir bozukluktur. Dünya genelinde yetişkinlerin yaklaşık %5'inde depresyon görülmektedir (WHO-a, 2025). Türkiye'de ise bu oranın %3.5-8.0 aralığında olduğu belirtilmektedir. Türkiye'de yaşayan bir bireyin hayatının herhangi bir döneminde bu bozukluğa sahip olma ihtimali %3-26 aralığında değişmektedir (Türk Psikiyatri Derneği-a, 2025). Anksiyete ise; bazı durumlar tarafından tetiklenebilse bile o an yaşanan stresli olaylardan bağımsız gelişen, belli bir odak noktası olmayan endişe ve kaygı durumudur. Sürekli bir huzursuzluk hissi ile karakterizedir. Nispeten daha yeni bir ruhsal bozukluk olsa da oldukça yaygındır (Tyrer&Baldwin,2006). 2019 yılında dünyadaki en yaygın ruhsal bozukluk olarak seçilmiştir (WHO-b, 2025). Dünya nüfusunun %4'ü anksiyete bozukluğuna sahip olup Türkiye'de yaşayan bir bireyin hayatının herhangi bir döneminde bu bozukluğa sahip olma ihtimali %5-6 civarındadır (WHO-b, 2025; Türk Psikiyatri Derneği-b, 2025).

Depresyon ve anksiyete; bireylerde genellikle komorbid olarak görülmektedir (Olfson&ark.,2017). Ruhsal bozukluklarda bu tarz komorbiditelere sık rastlanmaktadır ve bu duruma neden olarak oluşum nedenlerinin ortaklığı verilmektedir (Cramer&ark.,2010). Depresyon ve anksiyete arasındaki komorbiditeyi açıklamak için bir ağ modeli (Şekil 1) kullanılmaktadır. Depresyon ve anksiyetenin en merkezi semptomları üzgün ruh hali ve endişeyi kontrol edememidir. Bu semptomlar depresyon ve anksiyete ile ilişkili diğer semptomları tetiklemektedir. Bu nedenle ağ modelinin en merkezinde bu semptomlar bulunmaktadır. Ayrıca ağ modelinde psikomotor ajitasyon veya retardasyona sahip olma durumunun depresyon ve anksiyete arasındaki en güçlü köprü düğümlerinden olduğu belirtilmektedir. Yani psikomotor bir semptoma sahip olma durumunun depresyon ve anksiyeteye aynı zamanda sahip olma durumunu desteklediği belirtilmektedir. Diğer bir köprü düğümünün konsantrasyon sorunları ve huzursuzluk olduğu belirtilmiş ve elde edilen ağ modelinin büyük bir hasta popülasyonunda oldukça istikrarlı sonuçlar elde ettiği gösterilmiştir (Kaiser&ark.,2021). Depresyon ve anksiyetenin sıklıkla beraber görülmesi yapılan

çalışmalarda da beraber değerlendirilmelerine neden olmaktadır (Bobo&ark.,2022).



Şekil 1. Depresyon ve anksiyete semptomları ağ modeli (Kaiser&ark.,2021).

Bireylerin hayatları boyunca depresyon ve anksiyete ile karşılaşma durumu çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (He&ark.,2024). Bu faktörlerden biri bireyin içinde bulunduğu yaş grubudur (Villagrasa&ark.,2019). Yaşlı bireylerde kronik hastalıkların varlığı depresif semptomların oluşmasında etkili olmaktadır. Ayrıca depresif semptomlar yaşlı bireylerde var olan tıbbi sorunların seyrini kötüleştirerek engelliği teşvik etmektedir (Alexopoulos,2005). Orta ve genç yetişkinlerin depresif semptomlarla baş etme düzeyinin yaşlı bireylerden daha yüksek olduğu belirtilmektedir (García-Velázquez&ark.,2019). Ancak çocukluk döneminde görülen kötü muamele yetişkinlik döneminde depresyonla baş etme düzeyini azaltmaktadır. Yetişkin dönemde depresyona sahip bireylerin yarısı çocukluk dönemleriyle karşılaştıkları kötü muamele öyküsüne sahiptir (Nelson&ark.,2017). Çocuklarda da anksiyete, davranış sorunları ve depresyon yaygın tanılar arasında olup yaş artıkça

depresyon ve anksiyete prevalansları artmaktadır (Ghandour&ark.,2019). Depresyon ve anksiyete de etkili bir diğer faktör de cinsiyettir. 90'dan fazla ülke örnekleme ile yapılan bir çalışmada depresyon tanısı alan kadın sayısının erkeklerden daha fazla olduğu belirtilmiştir. Kadın ve erkekler arasındaki depresyon riski farkının ergenlik döneminden itibaren olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca kadınlardaki depresyon teşhisi daha fazla olsa da depresyonun erkeklerde de ciddi bir sorun olduğu ifade edilmiştir (Salk&ark.,2017).

Depresyon ve anksiyete ile ilişkili diyetel faktörler de bulunmaktadır. Pro-inflamatuar bir diyet depresyon ve anksiyete riskini artırırken anti-inflamatuar bir diyet depresyon ve anksiyete riskini azaltmaktadır (Li&ark.,2022). Yüksek asit yüküne sahip diyet tüketen bireyler düşük asit yüklü diyet tüketen bireylere kıyasla daha yüksek depresyon riski taşımaktadır (Milajerdi&ark.,2020). Beyin ve sinir sistemi üzerinde etkisi olan besin öğeleri de depresyon ve anksiyetede etkili olmaktadır. Bu besin öğeleri arasında; proteinler, B vitaminleri, D vitamini, bazı mineraller (magnezyum, çinko, selenyum, demir, kalsiyum) ve omega-3 yağ asitleri bulunmaktadır. Bu öğelerin eksikliği depresif belirtileri artırırken, yeterli alınmaları ruh halini iyileştirerek depresyon riskini azaltmaktadır (Zielińska&ark.,2023). Diyetel faktörler değiştirebilir olduklarından depresyon ve anksiyetede ekstra önem kazanmaktadır. Son yıllarda depresif bozuklukların artışı ile diyet kalitesinin düşüşünün beraber görülmesi bu önemi vurgulamaktadır (Kris-Etherton&ark.,2021).

B vitaminleri beyin işlevleri için elzemdir. Zihinsel sağlığın sağlanması ve korunmasında büyük bir rolleri vardır. B vitaminlerinin eksikliği çeşitli psikolojik rahatsızlıklarla ilişkilendirilmiştir. Bu rahatsızlıklar arasında depresyon ve anksiyete de bulunmaktadır (Mahdavifar&ark.,2021). Özellikle B₁₂ vitamini ve folat eksikliği uzun yıllardır depresyon ile ilişkilendirilmektedir. Yıllar içinde bu ilişki araştırılmaya devam ederken B₁₂ vitamini ve folat takviyelerinin depresif semptomlar üzerindeki etkileri de araştırmalara dahil olmuştur (Almeida&ark.,2015).

Bu derlemede; B₁₂ vitamini ve folatın zihinsel sağlıktaki rolü, eksikliklerinin oluşmasına neden olan risk faktörleri, depresyon ve anksiyete ile

ilişkileri, diyetsetel ve supleментasyon alımlarının depresyon ve anksiyete üzerindeki etkilerine yer verilmiştir.

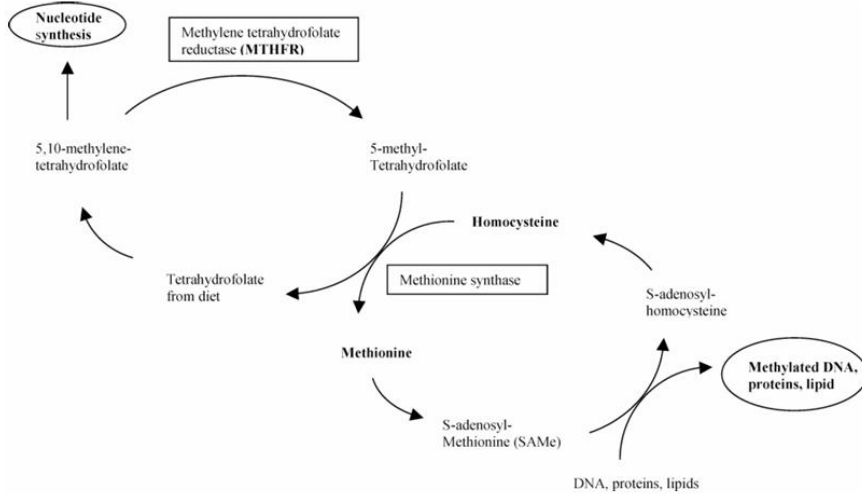
1. B₁₂ VİTAMİNİ ve FOLATIN ZİHİNSEL SAĞLIKTAKİ ROLÜ

B₁₂ vitamini ve folat birçok reaksiyonda rol oynayan önemli bileşenlerdir.

Zihinsel sağlık üzerindeki birçok etkiyi beraber rol aldıkları reaksiyonlar üzerinden gösterirler. Bu reaksiyonlar arasında metilasyon, nükleik asit sentezi ve homosistein metabolizması bulunur. Bu reaksiyonlar tek karbon metabolizması (Şekil 2) üzerinden açıklanır. Tek karbon metabolizması; DNA bazları, DNA'nın metilasyonunda rol alan bileşikler ve bazı zar lipidlerinin üretilmesi sağlar. Folatın aktif formu tetrahidrofolattır (THF). THF; nükleotit sentezinde kullanılmak üzere 5,10-metilentetrahidrofolata dönüştürülür. Eğer 5,10-metilentetrahidrofolat molekülü kullanılmaz veya ihtiyaç azalırsa bu molekül 5,10-metilentetrahidrofolat redüktaz (MTHFR) enzimi tarafından folatın başlıca dolaşım formu olan 5 metil-tetrahidrofolata (MTHF) geri dönüşümsüz olarak dönüştürülür (Frankenburg,2007).

B₁₂ vitamini (kobalamin) iki aktif forma sahiptir. Metilkobalamin ve adenosiklobalamin. Metilkobalamin metiyonin sentetazın kofaktördür. Metiyonin sentetaz sayesinde; MTHF'in bir metil grubu homosisteine geçer. MTHF yeniden THF' dönüşürken, homosistein metiyonine dönüşür. Metilkobalamin olmadan MTHF, THF'ye dönüştürülemez ve nükleotit sentezi için kullanılamaz. Bu da folat ve B₁₂ vitamininin nasıl beraber çalıştığını açıklamaktadır. Metiyonin metabolize edilmesiyle evrensel metil donörü olan S-adenosil-metiyonin (SAmE) oluşur. SAmE, miyelin kılıf fosfolipidlerini, proteinleri, DNA'yı ve birçok küçük molekülü metiller. DNA metilasyonu gen ekspresyonun modifiye edilmesinde önemlidir. DNA'nın anormal metilasyonu nörogelişimsel bozukluklar yaratabilir. SAmE metil grubunu verdikten sonra S adenosil-homosistein (SAH) isimli ara bileşiğe dönüşür. Bu bileşik metilasyon reaksiyonlarının inhibitörüdür. SAH homosisteine hidrolize edilir ve MTHF'den, metiyonin sentetaz ile yeniden

metillenerek metiyonine dönüşür. Döngü bu şekilde devam eder (Frankenburg,2007).

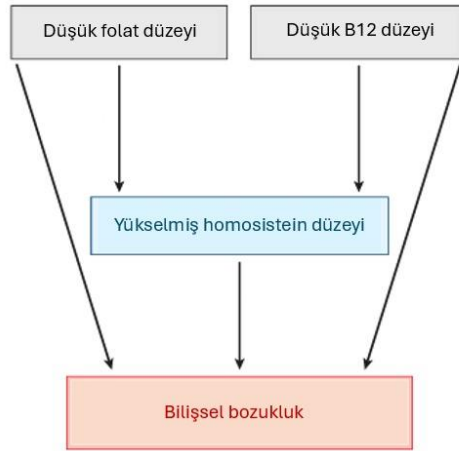


Şekil 2: Tek karbon metabolizması (Frankenburg,2007).

B₁₂ vitamini ve folat hem beraber çalıştıkları tek karbon metabolizmasıyla hem birbirlerinden bağımsız çalıştıkları reaksiyonlara sinir sistemi ile ilişkili reaksiyonlarda görev alarak zihinsel sağlığı destekler. Rol aldığı reaksiyonlar ile hasarlı nöronların yenilenmesini teşvik ederler. Miyelin kılıf oluşumunda görevli Schwann hücrelerinin farklılaşmasını destekler. Miyelin üretimindeki artış ile aksonal büyümeyi sağlar. DNA metilasyonu, gen ekspresyonu ve sinir protein fraksiyonuna lösin aminoasiti dahil ederek protein sentezini teşvik eder. Protein sentezini artmasıyla nöron hasarları giderilir, motor sinir liflerinin sayısı artırılır ve sinirsel iletim hızlanır. Ayrıca ektojik deşarjları (normal olmayan elektriksel sinyalleri) inhibe eder, inflamasyonu azaltır, nosiseptif mediatörleri inhibe ederek ağrı algısını azaltır. Beyin türevi nörotrofik faktörlerin (BDNF) üretimini artırır. Tüm bu etkilerle nöronların yenilenmesi, sağlıklı kalması ve işlevlerini desteklerler (Reynolds,2006, Paez-Hurtado&ark.,2023).

B₁₂ vitamini ve folat vitaminlerinin işlevsel bağıllığı eksikliklerinin çoğu kez beraber görülmesine neden olmaktadır. B₁₂ vitamin eksikliği folat eksikliğini teşvik ederken folat eksikliği de B₁₂ vitamini ile ilişkili

reaksiyonların gerçekleşmemesine neden olmaktadır. Bu doğrudan veya dolaylı olarak oluşan vitamin eksikleri hem bütünsel sağlıkta hem zihinsel sağlıkta birçok soruna neden olmaktadır. Doğrudan veya dolaylı oluşan B12 vitamin veya folat eksikliği; beyin dokusunda pürin, pirimidin sentezi ve metilasyon reaksiyonlarında azalmaya neden olur. DNA stabilitesi, onarımı ve gen ifadeleri azaltır. Nöronların farklılaşması ve onarımı engellenir. Membran fosfolipitlerinin bütünlüğünü tehlikeye girer. Protein sentezinde aksaklıklar görülür. Bu etkiler özellikle hızlı bölünen dokular için önemli olup fetal dönemde bu vitaminlerin eksiklikleri, geri dönüşümsüz gelişimsel bozuklukların görülmesine neden olabilir. Ayrıca B₁₂ vitamin ve folat eksikliği; potansiyel olarak toksik etkilere sahip olabilen homosisteinin açlık plazma seviyelerini artırır (Kennedy,2016). Homosistein yüksekliği birçok bilişsel bozuklukla ilişkilidir. Bu ilişkide homosisteinin yüksekliğinin seviyesi de önemlidir. Orta derecede yüksek plazma total homosistein seviyeleri vasküler demans ve Alzheimer ile ilişkilendirilirken ileri derecede yükseklik,bilişsel gerileme, beyaz cevher hasarı, beyin atrofisi, nörofibriler yumaklar ve bunama ile ilişkilidir. Folat ve B₁₂ vitamininin homosistein düşürücü mekanizmalarıyla bilinç koruyucu ajanlar olduğu varsayılmaktadır. Folat ve B₁₂ vitamininin eksikliği hem homosistein yüksekliği ile ilişkili hem de homosisten yüksekliğinden bağımsız mekanizmalarla (Şekil 3) bilinçsel hasara neden olmaktadır (Smith&Refsum,2016).



Şekil 3: Düşük Folat ve B₁₂ vitamin durumunun bilişsel bozukluklarla ilişkilendirildiği yollar (Smith&Refsum,2016)

2. B₁₂ VİTAMİNİ ve FOLAT EKSİKLİĞİ RİSK FAKTÖRLERİ

Bireylerde B₁₂ vitamin ve folat eksikliklerinin görülme durumu çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Hamile kadınlar, yaşlılar ve çocuklar bu vitamin eksikleri için riskli gruplardır. Hamile kadınlarda mikrobesein ihtiyacı arttığından bu vitaminlere ihtiyaç da artmaktadır. Hamile kadınların etnik kökeni, yaşadığı bölge, sosyoekonomik durumu ve dini durumları B₁₂ vitamin eksikliği prevalanslarını etkilemektedir. Gelişmemiş bölgelerde ve kırsal kesimde prevalans daha yüksek olsa da kentsel bölge ve gelişmiş ülkelerde de B₁₂ vitamin eksikliği prevalans yüksektir. Ekstra olarak gelişmiş ülkelerde folat takviyelerini doğru olmayan kullanımları eksikliğin yanı sıra bu vitaminlerin fazlalıklarına da yol açabilmektedir (Barney&ark.,2020, Saravan&ark.,2021). Yaşlılarda; patofizyolojik değişiklikler, çoklu komorbiditeler, çoklu ilaç alımı, emilim bozuklukları ve yetersiz beslenmenin sık görülmesi B₁₂ vitamin eksikliklerinin sık görülmesine neden olmaktadır. Eda ve Soylu(2024) yaptıkları derleme çalışmasında B₁₂ vitamini ile telomer uzunluğu ve yaşam süresi arasındaki ilişkiyi incelemiş ve DNA sentezi ve epigenetik metilasyon reaksiyonları için B₁₂ vitamininin gerekli olduğunu yaşlanma sürecinde etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir. B₁₂

vitamin seviyeleri yaşla beraber azalma eğilimde olduğundan prevalans da yaşla doğru orantılı olarak artmaktadır. Yaşlılarda sık görülen bilişsel-davranışsal değişiklikler veya anormallikler mekanizması tam olarak açıklanamasa da B₁₂ vitamin eksikliği ile ilişkili görülmektedir. B₁₂ vitamin eksikliğinin yaşlılar için büyük önemi olan demans gibi geri dönüşsüz nörolojik hasarlara neden olmaması için hızlı tanı ve tedavi gereklidir. Ancak B₁₂ vitamin eksikliğini klinik belirtileri değişken olduğundan çoğunlukla fark edilmemektedir (Wong,2015, Sashindran&ark.,2022). Çocuklarda B₁₂ vitamin ve folat eksikliği farklı yaş gruplarında değerlendirilmiştir. Okul öncesi çocuklarda büyüme ve gelişmeyi sağladıklarından bu vitaminler çok önemlidir. Düşük gelirli ülkelerde yaşayan yerli çocuklar ve yoksul ailelerde büyüyen küçük çocukların bu vitamin eksiklerini daha fazla yaşadığı görülmektedir (Wong&ark.,2022). Özellikle çocukların ek gıdaya geçmesi gereken 6.ay ve sonrasında B₁₂ vitamin eksikliği açısından risk artmaktadır (Elgormus&ark.,2023). Okul dönemi çocuklarda ise folat ve B₁₂ vitamini; hafıza ve öğrenme, akademik başarı ve bilişsel performans ile ilişkili olduğundan önemlidir. Bu yaş grubu çocuklarda bu vitaminlerin eksiklikleri çoğunlukla diyetel yetersizlikle ilişkilendirilmektedir (Gupta&ark.,2017).

Bazı hastalıklar folat ve B₁₂ vitamin yetersizliklerine yol açabilmektedir. Bunlar arasında: gastrik atrofi, ileal hastalıklar, kronik pankreatit, bakteriyel enfeksiyonlar ve parazitik enfeksiyonlar yer alır. Bu hastalıklar genellikle sindirim sistemiyle ilişkilidir ve vitamin emiliminde sorunlara neden olur. Gastrik atrofi, mide asidi üretiminin azalması ve ince bağırsağın üst kısmında bakteriyel aşırı büyümeyle karakterize bir durumdur. Bu hastalığın iki farklı tipi, B₁₂ vitamin eksikliğine farklı mekanizmalarla yol açar. Tip A, intrinsik faktör eksikliği nedeniyle B₁₂ vitamin emilimini engellerken; Tip B, mide asidi yetersizliği nedeniyle yiyeceklerdeki B₁₂ vitamininin serbest kalmasını ve emilmesini zorlaştırır. B₁₂ vitamininin emildiği yer olan ileum, ameliyatlar veya hasarlar sonucu vitamin yetersizliğine duyarlı hale gelebilir. İleumun 60 cm'den fazla bir kısmının çıkarılması emilimi ciddi şekilde etkileyebilir. İnflamatuvar bağırsak hastalıkları da bağırsak hasarı kaynaklı B₁₂ vitamini ve folat eksiklerine örnektir. Ekstra olarak çölyak hastalığı gibi durumlar

da glutenli beslenme sonucu bağırsak hasarına neden olarak B₁₂ vitamin ve folat eksiklikleri açısından risk oluşturmaktadır. Glutensiz diyet, bu hastalarda bağırsak hasarını onararak vitaminlerin malabsorpsiyonu düzeltebilir. Kronik pankreatit ve pankreas yetmezliği, B₁₂ vitaminini gıdalardan serbest bırakmak için gerekli olan tripsin ve bikarbonat salgısının azalması nedeniyle emilim sorunlarına yol açabilir. Bunun yanında, gastrinomalar gastrik asit üretimini artırarak ileal pH'ın düşmesine ve B₁₂ vitamin emiliminde azalmaya neden olabilir. Bazı enfeksiyonlar da bu vitaminlerin emilimini etkilemektedir. Bu enfeksiyonlardan biri *Helicobacter pylori* enfeksiyonudur. Bu enfeksiyon gastrik atrofiye neden olarak intrinsik faktör üretimini ve B₁₂ vitamini emilimini bozabilir; ancak etkisi kesin değildir ve tedavi sonrası B₁₂ vitamin durumu iyileşebilir. *Giardia lamblia* enfeksiyonu, genellikle kısa süreli enfeksiyonlarda B₁₂ vitamin eksikliğine neden olmazken, uzun süreli durumlarda malabsorpsiyon görülebilir. Balık tenyası olarak bilinen *Diphyllobothrium latum*, bağırsakta B₁₂ vitamini ile rekabet ederek eksikliğe yol açabilir. Bakteriyel aşırı büyüme (SIBO) ise bakterilerin B₁₂ vitaminini kullanması veya inaktif forma dönüştürmesi nedeniyle emilimi bozmaktadır (Allen,2008, Pan&ark.,2017).

