

GIDA VE BESLENMEDE GÜNCEL EĞİLİMLER:

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK,
ÜRÜN KALİTESİ VE
YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR

EDİTÖR:
GÖKHAN DEGE



BİDGE Yayınları

Gıda ve Beslenmede Güncel Eğilimler: Sürdürülebilirlik, Ürün Kalitesi Ve Yenilikçi Yaklaşımlar

Editör: GÖKHAN DEGE

ISBN: 978-625-8989-92-2

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 2026-06-25

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltpe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



ÖNSÖZ

Gıda ve beslenme bilimleri, küresel ölçekte yaşanan çevresel değişimler, teknolojik gelişmeler ve tüketici beklentilerindeki dönüşümler doğrultusunda sürekli gelişen ve yenilenen disiplinler arasında yer almaktadır. Günümüzde yalnızca yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanması değil, aynı zamanda sürdürülebilir gıda sistemlerinin oluşturulması, gıda ürünlerinin beslenme kalitesinin değerlendirilmesi ve yeni nesil gıda uygulamalarının bilimsel açıdan incelenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu kitap, gıda ve beslenme alanında güncel tartışma konularını bilimsel bir bakış açısıyla ele almak amacıyla hazırlanmıştır. Kitapta yer alan bölümler; sürdürülebilir beslenme ilkeleri ve çevresel göstergeler, Türkiye’de satışa sunulan ketçap ve mayonez ürünlerinin Nutri-Score değerlendirmeleri ile günümüzde giderek daha fazla önem kazanan analog gıdalar konularını kapsamaktadır. Bu yönüyle eser, hem akademik araştırmacılara hem de sağlık profesyonellerine, öğrencilere ve gıda sektöründe çalışan uzmanlara güncel bilgiler sunmayı hedeflemektedir.

Sürdürülebilir beslenme yaklaşımları, çevresel etkilerin azaltılması ve gelecek nesiller için sağlıklı gıda sistemlerinin oluşturulması açısından önemli bir rehber niteliği taşımaktadır. Diğer taraftan, besin etiketleme sistemleri ve Nutri-Score gibi uygulamalar tüketicilerin daha bilinçli tercihler yapmalarına katkı sağlarken, analog gıdalar ise değişen tüketim alışkanlıkları ve gıda teknolojilerindeki yeniliklerin önemli bir yansımasını oluşturmaktadır. Bu nedenle kitapta yer alan her bölüm, günümüz gıda ve beslenme bilimlerinin farklı ancak birbirini tamamlayan yönlerini ortaya koymaktadır.

Bu eserin hazırlanmasında emeği geçen tüm bölüm yazarlarına değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim. Ayrıca bilimsel üretimin paylaşılması ve yaygınlaştırılmasına katkı sağlayan yayınevime teşekkürlerimi sunarım. Kitabın, gıda ve beslenme alanında çalışan akademisyenler, araştırmacılar, öğrenciler ve uygulayıcılar için yararlı bir kaynak olmasını temenni ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan DEGE

İÇİNDEKİLER

SÜRDÜRÜLEBİLİR BESLENME: İLKELER, ÇEVRESEL GÖSTERGELER VE BESLENME MODELLERİ	1
<i>BURAK ERİM, DİCLE NUR SEYİS</i>	
TÜRKİYE’DE SATIŞA SUNULAN KETÇAP VE MAYONEZLERİN NUTRİSKOR DEĞERLENDİRMELERİ ..	36
<i>GÜLSÜM DEVECİ</i>	
ANALOG GIDALAR	59
<i>İLAYDA ÇAĞLA DEMİR, ÖZGÜR ÇADIRCI</i>	
GLUTEN: YAPISI, FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ VE SAĞLIK ETKİLERİ	80
<i>MEHMET KÖTEN, ALİ MÜCAHİT KARAHAHAN</i>	
POPÜLER DİYET MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ: METABOLİK VE ÇEVRESEL ÇIKTILARI	131
<i>BEYZA KARAYİĞİT</i>	
BESİN ALERJİLERİ	225
<i>GİZEM GENÇOĞLU, GÜLCAN ARUSOĞLU</i>	

BÖLÜM 0

SÜRDÜRÜLEBİLİR BESLENME: İLKELER, ÇEVRESEL GÖSTERGELER VE BESLENME MODELLERİ

1. Burak ERİM¹

2. Dicle Nur SEYİS²

Giriş

İklim değışikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, doğal kaynakların tükenmesi ve gıda güvencesizliği gibi küresel sorunlar, sürdürülebilirlik kavramını günümüzün en önemli çalışma alanlarından biri hâline getirmiştir. Sürdürülebilirlik, bugünün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin kendi gereksinimlerini karşılama olanaklarını tehlikeye atmayan bir kalkınma anlayışı olarak tanımlanmaktadır (Mensah, 2019). Günümüzde sürdürülebilirlik yalnızca çevresel korumayı değil, aynı zamanda ekonomik kalkınma, toplumsal refah ve kültürel devamlılığı da kapsayan çok boyutlu bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Schoor vd., 2023).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Orcid: 0000-0003-1927-4549

² Diyetisyen, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Gastronomi, Orcid: 0000-0002-2554-0455

Gıda sistemleri; arazi ve su kullanımı, sera gazı emisyonları ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri nedeniyle sürdürülebilir kalkınmanın merkezinde yer almaktadır. Özellikle tarımsal üretim ve beslenme alışkanlıklarının çevresel etkileri, sürdürülebilir gıda sistemlerine geçişin önemini artırmaktadır (Poore ve Nemecek, 2018). Bu bağlamda sürdürülebilir beslenme, bireylerin beslenme gereksinimlerini karşılarken doğal kaynakların korunmasını, çevresel etkilerin azaltılmasını ve gelecek nesiller için gıda güvenliğinin sürdürülmesini amaçlayan bütüncül bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Burlingame ve Dernini, 2012).

Bu bölümde sürdürülebilirlik kavramı ve sürdürülebilir kalkınma amaçları ele alınmış; sürdürülebilir beslenmenin temel ilkeleri, çevresel göstergeleri, farklı beslenme modelleri ve sürdürülebilir mutfak uygulamaları güncel bilimsel kanıtlar doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Sürdürülebilirlik

Son yıllarda iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, doğal kaynakların tükenmesi ve artan çevresel kirlilik gibi sorunlar, kalkınma anlayışının yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmıştır. Bu kapsamda sürdürülebilirlik kavramı, ekonomik büyümenin çevresel koruma ve toplumsal refahla birlikte ele alınmasını öngören bütüncül bir yaklaşım olarak önem kazanmıştır. Sürdürülebilirlik, günümüz ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlarken gelecek nesillerin kendi gereksinimlerini karşılama olanaklarını tehlikeye atmayan bir kalkınma anlayışını ifade etmektedir (Mensah, 2019). Başlangıçta çevresel sorunların çözümüne odaklanan bu kavram, zamanla sosyal adalet, ekonomik istikrar, yönetim ve etik sorumluluk gibi boyutları da içerecek şekilde genişlemiştir (Schoor vd., 2023).

Sürdürülebilirlik kavramı uzun yıllar boyunca çevresel, ekonomik ve sosyal olmak üzere üç temel boyut üzerinden açıklanmıştır. Bu yaklaşım, doğal kaynakların korunması, ekonomik

refahın sürdürülmesi ve toplumsal ihtiyaçların karşılanması arasındaki dengenin sağlanmasını hedeflemektedir. Ancak sürdürülebilirliğin yalnızca bu üç boyutla açıklanamayacağı zamanla daha belirgin hale gelmiştir. Kültürel değerlerin korunması, yerel bilgi birikiminin sürdürülmesi ve toplumsal kimliğin gelecek nesillere aktarılması gibi unsurlar nedeniyle kültür dördüncü bir boyut olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Son yıllarda ise dijitalleşme, yenilikçilik ve çevre dostu teknolojilerin sürdürülebilir dönüşümdeki belirleyici rolü nedeniyle teknoloji de sürdürülebilirliğin önemli bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Bigliardi ve Filippelli, 2022).

Çevresel sürdürülebilirlik, doğal kaynakların korunmasını ve ekosistemlerin işlevlerini sürdürebilmesini amaçlamaktadır. Biyolojik çeşitliliğin korunması, iklim değişikliğinin sınırlandırılması, su ve toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı bu boyutun temel bileşenleri arasında yer almaktadır (Mensah, 2019). Tarım ve gıda sistemleri açısından değerlendirildiğinde ise sürdürülebilir üretim uygulamalarının benimsenmesi, çevresel yükün azaltılması ve doğal kaynakların verimli kullanılması önem taşımaktadır (Schoor vd., 2023).

Ekonomik sürdürülebilirlik, ekonomik büyümenin doğal kaynaklar ve toplumsal ihtiyaçlar üzerindeki etkileri dikkate alınarak sürdürülmesini ifade etmektedir. Bu yaklaşım, ekonomik kalkınmanın çevresel bozulmaya neden olmadan gerçekleştirilebilmesini ve kaynakların uzun vadede kullanılabilirliğinin korunmasını hedeflemektedir (Gaitán-Angulo vd., 2022). Üretim süreçlerinde kaynak verimliliğinin artırılması, atık oluşumunun azaltılması ve çevre dostu teknolojilerin kullanılması ekonomik sürdürülebilirliğin temel unsurları arasında yer almaktadır. Ayrıca tüketicilerin sürdürülebilir ürünlere yönelik tercihleri de üretim sistemlerinin dönüşümünde önemli bir rol oynamaktadır (Schoor vd., 2023).

Sosyal sürdürülebilirlik, bireylerin temel gereksinimlerinin karşılanmasını, yaşam kalitesinin artırılmasını ve toplumsal refahın uzun vadede korunmasını amaçlamaktadır (Hermosa Del Vasto, 2024). Bu boyut; eğitim, sağlık, istihdam, sosyal güvenlik ve eşit fırsatlara erişim gibi unsurları kapsamaktadır. Aynı zamanda toplumsal katılımın desteklenmesi, sosyal dışlanmanın önlenmesi ve farklı gruplar arasında fırsat eşitliğinin sağlanması da sosyal sürdürülebilirliğin temel hedefleri arasında yer almaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için ekonomik ve çevresel hedeflerin toplumsal gereksinimlerle uyumlu olması gerekmektedir. Bu nedenle sosyal sürdürülebilirlik, bireylerin yalnızca bugünkü yaşam koşullarını değil, gelecekteki yaşam kalitesini de güvence altına alan önemli bir bileşen olarak değerlendirilmektedir (Schoor vd., 2023).

Kültürel sürdürülebilirlik, toplumların sahip olduğu bilgi birikiminin, geleneklerin, değerlerin ve yaşam biçimlerinin korunarak gelecek nesillere aktarılmasını ifade etmektedir. Kültürel mirasın korunması, toplumsal kimliğin sürdürülmesi ve kültürel çeşitliliğin desteklenmesi bu boyutun temel unsurları arasında yer almaktadır. Sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde kültürel faktörler; üretim biçimlerinden tüketim alışkanlıklarına, gıda tercihlerinden yaşam tarzına kadar birçok alanı etkilemektedir. Özellikle geleneksel beslenme alışkanlıklarının korunması ve yerel gıda kültürlerinin desteklenmesi hem kültürel mirasın devamlılığına hem de sürdürülebilir gıda sistemlerinin gelişimine katkı sağlamaktadır (Gonçalves et al., 2022).

Teknolojik gelişmeler sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasında önemli araçlardan biri olarak kabul edilmektedir. Kaynak kullanımının optimize edilmesi, enerji verimliliğinin artırılması, atık miktarının azaltılması ve çevresel etkilerin izlenmesi gibi birçok uygulama teknolojik yenilikler sayesinde mümkün olmaktadır. Tarım, gıda üretimi, enerji ve ulaşım gibi alanlarda

geliştirilen çevre dostu teknolojiler, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte teknolojik ilerlemenin sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda yönlendirilmesi, çevresel ve toplumsal yararların en üst düzeye çıkarılması açısından önem taşımaktadır (Bigliardi ve Filippelli, 2022).

Sürdürülebilirlik kavramı günümüzde yalnızca çevresel korumaya odaklanan bir yaklaşım olarak değerlendirilmemekte; ekonomik kalkınma, toplumsal refah, kültürel devamlılık ve teknolojik gelişim ile ele alınmaktadır. Bu boyutlar birbirleriyle etkileşim halinde olup sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasında tamamlayıcı roller üstlenmektedir.

Sürdürülebilir Kalkınmanın Amaçları

Birleşmiş Milletler (BM), sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarını yeniden tanımlayarak, 2030 yılına kadar barış ve refahın sağlanmasını hedefleyen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı'nı yürürlüğe koymuştur. Ayrıca, gelecekteki nesiller için çevrenin korunmasını desteklemek, iklim değişikliğine karşı önlemler almak ve küresel ısınmayı azaltmak amacıyla, temiz enerji kavramlarının benimsenmesini teşvik eden bir gündem oluşturmuştur (Olabi vd., 2022). Bu kapsamda belirlenen 17 sürdürülebilir kalkınma amacı şunlardır (United Nations, 2015):”

1. Yoksulluğa Son – Her türlü yoksulluğun her yerde ortadan kaldırılması.
2. Açlığa Son – Açlığın bitirilmesi, gıda güvenliğinin sağlanması ve sürdürülebilir tarımın desteklenmesi.
3. Sağlıklı Bireyler – Her yaşta sağlıklı yaşamın güvence altına alınması ve refahın artırılması.
4. Nitelikli Eğitim – Herkes için kapsayıcı, adil ve kaliteli eğitimin sağlanması.

5. Toplumsal Cinsiyet Eşitliği – Kadınların ve kız çocuklarının güçlendirilmesi ve eşitliğin sağlanması.

6. Temiz Su ve Sanitasyon – Herkes için suya ve sanitoryona erişimin sağlanması ve sürdürülebilir yönetimin desteklenmesi.

7. Erişilebilir ve Temiz Enerji – Herkes için güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimin sağlanması.

8. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme – Sürdürülebilir ekonomik büyüme, üretken istihdam ve insana yakışır iş olanaklarının teşvik edilmesi.

9. Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı – Dayanıklı altyapıların oluşturulması, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmenin desteklenmesi.

10. Eşitsizliklerin Azaltılması – Ülkeler içinde ve arasında eşitsizliklerin azaltılması.

11. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar – Güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir yerleşim alanlarının oluşturulması.

12. Sorumlu Üretim ve Tüketim – Sürdürülebilir üretim ve tüketim modellerinin teşvik edilmesi.

13. İklim Eylemi – İklim değişikliğiyle mücadeleye yönelik acil önlemlerin alınması.

14. Sudaki Yaşam – Okyanusların, denizlerin ve deniz kaynaklarının sürdürülebilir biçimde korunması.

15. Karasal Yaşam – Karasal ekosistemlerin korunması, ormanların sürdürülebilir yönetimi ve biyolojik çeşitliliğin korunması.

16. Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar – Barışçıl ve kapsayıcı toplumların desteklenmesi, adaletin sağlanması ve etkili kurumların güçlendirilmesi.

17. Amaçlar için Ortaklıklar – Uygulama araçlarının güçlendirilmesi ve sürdürülebilir kalkınma için küresel iş birliklerinin geliştirilmesi.”

Bununla birlikte, güncel eğilimler küresel gıda sistemlerinin Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'na ulaşma doğrultusunda yeterli ilerleme kaydedemediğini ortaya koymaktadır. Dünya genelinde yaklaşık 735 milyon insan açlıkla karşı karşıya bulunurken, küresel nüfusun yaklaşık %30'unun orta veya şiddetli düzeyde gıda güvencesizliği yaşadığı bildirilmektedir (Thornton vd., 2024). Sosyal, politik ve ekonomik eşitsizliklerin derinleşmesi, özellikle düşük gelirli ülkelerdeki kırsal topluluklar ile yüksek gelirli ülkelerde yaşayan dezavantajlı kentsel nüfusların kırılganlığını artırmaktadır. Bu tablo, gıda sistemlerinin yeterlilik, eşitlik ve dayanıklılık ilkeleri doğrultusunda yeniden yapılandırılmasına yönelik acil gereksinimi açıkça ortaya koymaktadır (Wang vd., 2025).

Gıda sistemleri ve beslenme alışkanlıkları, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin birçoğuyla doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle sürdürülebilir beslenme yaklaşımı, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasında önemli araçlardan biri olarak değerlendirilmektedir.

Sürdürülebilir Beslenme

Sürdürülebilir beslenme, başlangıçta daha çok sağlık odaklı bir kavram olarak ele alınırken, günümüzde çevresel, ekonomik ve sosyo-kültürel etkileri de dikkate alan kapsamlı bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım, bireylerin beslenme gereksinimlerini karşılarken doğal kaynakların korunmasını, çevresel etkilerin azaltılmasını ve gelecek nesillerin beslenme olanaklarının sürdürülebilirliğini gözetmektedir. Aynı zamanda sürdürülebilir beslenme, gıdaya erişilebilirlik, ekonomik uygunluk

ve kültürel kabul edilebilirlik gibi unsurları da içeren geniş bir çerçevede ele alınmaktadır (Mensah, 2019).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2010 yılında sürdürülebilir beslenmeyi şu şekilde tanımlamıştır: “Sürdürülebilir diyetler, çevresel etkileri düşük olan, mevcut ve gelecek kuşaklar için gıda ve beslenme güvenliği ile sağlıklı yaşamı destekleyen diyetlerdir. Sürdürülebilir diyetler, biyoçeşitlilik ve ekosistemleri koruyucu ve saygılıdır; kültürel olarak kabul edilebilir, erişilebilir, ekonomik olarak adil ve uygun maliyetlidir; besin değeri açısından yeterli, güvenli ve sağlıklıdır; aynı zamanda doğal ve insan kaynaklarının verimli kullanılmasını optimize eder.” Kısaca, sürdürülebilir beslenme; çevreye zarar vermeyen, kaynakları verimli kullanan ve hem bugünkü hem de gelecek nesillerin sağlığını dikkate alan bir beslenme tarzıdır (Burlingame vd., 2012).

Gıda sistemi, doğal çevre üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Küresel ölçekte, arazi ve su kaynaklarının yaklaşık %48’i ve %70’i gıda üretiminden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, farklı diyet türleri ve beslenme alışkanlıkları sera gazı emisyonlarını artırmakta ve iklim değişikliği ile biyolojik çeşitlilik üzerinde çeşitli etkiler yaratmaktadır (Hachem vd., 2020).

Sürdürülebilir beslenme, gıda tedarik zincirinin birincil üretimden işleme, dağıtım, hazırlama, tüketim ve atık yönetimine kadar tüm aşamalarını kapsamaktadır. Küreselleşme ve nüfus artışı, kentsel yaşam tarzına geçişi ve buna bağlı olarak beslenme alışkanlıklarında dönüşümü beraberinde getirmiştir. Bu bağlamda, artan gıda talebi, toprak, su ve enerji üzerinde ciddi bir rekabet anlamına gelmekte ve gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Buna ek olarak, 2050 yılına kadar gıda sistemlerinin 9 milyardan fazla insanı beslemesi gerekecek ve hayvansal ürün talebi %70 artacaktır; bu artışın büyük bir kısmı gelişmekte olan ülkelerde görülecektir. Ayrıca, hayvansal ve işlenmiş ürünlerin artan tüketim eğilimi hem sağlık hem de çevre üzerinde etkiler yaratmaktadır (Belahsen, 2014).

Sürdürülebilir beslenme yaklaşımı; bitki temelli besinlerin tüketiminin artırılmasını, mevsiminde ve yerel olarak üretilen gıdaların tercih edilmesini, gıda israfının azaltılmasını ve üretim-tüketim süreçlerinde çevresel yükün azaltılmasını teşvik etmektedir. Gıda sistemlerinin daha verimli ve kapsayıcı hale gelmesi; gıda sistemlerine ilişkin politika ve yasal çerçevelerin ise gelir eşitsizliğini ele alması, geçim kaynaklarını desteklemesi, dayanıklılığı artırması ve ulusal/uluslararası yönetişimin tutarlı ve etkili olmasını sağlaması gerekmektedir. Sürdürülebilir beslenmenin temel zorluğu; besin gereksinimlerini, maliyetleri ve kültürel kabul edilebilirliği, çevresel ve toplumsal normlar içinde dengede tutmaktır (Mazzocchi vd., 2021).