İlaç kullanımı folat ve B₁₂ vitamin eksiklerinin oluşmasında önemli bir noktadır. Metformin bu ilaçlardan biridir. Diyabetli bireylerde birincil basamak tedavide yaygın olarak kullanılan hipoglisemik ilaçtır. Bu ilaç ile tedavi alan diyabetli bireylerde B₁₂ vitamin eksikliği yaygındır. Metforminin bu etkisini bağırsakta B₁₂ vitamin emilimini azaltarak göstermektedir (Tiwari&ark.,2023). Proton Pompa İnhibitörleri; mide asidi baskılayıcı özellikte farmakolojik ajan grubudur. Uzun süreli kullanımları mide asidinin baskılanması nedeniyle B₁₂ vitamin eksikliğine neden olmaktadır. Histamin-2 Reseptör Antagonistleri, mide asidi baskılayıcı farklı bir farmakolojik ajan grubudur. Bu grubun da B₁₂ vitamin eksikliğine etkisi araştırılmış ancak proton pompa inhibitörleri kadar ilişkili kurulamamıştır (Linder&ark.,2017). Metotreksat; kanser tedavisinde kullanılan, anti-inflamatuar ve immünosupresif etkileri olan bir ilaçtır. Dihidrofolat redüktaz enzimini inhibe eden bir folik asit antagonistidir. Bu mekanizma ile folat eksikliğine yol açar (Kuloğlu&ark.,2024). Kolşisin, ailesel Akdeniz ateşi gibi inflamatuvar

hastalıkların yönetiminde kullanılır. Bu ilacın intrinsik faktör reseptörleri ve villus hücre popülasyonunda geri dönüşümsüz azalmaya neden olabileceği ve bu nedenle B₁₂ vitamin yetersizliğine neden olabileceği bildirilmiştir. Ancak kolşinsin kullanan hasta popülasyonunda B₁₂ vitamin eksikliği saptanmamıştır (Gemici&ark.,2013). Anti-epileptik ilaçlar kullanan bireylerde düşük B₁₂ vitamin ve folat seviyeleri ile yüksek homosistein seviyelerine sık rastlanmaktadır. Bunun altında yatan mekanizma tam olarak açıklanamamıştır. Bazı antiepileptik ilaçlar; karaciğerdeki enzimleri (özellikle sitokrom P450 ve glukoroniltransferaz) indükler, bu da folik asidin vücutta hızlıca metabolize edilip elimine edilmesine neden olabilir. Bazıları ise; bağırsaklarda folik asit emilimini azaltarak folat eksikliğe neden olabilir. Bu tarz ilaçlar reçete edilmeden önce bireylerin folat, B₁₂ vitamin ve homosistein değerleri değerlendirilmelidir (Dinç&Schulte,2018). Sülfonamidler; geniş spektrumlu antimikrobiyal ilaçlardır. Bu ilaçlar, mikroorganizmaların folat sentezini için gerekli olan enzimlerle rekabet ederler. Bu sayede mikroorganizmaların büyümesini ve çoğalmasını engellerler. Uzun süreli kullanımları mikroorganizmalar tarafından üretilen folatı azaltarak folat eksikliğine katkıda bulunabilir (Asyraf&ark.,2022).

B₁₂ vitamini bitkisel besinlerden temin edilmediğinden bitki bazlı diyet tarzını benimsemiş bireylerde B₁₂ vitamin yetersizliği görülür. Omnivor beslenmeden takviyesiz vegan beslenmeye geçişten sadece 4 hafta sonra B₁₂ vitamin eksikliği ile ilişkili bulguları ortaya çıkarmaktadır. Vegan diyet tarzını belirlemiş bireylerde bir öğünde sertifikalı B₁₂ vitamin takviyesi alımı bu eksikliğin önüne geçebilmektedir ancak bu konuya yeterli önemin verilip verilmediği konusunda şüpheler vardır (Niklewicz&ark.,2023, Lederer&ark.,2019). Günümüzde vejetaryenlik ve veganlık git gide daha popüler hale gelmektedir. Hamile kadın ve çocuklar gibi B₁₂ vitamin yetersizliği açısından riskli grupların da bu diyet tarzını benimseyebildiği görülmektedir. Bu gruplarda vegan beslenme önerilmemektedir ancak etnik, ekolojik veya sağlık nedeniyle vegan diyet seçilirse B₁₂ vitamin yetersizliği açısından birtakım müdahaleler planlanmalıdır. Yüksek riskli gruplarda doğum öncesi ve yenidoğan taramalarına B₁₂ vitamin eksikliği taraması eklenmeli,

hamilelik döneminde profilaktik B₁₂ vitamin takviyesi için ulusal politikalar geliştirilmelidir (Rashid&ark.,2021 ,Müller,2020).

3. B₁₂ VİTAMİNİ ve FOLAT EKSİKLİĞİNİN DEPRESYON ve ANKSİYETE İLE İLİŞKİSİ

Depresyon ve anksiyete, her yaştan bireyi etkileyen yaygın psikolojik bir sorundur. Depresyon ve anksiyetenin ortaya çıkmasında ve ilerlemesinde diyet önemli bir faktördür. Diyetin depresyon ve anksiyete üzerinde etkili olmasının bir nedeni, diyetssel yetersizliklerin B₁₂ vitamin ve folat eksikliklerinin oluşmasında etkili olmasıdır. Bu vitaminlerin eksiklikleri genellikle hematolojik anormalliklerle teşhis edilse bile depresyon ve anksiyete ile ilişkili bozukluklulara yol açabileceği çoğu kez gözden kaçırılır (Tan&ark.,2023).

B₁₂ vitamini ve folat eksikliklerinin depresyon ve anksiyete gelişiminde farklı ve karmaşık mekanizmalar etkilidir. Bu vitamin eksiklikleri ve eksiklik sonucu gelişen hiperhomosisteinemi, dendritik hücrelerin aşırı aktivitesine ve doğal öldürücü (NK) hücrelerin sitotoksik etkilerinde azalmaya yol açabilir. Ayrıca, pro- ve anti-inflamatuar sitokinlerin üretiminde değişiklikler meydana gelerek, doğuştan gelen bağışıklık sistemini olumsuz etkileyebilir. Bağışıklık sistemi ve beyin arasındaki hassas denge bu süreçlerle bozulduğunda, beyinde inflamasyon ve nörokimyasal dengesizlikler ortaya çıkabilir. Bu durum, duygu düzenleme mekanizmalarını etkileyerek depresyon ve anksiyetenin gelişimini tetikleyebilir. Bunun yanı sıra, B₁₂ vitamini ve folat eksiklikleri adaptif bağışıklık sisteminde de bozulmalara neden olabilir. Düzenleyici T hücreleri ile T lenfosit oranlarındaki değişiklikler ve immünoglobulin sentezindeki bozulmalar adaptif bağışıklık sisteminin işlevini zayıflatabilir. Kronik inflamasyonun süreklilik kazanması, vücudun stres tepkisini kontrol eden hipotalamik-hipofiz-adrenal (HPA) ekseninde bozulmalara yol açabilir. Bu durum, nörotransmitterlerin dengesini bozarak sinir hücrelerinde hasara ve duygu durumunu düzenleyen beyin bölgelerinde fonksiyonel değişimlere neden olabilir. Tüm bu etkiler B₁₂ vitamin ve folat eksikliğinde, depresyon ve anksiyete belirtilerinin ortaya çıkmasına neden olarak verilebilir (Tan&ark.,2023).

Düşük folat durumu; genel popülasyonunun depresif üyelerinde tespit edilebilmektedir (Morris&ark.,2003). Ancak özellikle folat eksikliği ile ilişkilendirilen depresyonun erkek bireyleri etkilemezken kadın bireyleri etkilediği bildirilmiştir. Folat eksikliğinin cinsiyete özgü bir depresyon durumuna da yol açabildiği, bu duruma neden olan mekanizma tam olarak açıklanamasa da folat eksikliğinin östradiol seviyelerinin düşmesine yol açarak bu etkiyi gösterdiği bildirilmiştir. Östrojen konsantrasyonları düşük olduğunda kadınların depresyona daha duyarlı olduğu belirtilmiş, östradiol seviyeleri depresyondaki kadınlar arasında düşük olma eğiliminde bulunmuştur. Kronik folat yetersizliği diyeti verilen dişi farelerde depresyon benzeri davranışlar görülürken erkek farelerde böyle bir etki görülmemiştir. Folat eksikliğinin yumurtalıklardan östradiol sentezini bozarken, erkeklerde östradiol androjen hormonlardan sentezlendiğinden bu eksiklikten etkilenmedikleri ve depresyon benzeri davranışlar göstermedikleri bildirilmiştir (Sun&ark.,2022).

B₁₂ vitamin ve folat yetersizliklerinin depresyon ve anksiyete oluşumunun yanı sıra tedavi yanıtlarında da etkili olduğu belirtilmektedir. Folat eksikliği fluoksetin gibi antidepresan tedavilerinden sonuç alınmasını zorlaştırmaktadır (Papakostas&ark.,2005). Antipsikotik ve antidepresan ilaçlarla tedavinin yeterli iyileşme sağlayamadığı durumlarda da B₁₂ vitamini eksikliğinin giderilmesi ile tam bir iyileşme sağlanmasında etkili olmaktadır (Bar-Shai&ark.,2011).

Özellikle yaşlılar gibi B₁₂ vitamin ve folat yetersizliği açısından risk altındaki gruplar ve risk grubunda olmaksızın ruhsal bozuklukları, atipik psikiyatrik semptomları, geleneksel tedaviye zayıf yanıtı ve dalgalı semptomatolojisi olan tüm hastalarda B₁₂ vitamin ve folat yetersizliği olasılığı göz önünde bulundurulmalıdır (Hanna&ark.,2009). Ancak B₁₂ vitamin ve folat eksikliği ile depresyon ve anksiyete arasında ilişkinin karmaşık olduğu ve literatürde bu vitaminler ile depresyon arasında ilişki kuran çalışmalar olduğu gibi ilişki kurmayan çalışmalar olduğu da unutulmamalıdır. B₁₂ vitamin ve folat eksikliği olasılık göz önünde bulundurulurken, vitamin düzeylerinin doğru şekilde ölçülüp ölçülmediği, eksiklik düzeyinin toplumdaki yaygınlığı ve diğer faktörlerin etkisi de dikkate alınmalıdır (Atadağ&ark.,2017).

B₁₂ vitamini ve folatın nörometabolik etkileri nöropsikiyatri alanında daha fazla odaklanması gereken, umut vadeden ancak henüz yeterince keşfedilmemiş bir alan olarak dikkat çekmektedir. Sadece yeni ilaç geliştirme çabalarına odaklanmak yerine, depresyonun kapsamlı nörometabolik değerlendirmesine yatırım yapmak büyük önem taşımaktadır. Özellikle nörotransmitter sentezi ile yakından ilişkili olan tek karbon metabolizmasının daha iyi anlaşılması, bu alanda önemli bir potansiyel sunmaktadır. Mevcut literatürdeki kanıtlar çoğunlukla B₁₂ vitamin ve folat eksikliğinin depresif bireylerde önemli olduğunu desteklemektedir (Liwinski&Lang,2023).

4. B₁₂ VİTAMİNİ ve FOLATIN DİYETSEL ALIMI ve SUPLEMENTASYONU

4.1. B₁₂ Vitamini ve Folatın DiyetSEL Alımı ve Depresyon Riski

Diyet çeşitli yönleriyle depresif belirtiler ve depresyon üzerinde etki göstermektedir. Diyetin depresyonla ilişkilendirilen yönleri arasında; diyet seçimleri, diyetin pro-inflamatuvar yükü, genel diyet önerilerine uyum düzeyi ve diyetin mikrobesein içeriği bulunmaktadır. Diyet seçimlerinin depresyon üzerindeki etkisine bakıldığında; omnivor beslenme tarzını seçmek, haftada iki veya daha fazla balık tüketmek, işlenmiş ürün içeriği az bir diyet tüketmek, glisemik indeksi düşük bir diyet tüketmek, ilave şeker tüketiminden kaçınmak, meyve, sebze ve lif artırmak daha düşük depresyon riski ile ilişkilendirilmektedir. Pro-inflamatuvar yük açısından ise; sistemik inflamasyonu artıran besinlerden (rafine un, yüksek yağlı besinler, kırmızı ve işlenmiş etler) zengin bir diyetin depresyon riskini artırdığı sistemik inflamasyon üzerinde etkisi daha az olan besinlerden (sebzeler, kepekli tahıllar, zeytinyağı ve balık) zengin bir diyetin depresyon riskini azalttığı belirtilmektedir. Ülkelerin beslenme rehberleri ve Akdeniz diyeti önerilerinde yer alan genel diyet önerilere uyum depresyon riskini azaltırken, diyetin magnezyum, folik asit ve B₁₂ vitamini gibi mikrobesein içeriği de depresyon ile ilişkili görülmektedir (Ljungberg&ark.,2020). Diyetin depresyon ve anksiyete üzerindeki bariz etkileri, diyetin değiştirebilir bir faktör olması ve bir beslenme ürününün farmakolojik tedavilerden daha az yan etkiye sahip olması; depresyonun yönetimi için

nutrisyonel stratejilere odaklanmanın iyi bir yol olabileceğini kanıtlamaktadır (Tobin&ark.,2024).

İspanya’da yüksek eğitim seviyesine sahip yetişkin bireylerde yapılan bir kohort çalışmasında; katılımcıların diyetel B₁₂ vitamini ve folat alımları ile depresyon prevalansı arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; yüksek folat alımı olan erkekler ile yüksek B₁₂ vitamin alımı olan kadınlar daha düşük depresyon prevalansı göstermiştir. Düşük kaygı düzeyine sahip olan ve sigara tüketen erkek bireylerde diyetel folat alımı ile depresyon arasında ters ilişki bulunmuştur (Sánchez-Villegas&ark.,2009).

Chicago’da yaşlı yetişkinlerle yapılan bir çalışmada; katılımcıların diyetel B₁₂ vitamin ve folat alımları ve depresif semptomların varlığı arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. B₁₂ vitaminin yüksek alımının zaman içerisinde depresyon riskini azalttığı bildirilmiştir. Her ek 10 mcg B12 vitamin alımının yılda %2 daha düşük depresif semptom oranı ile ilişkilendirilmiştir. Çeşitli faktörlere (cinsiyet, alkol kullanma, fiziksel engellilik vb.) göre yapılan ayarlamadan sonra da B₁₂ vitamin depresyon üzerindeki etkisini korumuştur (Skarupski&ark.,2010). Kanada’da yaşlı yetişkinler üzerinde yapılan bir çalışmada; farklı folat ve B₁₂ vitamin alım seviyelerinin 3 yıllık depresyon insidansına etkisi araştırılmıştır. Enerji alımından bağımsız olarak B₁₂ vitamin alımı yüksek olan erkek bireylerde depresyon riskinin azaldığına dair kanıtlar bulunmuştur. B vitaminlerinin besinsel kaynaklarla yeterli miktar ve kalitede tüketilmesinin yaşlı yetişkinlerin depresyona girmekten korunmasında rol oynayabileceği bildirilmiştir (Gougeon&ark.,2016).

ABD’de kadınlar ile yapılan kesitsel bir çalışmada; diyetel B₁₂ vitamin alımının üriner inkontinans ve depresyon ile ilişkisi araştırılmıştır. Üriner inkontinanstaki etkilenen kadınların daha yüksek depresyon oranlarına sahip olduğu ve diyetel B₁₂ vitamin alımının bu ilişkiyi ılımlı hale getirdiği, depresyon riskini azaltmada etkili olabileceği bildirilmiştir (An&ark.,2024). Japonya’da kadınlarla yapılan bir çalışmada; hamilelik döneminde diyetel B₁₂ vitamin ve folat alımının postpartum depresyona etkisi araştırılmıştır. Katılımcıların %14’ünde postpartum depresyon gelişmiş ancak diyetel folat ve B₁₂ vitamin alımları ile ilişkili bulunmamıştır. Postpartum depresyon insidansının belirlenmesinin

zorluklar yaşandığı, diyetel alımların uzun süreli değerdendirilemediğı belirtilmiştir. Bu gibi sınırlılıkların çalışma sonucunu etkilemiş olabileceğı ifade edilmiştir (Miyake&ark.,2006).

Kore’de adolesan kızlarda yapılan bir çalışmada; beslenme alışkanlıkları ergenlik döneminde fiziksel ve psikolojik gelişim için önemli olduğundan bu popölasyonun beslenme alışkanlıkları ile depresyon arasındaki ilişki değerdendirilmiştir. Beslenme alışkanlıkları değerdendirilirken diyetel B₁₂vitamin alımları hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda; B₁₂ vitamin tüketimi yüksek olan grubun depresyon riski orta olan grupla kıyasla daha düşük bulunmuştur. B₁₂ vitamin tüketimi ile depresyon riski arasında negatif bir ilişkili olduğu belirtilmiştir (Kim&ark.,2015).

Depresyon tanısı almış Güney Afrikalı hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada; bireylerin diyet folat skoru değerdendirilmiştir. Çalışma sonucunda hasta grubunun homosistein değerdeleri kontrol grubuna göre yüksek, diyetel folat alımı kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur. Ayrıca artmış homosistein değerdeleri ile artmış BKİ değerdeleri arasında bir korelasyon bulunmuştur (Delpot&ark.,2014).

Üç ırk/etnik grup arasında yapılan bir çalışmada; folat alımları ile depresyon arasındaki ilişki araştırılmıştır. Hispanik olmayan beyazlar, hispanikler ve Afrikalı Amerikalılar çalışmaya dahil edilmiştir. Diyet folatı ve depresyon arasındaki ilişki ırk/etnik gruplar arasında anlamlı farklılıklar göstermiştir. Hispanik grupta diyetel folat alımı ile depresyon arasında ters ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Diyetel folat alımının artmasıyla depresyon riskinin %75 azaltılabileceğı belirtilmiştir. Koyu yeşil yapraklı sebzeler ve baklagiller gibi doğal folat kaynaklarının tüketimi ile depresyon insidanslarının azaltılabileceğı belirtilmiştir (McEligot&ark.,2018).

Birleşik Krallık’ta yapılan bir çalışmada; vejetaryen diyet uygulayan ve uygulamayan bireylerde depresyon yaygınlığı ve bu bireylerin diyetel folat ve B₁₂ vitamin alımlarının beyine etkisi incelenmiştir. Vejetaryenlerde depresyon daha yaygın ve B₁₂ vitamini alımı daha düşük bulunmuştur. Vejetaryen olmayanlar da ise daha düşük folat alımları tespit edilmiştir. Bununla birlikte, depresif olmayan katılımcılar arasında B₁₂ vitamini alımı sağ pallidum ile pozitif ilişkili bulunmuştur. Diyetel

B₁₂ vitamini alımının sağ pallidumdaki depresyon ile bağlantılı faktörleri azalttığı gözlemlenmiştir. Diyetel folat alımı; depresyonu olan vejetaryenler arasında toplam beyin hacmi ve gri cevher hacmi ile ilişkili bulunmuştur. Folat alımının düşük olması, depresyon durumunda küçülen beyin hacmi ile bağlantılı bulunmuştur. Diyetel B₁₂ vitamin ve folat alımının beyinde depresyonla bağlantılı değişiklikleri etkileyebileceği vurgulanmıştır (Berkins&ark.,2021).

Bu bölümde bahsi geçen çalışmalar Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Diyetel B₁₂ vitamini ve folatın depresyona etkisi

ÇALIŞMA	ÜLKE	ÇALIŞMA GRUBU	SONUÇ
Sánchez-Villegas ve ark. (2009)	İspanya	Yüksek eğitim seviyesine sahip yetişkin bireyler	Erkeklerde yüksek folat alımı, kadınlarda yüksek B ₁₂ vitamin alımı düşük depresyon riskiyle ilişkilidir.
Skarupski ve ark. (2010)	ABD (Chicago)	Yaşlı bireyler	Yüksek B ₁₂ vitamin alımın zamanla depresyon riskini azaltır. (Her 10 mcg’lık B ₁₂ vitamini = yılda %2 daha az

			depresyon riski)
Gougeon ve ark. (2016)	Kanada	Yaşlı bireyler	Erkeklerde yüksek B ₁₂ vitamin alımı düşük depresyon riski ile ilişkilidir.
An ve ark. (2024)	ABD	Üriner inkontinanstaki etkilenen kadınlar	Diyetsel B ₁₂ vitamin alımı depresyon riskini azaltmada etkilidir.
Miyake ve ark. (2006)	Japonya	Hamile kadınlar	Diyetsel B ₁₂ vitamin ve folat alımı postpartum depresyonla ilişkili değildir.
Kim ve ark. (2015)	Kore	Adolesan kızlar	B ₁₂ vitamin tüketimi ile depresyon riski negatif ilişkilidir.
Delport ve ark. (2014)	Güney Afrika	Depresyon hastaları	Depresyon hastalarının diyetssel folat alımı depresyonu olmayan

			bireylerden düşüktür.
McEligot ve ark. (2018)	ABD	Hispanik olmayan beyazlar, hispanikler ve Afrikalı Amerikalılar	Hispanik bireylerde diyetel folat alımı depresyon ile ilişkilidir. (Diyetel folat alımının artması ile depresyon riski %75'e kadar azaltabilir)
Berkins ve ark. (2021)	Birleşik Krallık	Vejetaryenler ve vejetaryen olmayanlar	Diyetel B ₁₂ vitamin ve folat alımı beyinde; depresyon belirteçlerin i ve depresyon kaynaklı yapısal değışiklikleri azaltır.