Sürdürülebilir Beslenmede Çevresel Göstergeler

Sürdürülebilir beslenmenin çevresel boyutu, gıdanın üretiminden tüketimine kadar olan süreçte ortaya çıkan ekolojik maliyetin anlaşılmasında karbon ayak izi ve su ayak izi gibi ölçülebilir göstergeler kritik bir rol oynamaktadır (Poore ve Nemecek, 2018). Bu niceliksel ölçütler, farklı beslenme modellerinin kaynaklar üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi ve sürdürülebilir stratejiler geliştirmeyi mümkün kılar (Clark vd., 2019). Bu nedenle, çevresel göstergelerin doğru bir şekilde değerlendirilmesi, sürdürülebilir gıda sistemlerinin tasarlanmasında hayati önem taşır.

Karbon Ayak İzi

Karbon ayak izi, iklim değişikliği ile gıda sistemleri arasındaki kritik bağlantıyı ortaya koyan bir gösterge olarak, gıdaların tüm yaşam döngüsü boyunca sera gazı emisyonlarını ölçmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Kang vd., 2024). Karbon ayak izi genellikle sera gazı değerlendirmesiyle hesaplanır ve eşdeğer karbondioksit tonları (CO₂e) cinsinden ifade edilir. Karbondioksit (CO₂) karbon ayak izinin ana bileşeni olsa da metan

(CH₄) ve diazot monoksit (N₂O) gibi diğer sera gazları da karbon ayak izine katkıda bulunur. Kişi başi karbon ayak izi, ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyine göre değişiklik göstermektedir. ABD, Kanada ve Avustralya gibi yüksek gelirli ülkeler kişi başi yıllık ortalama 15–29 ton ile en yüksek emisyonlara sahiptir. Orta düzeyde emisyon üreten ikinci grupta, Japonya, Güney Kore ve birçok AB ülkesi yer almakta olup, kişi başi yıllık emisyon ortalaması 10–12 ton civarındadır. Dünyadaki gelişmekte olan ülkelerin büyük kısmı yılda ortalama 4 tonun altında emisyonla sahiptir (Afrouzi vd., 2023).

Gıda sisteminin üretimden taşımaya, tüketimden atığa kadar her aşaması, farklı derecelerde sera gazı emisyonuna katkıda bulunur. CO₂ esas olarak fosil yakıtların yakılması ve çeşitli tarımsal faaliyetlerden, CH₄ depolama alanlarından, N₂O ise soğutucu gazlar ile endüstriyel ve tarımsal süreçlerden salınır. Tarım sektörü, enerji sektöründen sonra ikinci en büyük sera gazı salıcısıdır. Sadece tarımsal üretim, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının dünya genelindeki toplamının yaklaşık %23–34'ünü meydana getirir (Crippa vd., 2021). Özellikle tarım, gübre kullanımının yoğun olması nedeniyle CH₄ emisyonlarının yaklaşık %40'ını ve N₂O emisyonlarının %60'ını oluşturarak, CO₂ dışı en büyük sera gazı kaynağı konumundadır (Frank vd., 2019). Bununla beraber taşımacılık toplam gıda kaynaklı karbon ayak izinin yaklaşık %20'sine katkıda bulunmaktadır (Li vd., 2022).

Karbon ayak izi, bitkisel üretimde yer alan çeşitli faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Bu faaliyetler; toprağın ekime uygun hâle getirilmesi (örneğin sürülmesi, gevşetilmesi ve yabancı otlardan temizlenmesi), ekim, sulama, gübre ve pestisit uygulamaları, hasat, harmanlama ve tohum işleme gibi işlemleri içerir. Gübre toplam tarımsal emisyonlar içinde en büyük sera gazı kaynağıdır. Bununla birlikte, CO₂ hasat makineleri, traktörler, harmanlayıcılar ve tahıl temizleme sistemleri gibi fosil yakıtla

çalışan tarım makinelerinin doğrudan enerji kullanımından kaynaklanmaktadır. Kanal, yağmurlama veya damla sulama gibi sulama faaliyetlerinde kullanılan elektrik dolaylı olarak karbon ayak izine katkıda bulunur (Afrouzi vd., 2023).

Hayvansal kaynaklı gıdaların karbon ayak izi, yem üretimi, geviş getiren hayvanların midelerinde geręekleřen enterik fermentasyon ve gübre uygulama yöntemleri gibi etkenler nedeniyle bitkisel gıdalara kıyasla yaklaşık iki kat daha fazladır. Bu durum, gıda sistemlerinin iklim değişikliğine önemli katkı sağladığını göstermektedir (Hong vd., 2024). İklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkan sıcaklık ve yağış değişimleri, tarımsal üretim ve gıda güvenliğini de ciddi şekilde tehdit etmektedir. Bu çift yönlü ilişki, birbirini güçlendiren bir döngü oluşturmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için tarım uygulamalarının optimize edilmesi, tedarik zinciri kayıplarının azaltılması ve beslenme alışkanlıklarının değiştirilmesi gibi sistemik dönüşümler gereklidir. İklimde dayanıklı ve düşük karbonlu gıda sistemlerinin oluşturulması, küresel sürdürülebilirlik açasından kritik öneme sahiptir (Wang vd., 2025).

Gıda sisteminin karbon ayak izini azaltmaya yönelik temel stratejiler arasında et tüketiminin azaltılması, tarımsal verimliliğin artırılması, gıda israfının en aza indirilmesi ve yerel ile mevsimsel gıda sistemlerinin desteklenmesi yer almaktadır. Bu dört temel strateji, sürdürülebilir bir gıda sistemi oluşturmak ve gelecek nesiller için güvenli bir beslenme ortamı sağlamak açasından kritik öneme sahiptir (Clark vd., 2019).

Sürdürülebilir tarım yöntemleri toprağın karbon depolama kapasitesini artırır, besin döngüsünü iyileştirir ve kimyasal gübre ile pestisit kullanımına olan ihtiyacı azaltır. Aynı şekilde, hayvancılık verimliliğini artırmak, hayvanların ürettiği metanı azaltmak ve gübrenin çevreye zarar vermeden yönetilmesini sağlamak, metan salımını büyük ölçüde azaltabilir (Lal, 2020).

İklim değişikliğiyle m¼cadeleye yalnızca tarım yöntemlerini geliştirmekle değil, aynı zamanda insanların beslenme alışkanlıklarını değiştirmekle de önemli ölç¼de katkı sağlanır. Dünya genelinde daha çok bitki temelli bir beslenmeye geçilmesi, gıda üretiminden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını %70'e kadar azaltabilir (Clark vd., 2019; Willett vd., 2019).

Su Ayak İzi

D¼nyadaki su kaynakları, hızla artan insan nüfusunun ihtiyaçları nedeniyle baskı altındadır. S¼rdürülebilir su yönetimi için, üretimde kullanılan toplam su miktarını, yani su ayak izini azaltmak hayati önem taşımaktadır. Su kullanımının azaltılması, ekonomi, toplum ve çevre üzerinde önemli olumlu etkiler yaratabilir (Vanham, 2016).

Gıda sistemlerinde su kaynaklarının tüketimi ve kirliliğinin ölç¼lmesinde su ayak izi, önemli bir gösterge olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Zhong vd., 2025). Bu kavram, üretimde doğrudan ve dolaylı olarak kullanılan toplam tatlı su miktarını, ton ürün başına metreküp (m³/ton) cinsinden ölçen bir göstergedir (Mekonnen ve Hoekstra, 2012). Bu gösterge, yeşil, mavi ve gri su ayak izi olarak sınıflandırılan üç ana bileşenden oluşur (Ding vd., 2024). Bu kategoriler, hem doğadaki suyun yağış, buharlaşma ve yeraltı suyu akışı gibi doğal döngülerde kullanımını hem de gıda sistemlerinin neden olduğu kirlilik sorunlarını yansıtmaktadır (Tan vd., 2024).

Yeşil su ayak izi, yağmur suyundan elde edilen ve toprakta nem olarak depolanan suyu ifade eder; özellikle yağmura dayalı tarımda kullanılan su bu kapsama girer. Mavi su ayak izi, yüzey suları (nehirler, göller) ve yeraltı kaynaklarından çekilen tatlı suyu temsil eder; sulu tarım ile end¼striyel süreçlerde kullanılan suyu kapsar. Gri su ayak izi, üretim sürecinde kirlenen suyu ve kirletici konsantrasyonunu seyrelterek alıcı su kütesinin su kalite

standartlarına uygun hâle gelmesini sağlamak için gereken tatlı su miktarını gösterir (Tan vd., 2024).

Tarım ve gıda üretimi, toplam su ayak izinin yaklaşık %92'sini oluşturarak küresel su tüketiminde en büyük paya sahiptir. Hayvancılık ise bunun üçte birinden sorumludur. Bunun yanı sıra, gıda kaybı ve israfı, üretim sırasında tüketilen suyun yaklaşık %24'ünü oluşturmaktadır. Bir fincan kahve üretiminde kullanılan su, yalnızca demleme için değil, kahve çekirdeklerinin yetiştirilmesi, işlenmesi ve taşınması süreçlerinde de kullanılan suyu içermektedir (Gerbens-Leenes vd., 2013).

Gıda üretiminin su ayak izi, herkes için yeterli gıdanın sağlanmasında kritik öneme sahiptir (Hoekstra, 2017). Farklı tarım ve hayvancılık ürünleri ile üretim sistemlerinin su ayak izi analiz edilerek, su kullanım verimliliği artırılabilir ve gıda üretimiyle ilgili riskler azaltılabilir. Su ayak izi, tedarik zincirlerinde suyla ilgili risklerin yönetilmesi ve toplam su kullanımının azaltılmasında faydalı bir araçtır. Su ayak izi, su tüketimi, su kaynaklarına uzaklık ve su kullanım verimliliği gibi faktörlerden etkilenebilir (Tan vd., 2024).

Hayvansal ürünlerin su ayak izi genellikle bitkisel gıdalara kıyasla daha yüksektir. Bu fark, hayvan yemi üretimi, hayvanların su ihtiyacı ve işleme süreçlerinde kullanılan suyun toplam etkisinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, 1 kg sığır eti üretimi 15.000 litreye kadar su gerektirirken, aynı miktarda bakliyat veya tahıl üretimi genellikle 2.000 litreden daha az suya ihtiyaç duyar. Bu çarpıcı fark, bitki ağırlıklı beslenme düzenlerine geçişin yalnızca karbon salınımını azaltmakla kalmayıp aynı zamanda su tüketimini de önemli ölçüde düşürdüğünü göstermektedir (Mekonnen ve Gerbens-Leenes, 2020).

Dünya genelinde su ayak izini azaltmak, küresel su kullanımının sürdürülebilirliğini artırmak için gereklidir. Tüketim

alışkanlıklarının değiştirilmesi ve gıda kaybı ile israfın azaltılması, su sistemleri üzerindeki baskıyı azaltmak için etkili önlemler arasında yer almaktadır.

Sürdürülebilir Beslenme Modelleri

FAO'ya göre sürdürülebilir diyetler, çevresel etkisi düşük, mevcut ve gelecek nesiller için gıda ve beslenme güvenliğine katkı sağlayan; biyoçeşitliliği ve ekosistemleri koruyan, kültürel olarak kabul edilebilir, erişilebilir, ekonomik açıdan adil ve uygun maliyetli, besin değeri yeterli, güvenli ve sağlıklı diyetler olarak tanımlanmaktadır (Burlingame, 2012).

Sürdürülebilir beslenme için evrensel tek bir doğru model bulunmamakla birlikte, sağlık ve çevresel etkiler açısından yararlılığı bilimsel olarak ortaya konmuş çeşitli beslenme yaklaşımları mevcuttur. Bu yaklaşımlar arasında Akdeniz, İskandinav, fleksitaryen (yarı vejetaryen), gezegensel sağlık diyeti ile vejetaryen/vegan beslenme modelleri bulunmaktadır (Davies vd., 2023). Bu beslenme modelleri, beslenme kalitesini artırmanın yanı sıra çevresel yükün azaltılmasına da katkı sağlamaktadır.

Akdeniz Diyeti

Akdeniz Diyeti, kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet, obezite ve çeşitli kanser türleri üzerindeki risk azaltıcı etkileri güçlü ve güncel bilimsel kanıtlarla desteklenen bir beslenme modelidir (Zheng vd., 2024). Bununla birlikte, Akdeniz diyeti, sürdürülebilir beslenmenin en iyi bilinen ve bilimsel olarak en kapsamlı biçimde araştırılmış modellerinden biridir. Gıda güvenliği, iklim değişikliği ve çevre kirliliğine ilişkin endişelerin arttığı günümüzde, Akdeniz diyetinin benimsenmesi hem insan sağlığının hem de gezegen sağlığının desteklenmesinde kritik bir rol oynayabilir (Michelsoni vd., 2025).

Bu beslenme düzeninde meyve, sebze, baklagiller, tam tahıllar, kuruyemişler ve zeytinyağının tüketimi belirgindir. Balık ve deniz ürünleri düzenli fakat ölçülü şekilde yer alırken, kırmızı et ve kümes hayvanlarının tüketimi daha sınırlı düzeydedir (Willett vd., 2019).

Akdeniz diyetinin sürdürülebilirliği büyük ölçüde bitki temelli yapısından kaynaklanmaktadır. Bu özellik, tipik bir Batı diyetine kıyasla daha düşük sera gazı emisyonları ve daha verimli arazi kullanımıyla ilişkilendirilmektedir (Michelsoni vd., 2025). Akdeniz diyetinin benimsenmesinin sera gazı emisyonlarında %72, tarımsal arazi kullanımında %58, enerji tüketiminde %52 ve su tüketiminde %33 oranında azalma sağlayabileceği bildirilmektedir (Sáez-Almendros, 2013).

Su kaynaklarının tükenmesi günümüzün en önemli çevresel sorunlarından biridir ve küresel su tüketiminin önemli bir bölümü gıda üretimiyle ilişkilidir. Akdeniz diyeti, hayvansal besinlerin yüksek düzeylerde tüketildiği diyetlere kıyasla su kullanımını anlamlı ölçüde azaltır. Akdeniz Diyeti diğer beslenme modellerine kıyasla yaklaşık %25 oranında su tasarrufu sağlamaktadır ve kişi başına günlük ortalama 1104 litre daha az su kullanımına karşılık gelmektedir. Yıllık düzeyde değerlendirildiğinde, bu tasarruf birey başına 400.000 litrenin üzerinde bir su tasarrufuna denk düşmekte olup, özellikle su stresi yaşayan bölgelerde önemli çevresel faydalar sağlamaktadır (Vanham vd., 2021). Tahıllar, baklagiller, sebze ve meyveler hayvancılık ürünlerine göre çok daha az su gerektirmektedir. Örneğin, 1 kg sığır eti üretimi için yaklaşık 15.400 litre su gerekirken, aynı miktarda tahıl üretimi için yalnızca 1600 litre suya ihtiyaç duyar. Mercimek ve nohut gibi baklagillerin su gereksinimleri, süt ürünleri ve kümes hayvancılığına kıyasla oldukça düşüktür. Bu nedenle, su kullanımının yoğun olduğu kırmızı et gibi ürünlerden uzaklaşarak daha bitki odaklı bir diyeteye yönelmek, su

kaynaklarının tükenmesinin önlenmesine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Sandri vd., 2024).

Arazi kullanımı, çevresel sürdürülebilirliğin temel unsurlarından biridir. Nüfus artışı ve ekilebilir arazilerin giderek azalması bu önemi daha da artırmaktadır. Bitki temelli bileşenlerin baskınlığı, Akdeniz Diyeti'ni arazi kullanımında daha sürdürülebilir ve verimli bir model hâline getirmektedir. Bu besin grupları, kırmızı et gibi hayvansal ürünlere kıyasla çok daha az arazi kullanımını gerektirmektedir (Hassoun vd., 2022). Akdeniz Diyeti, kişi başına yıllık yaklaşık 2000 metrekarelik bir tarımsal arazi kullanımını gerektirmekte olup, bu değer, et ve süt ürünleri açısından zengin Batı tipi diyete kıyasla yaklaşık %40 daha düşüktür. Bu durum, hayvancılık için yem üretimine kıyasla tahıllar, baklagiller ve sebzeler gibi bitkisel ürünlerin arazi kullanımında çok daha yüksek verimlilik göstermesinden kaynaklanmaktadır (Blas vd., 2019). Arazi verimliliği açısından değerlendirildiğinde, hayvansal kaynaklardan 100 g protein elde etmek, bitkisel kaynaklardan elde edilene kıyasla 10 kat daha fazla tarımsal arazi gerektirmektedir. Bu fark, beslenme seçimlerinin arazi kullanımı ve tarımsal ekosistemlerin taşıma kapasitesi üzerindeki etkisini önemli ölçüde artırmaktadır (Mekonnen vd., 2012).

Gıda üretimi, sera gazı emisyonlarının başlıca kaynaklarından biridir ve bu emisyonlara en büyük katkıyı hayvancılık sektörü sağlamaktadır. Çok sayıda çalışma, kırmızı et, doymuş yağ ve ultra-işlenmiş ürün tüketiminin yüksek olduğu Batılı beslenme modellerine kıyasla Akdeniz Diyeti'nin belirgin ölçüde daha düşük sera gazı emisyonlarıyla karakterize edildiğini ortaya koymuştur. Akdeniz Diyeti'nin kişi başına günlük karbon ayak izinin 0,9–6,88 kg CO₂-eşdeğeri aralığında değiştiği ve ortalama yaklaşık 4 kg CO₂-eşdeğeri/gün düzeyinde olduğu bildirilmektedir. Bu değerler, günlük 7–9 kg CO₂-eşdeğerini aşabilen geleneksel Batı tipi diyetlere kıyasla belirgin biçimde daha düşüktür ve Akdeniz

Diyeti'nin çevresel sürdürülebilirlik açısından avantaj sağladığını göstermektedir (Bôto vd., 2022). Emisyon farklılıklarındaki temel belirleyici unsur kırmızı et tüketimidir. Haftada bir öğün et içeren yemeğin, baklagiller veya tam tahıllar gibi tipik bir Akdeniz tipi bitkisel öğünle değiştirilmesinin, kişi başına yılda yaklaşık 180 kg CO₂-eşdeğeri tasarruf sağlayabileceği tahmin edilmektedir (Barthelmie vd., 2022).

Mevsimsel ve yerel ürünlere dayanan Akdeniz beslenme geleneği, gıda taşımacılığı ve depolama kaynaklı karbon ayak izinin azaltılmasında da önemli bir rol oynamaktadır. Yerel olarak yetiştirilen ürünlerin tüketilmesi ve yüksek oranda işlenmiş gıdalara olan bağımlılığın azaltılması, bu diyetin çevresel yararlarını daha da güçlendirmektedir (Stefan vd., 2021). Mevsim dışı dönemde serada yetiştirilen 1 kg domatesin 3,5 kg CO₂-eşdeğerine kadar emisyonu açabildiği, buna karşılık mevsiminde yetiştirilen aynı miktarın 0,05 kg CO₂-eşdeğerinden daha az emisyon ürettiği bildirilmektedir. Dolayısıyla, daha düşük et tüketimi ve yerel ve mevsimsel bitkisel besinlerin yüksek düzeyde yer alması sayesinde Akdeniz Diyeti, Batı tipi beslenme modellerine kıyasla sera gazı emisyonlarında %30 ila %50 arasında azalma sağlamaktadır (Sáez-Almendros vd., 2013).

İskandinav Diyeti

İskandinav Diyeti, Akdeniz Diyeti modelinden esinlenerek geliştirilmiş, ancak Kuzey Avrupa'nın biyoçeşitliliği, yerel beslenme kültürü ve iklim koşullarına uyarlanmış çevre dostu bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Bu diyet modeli, yerel olarak yetiştirilen, mevsiminde tüketilen ve minimal düzeyde işlenmiş gıdalara öncelik veren bir beslenme yaklaşımına dayanmaktadır. Diyetin temel bileşenleri arasında kök sebzeler; çavdar, yulaf ve arpa gibi tam tahıllar, çeşitli baklagiller, özellikle yaban mersini ve ahududu gibi orman meyvelerinin yer aldığı taze meyveler, birincil yağ kaynağı olarak kolza (kanola) yağı, orta düzeyde tüketilen somon, ringa ve

uskumru gibi yağlı balıklar ile az yağlı süt ve süt ürünleri bulunmaktadır. Bu bileşenlerin birlikte değerlendirilmesi, diyetin hem besin yoğunluğu yüksek hem de çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir beslenme modeli sunduğunu göstermektedir (Akesson vd., 2013).

İskandinav Diyeti, Akdeniz Diyeti ile karşılaştırıldığında, farklılıklarından ziyade belirgin benzerlikler göstermektedir. Her iki beslenme modeli de yerel ve mevsimsel gıdaların tüketimine dayalı olup, bitki temelli beslenme ilkelerini merkeze alan ortak öneriler sunmakta ve çevrenin korunmasını ve sürdürülebilirliğini desteklemektedir. İki diyet arasındaki temel ayrım, kullanılan başlıca yağ kaynağında ortaya çıkar. Akdeniz Diyeti'nde zeytinyağı temel yağ kaynağı olarak öne çıkarken, İskandinav Diyeti'nde kolza tohumu (kanola) yağı daha yaygın biçimde kullanılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'nün bir raporunda, İskandinav diyetinin sağlık açısından Akdeniz Diyeti ile benzer faydalara sahip olduğu belirtilmiştir (Krzynarić vd., 2021).

Diyetin yerel, mevsimsel ve az işlenmiş gıdalara dayanması, karbon ayak izini azaltarak ekolojik sürdürülebilirliğe katkı sağlar. Böylece İskandinav Diyeti hem insan sağlığını koruyan hem de çevresel etkileri sınırlayan bir beslenme modeli olarak öne çıkar (Ulaszewska vd., 2017).

Fleksitaryen Diyet

Hem sağlık çıktıları hem de çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle bitki temelli beslenme yaklaşımlarına yönelik ilgi giderek artmakta; ancak vejetaryen veya vegan diyetler gibi daha kısıtlayıcı bitki temelli beslenme modellerini benimseyen bireylerin toplum içindeki oranı görece sınırlı kalmaktadır. Fleksitaryen beslenme örüntüleri, hayvansal gıda tüketimini tamamen ortadan kaldırmadan azaltmaya yönelik potansiyel bir strateji olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak bu

terim, hayvansal kaynaklı besin tüketiminin vegan veya vejetaryen diyetler ile omnivor diyetler arasında bir düzeyde olduğu beslenme biçimlerini ifade etmektedir. Ancak Fleksitaryen diyetin kesin bir tanımı ya da nicel sınırları bulunmadığından, farklı düzeylerde hayvansal gıda içeren çok çeşitli beslenme örüntülerini kapsayabilmektedir. Bu nedenle Fleksitaryen beslenme çoğunlukla bireylerin kendi tanımlamalarına dayanmaktadır (Hess vd., 2025). Bu beslenme yaklaşımında diyetin ana bileşenlerini meyve, sebze, baklagiller ve tam tahıllar oluşturmakta; protein gereksiniminin karşılanmasında öncelikli olarak bitkisel kaynaklara dayalı bir tercih benimsenmektedir. İşlenmiş etlerin tüketiminin en aza indirilmesi, hayvansal kaynaklı besinlerin diyetle sınırlı sıklıkta ve kontrollü miktarlarda dahil edilmesi ile ilave şeker içeriği yüksek gıdaların kısıtlanması temel öneriler arasında yer almaktadır (Olgun vd., 2022).

Beslenmede bitkisel besinlerin artırılması ve hayvansal besinlerin azaltılması yaklaşımı, sürdürülebilirliği temel alan besine dayalı diyet rehberlerinde de sıkça ele alınmaktadır (James-Martin vd., 2022). Klasik Batı tipi diyetle et tüketiminin kısmen azaltılarak Fleksitaryen beslenme modeline geçilmesiyle, sera gazı emisyonlarında yaklaşık %7'lik bir düşüş meydana geldiği saptanmıştır (Aleksandrowicz vd., 2016). Sera gazı emisyonlarının yanı sıra, Fleksitaryen beslenme modellerinin su ayak izi, arazi kullanımı ve azot-fosfor döngüsü üzerindeki etkileri de sürdürülebilirlik açısından önem taşımaktadır. Bitkisel ağırlıklı diyetlere yönelimin, özellikle kırmızı et ve işlenmiş et tüketiminin azaltılması yoluyla toplam arazi gereksinimini ve tarımsal üretimde kullanılan tatlı su miktarını azalttığı bildirilmektedir. Ayrıca hayvansal üretimde yoğun olarak kullanılan sentetik gübreler ve yem üretimi nedeniyle ortaya çıkan azot ve fosfor kayıplarının, bitki temelli beslenme örüntülerinde daha düşük düzeylerde seyrettiği gösterilmiştir (Willett vd., 2019).

Vejetaryen ve Vegan Diyet

Vejetaryen ve vegan beslenme biçimleri hem sağlığı desteklemeleri hem de çevresel etkileri azaltmaları nedeniyle sürdürülebilir beslenme modelleri arasında öne çıkmaktadır.

Hayvansal ürünlerin üretimi, bitkisel ürünlere kıyasla önemli ölçüde daha fazla doğal kaynak tüketimini gerektirir; bu durum, geniş arazi kullanımını, yüksek su ve enerji ihtiyacını, yem üretimi için ek kaynak kullanımını ve sera gazı emisyonlarını içerir (Poore ve Nemecek, 2018). Beslenme perspektifinden bakıldığında, iyi planlanmış vejetaryen ve vegan diyetler, daha düşük vücut kütle indeksi, daha uygun lipid profili ve kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon ile tip 2 diyabet gibi kronik hastalıkların riskinde anlamlı azalmayla tutarlı bir şekilde ilişkilendirilmiştir (Clark vd., 2019).

Omnivor beslenme örüntülerinde tarım alanlarının yaklaşık %20'sinin bitkisel gıdaların (tahıllar, meyveler, sebzeler, baklagiller, kuruyemişler ve tatlandırıcılar) üretimine, yaklaşık %80'inin ise yem bitkileri ve mera alanlarına tahsis edildiği bildirilmektedir. Vejetaryen diyetler, omnivor beslenme biçimlerine kıyasla arazi kullanımında %27–84 oranında (ortalama %51) bir azalma ile ilişkilendirilirken; vegan diyetlerde bu azalmanın %50–86 aralığında (ortalama %62) olduğu bildirilmektedir (Kustar ve Patil, 2021).

Araştırmalar, hayvancılığın birim ürün başına en yüksek su tüketimine sahip üretim sistemi olduğunu göstermektedir. Hayvansal üretimde su kullanımı; içme suyu, yem üretimi, metabolik süreçler ve bakım faaliyetlerini kapsamaktadır. Ayrıca endüstriyel hayvancılıkta barınakların temizliği, hayvanların yıkanması ve atık yönetimi için de önemli miktarda su gerekmektedir. Süt üretimi dahi yüksek su gereksinimine sahiptir; bir kilogram süt için yaklaşık 1020 litre su kullanıldığı, tereyağı ve peynir gibi ürünlerde bu miktarın

daha da arttığı bildirilmiştir. Bitkisel gıdalar genellikle daha düşük su gereksinimine sahiptir; örneğin sebzeler için yaklaşık 15 L/kg, meyveler için 45 L/kg su gerekmektedir. Ancak vegan diyetlerde kuruyemiş tüketiminin artması, su ayak izini yükseltebilmektedir; zira kuruyemişlerin su gereksinimi, süt ürünlerinden daha yüksek olabilmektedir. Omnivor diyetten vejetaryen veya vegan diyete geçiş, kişi başına tatlı su tüketimini önemli ölçüde azaltmaktadır. Vejetaryen diyetlerde su kullanımı %15–69 (ortalama %27), vegan diyetlerde ise %22–70 (ortalama %43) oranında azalmaktadır (Kustar ve Patino-Echeverri, 2021).

Omnivor diyetlerde sera gazı emisyonlarının en büyük payı ete aitken, vejetaryen diyetlerde süt ve süt ürünleri toplam emisyonların yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Vegan diyetlerde hem et hem de süt ürünlerinin dışlanması, sera gazı emisyonlarının omnivor sağlıklı diyetlerin yarısından daha düşük düzeye inmesini sağlamaktadır. Vegan diyetler, omnivor diyetlere kıyasla %21–70 arasında (ortalama %50) sera gazı emisyonu azalması ile en yüksek etkiyi göstermektedir. Vejetaryen diyetlerde ise emisyonlar %24–56 (ortalama %33) oranında düşmektedir (Kustar ve Patino-Echeverri, 2021).

Ancak, bu beslenme modellerinin güvenli ve sürdürülebilir olabilmesi için, uzmanlar tarafından özenle planlanması gerekmektedir. Özellikle B12 vitamini, demir, kalsiyum, çinko ve omega-3 yağ asitleri gibi mikro besinlerin yeterli düzeyde alınması sağlanmalıdır. Bu ihtiyaç, zenginleştirilmiş gıdalar veya gerekirse takviye ürünleri aracılığıyla karşılanabilir (Willett vd., 2019).

Gezegen Sağlığı Diyeti

Gıdanın insan sağlığı üzerindeki etkileri ile çevresel sürdürülebilirlik boyutu birlikte ele alındığında, EAT-Lancet Komisyonu hem beslenme yeterliliğini hem de ekosistem sınırlarını gözeterek sağlıklı bir referans beslenme modeli olarak Gezegen

Sağlığı Diyeti'ni önermiştir. Bu diyet, az miktarlarda hayvansal kaynaklı gıdaların tüketimine izin veren bitki temelli bir beslenme modelidir. Gezegen sağlığı tabağının yaklaşık yarısını sebze ve meyveler oluşturmakta, diğer yarısını tam tahıllar, bitkisel protein kaynakları (kuruyemişler ve baklagiller) ve doymamış bitkisel yağlardan oluşturmaktadır. Hayvansal protein kaynakları ise sınırlı ve isteğe bağlıdır. Bu beslenme modelinde rafine tahıllar, yüksek derecede işlenmiş gıdalar ve ilave şekerler sınırlandırılmakta, doymuş yağlar yerine doymamış yağ asitleri tercih edilmektedir (EAT-Lancet Commission, 2025).

Gezegen Sağlığı Diyeti'nin insan sağlığı üzerinde olumlu etkilerle ilişkili olduğu gösterilmektedir. Bu diyete uyumun; diyabet, kardiyovasküler hastalıklar (KVH) ve KVH'ye bağlı mortalite, kanser ve kanser mortalitesi ile tüm nedenlere bağlı mortalite riskinin daha düşük olmasıyla güçlü biçimde ilişkili olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır (Rózanska ve Regulska-Ilow, 2025).

Gezegen sağlığı diyetine yüksek düzeyde uyum, düşük uyum gösteren bireylerle karşılaştırıldığında, sera gazı emisyonlarında %56, enerji gereksiniminde %31 ve arazi kullanımında %54 oranında azalma ile ilişkili bulunmuştur (Kesse-Guyot vd., 2021). Ancak konuya ilişkin kanıtların sınırlı olması, Gezegen Sağlığı Diyeti'nin etkilerinin daha geniş ve farklı örneklerle ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Sürdürülebilir Mutfak Uygulamaları

Sürdürülebilir gıda sistemlerinin oluşturulmasında yalnızca gıdaların nasıl üretildiği değil, aynı zamanda nasıl hazırlandığı, pişirildiği, saklandığı ve tüketildiği de büyük önem taşımaktadır. Mutfak uygulamaları; enerji ve su tüketimi, gıda atıkları ve sera gazı emisyonları üzerinde doğrudan etkili olduğundan, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir mutfak uygulamaları, çevresel etkilerin azaltılmasını

amaçlarken aynı zamanda ekonomik verimliliği ve toplumsal refahı destekleyen bütüncül bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Sürdürülebilir mutfak uygulamalarının temel unsurlarından biri enerji verimliliğidir. Kullanılan pişirme yöntemleri ve ekipmanlar enerji tüketimini önemli ölçüde etkileyebilmekte, dolayısıyla mutfak faaliyetlerinin karbon ayak izini belirlemektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, elektrikli düdüklü tencereler ve indüksiyon ocakları gibi modern pişirme teknolojilerinin geleneksel yöntemlere kıyasla daha az enerji tükettiğini ve daha düşük sera gazı emisyonuna neden olduğunu göstermektedir. Özellikle elektrikli düdüklü tencerelerin bazı yemeklerin hazırlanmasında kömür kullanımına göre çok daha düşük enerji gereksinimine sahip olduğu ve pişirme maliyetlerini azaltabildiği bildirilmektedir (Scott et al., 2024). Ayrıca temiz pişirme teknolojilerinin yaygınlaşması, iç ortam hava kirliliğini azaltarak insan sağlığı üzerinde de olumlu etkiler yaratmaktadır (Wright et al., 2020).

Pişirme yöntemlerinin seçimi de sürdürülebilirlik açısından önemli bir faktördür. Yüksek sıcaklıkta ve uzun süreli pişirme işlemleri daha fazla enerji tüketimine yol açabilmekte ve bazı istenmeyen bileşiklerin oluşumunu artırabilmektedir. Buna karşılık buharda pişirme, haşlama ve düşük sıcaklıkta pişirme gibi yöntemler hem enerji tasarrufu sağlayabilmekte hem de besin öğelerinin korunmasına katkıda bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, pişirme sırasında kullanılan yağ miktarı, baharatlar ve tuz gibi bileşenler de hem besin kalitesini hem de çevresel etkileri şekillendirebilmektedir (Domene et al., 2024).

Gıda atıklarının azaltılması sürdürülebilir mutfak uygulamalarının en önemli bileşenlerinden biridir. Günümüzde küresel ölçekte üretilen gıdanın önemli bir kısmı tüketilemeden kaybedilmekte veya israf edilmektedir. Bu durum yalnızca ekonomik kayıplara neden olmakla kalmamakta, aynı zamanda su, enerji ve diğer doğal kaynakların gereksiz kullanımına da yol

açmaktadır. Mutfaklarda porsiyon kontrolünün sağlanması, uygun depolama yöntemlerinin uygulanması, ilk giren ilk çıkar (FIFO) sisteminin kullanılması ve artan yemeklerin yeniden değerlendirilmesi gıda israfını azaltmada etkili uygulamalar arasında yer almaktadır (Lu & Ko, 2023). Ayrıca mutfak çalışanlarının sürdürülebilirlik konusundaki bilgi ve farkındalık düzeylerinin artırılması, sürdürülebilir davranışların benimsenmesini kolaylaştırmaktadır.

Ev mutfakları da sürdürülebilir gıda sistemlerinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Evde yemek hazırlama, daha az işlenmiş gıdaların tercih edilmesini teşvik etmekte ve bireylerin gıda seçimleri üzerinde daha fazla kontrol sahibi olmasına olanak sağlamaktadır. Yerel ve mevsimsel ürünlerin kullanılması, taze gıdaların tercih edilmesi ve geleneksel yemek hazırlama uygulamalarının sürdürülmesi hem çevresel sürdürülebilirliğe hem de kültürel mirasın korunmasına katkıda bulunmaktadır (Salgado & Verkerk, 2022). Bu yönüyle sürdürülebilir mutfak uygulamaları yalnızca çevresel fayda sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda kültürel sürdürülebilirliğin devamlılığını da desteklemektedir.

Sürdürülebilir mutfak sistemlerinde kullanılan enerji kaynaklarının niteliği de büyük önem taşımaktadır. Dünya genelinde milyonlarca insan halen odun, kömür ve biyokütle gibi geleneksel yakıtlarla yemek pişirmektedir. Bu yakıtların kullanımı hava kirliliği, ormansızlaşma ve sera gazı emisyonlarının artışı gibi önemli çevresel sorunlara neden olmaktadır (Wright et al., 2020). Elektrik, biyogaz ve diğer temiz enerji teknolojilerine geçiş ise hem çevresel etkilerin azaltılmasına hem de sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına katkı sağlamaktadır (Ibe & Kollur, 2024).

Sürdürülebilir mutfak uygulamalarının yaygınlaştırılmasında bireysel davranışlar kadar sosyal ve yapısal faktörler de etkilidir. Altyapı olanakları, teknolojik erişim, yaşam tarzı ve toplumsal güven gibi unsurlar bireylerin sürdürülebilir pişirme davranışlarını

şekillendirebilmektedir (Zhou et al., 2025). Bu nedenle sürdürülebilir mutfak uygulamalarının yaygınlaştırılması yalnızca teknolojik yeniliklerle değil, aynı zamanda eğitim programları, farkındalık çalışmaları ve destekleyici politikalarla da mümkün olabilmektedir.

Sürdürülebilir mutfak uygulamaları; enerji verimliliğinin artırılması, gıda atıklarının azaltılması, temiz enerji kullanımının teşvik edilmesi ve sürdürülebilir tüketim alışkanlıklarının desteklenmesi yoluyla sürdürülebilir gıda sistemlerine önemli katkılar sunmaktadır. Mutfakta gerçekleştirilen küçük değişiklikler bile uzun vadede çevresel yükün azaltılmasına, doğal kaynakların korunmasına ve toplum sağlığının iyileştirilmesine katkı sağlayabilmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir mutfak uygulamalarının yaygınlaştırılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada önemli stratejilerden biri olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç

Sürdürülebilir beslenme, insan sağlığının korunması ile çevresel sürdürülebilirliğin birlikte ele alınmasını gerektiren çok boyutlu bir yaklaşımdır. Günümüzde gıda sistemlerinin iklim değişikliği, su kaynaklarının tükenmesi ve biyolojik çeşitlilik kaybı üzerindeki etkileri göz önüne alındığında, beslenme alışkanlıklarının sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda yeniden şekillendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bitki temelli beslenme modellerinin benimsenmesi, yerel ve mevsimsel ürünlerin tercih edilmesi, gıda israfının azaltılması ve sürdürülebilir mutfak uygulamalarının yaygınlaştırılması hem çevresel yükün azaltılmasına hem de toplum sağlığının iyileştirilmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte sürdürülebilir beslenmeye geçiş yalnızca bireysel tercihlerle sınırlı olmayıp, politika yapıcılar, gıda endüstrisi, eğitim kurumları ve toplumun tüm

paydaşlarının iş birliğini gerektirmektedir. Sürdürülebilir gıda sistemlerinin oluşturulması, gelecek nesiller için sağlıklı, adil ve yaşanabilir bir dünyanın temel unsurlarından biri olarak değerlendirilmektedir.