4.2. B₁₂ Vitamini ve Folatın Supplement Alımı ve Depresyon Tedavisi

Besin ögesi gereksinimlerini, dengeli ve yeterli beslenme yoluyla karşılamak her zaman temel hedef olmalıdır ancak besin ögesi gereksinimleri, besinler ile karşılanamadığı durumlarda besin destekleri kullanılabilir. Besin destekleri yeterli ve dengeli beslenmenin yerini tutmasa da

bireylerin besin ögesi eksiklerini engelleyerek yeterli ve dengeli beslenmesine katkı sağlayabilir. Besin destekleri; nutrasötik, gıda takviyesi, diyet takviyesi veya takviye edici gıda gibi farklı isimlerle de anılmaktadır. Piyasada kapsül, tablet veya damla gibi formlarda bulunan ürünlerdir. Türkiye’de besin desteği olarak en çok vitamin ve mineraller kullanıldığı bildirilmiştir (Sağlık Bakanlığı,2022).

Bireyler için önerilen mikro besin alım miktarı hem toplumun genel özelliklerine hem özel gereksinimlere sahip alt gruplara göre değişiklik göstermektedir. Hem erkek hem kadın yetişkin bireyler için tavsiye edilen günlük folat alım miktarı (RDA) 400 mcg, hamilelik döneminde 600 mcg ve emzicilik döneminde 500 mcg’dır. Türk toplumu için belirlenen popülasyon referans folat alımı (PRI); erkek ve kadınlar için 330 mcg, hamilelik ve emzicilik dönemi için RDA ile aynıdır. B₁₂ vitamini için RDA; erkek ve kadın yetişkin bireylerde 2,4 mcg, hamilelik döneminde 2,6 mcg ve emzicilik döneminde 2,8 mcg’dır. Türk toplumu için belirlenen B₁₂ vitamin yeterli alım miktarı (AI) ise; yetişkin erkek ve kadınlar için, 4 mcg, hamilelik döneminde 4,5 mcg ve emzicilik döneminde 5 mcg’dır (Sağlık Bakanlığı,2022, Institute of Medicine,1998).

Depresyon ve anksiyete üzerine yapılan araştırmalardan elde edilen bulgular B₁₂ vitamin ve folik asit takviyelerinin depresyonun önlenmesi ve tedavisinde kullanımının düşünülmesi gereken bir nokta olduğunu vurgulamış ve bu konuda yapılan çalışmalar artmaya başlamıştır (Coppen&Bolander-Gouaille,2005). Amerikalı bilim insanları tarafından yapılan bir araştırmada; B₁₂ vitamin takviyesinin psikiyatrik durumlarla ilişkisini incelenmiştir. Araştırma sonucunda; rutin B₁₂ vitamin takviyesinin depresif belirtiler veya depresyonu önlemek için kullanımını destekleyecek kanıtların yetersiz olduğu, yüksek kaliteli kanıtların B₁₂ vitamin takviyenin depresyon tedavisi üzerinde etkili olmadığı vurgulanmıştır. Ayrıca; depresyon ve anksiyete gibi yaygın psikiyatrik semptomları olan hastalar için B₁₂ vitamin düzeylerini ne zaman test etmeleri gerektiğini gösteren resmi bir kılavuzun eksikliği belirtilmiştir (Kennedy&ark.,2024). Amerikalı bilim insanları tarafından yapılan başka bir araştırmada; B₁₂ vitamini ve depresyon arasındaki ilişkiye ait kanıtlar incelenmiştir. B₁₂ vitamin takviyesinin depresyon

üzerinde etkili olabilmesi için kullanılma zamanının önemli olduğu belirtilmiştir. Erken zamanda kullanılan B₁₂ vitamin takviyesinin depresyonun başlangıcını geciktirebileceği ve B₁₂ vitamin takviyelerinin depresyon sırasında kullanımının anti-depresan etkinliğini artırabileceği bildirilmiştir. Nüfusta, depresyon veya depresyona yol açabilecek bilişsel işlev yetersizliklerinin gelişmesini önlemek için ergenlik çağından itibaren tüm hastalar için rutin plazma B₁₂ vitamin testleri oluşturulması önerilmiştir (Sangle&ark.,2020). Normal veya subklinik B₁₂ vitamini serum düzeyleri olan ve ileri nörolojik bozuklukları olmayan hastalarda B₁₂ vitamini takviyelerinin (0.1-1.0 mg/gün) depresyona etkisine odaklanan bir araştırmada ise; bireylere B12 vitamin takviyesi verilmesinin bilişsel işlevler ve depresif semptomlar üzerinde etkisi olmadığına dair yüksek kaliteli kanıtlar bulmuştur. B₁₂ vitamin serum seviyeleri bariz düşük olmayan hasta popülasyonunda depresif belirtiler için B₁₂ vitamini takviyesinin gereksiz olduğu sonucuna varılmıştır (Markun&ark.,2021).

Folik asit takviyesinin depresyon üzerindeki etkinliğini inceleyen, 2000’li yılların başlarında yapılmış çalışmalar; depresyonun akut, devam eden ve sürdürme tedavileri sırasında anti-depresan tedavisine ek olarak 2 mg/gün folik asit takviyesi kullanımını önermektedir. Folik asit takviyesinin yararlı etkileri net olmasa da etkileri kanıtlanana kadar bu uygulama ile çok fazla kişiye yarar sağlanabileceği belirtilmiştir. Folik asit takviyesi ilerleyen süreçte yararsız bulunsa bile bu uygulamanın zararlı bir etkisi olmayacağına değinilmiştir (Abou-Saleh&Coppen,2006). İleriki yıllarda Amerika’da yapılan bir çalışmada; depresyon ve anksiyete varlığının yetişkinlerin folik asit ve vitamin supplement kullanıma etkisi ve bu kullanımın depresif belirtilerle ilişkisi araştırılmıştır. Teşhis edilen depresyon ve anksiyete öyküsü varlığında bireylerin folik asit ve vitamin takviyesi alma prevalansı ve olasılığı önemli ölçüde değişerek artmıştır. Ancak folik asit ve vitamin takviyesi kullanımı depresif semptomların varlığını değiştirmemiştir (Zhao&ark.,2011).

Çin’de yapılan bir çalışmada; gebelik döneminde alınan folik asit takviyesinin doğan bebeklerin yetişkinlik dönemindeki depresyon benzeri davranışlarına etkisi araştırılmıştır. Çalışma hayvan çalışması olarak

yapılmış ve folik asit takviyesinin depresyon ile ilişkili olduğu belirtilen kortikal DNA hipometilasyonuna etkisi araştırılmıştır. Fareler gebeliğin 5. Haftasından itibaren D vitamininden eksik bir diyetle beslenmiştir. Bu farelerin yavrularında serum folat ve kortikal SAME içeriğinin azalmıştır. Gebe farelere verilen folik asit takviyesi (3 mg/kg); yavrularda kortikal SAME tükenmesini hafifletmiş ve azalan kortikal DNA metilasyonunu iyileştirmiştir. Folik asit takviyesi depresyonla ilişkili genlerdeki ekspresyon artışını değiştirmiştir. Ayrıca yavruların yetişkinlik dönemindeki depresyon benzeri davranışları hafiflemiştir (Tuo&ark.,2023). Brezilya’da yapılan bir çalışmada; hamilelik döneminde folik asit takviyesi kullanımının doğum sonrası depresyon semptomları ile ilişkisi araştırılmıştır. Kadınlar; gebelikte hiç folik asit takviyesi kullanmayanlar, sadece ilk trimesterde kullananlar ve iki veya üç trimesterde kullananlar 3 gruba ayrılmış ve doğum sonrası üç ay boyunca depresif semptomları incelenmiştir. Folik asit kullanmayan grubun doğum sonrası depresyon prevalansı %15.7, sadece birinci trimesterde kullananlarda %9.1, iki veya üç trimesterde kullananlarda ise %9.4 bulunmuştur. Çalışma sonucunda; gebelik sırasında folik asit takviyesi ile üç aylık doğum sonrası depresyon arasında bir ilişki kurulamamış (Lutz&ark.,2023). Hindistan ve Suudi Arabistan merkezli araştırmacılar tarafından bir çalışmada; doğum sonrası depresyonda diyetel takviyelerin etkinliğine dair kanıtlar incelenmiştir. Araştırma sonucunda; günümüzde doğum sonrası depresyonu yalnızca diyet değişiklikleri veya takviyeler ile güvenli bir şekilde önlemek veya tedavi etmek için yeterli kanıt olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca folat gibi depresyon ve / veya doğum sonrası depresyon ile ilişkilendirilen vitaminlerin yeterli alımlarının hamile kadınların ve yeni anneler için önemli olduğu ve bu vitaminlerin besinsel alımını sağlamanın önemi vurgulanmıştır (Rupanagunta&ark.,2023).

Bu bölümde bahsi geçen çalışmalar Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2. B₁₂ Vitamin ve folat Takviyesinin Depresyona Etkisi

ÇALIŞMA	ÜLKE	ÇALIŞMA GRUBU	SONUÇ

Kennedy ve ark. (2024)	Amerika	Psikiyatrik bozukluklar için B ₁₂ vitamin takviyesini araştıran çalışmalar	Depresyonun tedavisi ve önleminde rutin B ₁₂ vitamin takviyesi kullanımı için kanıtlar yetersiz.
Sangle ve ark. (2020)	Amerika	B ₁₂ vitamini ve depresyon ilişkisini araştıran çalışmalar (n=35)	Erken B ₁₂ vitamin takviyesi depresyonun başlangıcını geciktirebilir. B ₁₂ vitamin takviyesi antidepresan etkinliğini artırabilir.
Markun ve ark. (2021)	İsviçre	Tek B ₁₂ vitamin takviyesinin depresif semptomlar vb. üzerindeki etkisini araştıran çalışmalar (n=16)	Serum B ₁₂ vitamin düzeyi normal olan ve ileri nörolojik bozukluğu olmayan hastalarda B ₁₂ vitamin takviyesi (0.1-1.0 mg/gün) depresif semptomları etkilemez.

Abou-Saleh ve ark. (2006)	Birleşik Krallık	Folik asit takviyesinin depresyon üzerindeki etkisini araştıran araştırmalar	2 mg/gün folik asit takviyesi antidepresan etkinliğini artırabilir.
Zhao ve ark. (2011)	Amerika	Amerikalı yetişkin bireyler	Depresyon ve anksiyete varlığı bireylerin folik asit takviyesi kullanma prevalansını artırır. Folik asit takviyesi depresif semptomların varlığını etkilemez.
Tuo ve ark. (2023)	Çin	D vitamininden eksik beslenen gebe ICR farelerin yavruları	Folik asit takviyesi (3 mg/kg); azalan SAME ve DNA metilasyonun u iyileştirir. Depresyon benzeri davranışları hafifletir.
Lutz ve ark. (2023)	Brezilya	Gebe kadınlar	Gebelik sırasında kullanılan folik asit

			takviyesi; üç aylık doğum sonrası depresyon ile ilişkili değildir.
Rupanagunt a ve ark. (2023)	Suudi Arabistan	Doğum sonrası depresyon ve vitamin takviyelerini araştıran çalışmalar	Doğum sonrası depresyonda vitamin takviyelerinin etkinliğine dair kanıtlar yetersizdir. Folat gibi depresyonla ilişkilendirilen vitaminler besinlerle alınmalıdır.

5. SONUÇ

Depresyon ve anksiyete, tüm insanlığı ilgilendiren, prevalansı günden güne artan ve hem bireysel sağlığı hem toplum sağlığını etkileyen ciddi psikolojik sorunlardır. Beyin üzerindeki karmaşık ağ bağlantıları, depresyon ve anksiyetenin birlikte görülmesine neden olmaktadır. Depresyonu olan bireyde anksiyete gelişimi, anksiyetesi olan bireyde depresyon oluşumu çoğu zaman kaçınılmazdır. Bu nedenle, bu iki durumu birbirinden ayırmak mantıklı değildir. Depresyonu etkileyen bir durumun anksiyeteyi, anksiyeteyi etkileyen bir durumun depresyonu etkileyeceği unutulmamalıdır.

Depresyon ve anksiyete oluşumunu etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bu faktörler arasında; yaş, cinsiyet ve diyetel faktörler yer almaktadır. Yaşlı bireylerde görülen kronik hastalıklar, hastalıklara direncin az olması ve yalnızlık, depresyon ve anksiyete ile karşılaşma ihtimalini artırmaktadır. Kadın bireylerin üzerindeki sosyal baskı ve bazı fizyolojik

özellikleri (hormon sistemleri), erkeklerden daha fazla depresyon ve anksiyete yaşamalarına neden olmaktadır. Diyetin; enflamatuvar yükü, asit yükü ve bazı besin öğelerinin içeriği depresyon ve anksiyete oluşumunu etkilemektedir. B vitaminleri de bu besin öğelerinden olup depresyon ve anksiyete üzerindeki etkinliği en fazla araştırılan B vitaminleri, B₁₂ vitamini ve folattır.

B₁₂ vitamini ve folat, zihinsel sağlık üzerinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Zihinsel sağlık üzerindeki etkinliklerini birlikte gösterdiklerinden mutlaka beraber ele alınması gereken iki vitamindir. Zihinsel sağlık üzerindeki koordine etkileri, tek karbon metabolizması olarak isimlendirilmektedir. Bu metabolizmada, folatın aktif formu olan THF; B₁₂ vitamini ile metil grubu aktarımı yaparak metiyonin üretmekte, bu da hücrel fonksiyonlar için gerekli olan SAME üretimini sağlamaktadır. SAME, DNA metilasyonu gibi önemli zihinsel süreçleri düzenlemektedir. B₁₂ vitamini ve folatın beraber çalışması, eksikliklerinin de beraber görülmesine neden olmaktadır. B₁₂ vitamin eksikliği, folat eksikliği; folat eksikliği de B₁₂ vitamin eksikliğini teşvik etmektedir. Bu eksiklikler, beyin fonksiyonlarını etkileyerek DNA stabilitesini ve nöron farklılaşmasını engellemekte ve gelişimsel bozukluklara yol açabilmektedir. B₁₂ vitamini ve folat eksiklikleri, homosistein seviyelerinin yükselmesine neden olmakta ve homosistein yüksekliği bilişsel bozukluklarla ilişkili olmaktadır. B₁₂ vitamin ve folat eksiklikleri, hem bağımsız mekanizmalarla hem homosistein ile alakalı mekanizmalarla zihinsel hasara neden olabilmektedir.

B₁₂ vitamin ve folat eksikliklerinin oluşmasında etkili bazı risk faktörleri bulunmaktadır. Bu faktörler arasında; hassas gruplarda yer alma, bazı hastalıklara sahip olma, ilaç kullanma ve bitkisel bazlı beslenme yer almaktadır. Hamileler, yaşlılar ve çocuklar, bu vitamin eksikliklerini yaşama ihtimali fazla olan hassas gruplardır. Gastrik atrofi, ileal hastalıklar, kronik pankreatit, bakteriyel enfeksiyonlar ve parazitik enfeksiyonlar, B₁₂ vitamin ve folat eksikliğine neden olabilen hastalıklardır. Metformin, proton pompa inhibitörleri, histamin-2 reseptör antagonistleri, metotreksat, kolşisin, sülfonamidler ve bazı epileptik ilaçların kullanımı, B₁₂ vitamin ve folat eksikliğini desteklemektedir. Bitkisel bazlı diyet biçimini benimseme ise B₁₂

vitamininin hayvansal kaynaklı besinlerle alındığından bu vitaminlerin eksikliğine neden olabilmektedir.

B₁₂ vitamin ve folat eksiklikleri, depresyon ve anksiyeteyi tetikleyebilmektedir.

Bu vitaminlerin eksiklikleri, hiperhomosisteinemiye, bağışıklık sistemi bozukluklarına ve nörokimyasal dengesizliklere yol açabilmektedir. Ayrıca, B₁₂ vitamin ve folat eksiklikleri, stres tepkisini kontrol eden HPA ekseninde bozulmalara neden olabilmektedir. Folat eksikliği, özellikle kadınlarda östradiol seviyelerini düşürerek depresyon riskini artırabilmektedir. Ek olarak; B₁₂ vitamin ve folat eksiklikleri, depresyon ve anksiyete tedavisine yanıtı zorlaştırarak etki gösterebilmektedir. Örneğin, fluoksetin gibi antidepresanlarla tedavi etkisiz kalabilmektedir.

Diyetin depresyon ve anksiyete üzerindeki bariz etkileri, diyetin değiştirebilir bir faktör olması ve bir beslenme ürününün farmakolojik tedavilerden daha az yan etkiye sahip olması, depresyonun yönetimi için nutrisyonel stratejilere odaklanmanın iyi bir yol olabileceğini kanıtlamaktadır. Birçok çalışma, diyetel B₁₂ vitamin ve folat alımının depresyon üzerindeki etkilerini göstermektedir. Yüksek diyetel B₁₂ vitamin ve folat alımı, depresyon prevalansını azaltmakta ve depresif semptomları iyileştirmektedir. B₁₂ vitamin ve folat eksiklikleri, depresyon riskini artırmakta, bu nedenle bu vitaminlerin yeterli alımı depresyonun önlenmesine yardımcı olmaktadır. Çeşitli araştırmalar, B₁₂ vitaminin yüksek alımının depresyon riskini azalttığını ve depresyon semptomlarını hafiflettiğini ortaya koymaktadır. Diyetel folat alımının depresyon üzerindeki olumlu etkisi vurgulanmakta; folat alımının arttıkça depresyon riskinin azaldığı belirtilmektedir. Ayrıca, B₁₂ vitamin ve folat alımının kadın ve erkeklerde depresyonla ters orantılı olduğu ve vejetaryen bireylerde depresyonun daha yaygın olabildiği ve B₁₂ vitamin alımlarının daha düşük olmasının bununla doğrultulu olduğu gözlemlenmektedir. Genel olarak çalışmalar, diyetel B₁₂ vitamin ve folat alımının yeterli olmasının depresyon riskini azaltmada önemli bir faktör olduğunu kanıtlamaktadır.

Depresyon ve anksiyete tedavisinde B₁₂ vitamin ve folik asit takviyelerinin etkinliği konusunda karışık bulgular bulunmaktadır. Çeşitli araştırmalar, bu takviyelerin depresyonun önlenmesi veya tedavisinde potansiyel bir fayda sağlayabileceğini öne sürse de, yüksek kaliteli ve kapsamlı

çalışmalar genellikle bu takviyelerin depresyon üzerindeki etkilerini sınırlı veya etkisiz olarak değerlendirmektedir. Özellikle, B₁₂ vitamin takviyesinin depresyon tedavisinde rutin kullanımının etkili olduğuna dair yeterli kanıt bulunmamaktadır. Bununla birlikte, B₁₂ vitamin takviyelerinin, özellikle erken dönemde kullanıldığında, depresyonun başlangıcını geciktirebileceği veya tedavi sırasında antidepresanların etkinliğini artırabileceği de bazı çalışmalarla ifade edilmiştir. Folik asit takviyesinin depresyon üzerindeki etkilerini araştıran eski çalışmalar faydalı etkiler bulmuşken, daha yeni araştırmaların çoğu bu takviyenin depresyon tedavisinde önemli bir fark yaratmadığını belirtmiştir. Genel olarak çalışmalar, bu vitaminlerin suplement alımlarının depresyonu tedavi etmede etkili olmadığını göstermektedir.