Kaynakça

Afrouzi, H. N., Ahmed, J., Siddique, B. M., Khairuddin, N., & Hassan, A. (2023). A comprehensive review on carbon footprint of regular diet and ways to improving lowered emissions. *Results in Engineering*, 18, 101054. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101054>

Akesson, A., Andersen, L. F., Kristjánsdóttir, A. G., Roos, E., Trolle, E., Voutilainen, E., & Wirfält, E. (2013). Health effects associated with foods characteristic of the Nordic diet: A systematic literature review. *Food & Nutrition Research*, 57. <https://doi.org/10.3402/fnr.v57i0.22790>

Aleksandrowicz, L., Green, R., Joy, E. J. M., Smith, P., & Haines, A. (2016). The impacts of dietary change on greenhouse gas emissions, land use, water use, and health: A systematic review. *PLOS ONE*, 11(11), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165797>

Barthelmie, R. J. (2022). Impact of dietary meat and animal products on GHG footprints: The UK and the US. *Climate*, 10(3), 43. <https://doi.org/10.3390/cli10030043>

Belahsen, R. (2014). Nutrition transition and food sustainability. *Proceedings of the Nutrition Society*, 73(3), 385–388. <https://doi.org/10.1017/S0029665114000135>

Bigliardi, B., & Filippelli, S. (2022). A review of the literature on innovation in the agrofood industry: Sustainability, smartness and health. *European Journal of Innovation Management*, 25(6), 589–611. <https://doi.org/10.1108/EJIM-05-2021-0258>

Blas, A., Garrido, A., Unver, O., & Willaarts, B. (2019). A comparison of the Mediterranean diet and current food consumption patterns in Spain from a nutritional and water perspective. *Science of the Total Environment*, 664, 1020–1029. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.111>

Bôto, J. M., Rocha, A., Miguéis, V., Meireles, M., & Neto, B. (2022). Sustainability dimensions of the Mediterranean diet: A systematic review of the indicators used and its results. *Advances in Nutrition*, 13(5), 2015–2038. <https://doi.org/10.1093/advances/nmac066>

Burlingame, B., & Dernini, S. (2012). Sustainable diets and biodiversity: Directions and solutions for policy, research and action. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Clark, M. A., Springmann, M., Hill, J., & Tilman, D. (2019). Multiple health and environmental impacts of foods. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(46), 23357–23362. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906908116>

Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., & Leip, A. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, 2(3), 198–209.

Davies, K. P., Gibney, E. R., & O'Sullivan, A. M. (2023). Moving towards more sustainable diets: Is there potential for a personalised approach in practice? *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 36(6), 2256–2267. <https://doi.org/10.1111/jhn.13218>

Ding, B., Zhang, J., Zheng, P., Li, Z., Wang, Y., Jia, G., & Yu, X. (2024). Water security assessment for effective water resource management based on multi-temporal blue and green water footprints. *Journal of Hydrology*, 632, 130761. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.130761>

Domene, S. M. A., Slater, B., Mescoloto, S. B., Neves-Gonçalves, T. M., Teixeira, A. R., Pignotti, G., Kubota, J., Steluti, J., & Viegas, O. (2024). Cooking guidelines for planetary health: A gap between nutrition and sustainability. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 35, 100897. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2024.100897>

EAT-Lancet Commission. (2025). *Healthy diets from sustainable food systems: Food planet health. Summary report of the EAT-Lancet Commission.*

Frank, S., Havlík, P., Stehfest, E., van Meijl, H., Witzke, P., Pérez-Domínguez, I., van Dijk, M., Doelman, J. C., Fellmann, T., Koopman, J. F. L., Tabeau, A., & Valin, H. (2019). *Agricultural non-CO₂ emission reduction potential in the context of the 1.5 °C target. Nature Climate Change*, 9(1), 66–72. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0358-8>

Gaitán-Angulo, M., Gómez-Caicedo, M. I., Torres-Samuel, M., Correa-Guimaraes, A., Navas-Gracia, L. M., Vásquez-Stanescu, C. L., Ramírez-Pisco, R., & Luna-Cardozo, M. (2022). Sustainability as an emerging paradigm in universities. *Sustainability*, 14(5), 2582. <https://doi.org/10.3390/su14052582>

Gerbens-Leenes, P. W., Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2013). The water footprint of poultry, pork and beef: A comparative study in different countries and production systems. *Water Resources and Industry*, 1–2, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2013.03.001>

Gonçalves, A. R., Dorsch, L. L. P., & Figueiredo, M. (2022). Digital tourism: An alternative view on cultural intangible heritage and sustainability in Tavira, Portugal. *Sustainability*, 14, 2912. <https://doi.org/10.3390/su14052912>

Hachem, F., Vanham, D., & Moreno, L. A. (2020). Territorial and sustainable healthy diets. *Food and Nutrition Bulletin*, 41(2), 87–103. <https://doi.org/10.1177/0379572120976253>

Hassoun, A., Boukid, F., Pasqualone, A., Bryant, C. J., García, G. G., Parra-López, C., Jagtap, S., Trollman, H., Crobotova, J., & Barba, F. J. (2022). Emerging trends in the agri-food sector: Digitalisation and shift to plant-based diets. *Current Research in Food Science*, 5, 2261–2269. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.11.010>

Hess, J. M., Robinson, K., & Scheett, A. J. (2025). Vegetarianish—How “Flexitarian” eating patterns are defined and their role in global food-based dietary guidance. *Nutrients*, 17(14), 2369. <https://doi.org/10.3390/nu17142369>

Hermosa Del Vasto, P. (2024). The three pillars of sustainability trends: A bibliometric analysis. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–18. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1295>

Hoekstra, A. Y. (2017). The water footprint of animal products. In J. D'Silva & J. Webster (Eds.), *The meat crisis: Developing more sustainable and ethical production and consumption* (2nd ed., pp. 21–30). Routledge.

Hong, C., Zhong, R., Xu, M., He, P., Mo, H., Qin, Y., Shi, D., Chen, X., He, K., & Zhang, Q. (2025). Interactions among food systems, climate change, and air pollution: A review. *Engineering*, 44, 215–233. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2024.12.021>

Ibe, K. K., & Kollur, S. P. (2024). *Challenges towards the adoption and use of sustainable cooking methods: A comprehensive review. Sustainable Environment*, 10(1), 2362509. <https://doi.org/10.1080/27658511.2024.2362509>

James-Martin, G., Baird, D. L., Hendrie, G. A., Bogard, J., Anastasiou, K., Brooker, P. G., Wiggins, B., Williams, G., Herrero, M., Lawrence, M., Lee, A. J., & Riley, M. D. (2022). *Environmental sustainability in national food-based dietary guidelines: A global review*. *The Lancet Planetary Health*, 6(12), e977–e986. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00246-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00246-7)

Kang, X., Du, M., Zhou, X., Du, H., Liu, Q., Wang, J., Chen, L., Yin, Y., Zou, W., & Cui, Z. (2024). Intra-rural inequality of diet-related carbon footprint in China. *Environmental Impact Assessment Review*, 106, 107483. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107483>

Kesse-Guyot, E., Rebouillat, P., Brunin, J., Langevin, B., Allès, B., Touvier, M., et al. (2021). Environmental and nutritional analysis of the EAT-Lancet diet at the individual level: Insights from the NutriNet-Santé study. *Journal of Cleaner Production*, 296, 126555. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126555>

Krznarić, Ž., Karas, I., Ljubas Kelečić, D., & Vranešić Bender, D. (2021). The Mediterranean and Nordic Diet: A review of differences and similarities of two sustainable, health promoting dietary patterns. *Frontiers in Nutrition*, 8, 683678. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.683678>

Kustar, A., & Patino-Echeverri, D. (2021). A review of environmental life cycle assessments of diets: Plant-based solutions are truly sustainable, even in the form of fast foods. *Sustainability*, 13(17), 9926. <https://doi.org/10.3390/su13179926>

Lal, R. (2020). Regenerative agriculture for food and climate. *Journal of Soil and Water Conservation*, 75(5), 123A–124A. <https://doi.org/10.2489/jswc.2020.0620A>

Li, M., Jia, N., Lenzen, M., Malik, A., Wei, L., Jin, Y., & Raubenheimer, D. (2022). Global food-miles account for nearly 20%

of total food-systems emissions. *Nature Food*, 3(6), 445–453. <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00531-w>

Lu, M.-Y., & Ko, W.-H. (2023). Sustainable preparation behavior for kitchen staff in order to limit food waste. *Foods*, 12(16), 3028. <https://doi.org/10.3390/foods12163028>

Mazzocchi, A., De Cosmi, V., Scaglioni, S., & Agostoni, C. (2021). Towards a more sustainable nutrition: Complementary feeding and early taste experiences as a basis for future food choices. *Nutrients*, 13(8), 2695. <https://doi.org/10.3390/nu13082695>

Mekonnen, M. M., & Gerbens-Leenes, W. (2020). The water footprint of global food production. *Water*, 12(10), 2696. <https://doi.org/10.3390/w12102696>

Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15, 401–415. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>

Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: A literature review. *Cogent Social Sciences*, 5(1), 1653531. <https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>

Micheloni, G., Cocchi, C., Sinigaglia, G., Coppi, F., Zanini, G., Moscucci, F., Sciomer, S., Nasi, M., Desideri, G., Gallina, S., Pinti, M., Borghi, C., & Mattioli, A. V. (2025). Sustainability of the Mediterranean diet: A nutritional and environmental imperative. *Journal of Sustainability Research*, 7(2), 1–26. <https://doi.org/10.20900/jsr20250036>

Olabi, A. G., Obaideen, K., Elsaid, K., Wilberforce, T., Sayed, E. T., Maghrabie, H. M., & Abdelkareem, M. A. (2022). Assessment of the pre-combustion carbon capture contribution into sustainable development goals (SDGs) using novel indicators.

Renewable and Sustainable Energy Reviews, 153, 111710. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111710>

Olgun, S. N., Manisalı, E., & Çelik, F. (2022). Sürdürülebilir beslenme ve diyet modelleri. Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi, 4(3), 261–271. <https://doi.org/10.46413/boneyusbad.1188273>

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992. <https://doi.org/10.1126/science.aaq0216>

Róžańska, D., & Regulska-Illow, B. (2025). The role of a sustainable planetary health diet in the prevention of non-communicable diseases and cause-specific mortality: A narrative review. *Foods*, 14(22), 3909. <https://doi.org/10.3390/foods14223909>

Sáez-Almendros, S., Obrador, B., Bach-Faig, A., & Serra-Majem, L. (2013). Environmental footprints of Mediterranean versus Western dietary patterns: Beyond the health benefits of the Mediterranean diet. *Environmental Health*, 12, 118. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-118>

Salgado, D., & Verkerk, M. J. (2022). The practice of sustainable home cooking: A fascinating philosophical perspective. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 954991. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.954991>

Sandri, E., Sguanci, M., Cantín Larumbe, E., Cerdá Olmedo, G., Werner, L. U., Piredda, M., & Mancin, S. (2024). Plant-based diets versus the Mediterranean dietary pattern and their socio-demographic determinants in the Spanish population: Influence on health and lifestyle habits. *Nutrients*, 16(9), 1278. <https://doi.org/10.3390/nu16091278>

Schoor, M., Arenas-Salazar, A. P., Torres-Pacheco, I., Guevara-González, R. G., & Rico-García, E. (2023). A review of

sustainable pillars and their fulfillment in agriculture, aquaculture, and aquaponic production. *Sustainability*, 15, 7638. <https://doi.org/10.3390/su15097638>

Scott, N., Leach, M., & Clements, W. (2024). Energy-efficient electric cooking and sustainable energy transitions. *Energies*, 17(13), 3318. <https://doi.org/10.3390/en17133318>

Stefan, L., Hartmann, M., Engbersen, N., Six, J., & Schöb, C. (2021). Positive effects of crop diversity on productivity driven by changes in soil microbial composition. *Frontiers in Microbiology*, 12, 660749. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.660749>

Tan, T., Wu, L., Deng, Z., Dawood, M., Yu, Y., Wang, Z., & Huang, K. (2024). The urban-rural dietary water footprint and its inequality in China's urban agglomerations. *Science of the Total Environment*, 953, 176045. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176045>

Thornton, P., Mason-D'Croz, D., Kugler, C., Remans, R., Zornetzer, H., & Herrero, M. (2024). Enabling food system innovation: Accelerators for change. *Global Food Security*, 40, 100738. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100738>

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. United Nations.

Ulaszewska, M. M., Luzzani, G., Pignatelli, S., & Capri, E. (2017). *Assessment of diet-related GHG emissions using the environmental hourglass approach for the Mediterranean and new Nordic diets*. *Science of the Total Environment*, 574, 829–836. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.039>

Vanham, D. (2016). Does the water footprint concept provide relevant information to address the water–food–energy–ecosystem nexus? *Ecosystem Services*, 17, 298–307. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.08.003>

Vanham, D., Guenther, S., Ros-Baró, M., & Bach-Faig, A. (2021). Which diet has the lower water footprint in Mediterranean countries? *Resources, Conservation and Recycling*, 171, 105631. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105631>

Wang, Y., Wu, L., Zhao, J., Yu, Y., & Huang, K. (2025). Navigating the sustainability challenges of food systems: A review of life cycle-based environmental footprints and future directions. *Journal of Environmental Management*, 392, 126794. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126794>

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., Afshin, A., & Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

Wright, C., Sathre, R., & Buluswar, S. (2020). The global challenge of clean cooking systems. *Food Security*, 12(5), 1219–1240. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01061-8>

Zheng, X., Zhang, W., Wan, X., Lv, X., Lin, P., Si, S., Xue, F., Wang, A., & Cao, Y. (2024). The effects of Mediterranean diet on cardiovascular risk factors, glycemic control and weight loss in patients with type 2 diabetes: A meta-analysis. *BMC Nutrition*, 10(1), 59. <https://doi.org/10.1186/s40795-024-00836-y>

Zhong, Q., Pan, J., Lin, Z., Li, Y., Mo, X., He, P., Cao, X., & Liang, S. (2025). Structural characteristics of global virtual water network driven by food consumption in the Belt and Road Initiative region. *Resources, Conservation and Recycling*, 215, 108128. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2025.108128>

Zhou, Y., Li, L., & Chen, X. (2025). Sustainable consumption of household cooking practices: The mediating role of social trust. *The Journal of Chinese Sociology*, 12, 13. <https://doi.org/10.1186/s40711-025-00238-y>

BÖLÜM 0

TÜRKİYE'DE SATIŞA SUNULAN KETÇAP VE MAYONEZLERİN NUTRİSKOR DEĞERLENDİRMELERİ

GÜLSÜM DEVECİ¹

Giriş

Beslenme Rehberi Piramidi ABD Tarım Bakanlığı (USDA, 1992) tarafından geliştirilen bir beslenme aracıdır (Marcus, 2013). Daha sonra 2005 yılında geliştirilen MyPyramid geliştirilmiş ve farklı ülkelerin beslenme alışkanlıklarına göre ülkelere özgü beslenme rehberi piramitleri oluşturulmuştur (Casagrande ve Gary-Webb, 2010), (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Dietary Guidelines, 2026). Farklı ülkelerin piramitleri şekil (tabak, yonca yaprağı gibi) olarak farklı görünse de genel olarak daha fazla lif, daha az işlenmiş gıda olarak ortak paydaya sahiplerdir ("Food and Agriculture Organization of the United Nations, Dietary Guidelines, 2026). Beslenme piramidi ve rehberleri bireylerin günlük olarak alması gereken gıda grupları açıklar. Beslenme piramidi ve rehberlerine göre piramidin altındaki yiyeceklerin daha

¹Dr. Öğr. Üyesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Orcid: 0009-0008-1862-3747

fazla, piramidin üstündeki yiyecek ve içeceklerin ise daha az tüketilmesi gerektiğini gösterir (Bach-Faig vd., 2011).

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre tuz ve yüksek sodyumlu sosların miktarı sınırlandırılmalıdır (World Health Organization, Helthy Diet, 26 January 2026). Ketçap ve mayonezler hazır soslar olarak ultra işlenmiş besinler grubunda değerlendirilmektedir (Oruçoğlu vd., 2024). Türkiye Beslenme Rehberi (2022)'ne göre ise soslardan ketçap yüksek miktarda tuz içermeleri nedeniyle sınırlı tüketilmelidir. Yine mayonez ise yağ oranı yüksek yiyecek olup tüketimleri en az düzeyde olmalıdır (TÜRKİYE BESLENME REHBERİ (TÜBER) 2022 Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı Yayın No:1031, Ankara 2022).

Makarna, sandviç içerisinde, hamburger ve pizza ile tüketimleri görülen ketçap ve mayonezlerin çocuklarda tüketiminin daha fazla olduğu görülmüştür (Sosa, Martínez, Arruiz, Hough, ve Mucci, 2005). Ketçap ve mayonez tüketimi türü ve sıklığını spesifik inceleyen çalışmalar yok denecek kadar azken, daha çok besin tüketim kaydı ve sıklığı üzerinden tüketimi sorgulandığı görülmektedir. Yapılan bir çalışmada, tüketicilerin %54.6'sının ketçap ve mayonez tükettiği görülmüştür (Demir, Gökoğlu, Kılıçkalkan, Baş, ve Altunel, 2020). Yıllık üretimlerine dair kısıtlı bilgi yer almakta ve doğrudan ketçap ve mayonez tüketimine yönelik çalışmalar yetersizdir (Tarım ve Orman Bakanlığı, Kayıt Kapsamındaki Gıda İşletmelerinin Türkiye Geneli İşyeri Sayısı, Kurulu Kapasite ve Üretim Miktarı Tablosu, 2004), (Ketchup Market Size & Share Analysis - Growth Trends and Forecast (2026 - 2031), 2026).

Ketçap ve mayonezler yüksek yağ, tuz ve şeker içeriğinden dolayı sınırlı tüketilmesi gereken besinlerdir. Bu ürünlere yönelik tüketim düzeylerinin yeniden gözden geçirilmesini ve tüketicilerde farkındalığı sağlayacağı düşünülen bu çalışma bir besin analizi niteliğinde planlanmıştır. Türkiye'de tüketime sunulan ketçap ve

mayonezlerin etiket bilgilerinde yer alan enerji, doymuş yağ, tuz, şeker, protein, lif ve meyve-sebze değerleri üzerinden Nutriskor değerleri karşılaştırılmıştır. Satışa sunulan ticari ketçap ve mayonezlerdeki Nutriskor değerlerini inceleyen ilk çalışma niteliğindedir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen hipotezler şöyledir: i)Türkiye’de satışa sunulan ticari ketçap ve mayonez ürünlerinin Nutriskor değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır; ii)Ketçap ürünlerinin enerji, doymuş yağ, tuz, şeker, protein, lif ve meyve-sebze içerikleri Nutriskor sınıflandırmasını anlamlı düzeyde etkilemektedir; iii)Mayonez ürünlerinin enerji, doymuş yağ, tuz, şeker, protein, lif ve meyve-sebze içerikleri Nutriskor sınıflandırmasını anlamlı düzeyde etkilemektedir; iv)Türkiye’de satışa sunulan ketçap ve mayonez ürünlerinin büyük çoğunluğu Nutriskor sistemine göre düşük beslenme kalitesi kategorilerinde yer almaktadır; v)Aynı ürün grubunda (ketçap veya mayonez) farklı markalar arasında besin ögesi içerikleri bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Gereç ve Yöntem

Örneklem seçimi ve temini

Bu çalışma Ocak-Mayıs 2026 tarihlerinde gerçekleştirilen, ketçap ve mayonez türlerinde besin bileşenlerini (enerji, doymuş yağ, tuz, şeker, protein ve lif), bu değerler üzerinden Nutriskor değerlerini inceleyen gözlemsel ve tanımlayıcı bir çalışmadır. Bu çalışmada kullanılan veriler açık, erişilebilir ve analiz nitelikli olduğu için herhangi bir etik kurul ya da komisyon izni gerekmemektedir.

Çalışmaya marketlerde satışa sunulan ketçap ve mayonez çeşitleri dahil edilmiştir. Ticari ambalajlı ketçap ve mayonezlerin değerlendirilmesinde market ve çevirim içi satış incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Yirmi dört ketçap örnekleri ve yirmi sekiz mayonez örnekleri incelenmiştir. Tatlı (n: 11), acılı (n: 8), cajun

baharatlı (n: 1), turşulu (n: 1), tatlı biberli (n: 1), organik (n: 1) ve sarımsaklı (n: 1) olmak üzere yedi farklı ketçap türü dahil edilmiştir. Mayonezlerden ise klasik (n: 10), sarımsaklı (n: 3), acılı (n: 2), tütüslü (n: 1), Chipotle (n: 1), trüflü (n: 4), light (daha az yağlı, n: 2), pestolu (n: 1), Sriracha (n: 2), limon ve biberli (n: 1) ve jalapenolu (n: 1) türleri dahil edilmiştir. Ketçap örnekleri tatlı ketçaplar, acılı ketçaplar ve diğerleri olarak sınıflandırılırken, mayonez örnekleri ise klasik, sarımsaklı, trüflü, acılı, Light, Sriracha ve diğerleri olarak sınıflandırılmıştır.

Örneklerin nutriskor hesaplaması

Bu örneklerin etiket bilgilerinde yer alan enerji, doymuş yağ, tuz, şeker, protein ve lif değerleri kullanılarak Nutriskor hesaplaması yapılmıştır. Güncellenmiş Nutriskor hesaplamasında Scientific Committee of the Nutri-Score (2023) algoritması dikkate alınmıştır (The Scientific Committee of the Nutri-Score (ScC), 2023). Update of the nutri-score algorithm for beverages. Second update report from the Scientific Committee of the Nutri-Score V2-2023). Genel yiyecekler kategorisinde değerlendirilen ketçap ve mayonezlerin 100 gramları üzerinden enerji (kJ), doymuş yağ asitleri (g), şeker (g), tuz (g), protein (g), lif (g) ve meyve-sebze (g) Nutriskor hesaplamasında dikkate alınmıştır. Enerji, doymuş yağ asiti, şeker ve tuz bileşenleri Nutriskor'u olumsuz etkileyen bileşenlerken, protein, lif ve meyve-sebze olumlu bileşenler olarak değerlendirilmiştir.

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında ve sonunda elde edilen veriler SPSS 22.0 programıyla analiz edilmiştir. Değişkenler için tanımlayıcı istatistik olarak sayı (n), aritmetik ortalama±standart sapma ($X\pm SS$), alt değer (AD), üst değer (ÜD) ve ortanca (Md) değerleri verilmiştir. Sonuçlarının değerlendirilmesinde normal dağılıma sahip olmayan iki bağımsız gruplar için Mann-Whitney U Testi, iki nitel değişkenin birbirleriyle ilişkilerinin incelenmesinde Ki-kare Testi, normal

dağılıma sahip olmayan grupların korelasyon ilişkilerinde Spearman Korelasyon Analizi, normal dağılıma sahip olmayan üç ve daha fazla bağımsız grupların karşılaştırılmasında Kruskal Wallis H Testi kullanılmıştır. Tüm analizlerde $p < 0.05$ anlamlılık olarak kabul edilmiştir.

Bulgular

Ketçap örneklerinde nutriskor sonuçları

Araştırmada incelenen 24 farklı ketçap örneğinin enerji, doymuş yağ asidi, şeker, tuz, protein, lif, meyve-sebze miktarı ile Nutri-Score değerleri Tablo 1’de değerlendirilmiştir. Genel olarak enerji değerleri 85–128 kkal/100 g aralığında değişmektedir. Şeker içeriği 13,0–25,0 g/100 g arasında olup örnekler arasında değişkenlik göstermektedir. Tuz içeriği 1,10–3,10 g/100 g aralığında olup bazı örneklerde (özellikle 2,40–3,10 g/100 g) daha yüksek değerler görülmektedir. Doymuş yağ asidi miktarı çoğu örnekte 0,00–0,10 g/100 g düzeyindedir. Protein içeriği 0,60–2,60 g/100 g aralığında değişmektedir. Lif içeriği birçok örnekte 0,00 g/100 g iken bazı örneklerde 2,90 g/100 g’a kadar çıkmaktadır. Meyve-sebze içeriği 19–190 g/100 g arasında geniş bir dağılım göstermektedir. Nutriskor değerleri 11,00 ile 27,00 arasında değişmektedir. En düşük değerler 11,00–12,00 düzeyinde, en yüksek değer ise 27,00 olarak kaydedilmiştir. Nutriskor sınıflaması açısından örneklerin büyük çoğunluğu D sınıfında yer almaktadır. Daha az sayıda örnek ise E sınıfında yer almaktadır.

Tablo 1 - Ketçap örneklerinin besin bileşenleri, Nutriskor değerleri ve sınıflamaları

Ketçap türleri	Enerji (kkal/100g)	Doymuş yağ asidi (g/100g)	Şeker (g/100g)	Tuz (g/100g)	Protein (g/100g)	Lif (g/100g)	Meyve-sebze (g/100g)	Nutriskor değeri	Nutriskor sınıfı
1	128,00	0,10	23,00	1,40	1,30	0,00	170,00	18,00	D

2	102,00	0,10	22,80	1,80	1,20	0,00	148,00	20,00	E
3	85,00	0,00	16,00	1,60	0,80	0,00	19,00	12,00	D
4	108,00	0,00	16,00	2,00	1,60	0,00	-	14,00	D
5	120,00	0,00	25,00	1,90	1,00	0,00	-	22,00	E
6	96,00	0,00	16,00	2,00	1,00	0,10	145,00	14,00	D
7	99,00	0,00	15,80	1,30	1,10	0,90	-	11,00	D
8	108,00	0,00	19,30	1,90	1,20	1,40	35,00	15,00	D
9	90,00	0,10	13,00	2,40	1,20	2,90	-	15,00	D
10	96,00	0,00	17,40	2,00	1,00	1,00	-	15,00	D
11	97,00	0,00	16,30	1,80	1,10	0,00	-	13,00	D
12	128,00	0,10	23,00	1,40	1,30	0,00	-	13,00	D
13	115,00	0,10	24,00	1,70	1,60	0,00	148,00	20,00	E
14	85,00	0,00	16,00	1,60	0,80	0,00	19,00	12,00	D
15	108,00	0,00	16,00	2,00	1,60	0,00	-	14,00	D
16	96,00	0,00	16,00	2,00	1,00	0,10	-	14,00	D
17	104,00	0,00	18,50	1,10	0,60	0,50	-	11,00	D
18	108,00	0,00	19,30	1,90	1,20	1,40	-	15,00	D
19	90,00	0,10	13,00	2,40	1,20	2,90	-	15,00	D
20	91,00	0,00	18,00	1,90	2,60	0,00	190,00	19,00	D
21	128,00	0,10	23,00	1,40	1,30	0,00	170,00	18,00	E
22	128,00	0,10	23,00	1,40	1,30	0,00	170,00	18,00	D
23	112,00	0,10	24,80	1,70	1,40	0,00	148,00	21,00	E
24	115,00	0,10	24,00	3,10	1,60	0,00	148,00	27,00	E

Ketçap çeşitlerinin Nutriskor sınıflamaları incelendiğinde (Tablo 2) tüm ürün gruplarının genel olarak düşük beslenme kalitesini ifade eden sınıflarda yer aldığı belirlenmiştir. Tatlı ketçapların ortalama Nutriskor sınıflama değeri $4,18 \pm 0,40$, acılı ketçapların $4,13 \pm 0,35$ ve diğer ketçap çeşitlerinin ise $4,60 \pm 0,55$ olarak saptanmıştır. Ortanca değerlere bakıldığında ise tatlı ve acılı ketçap gruplarında ortanca değer 4 olduğu, diğer ketçap grubunda ise 5 olduğu görülmüştür. Nutriskor sisteminde tatlı ve acılı ketçapların D kategorisinde yer aldığı, diğer ketçap çeşitlerinin ise E kategorisinde bulunduğu belirlenmiştir.

Tablo 2 - Ketçap türlerinde Nutriskor sınıflaması ve renk skalalarının değerlendirilmesi

Tatlı ketçap (n: 11)	Acılı ketçap (n: 8)	Diğerleri (n: 5)
----------------------	---------------------	------------------

Bileşenler	X	SS	A D	Ü D	M d	X	SS	A D	Ü D	M d	X	SS	A D	Ü D	M d
Nutris kor sınıfla ması	4, 18	0, 40	4, 00	5, 00	4, 00	4, 13	0, 35	4, 00	5, 00	4, 00	4, 60	0, 55	4, 00	5, 00	5, 00
Renk skalası			D					D					E		

Tatlı ketçap (n=11), acılı ketçap (n=8) ve diğer ketçap çeşitlerinin (n=5) besin öğelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri ve grup karşılaştırmaları Tablo 3'te incelenmiştir. Enerji değerleri, doymuş yağ asidi miktarı, şeker içerikleri, tuz içerikleri, lif içerikleri ve meyve-sebze içerikleri açısından ketçap türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Protein içeriklerinde ise tatlı ketçaplarda $1,14 \pm 0,21$ g/100 g ile diğer ketçaplar ($1,64 \pm 0,55$ g/100 g) arasında anlamlı fark görülmüştür ($p=0,038$; KWH=6,564). Tatlı ketçapların protein içeriğinin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3 - Ketçap türlerinde besin bileşenlerinin değerlendirilmesi

Bileşenler	Tatlı ketçap (n: 11)					Acılı ketçap (n: 8)					Diğerleri (n: 5)					p	K W H
	X	SS	A D	Ü D	Md	X	SS	A D	Ü D	Md	X	SS	A D	Ü D	Md		
Enerji (kkal/ 100g)	10 2,6 4	12 67	85, 00	12 8,0 0	99, 00	10 4,2 5	13 88	85, 00	12 8,0 0	10 6,0 0	11 4,8 0	15, 19	91, 00	12 8,0 0	11 5,0 0	0,2 51 64	2,7 64
Doymuş yağ asidi (g/10 0g)	0,0 3	0,0 5	0,0 0	0,1 0	0,0 0	0,0 4	0,0 5	0,0 0	0,1 0	0,0 0	0,0 8	0,0 4	0,0 0	0,1 0	0,1 0	0,1 46	3,8 50
Şeker (g/10 0g)	18, 24	3,7 8	13, 00	25, 00	16, 30	18, 23	3,7 7	13, 00	24, 00	17, 25	22, 56	2,6 6	18, 00	24, 80	23, 00	0,0 83	4,9 70
Tuz (g/10 0g)	1,8 3	0,3 1	1,3 0	2,4 0	1,9 0	1,7 6	0,4 0	1,1 0	2,4 0	1,8 0	1,9 0	0,7 0	1,4 0	3,1 0	1,7 0	0,8 79	0,2 58
Protein ^a (g/10 0g)	1,1 4	0,2 1	0,8 0	1,6 0	1,1 0	1,1 6	0,3 5	0,6 0	1,6 0	1,2 0	1,6 4	0,5 5	1,3 0	2,6 0	1,4 0	0,0 38	6,5 64
Lif (g/10 0g)	0,5 7	0,9 3	0,0 0	2,9 0	0,0 0	0,6 1	1,0 4	0,0 0	2,9 0	0,0 5	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,1 82	3,4 10
Meyve- sebze (g/10 0g)	10 3,4 0	70, 63	19, 00	17, 0,0 0	14 5,0 0	83, 50	91, 22	19, 00	14 8,0 0	83, 50	16 5,2 0	17, 70	14 8,0 0	19 0,0 0	17 0,0 0	0,1 07	4,4 65

Ketçapların karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Testi (KWH) kullanılmıştır. aTatlı ve diğer ketçaplar arasında görülmüştür (Mann Whitney U Testi, $p=0,008$, $U=4.500$).

Tatlı ketçap (n=11), acılı ketçap (n=8) ve diğer ketçap çeşitlerinin (n=5) Nutriskor değerleri ve Nutriskor sınıflamalarının karşılaştırmaları Tablo 4’te incelenmiştir. Nutriskor değerleri tatlı ketçaplarda 15,36±3,35, acılı ketçaplarda 14,25±2,71 ve diğer ketçap çeşitlerinde 20,60±3,78 olarak belirlenmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş olup tatlı ve acılı ketçapların diğer ketçaplara göre bu değerlerin daha düşük olduğu görülmüştür (sırasıyla p=0,026, U=8.000 ve p=0,012, U=3.000). Nutriskor sınıflaması açısından ise ketçaplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p=0,133; KWH=4,031).

Tablo 4 - Ketçap türlerinde Nutriskor değerleri ve sınıflamasının değerlendirilmesi

Bileşenler	Tatlı ketçap (n: 11)					Acılı ketçap (n: 8)					Diğerleri (n: 5)					p	KWH
	X	SS	AD	Ü D	M d	X	SS	A D	Ü D	M d	X	SS	A D	Ü D	Md		
Nutriskor değerleri ^{a,b}	15,36	3,35	11,00	22,00	15,00	14,25	2,71	11,00	20,00	14,00	20,60	3,78	18,00	27,00	19,00	0,025*	7,341
Nutriskor sınıflaması	4,18	0,40	4,00	5,00	4,00	4,13	0,35	4,00	5,00	4,00	4,60	0,55	4,00	5,00	5,00	0,133	4,031

Ketçapların karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Testi (KWH) kullanılmıştır. ^aTatlı ve diğer ketçaplar arasında görülmüştür (Mann Whitney U Testi, p=0,026, U=8.000). ^bAcılı ve diğer ketçaplar arasında görülmüştür (Mann Whitney U Testi, p=0,012, U=3.000)

Ketçap örneklerinde Nutriskor sınıflaması ile enerji, doymuş yağ asidi, şeker, tuz, protein, lif ve meyve-sebze içeriği arasındaki ilişki korelasyon analizi Tablo 5’te verilmiştir. Nutriskor sınıflaması ile enerji (r=0,277; p=0,189), doymuş yağ asidi (r=0,210; p=0,325), şeker (r=0,293; p=0,165), protein (r=0,119; p=0,579) ve meyve-sebze içeriği (r=-0,432; p=0,035) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Buna karşılık Nutriskor sınıflaması ile tuz içeriği arasında pozitif yönde orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır (r=0,604; p=0,002). Ayrıca lif içeriği

ile Nutriskor sınıflaması arasında sınırdan anlamlılık gösteren bir ilişki belirlenmiştir ($r=0,401$; $p=0,052$).

Tablo 5 - Ketçap örneklerinde Nutriskor sınıflaması ile besin bileşenleri korelasyonu

		Ketçap örnekle ri	Enerji (kkal/10 0g)	Doym uş yağ asidi (g/100 g)	Şeker (g/100 g)	Tuz (g/100 g)	Protei n (g/100 g)	Lif (g/100 g)	Meyv e- sebze (g/100 g)
Nutrisk or	rho	0,27	0,210	0,293	0,604	0,119	0,401	-0,432	0,149
sınıflam ası	p	0,18 9	0,325	0,165	0,002 **	0,579	0,052	0,035 *	0,644

*Spearman Korelasyon Testi, * $p<0.05$, ** $p<0.01$*

Tatlı ketçap, acılı ketçap ve diğer ketçap çeşitlerinde Nutriskor sınıflaması ile enerji, doymuş yağ asidi, şeker, tuz, protein, lif ve meyve-sebze içeriği arasındaki ilişkiler korelasyon analizi Tablo 6'da verilmiştir. Tatlı ketçap grubunda Nutriskor sınıflaması ile enerji ($r=0,374$; $p=0,257$), doymuş yağ asidi ($r=0,241$; $p=0,476$), şeker ($r=0,602$; $p=0,050$), tuz ($r=-0,076$; $p=0,825$), protein ($r=-0,076$; $p=0,824$), lif ($r=-0,406$; $p=0,215$) ve meyve-sebze içeriği ($r=0,289$; $p=0,638$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Acılı ketçap grubunda Nutriskor sınıflaması ile enerji ($r=0,415$; $p=0,307$), doymuş yağ asidi ($r=0,488$; $p=0,220$), şeker ($r=0,592$; $p=0,122$), tuz ($r=-0,083$; $p=0,845$), protein ($r=0,501$; $p=0,206$) ve lif ($r=-0,351$; $p=0,393$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Diğer ketçap çeşitlerinde Nutriskor sınıflaması ile enerji ($r=-0,889$; $p=0,044$), tuz ($r=0,889$; $p=0,044$) ve protein ($r=0,889$; $p=0,044$) arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler belirlenmiştir. Buna karşılık doymuş yağ asidi ($r=-0,408$; $p=0,495$), şeker ($r=0,296$; $p=0,628$) ve meyve-sebze içeriği ($r=-0,304$; $p=0,619$) ile Nutriskor sınıflaması arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır.

Tablo 6 - Ketçap türlerinde Nutriskor sınıflaması ile besin bileşenleri korelasyonu

Nutriskor sınıflaması		Enerji (kkal/100g)	Doymuş yağ asiti (g/100g)	Şeker (g/100g)	Tuz (g/100g)	Protein (g/100g)	Lif (g/100g)	Meyve-sebze (g/100g)
Tatlı	rho	0,374	0,241	0,602	-0,076	-0,076	-0,406	0,289
ketçap	p	0,257	0,476	0,050	0,825	0,824	0,215	0,638
Acılı	rho	0,415	0,488	0,592	-0,083	0,501	-0,351	1,000
ketçap	p	0,307	0,220	0,122	0,845	0,206	0,393	
Diğerleri	rho	-0,889	-0,408	0,296	0,889	0,889	-	-0,304
	p	0,044*	0,495	0,628	0,044*	0,044*	-	0,619

*Spearman Korelasyon Testi, *p<0.05, **p<0.01*

Mayonez örneklerinde nutriskor sonuçları

Mayonez örneklerinde besin bileşimi, Nutriskor değerleri ve Nutriskor sınıflaması Tablo 7’de incelenmiştir. Enerji değerleri 247–732 kkal/100 g aralığında değişmektedir. En düşük enerji değeri 247 kkal/100 g, en yüksek enerji değeri ise 732 kkal/100 g olarak belirlenmiştir. Doymuş yağ asidi içeriği 0,30–13,30 g/100 g aralığında geniş bir değişkenlik göstermektedir. En yüksek doymuş yağ asidi değeri 13,30 g/100 g olarak saptanmıştır. Şeker içeriği 0,20–5,00 g/100 g, tuz içeriği ise 0,90–1,87 g/100 g aralığındadır. Protein içeriği 0,20–1,30 g/100 g, lif içeriği ise çoğunlukla 0,00 g/100 g olup bazı örneklerde 2,80 g/100 g’a kadar çıkmaktadır. Nutriskor değerleri 8,00 ile 22,00 arasında değişmektedir. En düşük Nutriskor değeri 8,00, en yüksek değer ise 22,00 olarak kaydedilmiştir. Nutriskor sınıflaması açısından örneklerin büyük çoğunluğu D sınıfında yer almaktadır. Daha az sayıda örnek E sınıfında ve çok sınırlı sayıda örnek ise C sınıfında yer almaktadır. Genel dağılım olarak örneklerin çoğunun benzer sınıf düzeyinde toplandığı görülmüştür.

Tablo 7 - Mayonez örneklerinin besin bileşenleri, Nutriskor değerleri ve sınıflamaları

Mayonez örnekleri	Enerji (kkal/100g)	Doymuş yağ asiti (g/100g)	Şeker (g/100g)	Tuz (g/100g)	Protein (g/100g)	Lif (g/100g)	Nutriskor değerleri	Nutriskor sınıflaması
1	627,00	6,50	0,90	1,30	0,40	0,00	19,00	E
2	385,00	4,70	2,00	1,50	0,50	0,00	15,00	D
3	466,00	8,20	1,60	0,90	0,90	0,00	17,00	D
4	471,00	0,30	1,70	1,87	0,80	0,40	13,00	D
5	291,00	2,00	2,50	1,00	0,20	0,00	8,00	C
6	393,00	4,40	2,40	1,40	0,70	2,80	14,00	D
7	322,00	3,40	1,10	1,40	0,20	0,00	12,00	D
8	578,00	7,80	1,40	1,00	0,80	0,00	18,00	D
9	696,00	9,10	0,20	1,00	0,50	0,60	21,00	E
10	691,00	6,00	2,50	1,30	0,80	0,00	19,00	E

11	630,00	6,90	1,60	1,30	1,00	0,00	19,00	E
12	615,00	9,00	3,10	1,70	0,80	0,00	15,00	D
13	654,00	8,50	1,80	1,00	1,00	0,10	20,00	E
14	257,00	3,80	2,20	1,13	0,50	1,80	11,00	D
15	556,00	6,70	3,10	1,20	1,30	0,00	17,00	D
16	541,00	7,00	2,00	1,30	0,70	0,00	18,00	D
17	541,00	7,00	2,10	1,30	0,70	0,10	18,00	D
18	603,00	8,80	2,90	1,40	0,70	0,00	21,00	E
19	553,00	7,00	2,40	1,30	0,60	0,20	18,00	D
20	268,00	3,00	3,20	1,50	0,60	0,00	12,00	D
21	732,00	13,30	0,70	1,00	1,00	0,00	22,00	E
22	247,00	3,30	1,60	1,53	0,50	0,00	13,00	D
23	328,00	4,00	3,70	1,80	0,50	0,00	16,00	D
24	389,00	4,10	5,00	1,50	0,60	0,00	16,00	D
25	355,00	3,70	4,30	1,80	0,40	0,00	16,00	D
26	346,00	4,10	3,90	1,50	0,90	0,00	16,00	D
27	388,00	4,10	1,50	0,90	0,40	0,00	12,00	D
28	330,00	4,00	4,20	1,80	1,10	0,60	16,00	D

Mayonez türlerine göre Nutriskor sınıflaması ve renk skalası dağılımı Tablo 8’de incelenmiştir. Mayonezler Nutriskor sınıflamasına göre incelendiğinde, klasik, trüflü ve sriracha mayonezler D sınıfında yer alırken, sarımsaklı ve acılı mayonezler E sınıfında, light mayonez D–E sınıfında ve diğer mayonezler ise D sınıfında yer almıştır.