Depresyon ve anksiyetenin bireysel ve toplumsal sağlıkta yarattığı bariz yükü hafifletmek ve gidermek için bu durumların tedavisinden ziyade önlenmesine odaklanmak daha iyi sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Diyetisyenler bu önleme stratejisinde yer almalı ve diyetset B₁₂ vitamin ve folat alımını teşvik etmelidir. Bu vitaminlerin supplementleri; depresyon ve anksiyete oluşmadan önce, bu vitaminlerin eksikliğine sahip bireyler diyetset alımlarla eksikliklerini gideremiyorsa önerilmelidir. B₁₂ vitamin ve folat eksikliğine yol açan risk faktörlerinin aynı zamanda depresyon ve anksiyete oluşumu için de risk faktörü olabileceği unutulmamalıdır. B₁₂ vitamin ve folatın depresyon ve anksiyete üzerindeki etkilerine gereken önem verilmeli ve bu konuda yapılan çalışmalar artırılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Abou-Saleh, M. T., & Coppen, A. (2006). Folic acid and the treatment of depression. *Journal of psychosomatic research*, 61(3), 285–287.
- Alexopoulos G. S. (2005). Depression in the elderly. *Lancet (London, England)*, 365(9475), 1961–1970.
- Allen L. H. (2008). Causes of vitamin B12 and folate deficiency. *Food and nutrition bulletin*, 29(2 Suppl), S20–S37.
- Almeida, O. P., Ford, A. H., & Flicker, L. (2015). Systematic review and meta-analysis of randomized placebo-controlled trials of folate and vitamin B12 for depression. *International psychogeriatrics*, 27(5), 727–737.
- An, F., Wang, S., Gao, L., Sun, X., & Wang, J. (2024). Dietary Vitamin B12 Intake Affects the Association Between Urinary Incontinence and Depression in Women: A Cross-Sectional Study of NHANES 2007-2018. *International journal of women's health*, 16, 1969–1980.
- Asyraf, P. A., Kusnadi, I. F., Stefanus, J., Khairinisa, M. A., & Abdulah, R. (2022). Clinical Manifestations and Genetic Influences in Sulfonamide-Induced Hypersensitivity. *Drug, healthcare and patient safety*, 14, 113–124.
- Atadağ, Y., Aydın, A., Dilber Köşker, H., Kaya, D., & Başak, F. (2017). Relationship of vitamin B12 with depression-anxiety disorders: Retrospective cohort study. *Archives of Clinical and Experimental Medicine*, 2(1), 6-8.
- Barney, A. M., Abraham, V. J., Danda, S., Cherian, A. G., & Vanitha, S. (2020). Prevalence of Vitamin B12 Deficiency and Its Associated Risk Factors among Pregnant Women of Rural South India: A Community-based Cross-sectional Study. *Indian journal of community medicine: official publication of Indian Association of Preventive & Social Medicine*, 45(4), 399–404.
- Bar-Shai, M., Gott, D., & Marmor, S. (2011). Acute psychotic depression as a sole manifestation of vitamin B12 deficiency. *Psychosomatics*, 52(4), 384–386.
- Berkins, S., Schiöth, H. B., & Rukh, G. (2021). Depression and Vegetarians: Association between Dietary Vitamin B6, B12 and Folate Intake and Global and Subcortical Brain Volumes. *Nutrients*, 13(6), 1790.

- Bobo, W. V., Grossardt, B. R., Virani, S., St Sauver, J. L., Boyd, C. M., & Rocca, W. A. (2022). Association of Depression and Anxiety With the Accumulation of Chronic Conditions. *JAMA network open*, 5(5), e229817.
- Coppen, A., & Bolander-Gouaille, C. (2005). Treatment of depression: time to consider folic acid and vitamin B12. *Journal of psychopharmacology (Oxford, England)*, 19(1), 59–65.
- Cramer, A. O. J., Waldorp, L. J., van der Maas, H. L. J., & Borsboom, D. (2010). Comorbidity: A network perspective. *Behavioral and Brain Sciences*, 33(2–3), 137–150.
- Delport, D., Schoeman, R., van der Merwe, N., van der Merwe, L., Fisher, L. R., Geiger, D., & Kotze, M. J. (2014). Significance of dietary folate intake, homocysteine levels and MTHFR 677 C>T genotyping in South African patients diagnosed with depression: test development for clinical application. *Metabolic brain disease*, 29(2), 377–384.
- Dinç, D., & Schulte, P. F. J. (2018). Invloed van anti-epileptica op foliumzuur-, vitamine B12- en homocysteïnewaarden [The use of anticonvulsants and the levels of folate, vitamin B12 and homocysteine]. *Tijdschrift voor psychiatrie*, 60(1), 20–28.
- Elgormus, Y., Okuyan, O., Dumur, S., Sayili, U., & Uzun, H. (2023). The Epidemiology of Deficiency of Vitamin B12 in Preschool Children in Turkey. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 59(10), 1809.
- Erkmen E ve Soylu M (2024). Sağlık Bilimleri Alanında Uluslararası Akademik Çalışmalar Ve Teorik Bilgiler-IX. Bölüm Adı:Yaşlanma, Telomer Uzunluğu ve Beslenme, İksad Yayınevi, Editör:Bayramoğlu Akkoyun Mahire, Akkoyun Turan, Basım Sayısı:1, Isbn:978-625-378-071-5, Bölüm Sayfaları:101 -120.
- Frankenburg F. R. (2007). The role of one-carbon metabolism in schizophrenia and depression. *Harvard review of psychiatry*, 15(4), 146–160.
- García-Velázquez, R., Jokela, M., & Rosenström, T. H. (2019). The varying burden of depressive symptoms across adulthood: Results from six NHANES cohorts. *Journal of affective disorders*, 246, 290–299.
- Gemici, A. I., Sevindik, Ö. G., Akar, S., & Tunca, M. (2013). Vitamin B12 levels in familial Mediterranean fever patients treated with colchicine. *Clinical and experimental rheumatology*, 31(3 Suppl 77), 57–59.

- Ghandour, R. M., Sherman, L. J., Vladutiu, C. J., Ali, M. M., Lynch, S. E., Bitsko, R. H., & Blumberg, S. J. (2019). Prevalence and Treatment of Depression, Anxiety, and Conduct Problems in US Children. *The Journal of pediatrics*, 206, 256–267.e3.
- Gougeon, L., Payette, H., Morais, J. A., Gaudreau, P., Shatenstein, B., & Gray-Donald, K. (2016). Intakes of folate, vitamin B6 and B12 and risk of depression in community-dwelling older adults: the Quebec Longitudinal Study on Nutrition and Aging. *European journal of clinical nutrition*, 70(3), 380–385.
- Gupta, A., Kapil, U., Ramakrishnan, L., Pandey, R. M., & Yadav, C. P. (2017). Prevalence of Vitamin B12 and Folate Deficiency in School Children Residing at High Altitude Regions in India. *Indian journal of pediatrics*, 84(4), 289–293.
- Hanna, S., Lachover, L., & Rajarethinam, R. P. (2009). Vitamin b₁₂ deficiency and depression in the elderly: review and case report. *Primary care companion to the Journal of clinical psychiatry*, 11(5), 269–270.
- He, Z. F., Tan, W. Y., Ma, H., Shuai, Y., Shan, Z., Zhai, J., Qiu, Y., Zeng, H., Chen, X. L., Wang, S. B., & Liu, Y. (2024). Prevalence and factors associated with depression and anxiety among older adults: A large-scale cross-sectional study in China. *Journal of affective disorders*, 346, 135–143.
- Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes and its Panel on Folate, Other B Vitamins, and Choline. (1998). *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline*. National Academies Press (US).
- Kaiser, T., Herzog, P., Voderholzer, U., & Brakemeier, E. L. (2021). Unraveling the comorbidity of depression and anxiety in a large inpatient sample: Network analysis to examine bridge symptoms. *Depression and anxiety*, 38(3), 307–317.
- Kennedy D. O. (2016). B Vitamins and the Brain: Mechanisms, Dose and Efficacy--A Review. *Nutrients*, 8(2), 68.
- Kennedy, K. P., Alexander, J. L., Garakani, A., Gross, L. S., Mintz, D. L., Parikh, T., Pine, J. H., Sumner, C. R., & Baron, D. A. (2024). Vitamin

- B12 Supplementation in Psychiatric Practice. *Current psychiatry reports*, 26(6), 265–272.
- Kim, T. H., Choi, J. Y., Lee, H. H., & Park, Y. (2015). Associations between Dietary Pattern and Depression in Korean Adolescent Girls. *Journal of pediatric and adolescent gynecology*, 28(6), 533–537.
- Kris-Etherton, P. M., Petersen, K. S., Hibbeln, J. R., Hurley, D., Kolick, V., Peoples, S., Rodriguez, N., & Woodward-Lopez, G. (2021). Nutrition and behavioral health disorders: depression and anxiety. *Nutrition reviews*, 79(3), 247–260.
- Kuloğlu, N., Karabulut, D., Kaymak, E., Akin, A. T., Ceylan, T., Yıldırım, A. B., & Yakan, B. (2024). Effect of vitamin B12 on methotrexate-induced cardiotoxicity in rats. *Iranian journal of basic medical sciences*, 27(6), 733–739.
- Lederer, A. K., Hannibal, L., Hettich, M., Behringer, S., Spiekerkoetter, U., Steinborn, C., Gründemann, C., Zimmermann-Klemd, A. M., Müller, A., Simmet, T., Schmiech, M., Maul-Pavicic, A., Samstag, Y., & Huber, R. (2019). Vitamin B12 Status Upon Short-Term Intervention with a Vegan Diet-A Randomized Controlled Trial in Healthy Participants. *Nutrients*, 11(11), 2815.
- Li, X., Chen, M., Yao, Z., Zhang, T., & Li, Z. (2022). Dietary inflammatory potential and the incidence of depression and anxiety: a meta-analysis. *Journal of health, population, and nutrition*, 41(1), 24.
- Linder, L., Tamboue, C., & Clements, J. N. (2017). Drug-Induced Vitamin B12 Deficiency: A Focus on Proton Pump Inhibitors and Histamine-2 Antagonists. *Journal of pharmacy practice*, 30(6), 639–642.
- Liwinski, T., & Lang, U. E. (2023). Folate and Its Significance in Depressive Disorders and Suicidality: A Comprehensive Narrative Review. *Nutrients*, 15(17), 3859.
- Ljungberg, T., Bondza, E., & Lethin, C. (2020). Evidence of the Importance of Dietary Habits Regarding Depressive Symptoms and Depression. *International journal of environmental research and public health*, 17(5), 1616.
- Lutz, B. H., Santos, I. D. S. D., Domingues, M. R., Murray, J., Silveira, M. F. D., Miranda, V. I. A., Silveira, M. P. T., Mengue, S. S., Pizzol, T. D. S. D., & Bertoldi, A. D. (2023). Folic acid supplementation during

- pregnancy and postpartum depressive symptoms. *Revista de saude publica*, 57, 76.
- Mahdavifar, B., Hosseinzadeh, M., Salehi-Abargouei, A., Mirzaei, M., & Vafa, M. (2021). Dietary intake of B vitamins and their association with depression, anxiety, and stress symptoms: A cross-sectional, population-based survey. *Journal of affective disorders*, 288, 92–98.
- Markun, S., Gravestock, I., Jäger, L., Rosemann, T., Pichierri, G., & Burgstaller, J. M. (2021). Effects of Vitamin B12 Supplementation on Cognitive Function, Depressive Symptoms, and Fatigue: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Meta-Regression. *Nutrients*, 13(3), 923.
- McEligot, A. J., Cruz, S. S., Gonzalez, S., & Pogoda, J. M. (2018). The Association between Total Folate Intakes and Depression amongst Three Racial/Ethnic Groups. *Californian journal of health promotion*, 16(1), 6–15.
- Milajerdi, A., Hassanzadeh Keshteli, A., Haghighatdoost, F., Azadbakht, L., Esmailzadeh, A., & Adibi, P. (2020). Dietary acid load in relation to depression and anxiety in adults. *Journal of human nutrition and dietetics : the official journal of the British Dietetic Association*, 33(1), 48–55.
- Miyake, Y., Sasaki, S., Tanaka, K., Yokoyama, T., Ohya, Y., Fukushima, W., Saito, K., Ohfuji, S., Kiyohara, C., Hirota, Y., & Osaka Maternal and Child Health Study Group (2006). Dietary folate and vitamins B12, B6, and B2 intake and the risk of postpartum depression in Japan: the Osaka Maternal and Child Health Study. *Journal of affective disorders*, 96(1-2), 133–138.
- Morris, M. S., Fava, M., Jacques, P. F., Selhub, J., & Rosenberg, I. H. (2003). Depression and folate status in the US Population. *Psychotherapy and psychosomatics*, 72(2), 80–87.
- Müller P. (2020). Vegan Diet in Young Children. *Nestle Nutrition Institute workshop series*, 93, 103–110.
- Nelson, J., Klumpparendt, A., Doeblner, P., & Ehring, T. (2017). Childhood maltreatment and characteristics of adult depression: meta-analysis. *The British journal of psychiatry : the journal of mental science*, 210(2), 96–104.

- Niklewicz, A., Smith, A. D., Smith, A., Holzer, A., Klein, A., McCaddon, A., Molloy, A. M., Wolffenbuttel, B. H. R., Nexo, E., McNulty, H., Refsum, H., Gueant, J. L., Dib, M. J., Ward, M., Murphy, M., Green, R., Ahmadi, K. R., Hannibal, L., Warren, M. J., Owen, P. J., ... CluB-12 (2023). The importance of vitamin B12 for individuals choosing plant-based diets. *European journal of nutrition*, 62(3), 1551–1559.
- Olfson, M., Mojtabai, R., Merikangas, K. R., Compton, W. M., Wang, S., Grant, B. F., & Blanco, C. (2017). Reexamining associations between mania, depression, anxiety and substance use disorders: Results from a prospective national cohort. *Molecular Psychiatry*, 22(2), 235–241.
- Paez-Hurtado, A. M., Calderon-Ospina, C. A., & Nava-Mesa, M. O. (2023). Mechanisms of action of vitamin B1 (thiamine), B6 (pyridoxine), and B12 (cobalamin) in pain: a narrative review. *Nutritional neuroscience*, 26(3), 235–253.
- Pan, Y., Liu, Y., Guo, H., Jabir, M. S., Liu, X., Cui, W., & Li, D. (2017). Associations between Folate and Vitamin B12 Levels and Inflammatory Bowel Disease: A Meta-Analysis. *Nutrients*, 9(4), 382.
- Papakostas, G. I., Petersen, T., Lebowitz, B. D., Mischoulon, D., Ryan, J. L., Nierenberg, A. A., Bottiglieri, T., Alpert, J. E., Rosenbaum, J. F., & Fava, M. (2005). The relationship between serum folate, vitamin B12, and homocysteine levels in major depressive disorder and the timing of improvement with fluoxetine. *The international journal of neuropsychopharmacology*, 8(4), 523–528.
- Rashid, S., Meier, V., & Patrick, H. (2021). Review of Vitamin B12 deficiency in pregnancy: a diagnosis not to miss as veganism and vegetarianism become more prevalent. *European journal of haematology*, 106(4), 450–455.
- Reynolds E. (2006). Vitamin B12, folic acid, and the nervous system. *The Lancet. Neurology*, 5(11), 949–960.
- Rupanagunta, G. P., Nandave, M., Rawat, D., Upadhyay, J., Rashid, S., & Ansari, M. N. (2023). Postpartum depression: aetiology, pathogenesis and the role of nutrients and dietary supplements in prevention and management. *Saudi pharmaceutical journal : SPJ : the official publication of the Saudi Pharmaceutical Society*, 31(7), 1274–1293.

- Sağlık Bakanlığı. (2022). *Türkiye Beslenme Rehberi 2022*. T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları. Yayın no:1031.
- Salk, R. H., Hyde, J. S., & Abramson, L. Y. (2017). Gender differences in depression in representative national samples: Meta-analyses of diagnoses and symptoms. *Psychological bulletin*, 143(8), 783–822.
- Sánchez-Villegas, A., Doreste, J., Schlatter, J., Pla, J., Bes-Rastrollo, M., & Martínez-González, M. A. (2009). Association between folate, vitamin B(6) and vitamin B(12) intake and depression in the SUN cohort study. *Journal of human nutrition and dietetics : the official journal of the British Dietetic Association*, 22(2), 122–133.
- Sangle, P., Sandhu, O., Aftab, Z., Anthony, A. T., & Khan, S. (2020). Vitamin B12 Supplementation: Preventing Onset and Improving Prognosis of Depression. *Cureus*, 12(10), e11169.
- Saravanan, P., Sukumar, N., Adaikalakoteswari, A., Goljan, I., Venkataraman, H., Gopinath, A., Bagias, C., Yajnik, C. S., Stallard, N., Ghebremichael-Weldeselassie, Y., & Fall, C. H. D. (2021). Association of maternal vitamin B12 and folate levels in early pregnancy with gestational diabetes: a prospective UK cohort study (PRiDE study). *Diabetologia*, 64(10), 2170–2182.
- Sashindran, V. K., Aggarwal, V., & Khera, A. (2022). Prevalence of Vitamin B12 deficiency in elderly population (>60 years) presenting with dementia to outpatient department. *Medical journal, Armed Forces India*, 78(1), 94–98.
- Skarupski, K. A., Tangney, C., Li, H., Ouyang, B., Evans, D. A., & Morris, M. C. (2010). Longitudinal association of vitamin B-6, folate, and vitamin B-12 with depressive symptoms among older adults over time. *The American journal of clinical nutrition*, 92(2), 330–335.
- Smith, A. D., & Refsum, H. (2016). Homocysteine, B Vitamins, and Cognitive Impairment. *Annual review of nutrition*, 36, 211–239.
- Sun, W., Qing, Q., Cheng, X., Chen, J., Yu, N., Zhu, L., & Zhao, M. (2022). Effects of chronic folate deficiency and sex differences on depression-like behavior in mice. *Experimental and therapeutic medicine*, 23(3), 206.
- Tan, Y., Zhou, L., Huang, J., Chen, X., Wu, Y., Song, X., Wang, J., Hu, H., & Yang, Q. (2023). Vitamin B12, Folate, Homocysteine, Inflammatory

- Mediators (Interleukin-6, Tumor Necrosis Factor- α and C-Reactive Protein) Levels in Adolescents with Anxiety or Depressive Symptoms. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 19, 785–800.
- Tiwari, A., Kumar Singh, R., Satone, P. D., & Meshram, R. J. (2023). Metformin-Induced Vitamin B12 Deficiency in Patients With Type-2 Diabetes Mellitus. *Cureus*, 15(10), e47771.
- Tobin, D., Vuckovic, A., & Sarris, J. (2024). Targeting Divergent Pathways in the Nutritional Management of Depression. *Nutrients*, 16(16), 2806.
- Tuo, L. J., Song, X. Y., Zhu, Y. Y., He, H. N., Song, Y. P., Chen, D. Z., Zheng, X. M., Zhang, H., & Xu, D. X. (2023). Gestational folic acid supplement prevents vitamin D deficiency-induced depression-like behavior by reversing cortical DNA hypomethylation in adult offspring. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, 231, 106313.
- Türk Psikiyatri Derneği-a. (2025). *Depresyon konusunda bilmek istedikleriniz*. Erişim Adresi: <https://psikiyatri.org.tr/halka-yonelik/24/depresyon-konusunda-bilmek-istedikleriniz>
- Türk Psikiyatri Derneği-b. (2025). *Yaygın anksiyete bozukluğu*. Erişim Adresi: <https://psikiyatri.org.tr/halka-yonelik/25/yaygin-anksiyete-bozuklugu>
- Tyrer, P., & Baldwin, D. (2006). Generalised anxiety disorder. *Lancet (London, England)*, 368(9553), 2156–2166.
- Villagrasa, B., Olaya, B., Lopez-Anton, R., de la Cámara, C., Lobo, A., & Santabárbara, J. (2019). Prevalence of anxiety disorder among older adults in Spain: A meta-analysis. *Journal of affective disorders*, 246, 408–417.
- Wong C. W. (2015). Vitamin B12 deficiency in the elderly: is it worth screening?. *Hong Kong medical journal = Xianggang yi xue za zhi*, 21(2), 155–164.
- Wong, E., Molina-Cruz, R., Rose, C., Bailey, L., Kauwell, G. P. A., & Rosenthal, J. (2022). Prevalence and Disparities in Folate and Vitamin B12 Deficiency Among Preschool Children in Guatemala. *Maternal and child health journal*, 26(1), 156–167.
- World Health Organization-a (WHO) (2025). *Depression*. Erişim Adresi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression>
- World Health Organization-b (WHO) (2024). *Anxiety disorders*. Erişim tarihi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/anxiety-disorders>

- Zhao, G., Ford, E. S., Li, C., Greenlund, K. J., Croft, J. B., & Balluz, L. S. (2011). Use of folic acid and vitamin supplementation among adults with depression and anxiety: a cross-sectional, population-based survey. *Nutrition journal*, 10, 102.
- Zielińska, M., Łuszczki, E., & Dereń, K. (2023). Dietary Nutrient Deficiencies and Risk of Depression (Review Article 2018-2023). *Nutrients*, 15(11), 2433.

BÖLÜM 11

TOPLU BESLENME SİSTEMLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Dyt. Ayşegül TANİŞER ¹
Dr. Öğr. Üyesi Ali Emrah BIYIKLI ²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17948946>

¹ Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye. E-Posta:aysegultaniser@gmail.com, ORCID ID: 0009-0005-7693-5958

² Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Antalya, Türkiye. emrah.biyikli@alanya.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-2254-2348

GİRİŞ

Beslenme, yaşamın sürdürülebilir olması için elzemdir. Beslenme; büyüme, gelişme, sağlığın korunması ve üretken bir şekilde uzun süre yaşamak için besinlerin vücutta kullanılmasıdır (Yücecan, 2008). Ayrıca beslenme; toplumların ve toplum içerisindeki tüm bireylerin sosyal ve ekonomik yönden gelişmesinde, huzurlu ve güvence altında varlığını sürdürebilmesinde de rol oynamaktadır. Bu nedenle besin ihtiyaçlarını karşılayabilmek için sağlıklı, ekonomik ve güvenilir gıdalara kolayca erişim sağlamak büyük önem taşır (Ersin & Beyhan, 2015). Giderek artan çalışan nüfus, kentleşme ve sanayileşme bu durumu sadece ev için değil ev dışında da gerekli hale getirmektedir. Bu sayede toplu beslenme hizmetleri giderek vazgeçilmez olmaktadır (Özkan, 2021).