Tablo 8 - Mayonez türlerinde Nutriskor sınıflaması ve renk skalalarının değerlendirilmesi

Bileşenler	Klasik mayonez			Sarımsaklı mayonez			Trüflü mayonez			Acılı mayonez							
	X	S	AD	Ü	M	X S AD	Ü	M	X S AD	Ü	Md	X S A Ü Md					
Nutriskor sınıflaması	4	0	3,00	5	4	4 0	4,00	5	5	4 0 4,00	4	4,00	4	0	4	5	4,50
Renk skalası	D			E			D			D-E							
Bileşenler	Light mayonez			Sriracha mayonez			Diğerleri										
	X	SS		A	Ü	M X	S	A	Ü Md	X	S	A	Ü Md				
Nutriskor sınıflaması	4	0,71		4	5	4	4,00	0	4	4	4,00	4,00	0	4	4	4,00	
Renk skalası	D-E			D			D										

Mayonez türlerine (klasik, sarımsaklı, trüflü, acılı, light, sriracha ve diğerleri) ait enerji ve besin bileşimi karşılaştırmaları Tablo 9’da verilmiştir. Enerji içeriği 287,50–633,00 kkal/100 g arasında değişmiş olup en yüksek değer sarımsaklı mayonezde, en düşük değer sriracha mayonezde saptanmıştır. Doymuş yağ asidi içeriği 3,65–8,15 g/100 g, şeker içeriği 1,63–3,78 g/100 g, tuz içeriği 1,23–1,67 g/100 g, protein içeriği 0,50–0,93 g/100 g ve lif içeriği

0,00–0,48 g/100 g aralıklarında belirlenmiştir. Gruplar arasında enerji, doymuş yağ asidi, şeker, tuz, protein ve lif içerikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Mayonez türlerine (klasik, sarımsaklı, trüflü, acılı, light, sriracha ve diğerleri) ait Nutriskor değerleri ve Nutriskor sınıflaması Tablo 10’da karşılaştırılmıştır. Nutriskor değerleri klasik mayonezde $15,60\pm 3,95$, sarımsaklı mayonezde $18,00\pm 2,65$, trüflü mayonezde $16,00\pm 3,37$ ve acılı mayonezde $19,50\pm 2,12$ olarak belirlenmiştir. Light mayonezde $17,00\pm 7,07$, sriracha mayonezde $14,50\pm 2,12$ ve diğer mayonezlerde $15,20\pm 1,79$ olarak saptanmıştır. Gruplar arasında Nutriskor değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,573$; KWH=4,778). Nutriskor sınıflaması açısından klasik mayonez $4,20\pm 0,63$, sarımsaklı mayonez $4,67\pm 0,58$, trüflü mayonez $4,00\pm 0,00$ ve acılı mayonez $4,50\pm 0,71$ olarak belirlenmiştir. Light mayonez $4,50\pm 0,71$, sriracha mayonez $4,00\pm 0,00$ ve diğer mayonezler $4,00\pm 0,00$ olarak saptanmıştır. Gruplar arasında Nutriskor sınıflaması açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,394$; KWH=6,268).

Mayonez türlerine göre Nutriskor değerleri ve Nutriskor sınıflaması ile enerji ve besin bileşenleri arasındaki korelasyonlar Tablo 11’de incelenmiştir. Klasik mayonezde Nutriskor değerleri ile enerji ($r=0,912$; $p<0,01$) ve doymuş yağ asidi ($r=0,851$; $p<0,01$) arasında pozitif yönde güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler belirlenmiştir. Şeker, tuz, protein ve lif ile Nutriskor değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır. Nutriskor sınıflaması ile enerji ($r=0,874$; $p<0,01$) arasında da pozitif yönde güçlü ve anlamlı bir ilişki saptanmış, diğer bileşenlerle anlamlı ilişki bulunmamıştır. Sarımsaklı mayonezde Nutriskor değerleri ile enerji ($r=1,000$; $p>0,05$), doymuş yağ asidi ($r=-0,500$; $p>0,05$), şeker ($r=-0,500$; $p>0,05$), tuz ($r=-1,000$; $p>0,05$), protein ($r=0,866$; $p>0,05$) ve lif ($r=0,866$; $p>0,05$) arasında korelasyonlar gözlenmiş, ancak örnek sayısına bağlı olarak istatistiksel anlamlılık sınırlı kalmıştır.

Nutriskor sınıflaması ile protein ($r=1,000$; $p>0,05$) arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Trüflü mayonezde Nutriskor değerleri ile doymuş yağ asidi ve tuz arasında pozitif ($r=1,000$; $p>0,05$), şeker ile negatif ($r=-0,738$; $p>0,05$) ilişki görülmüş, ancak hiçbir ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Acılı mayonezde Nutriskor değerleri ve Nutriskor sınıflaması ile tüm besin bileşenleri arasında tam pozitif veya tam negatif korelasyonlar ($r=\pm 1,000$) saptanmıştır. Light mayonezde Nutriskor değerleri ve sınıflaması ile enerji, doymuş yağ asidi ve protein arasında pozitif ($r=1,000$), şeker ve tuz ile negatif ($r=-1,000$) korelasyonlar belirlenmiştir. Sriracha mayonezde Nutriskor değerleri ile enerji, doymuş yağ asidi, şeker ve tuz arasında mükemmel pozitif korelasyon ($r=1,000$) görülmüştür. Diğer mayonezlerde Nutriskor değerleri ile enerji, doymuş yağ asidi, şeker, tuz ve protein arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan korelasyonlar ($p>0,05$) saptanmıştır.

Tablo 9 - Mayonez türlerinde besin bileşenlerinin değerlendirilmesi

Bileşenler	Klasik mayonez					Sarımsaklı mayonez					Trüflü mayonez					Acılı mayonez					p	KWH
	X	SS	AD	ÜD	Md	X	SS	AD	ÜD	Md	X	SS	AD	ÜD	Md	X	SS	AD	ÜD	Md		
Enerji (kkal/100g)	492,00	148,51	291,00	696,00	468,50	633,00	19,67	615,00	654,00	630,00	473,75	144,67	257,00	556,00	541,00	578,00	35,36	553,00	603,00	578,00	0,128	5,692
Doymuş yağ asiti (g/100g)	5,24	2,82	0,30	9,10	5,35	8,13	1,10	6,90	9,00	8,50	6,13	1,56	3,80	7,00	6,85	7,90	1,27	7,00	8,80	7,90	0,271	3,914
Şeker (g/100g)	1,63	0,76	0,20	2,50	1,65	2,17	0,81	1,60	3,10	1,80	2,35	0,51	2,00	3,10	2,15	2,65	0,35	2,40	2,90	2,65	0,094	6,398
Tuz (g/100g)	1,27	0,30	0,90	1,87	1,30	1,33	0,35	1,00	1,70	1,30	1,23	0,08	1,13	1,30	1,25	1,35	0,07	1,30	1,40	1,35	0,291	3,736
Protein (g/100g)	0,58	0,26	0,20	0,90	0,60	0,93	0,12	0,80	1,00	1,00	0,80	0,35	0,50	1,30	0,70	0,65	0,07	0,60	0,70	0,65	0,188	4,782
Lif (g/100g)	0,38	0,88	0,00	2,80	0,00	0,03	0,06	0,00	0,10	0,00	0,48	0,88	0,00	1,80	0,05	0,10	0,14	0,00	0,20	0,10	0,697	1,436
Bileşenler	Light mayonez					Srircha mayonez					Diğerleri					p	KWH					
	X	SS	AD	ÜD	Md	X	SS	AD	ÜD	Md	X	SS	AD	ÜD	Md							
Enerji (kkal/100g)	500,00	328,10	268,00	732,00	500,00	287,50	57,28	247,00	328,00	287,50	361,60	26,14	330,00	389,00	355,00	0,128	5,692					
Doymuş yağ asiti (g/100g)	8,15	7,28	3,00	13,30	8,15	3,65	0,49	3,30	4,00	3,65	4,00	0,17	3,70	4,10	4,10	0,271	3,914					
Şeker (g/100g)	1,95	1,77	0,70	3,20	1,95	2,65	1,48	1,60	3,70	2,65	3,78	1,34	1,50	5,00	4,20	0,094	6,398					
Tuz (g/100g)	1,25	0,35	1,00	1,50	1,25	1,67	0,19	1,53	1,80	1,67	1,50	0,37	0,90	1,80	1,50	0,291	3,736					
Protein (g/100g)	0,80	0,28	0,60	1,00	0,80	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50	0,68	0,31	0,40	1,10	0,60	0,188	4,782					
Lif (g/100g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,27	0,00	0,60	0,00	0,697	1,436					

Mayonezlerin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Testi (KWH) kullanılmıştır.

Tablo 10 - Mayonez türlerinde Nutriskor değerleri ve sınıflamasının değerlendirilmesi

Bileşenler	Klasik mayonez					Sarımsaklı mayonez					Trüflü mayonez					Acılı mayonez					p	KWH
	X	SS	AD	ÜD	Md	X	SS	AD	ÜD	Md	X	SS	AD	ÜD	Md	X	SS	AD	ÜD	Md		
Nutriskor değerleri	15,60	3,95	8,00	21,00	16,00	18,00	2,65	15,00	20,00	19,00	16,00	3,37	11,00	18,00	17,50	19,50	2,12	18,00	21,00	19,50	0,573	4,778
Nutriskor sınıflaması	4,20	0,63	3,00	5,00	4,00	4,67	0,58	4,00	5,00	5,00	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,50	0,71	4,00	5,00	4,50	0,394	6,268

Bileşenler	Light mayonez					Sırıcha mayonez					Diğerleri					p	KWH
	X	SS	AD	ÜD	Md	X	SS	AD	ÜD	Md	X	SS	AD	ÜD	Md		
Nutriskor değerleri	17,00	7,07	12,00	22,00	17,00	14,50	2,12	13,00	16,00	14,50	15,20	1,79	12,00	16,00	16,00	0,573	4,778
Nutriskor sınıflaması	4,50	0,71	4,00	5,00	4,50	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	0,394	6,268

Mayonezlerin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Testi (KWH) kullanılmıştır.

Tablo 11 - Mayonez türlerinde Nutriskor sınıflaması ile besin bileşenleri korelasyonu

Mayonez örnekleri		Enerji (kkal/100g)	Doymuş yağ asiti (g/100g)	Şeker (g/100g)	Tuz (g/100g)	Protein (g/100g)	Lif (g/100g)
Klasik mayonez	Nutriskor değerleri	rho	0,912	0,851	-0,442	-0,359	0,334
		p	0,000**	0,002**	0,201	0,308	0,345
	Nutriskor sınıflaması	rho	0,874	0,576	-0,445	-0,035	0,134
		p	0,001**	0,082	0,197	0,923	0,712
Sarımsaklı mayonez	Nutriskor değerleri	rho	1,000**	-0,500	-0,500	-1,000**	0,866
		p		0,667	0,667		0,333
	Nutriskor sınıflaması	rho	0,866	-0,866	-0,866	-0,866	1,000**
		p	0,333	0,333	0,333	0,333	0,667
Trüflü mayonez	Nutriskor değerleri	rho	0,333	1,000**	-0,738	1,000**	0,333
		p	0,667		0,262		0,667
	Nutriskor sınıflaması	rho	1,000**	1,000**	1,000**	1,000**	-1,000**
		p					
Acılı mayonez	Nutriskor değerleri	rho	1,000**	1,000**	1,000**	1,000**	1,000**
		p					
	Nutriskor sınıflaması	rho	1,000**	1,000**	1,000**	1,000**	1,000**
		p					
Light mayonez	Nutriskor değerleri	rho	1,000**	1,000**	-1,000**	-1,000**	1,000**
		p					
	Nutriskor sınıflaması	rho	1,000**	1,000**	-1,000**	-1,000**	1,000**
		p					
Sırıcha mayonez	Nutriskor değerleri	rho	1,000**	1,000**	1,000**	1,000**	
		p					
	Nutriskor değerleri	rho	-0,354	-0,395	0,707	0,745	0,544
		p	0,559	0,510	0,182	0,148	0,343
							0,685

Tartışma

Bu çalışmada ketçap ve mayonez örnekleri Nutriskor kapsamında değerlendirildiğinde, ürünlerin büyük çoğunluğunun D ve E sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Bu sonuç, işlenmiş sos ürünlerinin genel olarak düşük besin kalitesine sahip olduğunu bildiren önceki çalışmalarla uyumludur. Drewnowski ve Fulgoni (2015) enerji yoğunluğu yüksek ve besin ögesi yoğunluğu düşük ürünlerin genellikle düşük kalite kategorilerinde yer aldığını göstermiştir (Drewnowski ve Fulgoni, 2014). Yine Hafner ve Pravst (2021) çalışmasına göre, Nutriskor veri tabanı üzerinde yaptığı analizde, sos ve çeşni grubunun çoğunlukla D–E kategorilerinde toplandığı yer almıştır (Hafner ve Pravst, 2021).

Ketçap örneklerinde şeker ve sodyum içeriğinin geniş varyasyon göstermesi endüstriyel formülasyon farklılıklarını ortaya koymaktadır. Bu çalışmada şeker içeriği 13,0–25,0 g/100 g arasında değişirken, bu durum küresel ketçap ürünleri üzerinde yapılan analizlerle de örtüşmektedir. Özellikle Action on Sugar (2017) tarafından yapılan değerlendirmede, soslarda şeker azaltılmasına yönelik yönergeleri rapor etmiştir (What Is Next? The UK's Sugar Reduction Programme, Wolfson Institute of Population Health, 2022). Bu durum Nutriskor değerlerinin düzelmesinde önemli bir adımdır. Benzer şekilde Borg ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, şeker azaltımı yapılan ürünlerde Nutri-Score skorlarının belirgin şekilde iyileştiği gösterilmiştir (Ter Borg vd., 2021).

Çalışmamızda tuz içeriği ile Nutriskor sınıflaması arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki bulunması, sodyumun besin profillemeye sistemlerinde kritik bir belirleyici olduğunu doğrulamaktadır. Yapılan bir çalışmada, tuz azaltımı yapılan ürünlerde Nutriskor değerlerin belirgin şekilde iyileştiği gösterilmiştir (Ter Borg vd., 2021). Dünya Sağlık Örgütü yetişkinlerde günlük sodyum alımının

5 g tuz (2 g sodyum) ile sınırlandırılmasını önermekte olup, mevcut ketçap örneklerinde bu sınırın küçük porsiyonlarda dahi aşılacağı görülmektedir (World Health Organization (2012). Guideline: Sodium intake for adults and children., 2012). Orlando ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2019) ketçap ve mayonez tüketimi de incelenmiş, öğünde farklı sodyum alımının mümkün olduğu ve bu durumda sodyum tüketiminin düzenleyici kurumlar tarafından önerilen günlük değerin üzerinde olduğu vurgulamıştır (Orlando vd., 2020).

Meyve-sebze içeriği ile Nutriskor arasında beklenen negatif ilişkinin bazı örneklerde gözlenmesi, literatürde de tartışılan bir durumdur. Soslarda yüksek domates içeriği bulunmasına rağmen buna eşlik eden şeker ve tuz ilavesi, genel besin profilini olumsuz yönde etkilemektedir. Ultra-işlenmiş ketçap ve mayonezlerde sınırlandırılması gereken besin maddelerinin (sodyum, serbest şekerler, doymuş yağ asitleri, trans yağ asitleri ve toplam enerji) miktarının azaltılması yeniden formülasyonda diğer bileşenlerin değişimini de beraberinde getirecek olup bütüncül değerlendirilmesi gerekir (Scrinis ve Monteiro, 2018).

Mayonez örneklerinde ise yüksek enerji ve yağ içeriği beklenen bir bulgudur. Yapılan çalışmalarda mayonezlerin enerji değeri yaklaşık 500-700 kkal/100 g olup bu çalışma ile benzerlik göstermektedir (Abd Rashed vd., 2017), (Liu, Xu, ve Guo, 2007). Mayonezler Nutriskor sisteminde çoğunlukla D kategorisinde yer almaktadır (Bolhuis, Adema, van Bergen, ve Onwezen, 2025). Bu çalışmada da özellikle sarımsaklı ve acılı mayonezlerde yüksek enerji ve doymuş yağ içeriğine sahip olup mayonez türlerine göre D ve E kategorilerinde yer almıştır.

Su içinde yağ emülsiyonu olan mayonezler yüksek yağ ve enerji içeriğine sahiplerdir (Bhattacharya, 2023). Korelasyon analizlerinde özellikle klasik mayonezde enerji ve doymuş yağ ile Nutriskor arasındaki güçlü pozitif ilişkiler bu algoritmanın yağ

yoğunluğunu güçlü bir risk göstergesi olarak değerlendirdiğini göstermektedir. Amberntsson ve arkadaşları (2025) tarafından da vurgulanmış olup, doymuş yağ içeriği daha yüksek mayonezlerde Nutriskor değerleri olumsuz artış göstermektedir. Aynı zamanda mayonezler yüksek enerji içeriği nedeniyle ana algoritmada düşük bir Nutriskor puanı alırlar (Amberntsson vd., 2025).

Genel olarak bu bulgular Nutriskor sisteminin sos ve çeşni ürünlerinde besin kalitesini ayırt etmede tutarlı bir yaklaşım sunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, özellikle meyve-sebze içeriği gibi değişkenlerin bazı ürünlerde beklenen yönü desteklememesi, sistemin endüstriyel formülasyon farklılıklarını tam olarak yakalayamadığını düşündürmektedir.

Sonuç olarak ketçap ve mayonez gibi yaygın tüketilen sosların çoğunlukla düşük besin kalitesine sahip olduğu, özellikle şeker ve sodyum içeriğinin bu durumu belirlediği görülmektedir. Bu bulgular, gıda reformülasyonu politikalarının ve ön yüz etiketleme sistemlerinin halk sağlığı açısından önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Sonuç ve Geleceğe Bakış

Bu çalışmada Türkiye’de satışa sunulan ticari ketçap ve mayonez ürünlerinin Nutriskor değerleri değerlendirilmiş ve ürünlerin büyük çoğunluğunun düşük beslenme kalitesini ifade eden D ve E sınıflarında yer aldığı belirlenmiştir. Ketçap örneklerinde özellikle tuz içeriğinin Nutriskor sınıflaması ile anlamlı ve pozitif ilişkili olduğu, mayonez örneklerinde ise enerji ve doymuş yağ içeriğinin Nutriskor değerlerini belirgin şekilde etkilediği saptanmıştır. Ketçap türleri arasında Nutriskor değerleri bakımından anlamlı farklılıklar bulunurken, mayonez türlerinde benzer sınıflandırma eğilimleri görülmüştür. Bulgular ultra işlenmiş sos ürünlerinde şeker, sodyum ve doymuş yağ içeriğinin beslenme kalitesini olumsuz etkileyen temel bileşenler olduğunu ortaya

koymaktadır. Ayrıca ürünler arasında görülen geniş besin bileşimi farklılıkları, üretici firmaların formülasyon tercihleri ve ürün standardizasyonundaki değişkenlikleri göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda ketçap ve mayonez gibi yaygın tüketilen sos ürünlerinde şeker, tuz ve doymuş yağ miktarının azaltılmasına yönelik reformülasyon çalışmalarının teşvik edilmesi önerilmektedir. Ön yüz etiketleme sistemlerinin yaygınlaştırılması ve tüketicilerin Nutriskor gibi besin profillemeye sistemleri konusunda bilinçlendirilmesi, daha sağlıklı ürün tercihlerinin desteklenmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca gelecekte yapılacak çalışmalarda daha geniş örneklem gruplarıyla farklı sos çeşitlerinin değerlendirilmesi, ürünlerin katkı maddesi ve yağ asidi profillerinin incelenmesi ve tüketim sıklığı verileriyle birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir. Böylece sos ürünlerinin halk sağlığı üzerindeki etkileri daha kapsamlı biçimde ortaya konulabilir ve beslenme politikalarına bilimsel katkı sağlanabilir.

Kaynakça

Abd Rashed, A., Noh, M. F. M., Khalid, N. M., Ab Rahman, N., Tasirin, A., Omar, W. S. W., Nawi, M. N. M., Jamilan, M. A., & Selamat, R. (2017). The nutritional composition of mayonnaise and salad dressing in the Malaysian market. *Sains Malaysiana*, 46(1), 139-147. Doi:10.17576/jism-2017-4601-18

Amberntsson, A., Paulsen, M. M., Bianchi, M. A., Birgisdóttir, B. E., Biloft-Jensen, A. P., Konglevoll, D. M., Brantsæter, A. L., Lund-Iversen, K., Andersen, L. F., & Abel, M. H. (2025). Improvements to the Nutri-Score to address challenges identified in a Nordic setting. *Food Nutr Res*, 69. Doi:10.29219/fnr.v69.10914

Bach-Faig, A., Berry, E. M., Lairon, D., Reguant, J., Trichopoulou, A., Dernini, S., Medina, F. X., Battino, M., Belahsen, R., Miranda, G., & Serra-Majem, L. (2011). Mediterranean diet pyramid today.

Science and cultural updates. *Public Health Nutrition*, 14(12A), 2274-2284. Doi:10.1017/S1368980011002515

Bhattacharya, S. (2023). Chapter 10 - Fats and oils. In *Snack Foods* (pp. 251-281): Academic Press. Doi:10.1016/B978-0-12-819759-2.00014-8

Bolhuis, D. P., Adema, H., van Bergen, G., & Onwezen, M. C. (2025). The impact of the eco-score and the co-presence of Nutri-Score on sustainable food identification by consumers. *Appetite*, 215, 108245. Doi:10.1016/j.appet.2025.108245

Casagrande, S. S., & Gary-Webb, T. L. (2010). Chapter 8 - Trends in US Adult Fruit and Vegetable Consumption. In R. R. Watson & V. R. Preedy (Eds.), *Bioactive Foods in Promoting Health* (pp. 111-130). San Diego: Academic Press. Doi:10.1016/B978-0-12-374628-3.00008-6

Demir, G., Gökoğlu, F., Kılıçkalkan, B., Baş, B. B., & Altunel, H. (2020). Kadın ve erkek tüketicilerin gıda katkı maddeleri ile ilgili bilgi, tutum ve davranışları. *Food and Health*, 6(4), 225-237. Doi:10.3153/FH20023

Drewnowski, A., & Fulgoni, V. L. (2014). Nutrient density: principles and evaluation tools. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 99(5), 1223S-1228S. Doi:<https://doi.org/10.3945/ajcn.113.073395>

Food and Agriculture Organization of the United Nations, *Dietary Guidelines*, 2026. Retrieved from <https://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/home/en/>. Retrieved 08.05.2026, 13:59.

Oruçoğlu, B., Kemaloğlu, E., & Kemaloğlu, M. (2024). Ultra İşlenmiş Besinler. *GÜSBD*, 13(1): 466 – 474.

Hafner, E., & Pravst, I. (2021). Evaluation of the Ability of Nutri-Score to Discriminate the Nutritional Quality of Prepacked Foods Using a Sale-Weighting Approach. *Foods*, 10(8), 1689. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/8/1689>. Doi: 10.3390/foods10081689.

Ketchup Market Size & Share Analysis - Growth Trends and Forecast (2026 - 2031). (2026). Retrieved from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/ketchup-market>. Retrieved 12.05.2026, 14:19.

Liu, H., Xu, X., & Guo, S. D. (2007). Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT-Food Science and Technology*, 40(6), 946-954. Doi:10.1016/j.lwt.2006.11.007

Marcus, J. B. (2013). Chapter 1 - Nutrition Basics: What Is Inside Food, How It Functions and Healthy Guidelines: The Nutrients in Foods and Beverages in Healthy Cooking and Baking. In *Culinary Nutrition* (pp. 1-50). San Diego: Academic Press. Doi:10.1016/B978-0-12-391882-6.00001-7

Orlando, E. A., Rebellato, A. P., Silva, J. G. S., Andrade, G. C., & Pallone, J. A. L. (2020). Sodium in different processed and packaged foods: Method validation and an estimative on the consumption. *Food Res Int*, 129, 108836. Doi:10.1016/j.foodres.2019.108836

The Scientific Committee of the Nutri-Score (ScC) (2023). Update of the nutri-score algorithm for beverages. Second update report from the Scientific Committee of the Nutri-Score V2-2023. Retrieved from https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/update_report_beverages_31_01_2023-voted.pdf. Retrieved 12.05.2026, 15:57.

Scrinis, G., & Monteiro, C. A. (2018). Ultra-processed foods and the limits of product reformulation. *Public Health Nutr*, 21(1), 247-252. Doi:10.1017/s1368980017001392

Sosa, M., Martínez, C., Arruiz, F., Hough, G., & Mucci, A. (2005). Degree of appropriateness and frequency of consumption of mayonnaise, ketchup, mustard and similar sauces in Argentina. *Food Quality and Preference*, 16(8), 667-674. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.03.008>

Tarım ve Orman Bakanlığı, Kayıt Kapsamındaki Gıda İşletmelerinin Türkiye Geneli İşyeri Sayısı, Kurulu Kapasite ve Üretim Miktarı Tablosu. (2004). Retrieved from <https://share.google/AbD35tXUe0bEot9JH>. Retrieved 12.05.2026, 13:58.

Ter Borg, S., Steenbergen, E., Milder, I. E. J., & Temme, E. H. M. (2021). Evaluation of Nutri-Score in Relation to Dietary Guidelines and Food Reformulation in The Netherlands. *Nutrients*, 13(12). Doi:10.3390/nu13124536

“TÜRKİYE BESLENME REHBERİ (TÜBER) 2022” Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı Yayın No:1031, Ankara 2022. Retrieved from https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-ve-hareketli-hayat-db/Dokumanlar/Rehberler/Turkiye_Beslenme_Rehber_TUBER_2022_min.pdf. Retrieved 07.05.2026, 16:45.

What Is Next? The UK's Sugar Reduction Programme, Wolfson Institute of Population Health. (2022). Retrieved from Action on Sugar (2017). Sugar content in ketchup and condiments report. Retrieved 21.05.2026, 09:37 Action on Sugar (2017). Sugar content in ketchup and condiments report.

World Health Organization (2012). Guideline: Sodium intake for adults and children. (2012). Retrieved from <https://www.who.int/publications/i/item/9789241504836>. Retrieved 21.05.2026, 10:07

World Health Organization, Helthy Diet, 26 January 2026. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>. Retrieved 08.05.2026, 14:44.

BÖLÜM 0

ANALOG GIDALAR

İLAYDA ÇAĞLA DEMİR¹
ÖZGÜR ÇADIRCI²

GİRİŞ

Küresel gıda güvenliği, artan nüfus ve çevresel sürdürülebilirlik sorunları karşısında risk altındadır. Birleşmiş Milletler (SOFI, 2024) verilerine göre, günümüzde her on bir kişiden biri açlık riskiyle karşı karşıyadır. Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 10 milyara ulaşması beklenmektedir. Artan dünya nüfusunun gereksinimi için gıda üretim kapasitesinin %70 oranında artırılması gerekmektedir. Özellikle hayvansal proteinlere yönelik talebin karşılanması için süt ve et ürünlerinde sırasıyla %80 ve %100 oranlarında artış kaçınılmazdır. Bu durum mevcut üretim modellerinin sürdürülebilirliğini sorgulatmaktadır (FAO, 2022).

Hayvansal proteinler yüksek biyoyararlanım sağlamaktadır fakat üretim süreçleri yüksek maliyetlere sahiptir. Küresel sera gazı emisyonlarının %34'ü tarım ve gıda sistemleri kaynaklıdır. Bu emisyonların yaklaşık 1/3'ü doğrudan hayvancılık faaliyetlerinden

¹ Diyetisyen, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi, Orcid: 0009-0009-5418-0303

² Prof.Dr. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi, Orcid: 0000-0003-2018-2545

kaynaklanmaktadır (Feigin et al., 2025). 2030 yılı "sıfır açlık" hedeflerinden sapılması ve COVID-19 pandemisinin gıda güvenliği üzerindeki etkisi gıda endüstrisinde köklü değişimleri zorunlu kılmıştır (FAO, 2022, OECD/FAO, 2021).

Alternatif Protein Kaynakları

Baklagiller

Bitkisel proteinler, düşük maliyet ve kolay erişilebilirlikleri sebebiyle hayvansal proteinlere karşı en güçlü alternatiftir. Baklagiller, diğer alternatif kaynaklara göre yüksek protein içerikleriyle öne çıkmaktadır. Soya fasulyesi %35–40, bezelye %23–27, fasulye %25, mercimek %22–30 ve nohut %20–24 oranında protein içermektedir. Baklagiller lizin ve lösin açısından zengin, ancak kükürtlü amino asitler yönünden kısıtlıdır (Náthia-Neves et al., 2025). Yer fıstığı ve soya, sindirilebilirliğe göre düzeltilmiş amino asit skoru (PDCAAS) bakımından hayvansal kaynaklara en yakın bitkisel proteinler arasındadır (FAO/WHO/UN, 2002).

Tahıllar ve Yalancı Tahıllar (Pseudocereals)

Tahıllar, küresel beslenmenin temelini oluşturmaktadır. Farklı tahıl grupları arasında protein kalitesi açısından değişkenlikler vardır. Yulaf, yüksek biyolojik değeri (%74,5–79,6) ve baskın albümin ve globulin fraksiyonuyla dikkat çekmektedir (Chandran, Suri, & Choudhary, 2023). Buğday (%8-15 protein) yüksek sindirilebilirliğe (% 91) sahiptir. Öte yandan buğday gluteni %64 biyolojik değer, %67 net protein kullanımına sahipken düşük PDCAAS (%25) değeriyle bazı amino asitlerde yetersiz kalmaktadır (Ismail et al., 2020). Pirinç proteini ise metiyonin ve sistein gibi kükürtlü amino asitler açısından zengin yapıya sahiptir. %93'lük yüksek sindirilebilirliği ile hipoalerjenik bir alternatif sunmaktadır (Jayaprakash et al., 2022; Verma & Srivastav, 2020).

Yalancı tahıllar (pseudocereals); karabuğday, kinoa, chia ve amarantı kapsamaktadır. Klasik tahıllardan daha yüksek protein oranına (%12–19) ve daha dengeli amino asit profiline sahip bir gruptur (Hoehnel et al., 2022). **Kinoa** (%13,8–18 protein), tüm esansiyel amino asitleri içeren tam bir protein kaynağıdır (Li et al., 2021). **Chia** (%21–37 protein) yüksek lif ve amino asit içeriğine sahiptir. **Karabuğday** glütensiz yapısı ve yüksek biyoyararlanımı (%80) ile dikkat çekmektedir. **Amarant** (%13–19 protein) ise lizin ve doymamış yağ asitleri açısından zengin bileşimiyle bitki bazlı gıda formülasyonlarında kritik öneme sahiptir (Kulczyński et al., 2019, Hoehnel et al., 2022, Ayala-Niño et al., 2020; Jin et al., 2022).

Yağlı Tohumlar

Yağlı tohumlar ve yan ürünleri değerli protein kaynaklarıdır. Badem (%19–23 protein) ve yer fıstığı (%20,7–25,3 protein) esansiyel amino asitlerin yanı sıra E vitamini ve minerallerce de zengindir (Barreca et al., 2020; Bonku & Yu, 2020). Endüstriyel bir yan ürün olan pamuk tohumu küspesi (%35–40 protein) ile dengeli amino asit profiline sahiptir. Kanola proteini (PDCAAS: 0,61-0,86), sürdürülebilir protein üretimi açısından oldukça yüksek potansiyel taşımaktadır (Tang & Ghosh, 2023; Kumar et al., 2021a).

Makro-Mikro Algler

Deniz yosunları ve mikroalgler %30–50 protein içeriğine sahiptir ve %75 biyoyararlanım oranıyla dikkat çekmektedir. Fenilalanin ve treonin açısından zengin kaynaklardır. Prebiyotik etkileriyle bağırsak mikrobiyotasını desteklemektedir. Peynir, yoğurt ve dondurma gibi ürünlerin mineral içeriğini ve dokusunu geliştirmede işlevsel bileşen olarak kullanılmaktadır (Raja et al., 2022; Kandil, 2019). Özellikle *Rhodomonas salina* ve *Tetraselmis chui* gibi türlerin sunduğu deniz ürünü aromaları, analog gıda

üretiminde yüksek potansiyel taşımaktadır (Coleman et al., 2022). Ancak, ağır metal biriktirme riskleri ve yüksek iyot içerikleri sebebiyle tüketim sırasında gıda güvenliği sınırlarına dikkat edilmelidir (Raja et al., 2022).

Yenilebilir Böcekler

Yenilebilir böcekler, %20–70 arasında değişen yüksek kaliteli protein içermektedir. Ayrıca %46–96 seviyesindeki sindirilebilirlik oranlarıyla sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır (Ordoñez-Araque et al., 2022). Böcek türü ve gelişim evrelerine göre besin ögesi içeriği değişmektedir. Böcekler omega-3/omega-6 yağ asitleri, B grubu vitaminleri ve mineraller (demir, çinko, selenyum) açısından zengin bir mikro besin profiline sahiptir (Bessa et al., 2020).

Mantarlar

Mantarlar, %19-35 oranlarında protein, düşük yağ (%2–6) ve yüksek diyet lifi (%50–65) içeriğine sahiptir. Bu sayede hipokalorik ve fonksiyonel gıdalar kategorisinde değerlendirilmektedir (Araújo-Rodrigues et al., 2024). Mantar proteinlerinin sindirilebilirliği (%70–80), hayvansal proteinlere (et %90–95) yakındır (Wang & Zhao, 2023). Özellikle *Fusarium venenatum* türünden elde edilen ve "Quorn" ticari adıyla bilinen **mikoprotein**, kuru ağırlıkta %45 protein ve %25 lif içeriğine sahiptir. Et benzeri doku sunan başarılı alternatiflerden biridir (Finnigan et al., 2019).

Alternatif bitki bazlı kaynaklar arasında; "fakirlerin eti" olarak bilinen *Pereskia aculeata* kaktüsü %25 protein oranına sahiptir. %33,4 protein içeren bambu filizleri de öne çıkmaktadır. Ayrıca kenevir tohumu (%25–30), yüksek sindirilebilirliği ve damar sağlığını destekleyen arginin içeriğiyle et alternatifleri için güçlü bir adaydır (Milião et al., 2022).

Et Analogları

Geleneksel anlamda et; sığır, kümes hayvanları ve diğer çiftlik hayvanlarından elde edilen kas, yağ ve bağ dokularını içeren hayvansal kaynaklı bir besindir (Kara et al., 2021). Yüksek biyolojik değerli proteini, B grubu vitaminleri ve mineral içeriği ile insan beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Pereira & Vicente, 2022). Artan küresel talebin 2029 yılına kadar 366 milyon metrik tona ulaşacağı öngörülmektedir (Kumar et al., 2021b). Bu durum, hayvancılık sektörünün su ve arazi kullanımı üzerindeki baskısını artırarak sürdürülebilirlik krizini derinleştirmektedir.

Bitki bazlı et analogları (PBMA) tat, doku ve görünüm açısından gerçek eti taklit ederek hem çevresel etkiyi azaltmayı hem de gıda güvenliğini sağlamayı amaçlayan yenilikçi gıdalardır (Muiruri et al., 2025). Bitkisel proteinler, hayvansal proteinlerle birebir aynı amino asit profiline sahip değildir. Uygun formülasyonlar (örneğin sistein, metiyonin ve tirozin eksikliği bulunan nohut proteini ile lizin eksikliği olan pirinç proteininin birleştirilmesi) ile PDCAAS değerleri yükseltilebilmektedir (Pinckaers et al., 2021).

Geleneksel Et Analogları

Tempheh: Soya fasulyesinin fermente edilmesiyle üretilir. Endonezya kökenli bir gıdadır. Fermantasyon süreci sayesinde aspartik asit, glutamik asit ve lizin gibi amino asitlerce zengindir. Yüksek besin değerine sahip kek formunda bir yapı sunar (Thulesen et al., 2025).

Tofu: Soya sütünün pıhtılaştırılması ve preslenmesiyle elde edilir. Yaklaşık %12,3 protein içeren temel bir analogdur (Anjum et al., 2023).

Seitan: Buğday unundan nişastanın uzaklaştırılmasıyla elde edilen "buğday gluteni"dir. Lifli yapısı sayesinde et dokusuna en yakın geleneksel alternatiflerden biridir. Yaklaşık %19-21 protein içeriğine sahiptir. Ancak lizin içeriği bakımından kısıtlıdır (Reynaud et al., 2021).

Analog Et Üretim Teknolojileri

Et analogları üretmenin temel amacı, bitkisel veya hücresele kaynakları hayvansal et benzeri hale getirmektir. Bu süreçte, etin lifli yapısı, fiziksel özellikleri ve tadı taklit edilmeye çalışılır. Kullanılan üretim yöntemleri ise kullanılan ham maddenin nasıl işlendiğine bağlı olarak değişir.

3D Biyobaskı: Kültür eti üretiminde karşılaşılan doku heterojenliği sorununa çözüm sunmaktadır. Dijital tasarımlar aracılığıyla hücrelerin, yağın ve besin bileşenlerinin hassas bir şekilde katmanlandırılmasını sağlar. Bu yöntem, etin anatomik yapısını kopyalar. Bu sayede gerçekçi bir lezzet hissi ve doku bütünlüğü sağlanır (Balasubramanian et al., 2021).

Kültür Eti Üretimi: Hayvan kesimi gerektirmeyen bir yöntemdir. Donör hayvanlardan alınan kök hücrelerin biyoreaktörlerde, uygun besiyeri ve iskele (scaffold) yapılar üzerinde çoğaltılması prensibine dayanır (Zhang et al., 2020). "Temiz et" olarak da adlandırılmaktadır. Air-lift biyoreaktör sistemleri sayesinde endüstriyel ölçekte üretim potansiyeline ulaşmıştır (Xueliang et al., 2020).

Ekstrüzyon: Sektörde en yaygın kullanılan yöntemdir. Bitkisel formülasyonların yüksek sıcaklık, basınç ve mekanik kesme kuvveti altında vidalı sistemlerle pişirilip daha sonra soğutma kalıplarında lifli yapılara dönüştürülmesini kapsar (Chakravorty & Das, 2024).