Toplu beslenme sistemleri; özel veya devlet kurumlarında, sağlık ve eğitim ile ilgili kuruluşlarda, bakım evlerinde, askeri kuruluşlarda başkalarının hazırlamış olduğu yiyeceklerle hizmet veren kuruluşlardır (Baysal & Merdol, 2008). Toplu beslenme sistemleri, toplumda yaşayan tüm bireylerin aktif, sosyal ve sağlıklı bir hayat sürdürebilmeleri için güvenilir, kalori bakımından yeterli ve besleyici olan gıdalara erişimlerini sağlamaktadır (Bingöl, 2024).

Toplu beslenme sistemlerinde besinler; üretim, satın alma, depolanma, hazırlık, pişirme ve servis süreçlerinden geçer. Bu süreçlerin her biri “tarladan çatala” diye adlandırdığımız sürecin içerisinde yer almaktadır. Bu süreçlerin herhangi birinde tek bir yanlış uygulama, hijyen eksikliği veya bilinçsiz bir hareket tüm süreci olumsuz etkileyebilmektedir. Tüm sürecin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi ve kaliteli bir hizmet sağlayabilmesi için, süreç içerisinde yer alan herkesin bilgi, bilinç, tutum ve davranış düzeylerinin optimal seviyede olması gerekmektedir (Ademoğlu & Derin, 2022).

Toplu beslenme hizmeti sağlayan kuruluşlar, ekonomik ve kaliteli hizmet sunma ve gıda israfına sebep olmamayı da amaçlamalıdır. Bu nedenle, üretimden tüketime kadar sürecin her aşamasında; yiyeceğin fiziksel görünümüne, kalori yeterliliğine, besleyici değerine ve hem tüketici hem de çevre sağlığının korunmasına özen gösterilmelidir. Bu yaklaşım toplu beslenme hizmetinin yürütülmesinde büyük bir özveri gerektirirken aynı zamanda sürdürülebilirliği de olumlu yönde etkilemektedir. Bu durum gıda tedarik zincirinin her bölümünde; çevresel, ekonomik ve toplumsal sağlıktaki zararları en az düzeye indirecektir (Baygut & Bilici, 2021).

1.SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ve SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN BESLENME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ NEDİR?

“Sürdürülebilir” tanımı, mevcut durumun devam ettirilebiliyor olması veya o durumun kendini sürekli yenileyebiliyor olmasıdır. Sürdürülebilirlik kavramı ise, bizden sonra yaşayacak olan nesillere; çevresel, ekonomik, sosyal ve yaşanılabilir koşullar ile devam ettirilebilir bir hayat bırakmak anlamında tanımlanmaktadır. Sürdürülebilirlik yaklaşımı; yenilenebilen temiz doğal çevre, adalet ve huzura dayalı sosyal çevre, insan ve çevreyi bir arada tutan ekonomik çevreyi oluşturur (Güner, 2020).

Sürdürülebilir beslenme kavramı ise ilk olarak İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra kıtlığın endişeye sebep vermesi ile birlikte ortaya çıkmıştır. Daha sonralarda ise sürdürülebilir beslenme zengin ülkelerde çok daha önemli bir mesele haline gelmiştir. Sürdürülebilir beslenme bir gıdanın uygun fiyatlı, güvenilir, kolay ulaşılabilir ve sağlıklı olmasıdır. Fakat bu özellikleri sağlarken aynı zamanda israfı azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe destek sağlaması gerekmektedir (Mannucci ve ark., 2023). Sürdürülebilir beslenme, mevcut ve gelecek toplumlar için; yem ve gıda üretiminde yeterli sayıda kaynak sağlama, doğal kaynakların aşırı kullanımı ve israfından kaçınma, toplumdaki beslenme kalitesini artırma ve daha az kaynak ile daha fazla üretim yapma gibi konuları içerisinde barındırır. Sürdürülebilir beslenme; nüfusun artması ve kaynakların azalması korkusuyla birlikte günümüzde daha popüler bir kavram haline gelmektedir (Smetana, Bornkessel & Heinz, 2019).

Sürdürülebilir beslenme alışkanlıkları; mevsiminde meyve ve sebze tüketilmesi, diyetle et ve benzeri gibi hayvansal protein kaynakları yerine kurubaklagiller, tam tahıllar gibi bitkisel protein kaynaklarının kullanılması, yüksek yağ, tuz ve şeker içeren gıdalar ile şekerli içeceklerin tüketiminin azaltılması ve tabak israfından kaçınılması gibi ilkeleri içermektedir. Bu ilkelerle birlikte yeterli ve dengeli beslenme sağlanmalıdır. Bu ilkelerin benimsenmesiyle beraber aynı zamanda çevreye verilecek zararlardan da kaçınılmalıdır. Bu yüzden bahsedilen ilkelere elverişli olan Akdeniz Diyeti, vejetaryen-vegan diyetler, Nordik tipi beslenme diyet modeli ve çift piramit diyet modelleri tercih edilmelidir. Bu diyet türleri, düşük su ayak izi ve düşük karbon ayak izine sahip oldukları için çevreye verilen zararın en az olduğu diyet türleridir (Tokay ve ark, 2022).

Tüm bu ilkeleri benimsemek; biyoçeşitliliği ve ekosistemi koruma altına almayı ve besinlere güvenli ve ekonomik olarak adil bir şekilde ulaşmayı daha kolay hale getirir (Hoek ve ark., 2017). Bu ilkelerin toplu beslenme hizmetlerinde uygulanabilmesi için, gıda tedarik zincirinin herhangi bir aşamasında çevresel bozulmaya sebebiyet verecek nedenlerin azaltılması gerekmektedir. Gıda hizmetlerinde güvenli çalışma alanı oluşturmak için dünyanın 6 temel ekolojik süreci dikkate alınmalıdır. Bunlar; iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, tatlı su kullanımı, azot ve fosfor döngülerine müdahale ve arazi kullanımındaki değişikliklerdir. Bu ekolojik süreçler dikkate alınmadığı takdirde sürdürülebilir ve güvenilir besin üretmek güç hale gelerek toplum ve dünya sağlığının olumsuz yönde etkilenmesi kaçınılmazdır (Willett ve ark., 2019).

2. TOPLU BESLENME SİSTEMLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ ETKİLEYEN ETMENLER

Toplu beslenme sistemlerinde akılcı olmayan davranış ve tutumlarla ilerlemek, gelecek nesli ve doğayı olumsuz etkileyebilir. Toplu beslenme sistemleri; tatlı su kullanımı, sera gazı emisyonu, orantısız mahsul kullanarak biyofiziksel sınırı aşma tehlikesi ve çevresel ayak izinin yoğunlaşması gibi bir dizi risk oluşturmaktadır. Risk yönetimi için sürdürülebilirliğe ihtiyaç vardır. Çünkü sürdürülebilirlik yaklaşımı insanı ve toplumu değerli kılan, refah seviyesini arttıran, ekolojik ve ekonomik verimliliği destekleyen bir yaklaşımdır. Toplu beslenme sistemlerinde sürdürülebilir üretim ve tüketim uygulamaları; su ve elektrik kaynaklarının optimal düzeyde kullanımını, mevsimine uygun menü planlamalarını, taze meyve ve sebze tüketimini, üretici ve tüketici eğitimini, gıdanın üretim ve dağıtım esnasında talebe uygun sayıda olmasını ve iyi organize edilmiş atık yönetimini içermektedir. Bu uygulamaları, karbon ve su ayak izi, ekonomi, menü planlaması ve gıda israfı yönetim planı şeklinde 4 ana başlık altında toplayabiliriz. Sürdürülebilirliğin toplu beslenme sistemlerinde sağlanması ile birlikte; doğadaki kaynakların tükenmesi ve biyoçeşitlilikte azalmanın önlenmesi, aynı zamanda gelecek nesillere daha temiz bir çevre imkanı sunulması amaçlanmaktadır (Carletto, Ferriani & Silva, 2023, James-Martin ve ark., 2022, Olgun, Manisalı & Çelik, 2022).

2.1. Su ve Karbon Ayak İzi

Su, tüm canlılar için biyolojik yaşamın devamlılığını sağlayan hayati öneme sahip bir besin ögesidir. Günden güne artan nüfus, kentleşme hayatı ve su israfı ile birlikte su kaynakları tehlike altındadır. Bu tehlikenin önlenmesi için önemli adımlar atılmaktadır. Bu adımlardan biri Avrupa Birliği tarafından kabul gören “Su Ayak İzi” değerlendirmesidir (Tilman & Clark, 2014). Su ayak izi, hizmet sektörünün üretim aşamasından tüketim aşamasına kadar kullanılan toplam temiz su miktarına denir. Su kullanım türü 3 farklı şekildedir. Bunlar; mavi, yeşil ve gri su ayak izidir. Yeşil su ayak izi, tarımsal amaçla kullanılan su miktarıdır (Barilla Center for Food & Nutrition, 2015). Mavi su ayak izi, kentsel yüzey veya yeraltı suyunun hacmidir (Barilla Center for Food & Nutrition, 2015). Gri su ayak izi ise, kullanılmış kirli yani atık su hacmidir. Gıda üretimi, toplam su kullanımının %70’inden sorumludur (Güner, 2020, Barilla Center for Food & Nutrition, 2015).

Karbon ayak izi, ürün ve hizmet üretiminin yaşam döngüsü üzerinde yarattığı karbondioksit emisyonuna denir (Üreden & Özden, 2018). Yaşam döngüsü analizi; kaynak kullanımı, emisyonlar ve enerji tüketimi gibi faktörlerin çevresel etkilerini değerlendirmede kullanılır. Karbon ayak izi sera gazı miktarını arttıran bir durumdur. Sera gazları, atmosferdeki kızıl ötesi radyasyonları emdikten sonra tekrar yayan gazlara denir (Van de Kamp, Seves & Temme, 2018). Bu gazlar küresel ısınmaya ve çevresel kirliliğe neden olur. Bu yüzden ülkeler bu konu ile ilgili büyük önlemler almaktadır. Türkiye’de ise 2014 yılında “sera gazı salınımı takibi” ile ilgili yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Sera gazı oluşumlarının yaklaşık %30’unu gıda üretim ve tüketim süreci kapsamaktadır (Üreden & Özden, 2018, Van de Kamp ve ark., 2018).

Sera gazı emisyonları ve su kullanım miktarı ekosistem istikrarı için risk teşkil etmektedir. Bu riski önleyebilmek için sürdürülebilir kalkınma planlarını uygulamak gerekir. Menüde hayvansal kaynaklı gıdaların aşırı varlığı, enerji alımının optimal düzeyden daha yüksek miktarlarda olması ve gıda israfı gibi etmenler su ayak izi ve sera gazı emisyon seviyelerinde artışa neden olmaktadır (Baygut & Bilici, 2021, Tompa ve ark., 2020).

Diyet değişiklikleri, sera gazı emisyonlarına ve su kullanım miktarına etki etmektedir. Yapılan araştırmalarda “vegan diyet” tarzının, sera gazı emisyonlarını ve su ayak izini en çok azaltan diyet tarzı olduğu yönündedir. Yine “akdeniz diyeti” de sera gazı emisyonlarını ve su ayak izini düşürmektedir

(Hallström, Carlsson-Kanyama & Börjesson, 2015, Vanham, Mekonnen & Hoekstra, 2013).

2.2.Ekonomi

Gıdaya erişime katkıda bulunan en önemli faktörlerden biri de ekonomidir. Çünkü üretici ve tüketici arasındaki arz-talep ilişkisini etkilemektedir. Toplu beslenme sistemlerinde üreticinin, finansal durumunu koruyabilmek ve performansını arttırabilmek ana amaçlarından biridir. Tüketici için ise en uygun fiyatla en iyi hizmeti alabilmek başlıca isteklerindendir (Türksoy, 2002). Hem üreticilerin hem de tüketicilerin istekleri yerine getirilirken ekonominin sürdürülebilirliğe katkısı da unutulmamalıdır. Toplu beslenme sistemlerinde ekonomi; enerjiyi ve doğal kaynakları verimli şekillerde kullanarak, mevsimine uygun sebze ve meyve tüketimi sağlanarak, yerel üreticilerin tedarik zincirine dahil edilmesiyle, sürdürülebilir diyetlerde yer alan gıdaları yeterli miktarlarda satın alarak, bazı yiyecek ve içecekleri tek kullanımlık ambalajlarda sunarak ve tüketici isteklerini dikkate alarak sürdürülebilirliği etkileyebilmektedir (Hirth, Bürtstmayr & Strüver, 2022).

2.3. Menü Planlama

Menü planlama, toplu beslenme sistemlerinde üretimden tüketime kadar her aşamada çok önemli bir yere sahiptir. Kaliteli hizmet sunmayı ve bireylerin sağlıklı bir şekilde beslenmesini hedefleyen üreticiler aynı zamanda ürün israfını en aza indirgeyerek kâr miktarını arttırmayı da hedeflemektedir. Menüde kullanılan gıda ürünlerinin; karbon ayak izinin düşük olması, mevsimsel olması, bitkisel kaynakların hayvansal kaynaklardan daha fazla bulunması, ultra işlenmiş olanların sınırlandırılması ve sürdürülebilir deniz ürünlerinin olması sürdürülebilirliğe olumlu etkide bulunacaktır. Ayrıca doğru bir şekilde planlanan bir menü, atık yönetimini de pozitif şekilde etkilemektedir. Doğru bir menü planlama, hizmet sunulacak olan tüketicilerin özellikleri ve yerel beslenme özelliklerine göre şekillenmektedir (Semercioğlu & Beyhan, 2023, Bastian, Buro & Palmer-Keenan, 2021).

2.4. Gıda İsrafı Yönetim Planı

Dünyada, üretilen toplam gıdanın yaklaşık olarak üçte biri atık olarak son bulmaktadır. Bu değer azımsanamayacak bir büyüklükte ve küresel bir sorundur. FAO (Gıda ve Tarım Örgütü), gıda israfının sera gazı emisyonlarına etkisinin %8 olduğunu tahmin etmektedir (Mouat, 2022). Gıda israfını ölçmek için, artıkların yüzdesi ile yiyecek hazırlama miktarı ve sunulan yiyecek miktarı arasındaki oran hesaplanır ve yüzdelik belirtecek şekilde ifade edilir. Toplu beslenme sistemlerinde gıda israfı hazırlama aşamasından sunum aşamasına kadar her aşamada görülebilir. Toplu beslenme sistemlerinde gıda israfı yönetimi için; tüketicinin ihtiyaçlarına, dağıtımda porsiyonlamaya, menü planlamada miktar yeterliliğine ve menüde mevsimsel gıdaların tercihine önem verilmelidir (Maistro, 2000).

3. TOPLU BESLENME SİSTEMLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ile İLGİLİ YAPILAN ARAŞTIRMALAR

3.1. Hastanelerde Yapılan Sürdürülebilirlik Araştırmaları

Besin alımının iyileştirilmesi ve gıda israfını inceleyen 19 hastane çalışması dâhil edilen sistematik bir derleme çalışmada; besin alımını iyileştirince tabak israfının azaldığı tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada geleneksel yemek servis modeli ve yenilikçi oda servisi sistemi karşılaştırılmıştır ve yenilikçi oda servis sistemi alan hastalarda yiyecek alımında ve tabak israfında önemli düzeyde azalmalar bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmada toplu beslenme sistemlerinde çalışan personelin beslenme bilgi düzeyinin artırılmasının da önemli olduğu belirtilmiştir (Rinninella ve ark., 2023).

Türkiye’de devlet üniversitesi hastanelerinde yapılan bir araştırmada; standart hastane menüleri Türkiye Beslenme Rehberi ve Akdeniz Diyeti önerilerine göre düzenlendikten sonra, su ayak izi ve sera gazı emisyonları farkları incelenmiş ve çalışma sonucunda önceki menüler ile arada anlamlı bir fark bulunmuştur. Standart hastane menülerini Türkiye Beslenme Rehberi ve Akdeniz Diyeti önerilerine göre, ki bu daha düşük doymuş yağ ve kolesterol ve daha yüksek lif içeriğe uyarlanması sonucunda su ayak izinde %24.8, sera gazı emisyonlarında %31.7 oranında azalma tespit edilmiştir (Oruçoğlu, Kemaloğlu & Kemaloğlu, 2024).

3.2.Okullarda Yapılan Sürdürülebilirlik Araştırmaları

Malezya’da bir ortaokulda gıda israfına dikkat çekmek ve bu gıda israfından gelir elde etmeye yönelik bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırma; okuldaki öğrenciler için farkındalık programı, gıda atığı makinesinin kurulması, gıda atıklarının toplanması ve veri analizi olmak üzere 4 aşamadan oluşmaktadır. Gıda atıkları toplanıp biyo gübreye dönüştürüldükten sonra ebeveynlere 1315 kg biyo gübre satılmıştır. Okul biyo gübre satışından toplamda 1315 MYR(Malezya Ringgiti) gelir elde etmiştir. Bu çalışma sonucunda toplumda farkındalık yaratarak; atık israfını ve bu atık israfının sera gazı emisyonlarına etkisini azaltmış ve gelir elde edilmesi sağlanmıştır (Bathmanathan, Rajadurai & Alahakone, 2023).

Okul gıda sistemlerinin çevresel sürdürülebilirliğini güçlendirmeye yönelik müdahaleleri içeren literatür taramalarından elde edilen 24 araştırmayı kapsamlı bir şekilde inceleyen bir derleme çalışması yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda sürdürülebilirliği güçlendiren müdahaleler; çocukların meyve ve sebze alımını artırmaya, sağlık eşitsizliklerini ve diyetle ilgili hastalıkların görülme sıklığını azaltmaya, besin kalitesini iyileştirmeye, gıda israfını etkileyen faktörlerin (porsiyon büyüklüğü, yemek ortamı, menü içeriği vb.) azaltılmasına ve gıda farkındalığının artırılmasına yönelik müdahaleler olarak belirlenmiştir (Gardner, Burton, Sinclair & Bryant, 2023).

İtalya’da 52 ilkokul dâhil edilerek, okul beslenme programlarında sürdürülebilir öğle yemeği öğünlerinin teşviki için yapılan bir araştırmada; minimum karbon ayak izine sahip gıdalarla menü planlaması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca yaş grubu açısından tuz sınırlandırılması getirilmiştir. 194 farklı tarif, eksik besin ögesine sebebiyet vermeden İtalya Beslenme ve Gıda veri tabanına göre menüye dâhil edilmiştir. Sonuç olarak ise menünün; uygulanabilir olması, daha düşük çevresel etkiye sahip olması ve uygun besin içeriğine sahip olması ile birlikte sağlıklı ve sürdürülebilir beslenme davranışlarını teşvik etmek için uygulanabilir bir araç olacağı ifade edilmiştir (Rossi ve ark., 2021).

3.3.Diğer Kurumlarda Yapılan Sürdürülebilirlik Araştırmaları

Yemek hizmetlerinde tabak israfına yönelik yapılan bir meta-analiz çalışmasında; yemek servis türüne göre tabak israfının en yüksek oranı hastaneler olarak bulunmuştur. İkinci sırada ise okul kantinleri, daha sonra sırasıyla ticari yemek servisleri ve üniversite kantinleri olarak belirtilmiştir. Öğün türüne göre ise israfın en fazla olduğu öğün akşam yemeği ikinci sırada ise öğle yemeği bulunmuştur. Dağıtım sistemine göre en yüksek atık oranı self-servis, en düşük ise a la carte şeklinde belirlenmiştir. Aynı çalışmada kişi başına düşen yemek artığı sayısı yemek hizmeti türüne göre analiz edildiğinde, hastane yemek hizmeti ve üniversite kantinlerinin kişi başına en yüksek yemek artığı israfına sahip hizmet türleri olduğu görülmüştür (Guimarães ve ark., 2024).

İstanbul Medipol Üniversitesi ve yurt yemekhanesinde 298 bireyin katıldığı bir çalışmada, tabak israfı ve diyet kalite indeksi arasındaki ilişki incelenmiştir. Tabaklarda bırakılan yemek miktarı için dairesel yüzdelik görseller kullanılmıştır. Diyet kalite indeksi için ise BKİ ölçüleri ve besin tüketim kaydı alınarak indeks puanı hesaplanmıştır. Toplamda bireylerin %61.7'sinin tabaklarda yemek bıraktığı ve diyet kalite indeks puanlarının düşük olduğu bulunmuştur (Hızlı Güldemir ve ark., 2020).

Brezilya'da toplu beslenme hizmeti veren bir yemek fabrikasında yapılan bir araştırmada, sürdürülebilirlik ve atık yönetimi incelenmiştir. Yirmi iş günü boyunca yemek üretim süreci gözlemlenmiştir. Sürdürülebilirliğe etki eden olumlu ve olumsuz eylemler saptanmıştır. Olumlu eylemler; çevresel sürdürülebilirlik konusunda eğitim almış bir beslenme uzmanının bulunması, organik ve inorganik atıkların seçici bir şekilde toplanması, hayvan yemini tamamlamak için gönderilen organik atıkların olması, geri dönüştürülebilir atıkların belediye tarafından ayrıştırılıp taşınıyor olması, yöresel gıdalar ve mevsimselliğin dikkate alınıp menü planlamasının yapılması, hammaddelerin teslim alındıktan sonra kontrol edilmesi, minimum yağ kalıntısı oluşturan pişirme tekniklerinin fazla olması, tüketicilerin gıda atıklarının izlenmesi ve temiz kalanların yeniden kullanılması şeklinde ifade edilirken, olumsuz eylemler ise; çalışan sayısının yetersiz olması, bazı ekipman yetersizlikleri, çevre sertifikasının olmaması, çevresel sürdürülebilirlik konusunda eğitim almayan çalışanların bulunması, alternatif enerji kaynağının bulunmaması, enerji israfına ilişkin programsız ünitelerin bulunması, organik ürünlerin satın alınmaması ve sebzelerin oda sıcaklığında saklanması şeklinde saptanmıştır. Sonuç olarak sürdürülebilirlik açısından olumlu birçok eylem olduğu fakat

yapılması gereken veya düzeltililecek eylemlerin de olduğuna dikkat çekilmiştir (Araújo, Martins & Carvalho, 2015).

4.SONUÇ

Toplu beslenme sistemlerinde sürdürülebilirliği etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerin doğru yönetilebilmesi ile birlikte toplu beslenme sistemlerinde sürdürülebilirlik kolaylıkla sağlanabilir. Sürdürülebilir beslenme alışkanlıkları, mevsimsel ve bitkisel kaynaklı gıdaların tercih edilmesi, gıda israfının en aza indirilmesi ve enerji kaynaklarının verimli kullanılması gibi uygulamalarla desteklenmelidir. Su ve karbon ayak izlerinin azaltılması, menü planlamasının sürdürülebilir ilkeler doğrultusunda yapılması ve gıda israfını minimize etmek için stratejiler geliştirilmesi, toplu beslenme hizmetlerinin gelecekte daha çevre dostu ve ekonomik olarak sürdürülebilir olmasını sağlayacaktır. Eğitim ve farkındalık artırma çalışmaları ile hem üreticiler hem de tüketiciler, sürdürülebilir uygulamalara yönlendirilerek toplumsal bilinç oluşturulmalıdır. Bu çerçevede, toplu beslenme hizmetlerinin sürdürülebilirliğini etkileyen faktörler, gelecekte de sağlıklı ve güvenilir gıdalara erişimi garanti altına almak için kapsamlı bir şekilde değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Ademoğlu, A., & Derin, D. Ö. (2022). Mutfak Çalışanlarının Hijyenine Yönelik Bilgi, Tutum ve Davranış Düzeylerinin Belirlenmesi Kayseri Örneği. *Social sciences studies journal (SSSJJournal)*, 8(103), 3324-3334.
- Araújo, E. L. M., Martins, A. C., & Carvalho, S. (2015). Sustentabilidade e geração de resíduos em uma unidade de alimentação e nutrição da cidade de Goiânia-GO. *Demetra: alimentação, nutrição & saúde*, 10(4), 775-796.
- Barilla Center for Food & Nutrition. (2015). Double Pyramid 2015: Recommendations for a sustainable diet.
- Bastian, G. E., Buro, D., & Palmer-Keenan, D. M. (2021). Recommendations for integrating evidence-based, sustainable diet information into nutrition education. *Nutrients*, 13(11), 4170
- Bathmanathan, V., Rajadurai, J., & Alahakone, R. (2023). What a waste? An experience in a secondary school in Malaysia of a food waste management system (FWMS). *Heliyon*, 9(10).
- Semerçioğlu, B. & Beyhan Y. (2023). *Menü planlama ve sürdürülebilirlik*. Editör. Baygut H. & Beyhan Y. Sağlık & Bilim 2023 Beslenme-IV. Efe Akademi Yayınları, İstanbul.
- Baygut, H., & Bilici, S. (2021). Sustainability in Food Services. *Journal of Health Sciences* 12(3), 422 - 429.
- Baysal, Ayşe ve Merdol, Türkan. Kutluay (2008). *Toplu Beslenme Yapan Kurumlar İçin Yemek Planlama Kuralları ve Yıllık Yemek listeleri* (4. Baskı), Ankara: Hatiboğlu Yayıncılık
- Bingöl, N. *Beslenme*. 10.10.2024, https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2881/mod_resource/content/1/6.%20Hafta%20Beslenme.pdf
- Carletto, F. C., Ferriani, L. O., & Silva, D. A. (2023). Sustainability in food service: A systematic review. *Waste Management & Research*, 41(2), 285-302.
- Ersin, M., & Beyhan, Y. (2015). Toplu beslenme sistemlerinde hijyen sanitasyonu sağlama önerileri. *TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 2(8), 19-26.

- Gardner, G., Burton, W., Sinclair, M., & Bryant, M. (2023). Interventions to strengthen environmental sustainability of school food systems: narrative scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(11), 5916.
- Guimarães, N. S., Reis, M. G., Fontes, L. D. A., Zandonadi, R. P., Botelho, R. B. A., Alturki, H. A., ... & Raposo, A. (2024). Plate Food Waste in Food Services: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 16(10), 1429
- Güner, U. (2020). *Çevresel sürdürülebilirlik*. Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Yayınları. Edirne.
- Hallström, E., Carlsson-Kanyama, A., & Börjesson, P. (2015). Environmental impact of dietary change: a systematic review. *Journal of cleaner production*, 91, 1-11.
- Hızlı Güldemir, H., Sezer, F. E., & Güldemir, O. (2020). Yetişkin bireylerin toplu beslenme alanlarındaki tabak artışı ile diyet kalite indeksi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*.
- Hirth, S., Bürstmayr, T., & Strüver, A. (2022). Discourses of sustainability and imperial modes of food provision: agri-food-businesses and consumers in Germany. *Agriculture and Human Values*, 39(2), 573-588.
- Hoek, A. C., Pearson, D., James, S. W., Lawrence, M. A., & Friel, S. (2017). Shrinking the food-print: A qualitative study into consumer perceptions, experiences and attitudes towards healthy and environmentally friendly food behaviours. *Appetite*, 108, 117-131.
- James-Martin, G., Baird, D. L., Hendrie, G. A., Bogard, J., Anastasiou, K., Brooker, P. G., ... & Riley, M. D. (2022). Environmental sustainability in national food-based dietary guidelines: a global review. *The Lancet Planetary Health*, 6(12), e977-e986.
- Maistro, L. C. (2000). Estudo do índice de resto ingestão em serviços de alimentação. *Nutr. Pauta*, 8(45).
- Mannucci, P. M., Jolliet, O., Meijaard, E., Slavin, J., Rasetti, M., Aleta, A., ... & Agostoni, C. (2023). Sustainable nutrition and the case of vegetable oils to match present and future dietary needs. *Frontiers in Public Health*, 11, 1106083.

- Mouat, A. R. (2022). Sustainability in food-waste reduction biotechnology: a critical review. *Current Opinion in Biotechnology*, 77, 102781.
- Olgun, S. N., Manisalı, E., & Çelik, F. (2022). Sürdürülebilir beslenme ve diyet modelleri. *Bandırma Onyedİ Eylöl Üniversitesi Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 261-271
- Oruçoğlu, B., Kemaloğlu, M., & Kemaloğlu, E. (2024). Green hospitals: Mitigating water footprint and greenhouse gas emissions through sustainable menu planning in Turkish state university hospitals. *Food Science & Nutrition*.
- Özkan, R. (2021). Toplu beslenme sistemlerinde kullanılan gıda kalite güvence sistemleri. *Türkiye Sağlık Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 45-56.
- Rinninella, E., Raoul, P., Maccauro, V., Cintoni, M., Cambieri, A., Fiore, A., ... & Mele, M. C. (2023). Hospital services to improve nutritional intake and reduce food waste: A systematic review. *Nutrients*, 15(2), 310.
- Rossi, L., Ferrari, M., Martone, D., Benvenuti, L., & De Santis, A. (2021). The promotions of sustainable lunch meals in school feeding programs: the case of Italy. *Nutrients*, 13(5), 1571.
- Smetana, S. M., Bornkessel, S., & Heinz, V. (2019). A path from sustainable nutrition to nutritional sustainability of complex food systems. *Frontiers in nutrition*, 6, 39.
- Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515(7528), 518-522.
- Türksoy, A. (2002). *Yiyecek & İçecek Hizmetleri Yönetimi*. Turhan Kitapevi, 376s, Ankara.
- Tokay, A., Yılmaz, C., Bülbül, N., Boyraz, Ö., & Bölük, S. (2022). The Mediterranean diet's place in sustainability one of the sustainable nutrition diet models. *J TOGU Heal Sci*, 2(2), 187-201.
- Tompa, O., Lakner, Z., Oláh, J., Popp, J., & Kiss, A. (2020). Is the sustainable choice a healthy choice?—Water footprint consequence of changing dietary patterns. *Nutrients*, 12(9), 2578.
- Üreden, A., & Özden, S. (2018). Kurumsal karbon ayak izi nasıl hesaplanır: teorik bir çalışma. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 98-108.
- Vanham, D., Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2013). The water footprint of the EU for different diets. *Ecological indicators*, 32, 1-8.

- Van de Kamp, M. E., Seves, S. M., & Temme, E. H. (2018). Reducing GHG emissions while improving diet quality: exploring the potential of reduced meat, cheese and alcoholic and soft drinks consumption at specific moments during the day. *BMC public health*, 18, 1-12.
- Yücecan, S. (2008). *Optimal beslenme*. Sağlık Bakanlığı Yayınları, 726, 7.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., & Murray, C. J. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The lancet*, 393(10170), 447-492.

BÖLÜM 12

BESLENMENİN SERA GAZI ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. Meltem SOYLU ¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17949093>

¹ Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Antalya, Türkiye. E-Posta: meltem.soylu@alanya.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6968-8729

GİRİŞ

İklim değişikliği, günümüzde yalnızca çevresel bir sorun değil, aynı zamanda sağlık, beslenme, gıda güvenliği ve sosyoekonomik sistemlerin bütününe etkileyen küresel bir kriz olarak değerlendirilmektedir. Küresel ısınmanın temel itici gücü olan sera gazı emisyonları, uzun yıllar boyunca ağırlıklı olarak enerji, sanayi ve ulaşım sektörleri üzerinden tartışılmış; ancak son yıllarda gıda sistemlerinin bu tablo içindeki belirleyici rolü çok daha görünür hâle gelmiştir. Tarımsal üretimden işleme, dağıtım, tüketim ve gıda israfına kadar uzanan süreçler, toplam antropojenik sera gazı emisyonlarının önemli bir bölümünden sorumlu olup, iklim sistemiyle çift yönlü etkileşim hâlinindedir. Bu nedenle karbon döngüsü, besin üretimi ve tüketimi, beslenme kalıpları ve gıda israfı, artık birbirinden bağımsız değil, bütüncül olarak ele alınması gereken alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Karbon döngüsü, karbonun atmosfer, okyanuslar, karasal biyosfer ve jeosfer arasında sürekli devindiği temel bir biyojeokimyasal süreçler ağıdır. Bu döngünün işleyişinde meydana gelen bozulmalar, atmosferdeki CO₂ ve CH₄ birikimini artırarak sera gazı etkisini güçlendirmekte; karasal ve okyanusal yutakların davranışındaki değişimler de iklim sisteminin gelecekteki kararlılığını doğrudan etkilemektedir. Diğer yandan, gıda sistemleri hem bu döngünün önemli bir bileşeni hem de iklim değişikliğinin hem nedeni hem de sonucudur. Tarımsal üretimde kullanılan yöntemler, hayvansal ve bitkisel ürünlerin görece payı, işlenmiş gıda tüketimi ve gıda israfı düzeyi, gıda kaynaklı emisyonların büyüklüğünü belirlemektedir.

Bu bölümde, öncelikle karbon döngüsünün temel dinamikleri ve iklim sistemiyle ilişkisi özetlenmekte; ardından besinlerin üretim ve tüketim süreçlerinin sera gazı emisyonları üzerindeki etkileri ele alınmaktadır. Daha sonra, düşük çevresel etkiye sahip besin grupları ve bitkisel ağırlıklı diyetlerin (Akdeniz, fleksiteryen, Nordik, vegan vb.) iklim dostu potansiyeli tartışılmakta, beslenme kalıplarının bireysel ve küresel karbon ayak izi üzerindeki belirleyici rolü incelenmektedir. Son olarak, gıda kaybı ve israfının iklim sistemi açısından kritik önemi vurgulanmakta ve gıda israfının azaltılmasının, enerji ve ulaşım gibi klasik iklim politikalarıyla karşılaştırılabilir düzeyde bir azaltım potansiyeli sunduğu ortaya konulmaktadır.

1. KARBON DÖNGÜSÜ

Karbon döngüsü, karbonun atmosfer, okyanuslar, karasal biyosfer, toprak ve kayalar arasında sürekli devindiği bir biyojeokimyasal süreçler bütünüdür. Bu döngü, gün ve yıl ölçeklerindeki biyolojik süreçlerden yüz binlerce yıl süren jeolojik mekanizmalara kadar çok geniş bir zaman aralığını kapsar (Cox et al., 2000; Friedlingstein et al., 2006). Karbon döngüsü iklim sisteminin pasif bir bileşeni değil, atmosferdeki sera gazı düzeylerini belirleyen temel kontrol mekanizmasıdır; bu nedenle döngüdeki bozulmalar iklim değişikliğinin yönünü doğrudan etkiler.

Atmosferdeki karbon, CO₂ ve CH₄ formlarında bulunur. Endüstri öncesi dönemde yaklaşık 280 ppm olan CO₂ günümüzde 420 ppm'in üzerine çıkmıştır (IPCC AR6, 2021). CH₄ ise kısa ömürlü olmasına rağmen birim molekül başına CO₂'den 28–34 kat daha güçlü bir ısınma etkisi yaratır (Saunois et al., 2020). Atmosferdeki karbon normalde diğer havuzlarla denge hâlinde döner; fakat insan kaynaklı emisyonlar bu dengeyi bozarak atmosfere ek karbon yükü getirmektedir.

Karasal biyosfer karbon döngüsünde büyük rol oynar. Bitkilerin fotosentezi her yıl yaklaşık 120 GtC atmosferik karbonu organik bileşiklere dönüştürür ve bu süreç **GPP** (Gross Primary Production) olarak tanımlanır. Bitki solunumu çıkarıldıktan sonra ekosistemde kalan net karbon ise **NPP**'dir (Field et al., 1998). Karasal solunum—bitkilerin ve toprak mikrobiyal topluluklarının solunumu—atmosfere yıllık ortalama **110 GtC** CO₂ geri kazandırarak büyük bir akı oluşturur (Bond-Lamberty & Thomson, 2010). Toprak organik karbonu atmosferdekinden üç kat büyük bir rezervuardır; bu nedenle sıcaklık artışının hızlandırdığı mikrobiyal ayrışma küresel ölçekte güçlü bir pozitif geri besleme üretebilir (Crowther et al., 2016; Jackson et al., 2017).

Okyanuslar, yıllık insan kaynaklı CO₂ emisyonlarının %25–30'unu absorbe ederek en büyük karbon yutaklarından birini oluşturur (DeVries et al., 2017). Soğuk su bölgeleri karbon girişinin başlıca alanlarıdır. Fitoplanktonun fotosentezi karbonu biyolojik pompa yoluyla derin okyanusa taşır ve bin yıllık zaman ölçeklerinde depolanmasını sağlar (Hauck et al., 2020). Ancak CO₂ çözünmesi deniz suyunun karbonat kimyasını değiştirerek kalsifiye organizmalar üzerinde baskı yaratır (Doney et al., 2009).

Jeolojik karbon döngüsü ise CO₂'nin kayaç ayrışması, karbonat oluşumu, organik maddelerin gömülmesi ve volkanik salınım yoluyla uzun dönemli düzenlenmesini kapsar (Berner, 2004).

Son yıllarda karbon döngüsünde ciddi değişimler gözlenmektedir. Tropikal ve boreal ormanların bazı bölümleri net karbon yutağından karbon kaynağına dönüşmektedir (Hubau et al., 2020; Yang et al., 2023). Karbonun bitkisel dokularda bekleme süresinin önceki varsayımlardan daha kısa olabileceği, kara ekosistemlerinin gelecekteki yutak kapasitesinin azalabileceğini düşündürmektedir (Ahlström et al., 2024). Turbalıklar ise ısınma altında daha fazla CH₄ üreterek net sera gazı salımlarını artırabilir (Treat et al., 2021). Hem karasal hem okyanusal yutaklardaki bu kırılganlık, karbon döngüsünün belirli iklim eşiklerinde daha az kararlı hâle gelebileceğine işaret etmektedir (ESD, 2025).

Karbon döngüsündeki bu bozulmalar atmosferdeki CO₂ ve CH₄ birikimini artırarak sera gazı etkisini güçlendirir. CO₂ birikimi ile radyatif zorlama arasındaki logaritmik ilişki nedeniyle atmosferdeki artışlar ısınmayı orantısız şekilde artırır; CO₂'nin iki katına çıkması yaklaşık **3.7 W/m²** ek radyatif zorlama üretir (Myhre et al., 2013). Karbon yutaklarının zayıflaması, okyanusların CO₂ alma kapasitesinin azalması ve sıcaklığa duyarlı ayrışma süreçlerinin hızlanması, iklim–karbon döngüsü etkileşimlerini güçlendiren ek geri besleme mekanizmaları oluşturmaktadır (Hubau et al., 2020; DeVries et al., 2017; Crowther et al., 2016; Treat et al., 2021a).

2. BESİNLERİN ÜRETİMİ ve TÜKETİMİNİN İKLİM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Küresel gıda sistemleri, iklim değişikliğinin hem nedeni hem de sonucudur. Tarımsal üretim, besin işleme, dağıtım, tüketim ve gıda atık yönetimi gibi tüm süreçleri kapsayan gıda zinciri, günümüzde antropojenik sera gazı (SG) emisyonlarının yaklaşık üçte birinden sorumludur. Bu nedenle gıda sistemleri ile iklim sistemi arasındaki ilişki, çevresel sürdürülebilirlik tartışmalarının merkezinde yer almakta; özellikle artan nüfus, değişen beslenme alışkanlıkları ve üretim teknolojilerindeki gelişmeler bu ilişkinin daha dinamik ve karmaşık bir hâl almasına neden olmaktadır (CGIAR, 2024; IPCC, 2021).

Tarımsal faaliyetler küresel sera gazı emisyonlarının %23–33’ünü oluşturan kritik bir bileşendir. Bu emisyonlar çoğunlukla; arazi kullanım değişikliği ve makineleşmiş tarım ile CO₂; ruminant hayvanların enterik fermentasyonu ve pirinç tarlaları ile CH₄ üretimi, azot bazlı gübre kullanımı ve gübre yönetimi ile N₂O üretimine neden olur (IPCC, 2021). Azotlu gübre kullanımının optimize edilmesi, metan azaltıcı yem katkıları, toprak karbon sekestrasyonunu artırıcı uygulamalar ve yenilenebilir enerji entegrasyonu üretim kaynaklı emisyonları azaltma potansiyeline sahiptir.

Bunun yanında hayvansal üretim, bitkisel üretime göre çok daha yüksek sera gazı yoğunluğuna sahiptir. 2025 yılında yayımlanan kapsamlı bir meta-analize göre kırmızı et, süt ürünleri ve bazı işlenmiş hayvansal gıdalar, toplam gıda sisteminin yaşam döngüsü boyunca oluşan emisyonlarının büyük bölümünü oluşturmaktadır. Çalışma, gıda kategorisine bağlı olarak emisyon yoğunluğunun 10–100 kat arasında değişebildiğini göstermiştir (Smith et al., 2025).

Enerji yoğun üretim teknikleri, ambalajlama süreçleri ve tedarik zincirinin uzunluğu nedeniyle ultra-işlenmiş gıdalar (UPF), ürün başına düşen karbon ayak izini artırabilmektedir. Bu ilişki özellikle çok uluslu tedarik zincirlerinde daha belirgindir (FAO, 2023).

Gıda üretimi iklim değişikliğini etkilerken, iklim değişikliği de tarımsal verimlilik, besin bileşimi, ürün stabilitesi ve gıda güvenliğini etkiler. Artan sıcaklıklar, su kıtlığı, toprak bozulması ve biyolojik çeşitlilik kaybı, besin üretim kapasitesini tehdit etmektedir (Sabancı Üniversitesi IPC, 2020).

Bu nedenle beslenme sistemlerinde sürdürülebilir dönüşüm, yalnızca çevresel değil, aynı zamanda halk sağlığı ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından da zorunludur.

3. ÇEVRESEL ETKİLERİ DÜŞÜK OLAN BESİNLER

Gıdaların sera gazı (SG) emisyonu; üretim yöntemi, enerji kullanımı, gübre ve yem gereksinimleri, su tüketimi, taşımacılık ve arazi kullanımı gibi birçok bileşenin toplam etkisiyle belirlenir. Yapılan kapsamlı yaşam döngüsü analizleri (LCA), özellikle bitkisel temelli gıdaların emisyonlarının, hayvansal ürünlere kıyasla çok daha düşük olduğunu göstermektedir (Poore & Nemecek, 2018; Clark et al., 2023).

Bitkisel besinlerin düşük karbon yoğunluğu sebze, meyve, baklagil, tam tahıl, kabuklu yemiş, yağlı tohum gibi bitkisel gıdalar, üretim ve işleme süreçlerinde görece az su, enerji ve arazi kullanımı gerektirir; bu da karbon ayak izinin düşük olmasıyla sonuçlanır (Springmann et al., 2018; Rancilio et al., 2022).

Araştırmalar, fasulye, mercimek, nohut vb. baklagiller; tam tahıllar ve tam buğday ürünleri, sebze ve meyveler, özellikle yerel ve mevsimlik olanlar, kuruyemiş ve yağlı tohumlar, zeytinyağı, kanola yağı vb bitkisel yağlar bitkisel proteine dayalı alternatifler bu besin gruplarının hem düşük karbon ayak izi hem de yeterli besin değeri sağlaması nedeniyle sürdürülebilir bir diyetin temel taşları olduğunu göstermektedir (Rancilio et al., 2022; van de Kamp et al., 2019; Öçal, 2025).

Mercimek ve nohutun karbon ayak izi 0.9–1.5 kg CO₂-eq/kg düzeyinde olup, bu değer kırmızı etten 20–40 kat daha düşüktür (Poore & Nemecek, 2018). Azot fikse edebilen bitkiler oldukları için sentetik gübre ihtiyacını azaltır, böylece N₂O salımını düşürürler (Ritchie et al., 2020). Ayrıca su ve arazi gereksinimleri de oldukça düşüktür.

Tam tahıllar düşük enerji girdisiyle üretildiği için düşük emisyonlu gıda grupları arasında yer alır. Ortalama emisyon 0.4–1.0 kg CO₂-eq/kg arasındadır (Clark et al., 2023). Protein, lif, vitamin ve mineral sağlarken düşük karbon yükü oluşturmaları nedeniyle sürdürülebilir diyetlerde temel karbonhidrat kaynağıdır. Endüstriyel işlem görmemiş tahılların (örneğin tam buğday) rafine ürünlerden daha düşük emisyon oluşturduğu gösterilmiştir (Rancilio et al., 2022).

Sebzeler, özellikle kök sebzeler (havuç, patates, pancar) ve yapraklı sebzeler oldukça düşük karbon ayak izine sahiptir. Birçok sebzenin emisyonu 0.2–0.6 kg CO₂-eq/kg düzeyindedir. Üretim sistemleri sade olduğundan enerji ve su gereksinimleri düşüktür (Springmann et al., 2018). Yerel ve mevsimsel üretim, sebze-meyve tüketiminin karbon yükünü daha da azaltır; çünkü taşıma, soğutma ve depolama kaynaklı emisyonlar azalır (van de Kamp et al., 2019). Sebzeler arasında özellikle *patates*, *havuç*, *lahana*, *brokoli*, *domates* ve *kabak*, düşük emisyonlu gıdalar olarak öne çıkmaktadır.

Kuruyemişler ve yağlı tohumlar yüksek besin değerine sahiptir ve hayvansal kaynaklı yağlara kıyasla daha düşük karbon yoğunluğu taşır. Emisyon değerleri 2–5 kg CO₂-eq/kg arasında değişir (Clark et al., 2023). Her ne kadar sebzelere göre daha yüksek olsa da, peynir (13–25 kg CO₂-eq/kg) veya

kırmızı et (35–60 kg CO₂-eq/kg) ile karşılaştırıldığında hâlen çok daha düşük bir çevresel yüke sahiptirler (Poore & Nemecek, 2018). Ayrıca doymamış yağ asidi içeriği nedeniyle sağlık yararı yüksek besin grubudur.

Bitkisel yağların karbon ayak izi üretim yöntemine göre değişmekle birlikte genel olarak hayvansal yağlardan çok daha düşüktür. Bitkisel yağlar: 2.5–6 kg CO₂-eq/kg. Tereyağı: >24 kg CO₂-eq/kg (Poore & Nemecek, 2018). Zeytinyağı, Akdeniz havzasında geleneksel üretim teknikleri nedeniyle daha düşük emisyonu sahiptir ve sürdürülebilir diyetlerde önemli bir öge olarak yer alır.

Önal ve Bıyıklı (2024), hayvansal protein kaynaklarının üretiminde kullanılan kaynakların zamanla tükenmesi ve çevresel etkileri göz önüne alındığında, bitkisel protein ve alternatif protein kaynaklarının sürdürülebilir bir geleceğin anahtarı olarak öne çıktığını vurgulamış; beslenme alışkanlıklarının gözden geçirilerek ve protein kaynakları çeşitlendirilerek hem sağlığın korunabileceğini hem de çevreye duyarlı bir yaşam tarzına katkıda bulunulacağını bildirmiştir.

Son yıllarda bezelye proteini, soya ürünleri, tofu ve diğer bitkisel et alternatifleri giderek daha fazla öne çıkmaktadır. Soya bazlı ürünlerin karbon ayak izi genellikle 2–3 kg CO₂-eq/kg civarındadır. Tofu gibi düşük işlem görmüş ürünlerde bu değer daha bile düşüktür (Ritchie et al., 2020). Her ne kadar bazı ultra işlenmiş bitkisel et alternatiflerinin enerji kullanımı daha yüksek olsa da, yine de kırmızı etten çok daha düşük karbon salımı yapmaktadırlar (Smetana et al., 2019).

Tek başına ürün seçimi kadar gıda israfının azaltılması da emisyon düşüşünde kritik bir ögedir. Meyve ve sebze israfı azaltıldığında toplam diyet kaynaklı sera gazı emisyonları %10–14 oranında düşmektedir (FOLU, 2024). Atıkların kompostlanması, anaerobik sindirim veya biyogaz üretimi gibi yöntemlerle değerlendirilmesi, karbon döngüsüne olumlu katkı sağlar. Dolayısıyla düşük emisyonlu beslenme sadece besin seçimini değil, tüketim sonrası gıda yönetimini de içerir.

Bu nedenle hem çevresel sürdürülebilirlik hem de bitkisel protein ihtiyacının karşılanması açısından diyetlerde merkezi bir rol oynamaktadır. Özellikle bitkisel proteinlerin artırılması ve hayvansal gıdaların kademeli olarak azaltılması, toplam diyet kaynaklı sera gazı emisyonlarını belirgin biçimde düşürmektedir (Lucas et al., 2023)

4. BESLENME KALIPLARININ İKLİM ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ

Küresel gıda sistemleri, toplam antropojenik sera gazı (SG) emisyonlarının yaklaşık %25–33’ünü oluşturmaktadır (IPCC, 2022; Poore & Nemecek, 2018). Bu emisyonların belirleyici bileşenlerinden biri de beslenme biçimleridir. Beslenme biçimleri, küresel iklim sistemi üzerinde güçlü bir belirleyicidir. Bireylerin ve toplumların tercih ettiği diyet örüntüleri, hem üretim sistemlerini hem arazi kullanımını hem de gıda talebini şekillendirerek küresel ısınma üzerinde doğrudan etkide bulunur. Güncel çalışmalar, diyet seçiminin bireysel karbon ayak izini iki ile on kat arasında değiştirebildiğini göstermektedir (Clark et al., 2023).

Hayvansal ürün ağırlıklı diyetler yüksek sera gazı etkisi yaratırken, bitkisel ağırlıklı diyetler çok daha düşük çevresel ayak izi ile öne çıkmaktadır.

Bunlardan batı tarzı diyetler; kırmızı et, işlenmiş et, yüksek yağ ve yüksek şeker içeren ürünlerin yoğun tüketimiyle karakterizedir. Bu diyetin karbon ayak izi sığır ve koyun eti üretimi yüksek metan (CH₄) salımı yarattığı, yüksek yem, arazi ve su gereksinimi olması, işlenmiş ürünlerde enerji tüketiminin yüksek olması nedenleri ile yüksektir. Bu nedenle Batı tarzı bir diyetin karbon ayak izi, bitki ağırlıklı bir diyete göre 3–5 kat fazla olabilir (Poore & Nemecek, 2018; Willett et al., 2019).

Bunun aksine Akdeniz diyeti, yüksek sebze-meyve, tam tahıl, zeytinyağı ve baklagil tüketimi ile sınırlı kırmızı et ve işlenmiş gıda alımını merkeze alan bir beslenme modeli olarak hem sağlık faydaları hem de çevresel üstünlüğü ile bilinmektedir. Güncel çalışmalar, Akdeniz diyetine geçişin sera gazı (SG) emisyonlarını düzenli biçimde azaltabildiğini ve küresel ölçekte sürdürülebilir beslenme stratejilerinin temel bileşeni olabileceğini göstermektedir (Fresán & Sabaté, 2019; Saez-Almendros et al., 2013).

Diyetin temel özellikleri sebze, meyve, baklagil ve tahılların yüksek oranı, zeytinyağının birincil yağ kaynağı olması, balık ve beyaz etin orta düzeyde, kırmızı etin düşük düzeyde tüketimi, minimal işlenmiş gıda alımıdır. Bu özellikler, diyetin çevresel ayak izini doğrudan azaltan faktörlerdir (Willett et al., 2019).

Birçok çalışmada Akdeniz diyetine geçişin sera gazı emisyonlarını önemli düzeyde azalttığı gösterilmiştir. Saez-Almendros ve arkadaşları (2013), İspanya’da yapılan kapsamlı bir analizde Akdeniz diyetine yüksek uyumun kişi

başı diyet kaynaklı SG emisyonlarını %72'ye kadar azaltılabileceğini bildirmiştir. Fresán ve Sabaté (2019), ABD ve Avrupa verileri üzerinden yaptıkları karşılaştırmada Akdeniz diyetinin Batı tarzı diyetle göre %17–24 daha düşük CO₂-eşdeğeri salımı yarattığını belirlemiştir. Vieux ve arkadaşları (2018), EPIC kohortundaki beslenme örüntülerinde Akdeniz diyetine en yüksek bağlılığın SG emisyonlarında yaklaşık üçte bir oranında azalma ile ilişkili olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, Akdeniz diyetinin çevresel etkisinin büyük ölçüde hayvansal gıda tüketiminin sınırlı olmasından ve yüksek bitkisel gıda oranından kaynaklandığı ortaya konulmaktadır.

Ayrıca bitkisel üretimde gübre, su ve enerji gereksiniminin daha düşük olması, zeytinyağı üretiminin diğer yağlara göre daha düşük emisyon profiline sahip olması, hayvansal yem ihtiyacının çok daha düşük düzeyde olması, balık ve beyaz et tüketiminin kontrollü olması da etkilidir.

Notarnicola ve arkadaşları (2017), Avrupa ülkelerindeki diyet modellerini karşılaştırdığı çalışmada, Akdeniz diyetinin sera gazı emisyonu, arazi kullanımı ve enerji tüketiminde en düşük çevresel ayak izi olan model olduğunu bildirmiştir.

Akdeniz diyeti sadece emisyon azaltmakla kalmaz; aynı zamanda yerel sebze ve baklagil çeşitlerinin korunmasına, meyve-sebze ağırlıklı tarımın desteklenmesine, monokültür yerine çeşitlilik odaklı tarıma katkı sağlayarak biyoçeşitlilik üzerinde de olumlu etkiye sahiptir (Dernini & Berry, 2015).

Yine bu kapsamda değerlendirilecek diğer bir beslenme modeli Fleksiteryen diyetdir. Bitkisel gıdaların baskın olduğu, hayvansal ürünlerin çok düşük–orta düzeyde tüketildiği, işlenmiş gıdaların minimal olduğu, Akdeniz ve vegan diyetler arasında “geçiş modeli” olarak görülen bir beslenme örüntüsüdür (Drewnowski & Green, 2022).

Bu model, hem besinsel yeterlilik hem de çevresel sürdürülebilirliği birleştiren “esnek” yapısı nedeniyle birçok toplumda benimsenmesi en olası sürdürülebilir diyetlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Springmann ve arkadaşları (2018), fleksiteryen diyetle geçişin gıdaya bağlı sera gazı emisyonlarını %32–35 oranında azaltılabileceğini ortaya koymuştur. Aynı çalışmada vegan diyetin en yüksek azaltım potansiyeline sahip olduğu; fleksiteryen modelin ise uygulanabilirlik açısından en başarılı sürdürülebilir seçenek olduğu belirtilmiştir.

Scarborough ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan EPIC-Oxford analizinde et tüketen bireylerde ortalama günlük karbon ayak izi ~2.5–3.0 kg CO₂-eq, fleksitaryen bireylerde ~1.7–2.0 kg CO₂-eq, vegan bireylerde ise ~1.0–1.1 kg CO₂-eq olarak bulunmuştur.

Bu sonuç, fleksitaryen modelin tamamen vegan olmadan da karbon ayak izini anlamlı düzeyde düşürdüğünü göstermektedir. Batı tarzı diyetlerle karşılaştırıldığında fleksitaryen diyet, hayvansal ürün tüketiminin azalması nedeniyle metan salımını düşürmekte, yem üretimi ihtiyacını azaltır, arazi kullanımını **%20–30** azaltır, su kullanımını anlamlı biçimde azaltmaktadır (Van Dooren et al., 2015).

Bu sonuçlar, fleksitaryen modelin özellikle kırmızı et tüketiminde sürdürülebilir azaltımlar sağladığını göstermektedir.

Nordik Diyet, İskandinav ülkelerinin yerel, mevsimsel ve doğal gıda kültürünü temel alan; tam tahıllar, kök sebzeler, yaban mersini gibi orman ürünleri, balık, kabuklu yemişler ve kolza (kanola) yağının yüksek oranda tüketildiği bir beslenme modelidir. İlk olarak 2000’li yıllarda “Yeni Nordik Diyeti” (New Nordic Diet) adıyla sistematik bir çerçeveye oturtulan bu model, hem sağlığı hem de çevresel sürdürülebilirliği destekleyen bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır (Mithril et al., 2012).

Nordik diyetin çevresel etkisini belirleyen başlıca bileşenler; tam tahıllar (çavdar, yulaf, arpa), kök sebzeler (pancar, havuç, patates), yağlı balıklar, kanola yağı, yüksek lifli, düşük işlenmiş gıdalar, kırmızı etin minimal düzeyde kullanılmasıdır.

Bu bileşenler, diyetin karbon ayak izini azaltma potansiyelinin temel mekanizmalarını oluşturur (Bere et al., 2018).

Bere ve arkadaşları (2020), Norveç’te yürüttükleri analizde Yeni Nordik Diyetle yüksek bağlılığın; gıda kaynaklı karbon ayak izini %28, su ayak izini ise %19 oranında azalttığını bildirmiştir. Poore ve Nemecek’in (2018) 119 ülkeden 38.700 çiftlik verisini analiz eden kapsamlı çalışması, vegan diyetin bir kişinin gıda kaynaklı sera gazı emisyonlarını %70’e kadar azaltabileceğini, arazi kullanımını %76, su kullanımını %50, azot ve fosfor salımlarını %49 azaltabileceğini göstermiştir. Bu, bugüne kadarki en kapsamlı çevresel etki analizi olarak kabul edilmektedir.

Rosell et al. (2021) ise İsveç popülasyonunda Nordik diyet uyumunun özellikle kırmızı et tüketimindeki azalma ile ilişkili olarak SG emisyonlarını önemli ölçüde düşürdüğünü göstermiştir.

Vegan diyet, hayvansal kaynaklı tüm gıdaları dışlayan tamamen bitkisel temelli bir beslenme yaklaşımıdır. Bu model, sağlık yararlarının yanı sıra özellikle **sera** gazı emisyonlarını azaltma potansiyeli ile sürdürülebilirlik literatüründe en çok dikkat çeken diyetlerden biridir (Clark et al., 2023).

Hayvansal üretim; metan (CH₄), azot oksit (N₂O) ve karbondioksit (CO₂) emisyonlarının başlıca kaynaklarından biridir ve küresel ısınma potansiyeli yüksek bileşiklerin önemli bir kısmı hayvancılıkla ilişkilidir (IPCC, 2022). Vegan diyet, bu sistemi doğrudan etkilemesi nedeniyle çevresel ayak izi en düşük beslenme modeli olarak kabul edilmektedir.

Vegan diyetin çevresel avantajları büyük ölçüde hayvansal ürünlerin tamamen dışlanması, protein, yağ ve karbonhidrat kaynaklarının bitkisel besinlerden sağlanması, minimum işlenmiş gıdaya yönelme, tahıl, baklagil, sebze, meyve, yağlı tohum ve kabuklu yemişlerin yüksek tüketiminden kaynaklanmaktadır.

Scarborough ve arkadaşlarının (2014) İngiltere EPIC kohortunda yaptığı analizde, et tüketenlerin günlük karbon ayak izi: ~2.5–3.0 kg CO₂-eq, vejetaryenlerin: ~1.4 kg CO₂-eq, vegnların: ~1.0–1.1 kg CO₂-eq olarak bulunmuştur.

Bu sonuç vegan diyetin günlük emisyonları et tüketimine göre yaklaşık üçte bire düşürdüğünü ortaya koymaktadır

Springmann ve arkadaşları (2018), küresel ölçekte vegan diyete geçişin yıllık, 6.6 gigaton CO₂-eşdeğeri, Buna paralel sağlık kazanımları ile 8.1 milyon erken ölümün önlenmesi gibi dramatik etkiler yaratabileceğini göstermektedir.

Bu sonuçlar, vegan diyetin yalnızca bireysel değil, küresel ölçekte sistemik dönüşüm potansiyeli taşıdığını göstermektedir.

Barilla Center for Food and Nutrition (BCFN) tarafından geliştirilen Çift Piramit Modeli, gıdaların hem sağlık üzerindeki etkilerini hem de çevresel sürdürülebilirlik boyutunu aynı grafik yapı içinde gösteren yenilikçi bir araçtır. (BCFN, 2021). Model iki piramidden oluşur. İlki beslenme piramidi olup alt basamaklarda; sebze, meyve, tam tahıllar, baklagiller; orta basamaklarda, balık, beyaz et, yumurta; üst basamakta ise kırmızı et ve işlenmiş et ürünleri yer alır. Bu yapı sağlık etkisini gösterir; alt basamaktaki besinler sağlığı en fazla

destekleyen besin gruplarıdır. İkinci piramit ise çevresel kapsamdadır. Piramidin alt basamağı; en düşük sera gazı emisyonuna sahip baklagiller, tahıllar, sebzeler gibi besinler; üst basamağı ise kırmızı et, işlenmiş et, bazı süt ürünleri gibi en yüksek emisyonu sahip gıdalar oluşturmaktadır. Bu piramit, gıdaların karbon ayak izi, su kullanımı, arazi gereksinimi gibi bileşenlere göre yerleşimini gösterir (BCFN, 2021). İki piramidin bir arada olması sağlık için iyi olanın gezegen için de iyi olduğu temel mesajının bilimsel olarak desteklenmesidir.

Çift Piramit modeline uygun bir beslenme düzeni, tipik Batı tarzı diyetine göre %50–60 daha düşük sera gazı emisyonu, %40 daha düşük su ayak izi, %30–40 daha düşük arazi kullanımı sağlamaktadır (BCFN, 2021; Donati et al., 2016).

EAT–Lancet raporu, küresel nüfusun sürdürülebilir bir beslenme modeline geçmesi hâlinde gıda kaynaklı emisyonların yarı yarıya azaltılabileceğini bildirmiştir (Willett et al., 2019). Bunu takiben, EAT–Lancet Komisyonu’nun 2019 yılında yayımladığı “Gezegen Sağlığı Diyeti”, hem insan sağlığını hem de çevresel sürdürülebilirliği eş zamanlı gözetken küresel bir beslenme modeli önermiştir (Willett et al., 2019). Bununla birlikte, diyet modeli yayımlandığı günden itibaren bilimsel yeterlilik, kültürel uygulanabilirlik, ekonomik erişilebilirlik ve politik yönelimler açısından çok sayıda akademik eleştirinin odağında olmuştur. Diyetin en temel eleştirilerinden biri, küresel düzeyde bütün toplumlar için geçerli tek bir beslenme modeli tanımlamasıdır. Fanzo (2019), Komisyonun önerdiği modelin yaş, fizyolojik durum, bölgesel farklılıklar ve kültürel beslenme pratiklerini yeterince hesaba katmadığını belirtmektedir. Benzer şekilde Haddad ve Hawkes (2019), tek bir küresel ideal beslenme modelinin “gıda sistemlerinin yerel gerçekliklerine” aykırı olabileceğini vurgulamaktadır.

Defeyter, Stretesky ve Griffiths (2020), diyetin özellikle demir, B₁₂ vitamini, çinko ve yüksek biyoyararlanımlı proteinin sağlanması açısından bazı nüfus gruplarında yetersiz kalabileceğini bildirmiştir. Bongiovanni ve arkadaşları (2021) ise yaptıkları kapsamlı değerlendirmede, diyetin protein kalitesi ve aminoasit dengesi açısından özellikle düşük gelirli ve hayvansal kaynaklara erişimi sınırlı toplumlarda besinsel riskler yaratabileceğini göstermektedir.

EAT–Lancet diyetinin dünya genelinde uygulanabilirliğine yönelik en güçlü eleştirilerden biri maliyetidir. Hirvonen ve arkadaşlarının (2020) 159 ülkeyi kapsayan analizine göre, diyetin maliyeti düşük gelirli ülkelerde kişi başı günlük gelirden çok daha yüksektir ve nüfusun önemli bir bölümü için ekonomik olarak erişilebilir değildir.

Bunun yanında Karlsson, Garnett ve Rööf (2019), diyetin küresel olarak uygulanmasının hayvancılık sektöründe ciddi ekonomik kayıplara neden olabileceğini ve geçim kaynaklarını tehlikeye atabileceğini vurgulamaktadır. Ayrıca Mbow (2020), hayvancılığın özellikle düşük gelirli ülkelerde yalnızca beslenme açısından değil, aynı zamanda kültürel, ekonomik ve toplumsal açıdan önemli bir işlevi olduğunu; bu nedenle modelin tarımsal dönüşüm önerilerinin “sosyo-kültürel gerçekliklerle uyumsuz” olduğunu ifade etmektedir.

EAT–Lancet modeli, çevresel sürdürülebilirlik için “gezegensel sınırlar” kavramını temel almıştır; fakat bu sınırların belirlenmesinde kullanılan modeller bazı bilim insanları tarafından tartışmalı bulunmuştur. Garnett (2019) ise modelin karbon, azot, fosfor döngüleri ve arazi kullanımı gibi karmaşık çevresel süreçlerde aşırı genelleştirilmiş varsayımlar kullandığını ve bu nedenle sonuçların kesinlik taşımadığını vurgulamaktadır.

EAT–Lancet modeline yöneltilebilen önemli eleştirilerden biri de kültürel homojenlik yaratma riskidir. Turner ve Neff (2022), diyetin yerel mutfak kültürlerini, gıda geleneklerini ve toplulukların gıda egemenliğini yeterince dikkate almadığını ileri sürmektedir.

Drewnowski ve Finley (2020), süt ürünlerinin yüksek besin yoğunluğu ve kalsiyum-besin sinerjisi açısından vazgeçilmez olduğunu, EAT–Lancet düzeyine çekilen tüketimin bazı topluluklarda mikrobeyin yetersizliklerine yol açabileceğini belirtmiştir.

Lawrence ve Baker (2019), Komisyonun önerilerini “bilimsel bir diyet modeli”nden çok, küresel gıda politikalarını şekillendirmeyi amaçlayan politik bir çerçeve olarak nitelendirmiştir. Poulain (2020) ise EAT–Lancet diyetinin kültürel olarak evrenselleştirilmeye çalışılmasının bilimsel değil, ideolojik bir yaklaşım taşıyabileceğini savunmuştur.

5. BESİNLERİN İSRAFI

Gıda sistemleri, üretimden tüketime ve atık bertarafına kadar uzanan geniş bir zinciri kapsamakta ve küresel sera gazı (SG) emisyonlarının önemli bir bölümünden sorumlu bulunmaktadır. Gıda kaybı ve israfı (Food Loss and Waste; FLW), bu zincirin en görünmez fakat en etkili bileşenlerinden biridir. Güncel değerlendirmeler, gıda israfının yıllık küresel antropojenik sera gazı emisyonlarının yaklaşık %8–10’unu oluşturduğunu göstermektedir (UNEP, 2024; FAO, 2013). Bu oran, gıda israfını iklim değişikliği bağlamında kritik bir müdahale alanı hâline getirmektedir.

Gıda israfına ilişkin emisyonlar yalnızca çöp sahalarında oluşan metan salımlarıyla sınırlı değildir; üretilip tüketilmeyen gıdaların tarımsal üretim, işleme, taşımacılık ve perakende aşamalarında ortaya çıkan gömülü karbon yükü de toplam etkiyi önemli ölçüde artırmaktadır (IPCC, 2019; Amicarelli et al., 2021). Bu nedenle gıda israfı azaltımı, hem iklim değişikliği ile mücadelede hem de gıda güvenliği ve sürdürülebilir kaynak yönetimi açısından stratejik bir öneme sahiptir.

Literatürde gıda kaybı (food loss), üretimden perakendeye kadar uzanan tedarik zincirinin erken aşamalarında gerçekleşen niceliksel kayıpları ifade ederken; gıda israfı (food waste), perakende, yemek hizmetleri ve hane halkı düzeyinde tüketilebilir durumdaki gıdanın atılmasını ifade etmektedir (FAO, 2014; UNEP, 2024). Bu iki kavram bütünsel olarak “gıda kaybı ve israfı” şeklinde ele alınmakta ve FLW çerçevesi içerisinde incelenmektedir.

Ay ve Bıyıklı (2024) gıda atıklarının büyük kısmının toplu beslenme sistemlerinde üretim ve dağıtım/depolama aşamalarında meydana geldiğini vurgulayarak, bu atıklarının azaltılması için önerilen yöntemler arasında daha etkili stok yönetimi, doğru depolama teknikleri, artan gıdaların yeniden kullanımı ve kompostlama ile anaerobik sindirim gibi geri dönüşüm yöntemlerinin önemine dikkat çekmişlerdir.

UNEP’nin 2024 raporuna göre 2022 yılında dünyada yaklaşık 1,05 milyar ton gıda israf edilmiş; bunun %60’ı hane halklarında, %28’i yemek hizmetlerinde ve %12’si perakende aşamasında gerçekleşmiştir (UNEP, 2024). Bu veriler, gıda israfının yalnızca yüksek gelirli toplumlara özgü olmadığını, tüm gelir gruplarında yaygın bir küresel problem olduğunu göstermektedir.

İsraf edilen her bir gıda, tarımsal üretimde kullanılan toprak işleme, gübre ve pestisit kullanımı, sulama, enerji tüketimi, işleme ve taşımacılık gibi süreçlerde ortaya çıkan emisyonları da “boşa” taşır. FAO (2013) gıda israfının arazi kullanım değişikliği hariç yıllık 3,3 Gt CO₂-eşdeğer, arazi kullanım değişikliği dâhil 4,4 Gt CO₂-eşdeğer emisyonu karşılık geldiğini bildirmektedir.

Güncel yaşam döngüsü değerlendirme (LCA) çalışmalarını inceleyen büyük ölçekli bir meta-analiz, gıda israfının modele dâhil edilmesi hâlinde bazı gıda kategorilerinde karbon ayak izinin %39’a kadar artabildiğini ortaya koymuştur (Mandouri et al., 2025).

Gıda atıkları çoğu ülkede hâlen depolama sahalarında bertaraf edilmekte ve burada oksijensiz ortamda ayrışarak metan (CH₄) açığa çıkarmaktadır. Metan, 20 yıllık zaman diliminde CO₂’den yaklaşık 80 kat daha yüksek küresel ısınma potansiyeline sahiptir (IPCC, 2022). UNEP (2024) raporu, organik atığın depolama sahalarındaki hızlı metan üretimini, gıda israfının iklim üzerindeki en kritik bileşenlerinden biri olarak tanımlamaktadır.

Amicarelli ve arkadaşları (2021), gıda israfına ilişkin küresel ısınma potansiyelinin (GWP) en büyük bileşeninin tarımsal üretim aşaması olduğunu, bunu gübre üretimi, enerji tüketimi ve atık bertarafının izlediğini göstermiştir. Bu durum, gıda israfı etkisinin yalnızca bertaraf aşamasına indirgenemeyeceğini; tedarik zincirinin tamamının dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

IPCC’nin Altıncı Değerlendirme Raporu’na (AR6) göre, gıda kaybı ve israfının azaltılması yıllık 0,1–5,8 Gt CO₂-eşdeğeri iklim azaltım potansiyeline sahiptir (IPCC, 2022). Hayashi ve arkadaşları (2022), 2050 yılına kadar küresel gıda israfının azaltılmasının 0,76–4,5 Gt CO₂-eşdeğeri/yıl düzeyinde bir katkı sağlayabileceğini vurgulamaktadır.

Bu potansiyel, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji yatırımları ve ulaşım gibi sık tartışılan sektörlerle karşılaştırılabilir düzeyde yüksek bir azaltım kapasitesidir.

Hane halkları küresel gıda israfının en büyük kaynağı olmakla birlikte (UNEP, 2024), toplu beslenme sistemlerinde porsiyon yönetimi, menü planlaması ve tüketici davranışları israf seviyesini önemli ölçüde belirlemektedir. Sağlık kurumlarında yapılan güncel çalışmalar, uygun menü yönetimi ve porsiyon optimizasyonunun gıda israfını ve karbon ayak izini anlamlı biçimde azaltabildiğini göstermektedir (Bux et al., 2025).

Gıda israfını azaltmanın yanında, ortaya çıkan biyokütlenin fonksiyonel gıda, yem, biyoplastik veya başka endüstriyel ürünlere dönüştürülmesi “döngüsel ekonomi” yaklaşımının merkezindedir. Bu tür “upcycled food” girişimleri, hem sera gazı emisyonlarını azaltmakta hem de ekonomik katma değer yaratmaktadır (Carvalho et al., 2025).

Birleşmiş Milletler’in SKA 12.3 hedefi, 2030 yılına kadar perakende ve tüketici düzeyindeki gıda israfının yarıya indirilmesini öngörmektedir. Bununla birlikte, ülkelerin ulusal katkı beyanlarında (NDC) gıda israfı azaltımına sınırlı yer verdiği bilinmektedir. Etkili politika araçları arasında zorunlu raporlama, gıda bağışı teşvikleri, perakende düzenlemeleri ve organik atıkların ayrı toplanması öne çıkmaktadır (UNEP, 2024).

KAYNAKÇA

- Ahlström, A., et al. (2024). Plant carbon residence times and implications for terrestrial carbon–climate feedbacks. *Nature Climate Change*.
- Amicarelli, V., Lagioia, G., & Bux, C. (2021). Global warming potential of food waste through life cycle assessment: An analytical review. *Environmental Impact Assessment Review*, 91, 106677.
- Ay Mangar B, Bıyıklı AE (2024). Beslenme ve Diyetetik içinde. Ed. Çağırın Yılmaz F. Toplu Beslenme Sistemlerinde Gıda Atıklarının Yönetimi, Livre de Lyon, Basım sayısı:1, ISBN:978-2-38236-769-8, Bölüm Sayfaları:121-134.
- Barilla Center for Food and Nutrition (BCFN). (2021). *Double Pyramid Model: Healthy and Sustainable Diets*. Parma, Italy.
- Béné, C., et al. (2020). In search of sustainable food systems: The political economy of the EAT–Lancet diet. *World Development*, 134, 105024.
- Berner, R. A. (2004). *The Phanerozoic Carbon Cycle: CO₂ and O₂*. Oxford University Press.
- Bongiovanni, T., et al. (2021). Nutritional adequacy of the EAT–Lancet diet: A critical review. *Nutrients*, 13(10), 3306.
- Bond-Lamberty, B., & Thomson, A. (2010). A global database of soil respiration data. *Global Change Biology*, 16(3), 165–173. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01951.x>
- Bux, C., Amicarelli, V., & Lagioia, G. (2025). A comparative assessment of food waste and carbon footprint in hospital foodservice. *Journal of Cleaner Production*.
- Carvalho, R., Santos, D., & Almeida, M. (2025). Food waste reduction: A systematic review on integrated sustainable food waste reduction systems (IFWRS). *Sustainability*, 17(7), 3236.
- CGIAR. (2024). *Options for reducing GHG emissions from agrifood systems*. CGIAR Climate Research.
- Clark, M. A., Springmann, M., Hill, J., & Tilman, D. (2023). Multiple health and environmental impacts of food systems. *Nature Food*, 4(1), 10–21.
- Cox, P. M., Betts, R. A., Jones, C. D., Spall, S. A., & Totterdell, I. J. (2000). Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks. *Nature*, 408(6809), 184–187.

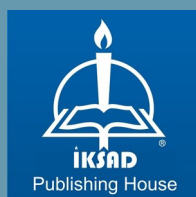
- Crowther, T. W., Todd-Brown, K. E. O., Rowe, C. W., et al. (2016). Quantifying global soil carbon losses in response to warming. *Nature*, 540(7631), 104–108. <https://doi.org/10.1038/nature20150>
- Davis, K. F., Gephart, J. A., & Emery, K. A. (2021). Economic feasibility of EAT–Lancet diets in low-income settings. *Environmental Research Letters*, 16(11), 115002.
- de Boer, I. J. M., & van Ittersum, M. K. (2020). Circularity in diets and limits of the EAT–Lancet approach. *Nature Food*, 1, 21–23.
- Defeyter, M. A., Stretesky, P., & Griffiths, R. (2020). Nutritional adequacy concerns associated with the EAT–Lancet diet. *Nutrients*, 12(11), 3448.
- DeVries, T., Holzer, M., & Primeau, F. (2017). Recent increase in oceanic carbon uptake driven by weaker upper-ocean overturning. *Nature*, 542(7640), 215–218. <https://doi.org/10.1038/nature21068>
- Dernini, S., & Berry, E. M. (2015). Mediterranean diet: From a healthy diet to a sustainable dietary pattern. *Frontiers in Nutrition*, 2, 15.
- Donati, M., et al. (2016). The double food pyramid model: Environmental and nutritional benefits. *Frontiers in Nutrition*, 3, 23.
- Doney, S. C., Fabry, V. J., Feely, R. A., & Kleypas, J. A. (2009). Ocean acidification: The other CO₂ problem. *Annual Review of Marine Science*, 1, 169–192.
- Drewnowski, A., & Finley, J. (2020). Nutrient density of dairy foods in the context of the EAT–Lancet diet. *Nutrients*, 12, 3480.
- Drewnowski, A., & Green, R. (2022). Sustainable plant-based diets and global food systems. *Annual Review of Nutrition*, 42, 25–45.
- ESD – Earth System Dynamics. (2025). Conditions for instability in the climate–carbon cycle system. *Earth System Dynamics*.
- Fanzo, J. (2019). The EAT–Lancet Commission: A flawed approach to healthy and sustainable diets. *Global Food Security*, 23, 12–15.
- FAO. (2013). *Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2014). *Food Wastage Footprint: Full-cost accounting*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2023). *The impact of food processing on climate and sustainability*. FAO Publishing.

- Field, C. B., Randerson, J. T., & Malmström, C. M. (1998). Global net primary production: Combining ecology and remote sensing. *Science*, 281(5374), 237–240.
- Foley, J. A., et al. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478, 337–342.
- FOLU. (2024). *Impact of Healthy Diets on Climate and Environment*. Food and Land Use Coalition.
- Fresán, U., & Sabaté, J. (2019). Vegetarian diets: Planetary health and environmental sustainability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(7), 1310.
- Friedlingstein, P., et al. (2006). Climate–carbon cycle feedback analysis: Results from the C4MIP model intercomparison. *Journal of Climate*, 19(14), 3337–3353.
- Garnett, T. (2019). Planetary boundaries and diet modelling. *Food Climate Research Network Brief*. University of Oxford.
- Haddad, L., & Hawkes, C. (2019). A food systems approach to healthy diets. *Nature Food*, 1, 2–3.
- Hauck, J., Zeebe, R. E., Wolf-Gladrow, D. A., et al. (2020). Marine carbon cycle feedbacks to climate change. *Global Biogeochemical Cycles*, 34(3), e2019GB006336.
- Hayashi, A., Takahashi, K., & Müller, A. (2022). The potential contribution of food wastage reductions to global decarbonization pathways. *One Earth*, 5(10), 1132–1147.
- Hirvonen, K., Bai, Y., Headey, D., & Masters, W. A. (2020). Affordability of the EAT–Lancet diet: A global analysis. *The Lancet Global Health*, 8(1), e59–e66.
- Hubau, W., Lewis, S. L., Phillips, O. L., et al. (2020). Asynchronous carbon sink saturation in African and Amazonian tropical forests. *Nature*, 579(7797), 80–87. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2035-0>
- Hyland, J. J., Henchion, M., McCarthy, S., & Resano, H. (2024). Environmental footprints of omnivorous, vegetarian and vegan diets: A systematic review. *Sustainability*, 16(2), 553–567.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). *Climate Change and Land*. IPCC.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press.
- Jackson, R. B., Lajtha, K., Crow, S. E., et al. (2017). The ecology of soil carbon: Pools, vulnerabilities, and management. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48, 419–445.
- Karlsson, J. O., Garnett, T., & Rös, E. (2019). Implications of EAT–Lancet diet for global food producers. *Food Policy*, 91, 101839.
- Lawrence, M. A., & Baker, P. (2019). The science, the gaps, and the politics of the EAT–Lancet diet. *Public Health Nutrition*, 22, 268–270.
- Lucas, E., et al. (2023). Low-carbon diets can reduce global ecological and health burdens. *Nature Food*.
- Mandouri, J., et al. (2025). Carbon footprint of food production: A systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 15, 19476.
- Mbow, C. (2020). Livelihood implications of global dietary shifts. *Global Sustainability*, 3, e13.
- Melina, V., Craig, W., & Levin, S. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(12), 1970–1980.
- Mithril, C., Dragsted, L. O., Meyer, C., Tetens, I., Biloft-Jensen, A., & Astrup, A. (2012). Guidelines for the New Nordic Diet. *Public Health Nutrition*, 15(10), 1941–1947.
- Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F.-M., et al. (2013). Anthropogenic and natural radiative forcing. In T. F. Stocker et al. (Eds.), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis* (pp. 659–740). Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
- Notarnicola, B., Tassielli, G., Renzulli, P. A., Castellani, V., & Sala, S. (2017). Environmental impacts of food consumption in Europe. *Journal of Cleaner Production*, 140, 753–765.
- Our World in Data. (2024). *Environmental impacts of food*. <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>

- Öçal, K. (2025). Sürdürülebilir beslenme ve sera gazı: Akdeniz diyeti örneği. *Kapadokya Üniversitesi Açık Arşivi*.
- Önal, E., Bıyıklı, AE (2024). Deneyisel Beslenme Bilimi İçinde. Ed:Savaş Hasan Basri. Bölüm Adı: Sürdürülebilir Beslenme ve Protein, Bidge Yayınları, Basım Sayısı:1, Isbn:978-625-372-181-7, Bölüm Sayfaları:30-45
- Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992.
- Poulain, J. P. (2020). Cultural limits of the universal diet model. *Appetite*, 153, 104744.
- Rancilio, G., et al. (2022). Low-GHG culturally acceptable diets to reduce individual carbon footprints. *Journal of Cleaner Production*.
- Ridoutt, B. G., et al. (2021). Olive oil production and water scarcity: A global hotspots analysis. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123990.
- Ritchie, H., Reay, D., & Higgins, P. (2020). The environmental impacts of tofu and other plant proteins. *Environmental Research Letters*.
- Rosell, M., et al. (2021). Environmental sustainability of the Nordic Diet. *Sustainability*, 13(12), 6547.
- Ruminant Nutrition Consortium. (2021). Critique of animal-source food recommendations in the EAT–Lancet report. *Animal Frontiers*, 11(6), 7–15.
- Sabancı University IPC. (2020). *Türkiye’de tarım, iklim değişikliği ve gıda güvenliği*. İstanbul Politikalar Merkezi.
- Saez-Almendros, S., Obrador, B., Bach-Faig, A., & Serra-Majem, L. (2013). Environmental footprints of Mediterranean versus Western dietary patterns. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 31(1), 112–119.
- Saunio, M., Stavert, A. R., Poulter, B., et al. (2020). The Global Methane Budget 2000–2017. *Earth System Science Data*, 12(3), 1561–1623.
- Saxe, H., Larsen, T. M., & Mogensen, L. (2013). The environmental impact of the New Nordic Diet. *American Journal of Clinical Nutrition*, 98(6), 1519–1527.
- Scarborough, P., et al. (2014). Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans. *Climatic Change*, 125, 179–192.
- Smith, R., et al. (2025). Carbon footprint of food production: A systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 15, 19476.

- Smetana, S., et al. (2019). Environmental aspects of novel plant-based meat alternatives. *Journal of Cleaner Production*, 223, 251–262.
- Springmann, M., et al. (2018). Health and environmental impacts of sustainable diet strategies. *The Lancet Planetary Health*, 2(10), e451–e462.
- Springmann, M., Clark, M., et al. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728), 519–525.
- Treat, C. C., Jones, M. C., Camill, P., et al. (2021). Warming controls on wetland carbon cycling. *Nature Communications*, 12, 7132.
- Treat, C. C., Kleinen, T., Broothaerts, N., et al. (2021a). Widespread global peatland methane emissions enhanced by climate warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(7), e2016649118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2016649118>
- Turner, C., & Neff, R. (2022). Cultural, political, and ethical critiques of the EAT–Lancet diet. *Global Food Security*, 33, 100624.
- UNEP. (2021). *Food Waste Index Report 2021*. United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2024a). *Food Waste Index Report 2024*. United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2024b). *Food loss and waste* [Website]. United Nations Environment Programme.
- Van de Kamp, M., et al. (2019). Healthy diets with reduced environmental impact. *Public Health Nutrition*, 22(13), 2418–2428. (veya ilgili dergi künyen neyse)
- Van Dooren, C., Marinussen, M., Blonk, H., Aiking, H., & Vellinga, P. (2015). Exploring dietary changes to reduce environmental impacts: A life cycle assessment study. *Journal of Cleaner Production*, 73, 43–53.
- Vieux, F., et al. (2018). High adherence to Mediterranean diet is associated with lower greenhouse gas emissions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 72, 736–742.
- Willett, W., et al. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492.
- Yang, H., Piao, S., Wang, X., et al. (2023). Climate-driven shifts in boreal forest carbon sink stability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(12), e2212368120.



ISBN: 978-625-378-441-6