Elektro-Eğirme (Electro-spinning): Elektriksel alan yardımıyla polimer çözeltilerinden nano veya mikro ölçekte ince lifler elde edilmesidir. Zein gibi bitkisel proteinlerden üretilen bu yüksek yüzey alanlı lifler etin kas lifi yapısını taklit etmek için oldukça uygundur (Trindade et al., 2024).

Dondurarak Yapılandırma: Düşük maliyetli üretim tekniğidir. Buz kristallerinin kontrollü ve tek yönlü (anizotropik) büyüyerek protein matrisi içinde gözenekli ve katmanlı bir doku oluşturması prensibine dayanır (Nakagawa et al., 2024).

Kesme Hücre (Shear Cell) Tekniği: Couette tipi eşmerkezli silindireler arasında proteinlerin homojen kesme kuvvetine maruz bırakılmasıdır. Ekstrüzyona alternatif olan bu yöntem, daha kontrollü ve yönelimli lif yapısı oluşturulmasına olanak tanır (Kumar et al., 2022).

Süt Analogları

Hayvansal süt; protein (%3,0–3,5), kazein, laktoz ve yüksek biyoyararlanımlı kalsiyum (120 mg/100 g) içeriğiyle insan beslenmesinde temel bir bileşendir (Holven & Sonestedt, 2024). Türk Gıda Kodeksi ve Codex Alimentarius gibi yasal düzenlemeler, sütü "meme bezlerinden elde edilen doğal salgı" olarak tanımlamaktadır. Bitki bazlı alternatiflerin "süt" olarak adlandırılması terminolojik tartışmalara neden olmaktadır (FAO/WHO, 2024).

Bu tartışmalara neden olan bitki bazlı süt analogları; yağ damlacıkları, protein agregatları ve bitki doku parçalarının sulu bir faz içinde dağılmasıyla oluşan karmaşık kolloidal dispersiyonlardır (McClements et al., 2019).

Bitkisel sütler, kullanılan hammaddeye (baklagil, tahıl, kuruyemiş) ve uygulanan teknolojiye bağlı olarak hayvansal sütle benzer fonksiyonel özellikler sergileyebilir. Fakat besin profili açısından takviye (fortifikasyon) gerektirebilmektedir (Brusati et al., 2023).

Analog Süt Türleri Ve Besinsel Profilleri

Süt analogları, inek sütünün besin profilini sağlamak amacıyla genellikle kalsiyum, A, D ve B12 vitaminleri ile zenginleştirilmektedir (Han et al., 2021).

Yulaf Sütü: Yüksek karbonhidrat (22,9 g/porsiyon) ve diyet lifi içeriğiyle öne çıkar. İnek sütüne kıyasla daha düşük amino asit değerlerine sahiptir. Fakat kremi dokusu nedeniyle tercih edilebilirliği yüksektir (Yu et al., 2023).

Badem Sütü: Enerji içeriği (116,5 kJ/100 mL) ve zengin E vitamini/magnezyum profiliyle dikkat çekmektedir (Harmer et al., 2024). Protein oranı (%0,7) diğer analoglara göre daha düşüktür (Barreca et al., 2020).

Soya Sütü: %3,4 protein içeriği ve dengeli amino asit profiline sahiptir. İnek sütüne en yakın alternatiftir. Çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengindir (Olías et al., 2023).

Pirinç Sütü: Hipoalerjenik yapısı ve sindirim kolaylığı ile öne çıkar. Fenolik bileşikler açısından zengindir. Lizin ve treonin gibi esansiyel amino asitler bakımından yetersizdir (Karoui & Bouaicha, 2024).

Hindistan Cevizi Sütü: Orta zincirli yağ asitleri (MCT) ve özellikle laurik asit içeriğiyle dikkat çeker. Yüksek doymuş yağ oranı (%87) nedeniyle metabolik etkileri dikkatle değerlendirilmelidir (Paul et al., 2020).

Analog sütlerin hammadde kaynağına göre değişen makro besin bileşimleri ve karakteristik fonksiyonel özellikleri Tablo 1'de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Tablo 1: Yaygın Süt Analoglarının Besinsel Kompozisyonu ve Ayırıcı Özellikleri

Süt Analogu	Protein (g)	Yağ (g)	CHO (g)	Ayırıcı Özellikler & Mikro Besinler	Temel Eksiklikler
Soya Sütü	3.4	1.9	2.5	Yüksek biyolojik değerli protein, A, D ve B12 (takviyeli) vitamini	Fasulye benzeri karakteristik aroma (beany flavor).

				zengini.	
Yulaf Sütü	0.6	1.2	9.5	Yüksek diyet lifi, kremsi doku ve tatlı lezzet profili.	Düşük amino asit çeşitliliği ve yüksek glisemik indeks.
Badem Sütü	0.7	1.8	1.7	Düşük kalori, zengin E vitamini, magnezyum ve manganez içeriği.	Çok düşük protein oranı, çevresel su ayak izi yüksektir.
H. Cevizi Sütü	4.8	3.0	2.1	Orta zincirli yağ asitleri (MCT) ve laurik asit içeriği.	Yüksek doymuş yağ oranı (%87), LDL artış riski.
Pirinç Sütü	1.0	1.0	9.0	Hipoalerjenik yapı, sindirim kolaylığı, fenolik bileşiklerce zenginlik.	Lizin ve treonin eksikliği, çok düşük protein kalitesi.

(Paul et al., 2020)

Not: Değerler ürün türüne ve porsiyon büyüklüğüne göre standardize edilmiştir. 100 mL bazında yaklaşık hesaplamadır.

Süt Analogu Üretim Teknolojisi

Süt analoglarının üretimi, hammaddeye özgü farklılıklar gösterse de temel olarak; yağ öğütme, filtrasyon, formülasyon, sterilizasyon ve homojenizasyon aşamalarından oluşmaktadır. Ürünün duyuşal profilini ve stabilitesini iyileştirmek için stabilizatör, emülsifiyer ve aroma vericiler kullanılmaktadır. Besinsel değeri artırmak amacıyla mineral, vitamin ve protein fortifikasyonu uygulanmaktadır (Aydar et al., 2020).

Fermantasyon ve Probiyotik-Simbiyotik Potansiyel

Bitkisel sütlerde fermantasyon hem besinsel kaliteyi artırmak hem de istenmeyen duyuşal özellikleri gidermek için önemli bir süreçtir. Bu işlem tanen, fitat ve siyanür gibi anti-besinsel öge içeriğini azaltmaktadır. Bitkisel kaynaklara özgü (n-hekzanal ve n-hekzanol kaynaklı) "fasulye aromasını" azaltmaktadır. Ayrıca, *Lactobacillus* türleri ile yapılan eş-fermantasyonların, ürünün toplam protein ve

esansiyel amino asit (lizin, metiyonin, triptofan) profilini zenginleştirdiği saptanmıştır (Tangyu et al., 2019).

Bitkisel sütler içerdikleri doğal prebiyotik bileşenler sayesinde probiyotik mikroorganizmalar için uygun bir gelişim ortamı sunmaktadır. Bu yüzden "simbiyotik gıda" kategorisinde değerlendirilmektedir (Erk et al., 2019). Özellikle badem ve soya sütü bazlı probiyotik ürünlerin, bakteri canlılığını yüksek düzeyde koruduğu ve tüketiciler tarafından duyuşal açıdan kabul edilebilir bulunduğu bildirilmektedir (Ersan & Topçuoğlu, 2019). Bu fonksiyonel özellikler, bitki bazlı sütleri vegan bireyler için önemli birer nutrasötik alternatif haline getirmektedir.

Analog Gıdalarda Tüketici Kabulü

Analog gıdaların tüketici tarafından benimsenmesi sağlık kaygıları (laktoz intoleransı, hiperkolesterolemi), etik değerler (hayvan refahı) ve çevresel sürdürülebilirlik motivasyonlarıyla şekillenmektedir. Hayvancılık sektörünün küresel sera gazı emisyonlarındaki payı (%14,5) ve su ayak izi yüksektir. Bu durum tüketicileri özellikle yulaf gibi düşük çevresel etkiye sahip alternatiflere yöneltmektedir (Ak & Ermumcu Karaçil, 2022; Sumner & Burbridge, 2020).

Laboratuvar ortamında üretilen (kültür eti) etlere karşı neofobi (yeni gıdadan korkma) görölmektedir. Araştırmalar, vejetaryenlerin %55'inin bu ürünlerin tadını itici bulduğunu, et tüketenlerin %35'i ise yapısal benzerlik arttıkça ürüne daha sıcak baktığını göstermektedir (Rosenfeld & Tomiyama, 2022).

Beyond Meat ve *Impossible Foods* gibi öncü firmalar pancar suyu veya soya leghemoglobini kullanarak görsel ve duyuşal benzerliği artırmıştır. Bu durum da pazar kabulünü hızlandırmıştır (Rubio et al., 2020).

Mikroalg bazlı et alternatifleri zengin omega-3 profili ve "sağlıklı içerik" algısı sayesinde %79 gibi yüksek tüketici oranına sahiptir (Weinrich & Elshiewy, 2019).

Bitkisel sütlerin yaygınlaşmasının önündeki en büyük engel, inek sütüne kıyasla duyuşal kabul düzeyinin daha düşük olmasıdır. Lipoksijenaz enzimi aktivitesi sonucu oluşan "fasulyemsi" tatlar ve çözünmeyen büyük partiküllerin neden olduğu "tebeşirimsi" ağız hissi tüketici kabulünü olumsuz etkilemektedir (Cardello et al., 2022). Bu kısıtlamaları aşmak için teknolojik modifikasyonlar ve aroma dengeleyiciler kritik önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, analog gıdaların başarısı; bitkisel proteinlerin düşük doymuş yağ ve kolesterolsüz olma avantajlarını, geleneksel et ve sütün sunduğu duyuşal deneyimle ne kadar birleştirebildiğine bağılıdır.

Analog Gıda Bazlı Beslenmenin Sağlık Üzerine Etkileri

Analog gıdaların merkezde olduğu bitki bazlı beslenme modelleri, düşük enerji yoğunluğu ve yüksek lif içeriğe sahiptir. Bu da metabolik sağlığı çok yönlü desteklemektedir. Müdahale çalışmaları, bu beslenme düzeninin ortalama 5 kg kilo kaybı sağladığını ve kan basıncı, açlık glukozu ve HbA1c düzeylerinde anlamlı düşüşlere yol açtığını göstermektedir (Bassin et al., 2024).

Kronik Hastalıklar Üzerine Etkileri

Kardiyovasküler Hastalıklar (KVH): Bitki bazlı beslenme dislipidemi ve oksidatif stresi baskılayarak KVH insidansını %29, iskemik kalp hastalığı mortalitesini ise %32,1 oranında düşürmektedir (Wang et al., 2023).

Tip 2 Diyabet ve Obezite: Sağlıklı bitki bazlı diyetler genetik yatkınlıktan bağımsız olarak Tip 2 diyabet riskini %24 oranında azaltmaktadır. Bu etki glikoz metabolizmasının iyileşmesi ve inflamasyonun azalmasıyla ilişkilidir. Ancak işlenmiş ve sağlıksız

bitki bazlı seçimlerin tam tersi etkiyle risk artışına neden olabileceği bilinmektedir (Thompson et al., 2024).

Kanser: Kırmızı ette bulunan amin, nitrozamin ve hem demiri gibi bazı kanser türleri ile ilişkilendirilen risk faktörlerinin aksine (Curtain & Grafenauer, 2019) bitkisel polifenoller ve lifler antikarsinojenik etki gösterir. Özellikle turpgiller ve tam tahıllar, inflamasyonu baskılar ve kanser gelişimine karşı koruyucu bir etki sağlar (Bryant, 2022).

Riskler

Olumlu etkilere rağmen, plansız analog gıda tüketimi bazı besinsel yetersizlikleri beraberinde getirebilir.

Besin Ögesi Yetersizliği: Hayvansal gıdalardan sağlanan B12, D vitamini, kalsiyum, demir ve çinko gibi öğelerin bitkisel kaynaklardaki biyoyararlanımı düşüktür. Özellikle fitik asit gibi bileşenlerin mineral emilimini engellemesi nedeniyle analog gıdaların fortifikasyon (zenginleştirme) ile desteklenmesi ve diyet çeşitliliğinin sağlanması gerekmektedir (Neufingerl & Eilander, 2022).

Kemik Sağlığı: Vegan bireylerde kemik mineral yoğunluğunun (KMY) daha düşük olduğu ve kırık riskinin arttığı saptanmıştır (Hu, 2022). Ancak diyetin K vitamini, magnezyum ve potasyum gibi mikro besinlerle desteklenmesi bu riski minimize edebilir (Curtain & Grafenauer, 2023).

SONUÇ

Küresel nüfus artışı ve iklim değişikliği gıda sistemlerinde hayvansal kaynaklara bağımlılığı azaltacak sürdürülebilir bir dönüşüm gerektirmektedir. Bu süreçte analog gıdalar çevresel, ekonomik ve besinsel avantajlarıyla yeni bir model sunmaktadır.

Bitkisel kaynaklar arasında baklagiller (lizin zengini) ve tahılların (metiyonin zengini) kombinasyonu amino asit profilini dengeleyerek hayvansal proteine en yakın PDCAAS değerlerini sağlamaktadır. Yağlı tohumlar sağlıklı yağ asitleri ve minerallerle bu profili desteklemektedir. Mikroalgler ve mantarlar yüksek biyoyararlanım ve prebiyotik etkileriyle fonksiyonel derinlik kazandırmaktadır.

Et ve süt analoglarının üretiminde kullanılan ekstrüzyon, 3D biyobaskı, kültür eti teknolojileri ve elektro-eğirme yöntemleri bitkisel bileşenleri hayvansal dokunun lifli ve katmanlı yapısına dönüştürmeyi sağlamıştır. Süt analoglarında ise soya, badem, yulaf ve pirinç gibi kaynaklar protein kalitesi, düşük alerjenite ve zengin vitamin profilleriyle inek sütüne güçlü alternatifler oluşturmaktadır.

Tüketici kabulü açısından en kritik noktalar tat, aroma ve doku problemleridir. Fermantasyon, mikrobiyal modifikasyon ve teknolojik fortifikasyon (zenginleştirme) yöntemleriyle bu olumsuz durumlar aşılabilmektedir. Bitki bazlı beslenmenin obezite, Tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalık risklerini azaltmadaki rolü bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Fakat B12, demir ve çinko gibi mikro besinlerin biyoyararlanımı konusundaki hassasiyet devam etmektedir.

Sonuç olarak, analog gıdalar sadece birer "taklit ürün" değil, küresel gıda güvenliğinin ve çevresel sürdürülebilirliğin temel taşlarıdır. Gelecekteki araştırmaların ürünlerin besinsel kalitesini artırmaya, regülasyonları standartlaştırmaya ve duyuusal deneyimi iyileştirmeye odaklanması bu gıdaların toplum sağlığına ve gezegenin geleceğine olan katkısını maksimum noktaya çıkaracaktır.

KAYNAKÇA

Ak, S., & Ermumcu Karaçil, M. Ş. (2022). The importance of functional beverages in achieving sustainable nutrition. In M. Tayfur (Ed.), *Current Topics in Nutrition and Dietetics* (Vol. 12, pp. 235–245). Hatipoğlu.

Anjum, S., Agnihotri, V., Rana, S., Pandey, A., & Pande, V. (2023). The impact of processing methods and conditions on nutritional properties of soybean-based tofu: A review. *Journal of Food Engineering and Technology*, 12(1), 1–13.

Araújo-Rodrigues, H., Sousa, A. S., Relvas, J. B., Tavaría, F. K., & Pintado, M. (2024). An overview on mushroom polysaccharides: Health-promoting properties, prebiotic and gut microbiota modulation effects. *Carbohydrate Polymers*, 333, 121978.

Ayala-Niño, A., Contreras-López, E., Castañeda-Ovando, A., Sánchez-Franco, J. A., & González-Olivares, L. G. (2020). Amaranth proteins as a source of bioactive peptides: A review. *International Food Research Journal*, 27(1).

Aydar, E. F., Tutuncu, S., & Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70, 103975.

Balasubramanian, B., Liu, W., Pushparaj, K., & Park, S. (2021). The epic of in vitro meat production—a fiction into reality. *Foods*, 10(6), 1395.

Barreca, D., Nabavi, S. M., Sureda, A., et al. (2020). Almonds (*Prunus dulcis* Mill. D. A. Webb): A source of nutrients and health-promoting compounds. *Nutrients*, 12(3), 672.

Bassin, S. R., De Carvalho, J. F., & Gulati, M. (2024). A review of plant-based diets for obesity management. *Endocrine Practice*, 30(8), 779–789.

Bessa, L. W., Pieterse, E., Sigge, G., & Hoffman, L. C. (2020). Insects as human food: From farm to fork. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(14), 5017–5022.

Bohrer, B. M. (2019). An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. *Food Science and Human Wellness*, 8(4), 320–329.

Bonku, R., & Yu, J. (2020). Health aspects of peanuts as an outcome of its chemical composition. *Food Science and Human Wellness*, 9(1), 21–30.

Brusati, M., Baroni, L., Rizzo, G., Giampieri, F., & Battino, M. (2023). Plant-based milk alternatives in child nutrition. *Foods*, 12, 1544.

Bryant, C. J. (2022). Plant-based animal product alternatives are healthier and more environmentally sustainable than animal products. *Future Foods*, 6, 100174.

Cardello, A. V., Llobell, F., Giacalone, D., et al. (2022). Plant-based alternatives vs. dairy milk: Consumer segments and their responses. *Food Quality and Preference*, 100, 104599.

Chakravorty, P., & Das, A. B. (2024). Advances in high moisture extrusion cooking for meat analogue with 3D and 4D printing approaches. *Discover Food*, 4, Article 137.

Chandran, A. S., Suri, S., & Choudhary, P. (2023). Sustainable plant protein: An up-to-date overview of sources, extraction techniques and utilization. *Sustainable Food Technology*, 1, 466–483. <https://doi.org/10.1039/D3FB00003F>

Coleman, B., Van Poucke, C., Dewitte, B., et al. (2022). Potential of microalgae as flavoring agents for plant-based seafood alternatives. *Future Foods*, 5, 100139.

Curtain, F., & Grafenauer, S. (2019). Plant-based meat substitutes in the flexitarian age: An audit of products on supermarket shelves. *Nutrients*, 11(11), 2603.

Curtain, F., & Grafenauer, S. (2023). Nutritional profile of plant-based meat analogues available in Australian supermarkets: An audit of ingredients and nutrients. *Nutrients*, 15(3), 599. <https://doi.org/10.3390/nu15030599>

Das, A. K., Nanda, P. K., Dandapat, P., et al. (2021). Edible mushrooms as functional ingredients for healthier muscle foods. *Molecules*, 26(9).

Devi, V., Sethi, M., Kaur, C., et al. (2024). Temporal profile of amino acids and protein fractions in the developing kernel of maize germplasm. *Scientific Reports*, 14, 27161.

Ebrahimi, B., Nazmara, Z., Hassanzadeh, N., et al. (2021). Biomedical features of flaxseed against different pathologic situations. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 24(5), 551.

Erk, G., Seven, A., & Akpınar, A. (2019). The role of probiotic plant-based dairy products in vegan and vegetarian nutrition. *The Journal of Food*, 44(3), 453–462.

Ersan, L., & Topçuoğlu, E. (2019). Microbiological and some physico-chemical properties of probiotic yogurts enriched with almond milk. *Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludağ University*, 39(2), 321–339.

FAO. (2022). *The state of food security and nutrition in the world 2022: Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO/WHO. (2024). *Codex general standard for the use of dairy terms*. CXS 206–1999. Codex Alimentarius.

FAO/WHO/UNU. (2002). *Protein and amino acid requirements in human nutrition*. (WHO Technical Report Series, No. 935).

Feigin, S. V., Wiebers, D. O., Blumstein, D. T., Knight, A., Eshel, G., Lueddeke, G., Kopnina, H., Feigin, V. L., Morand, S., Lee, K., Brainin, M., Shackelford, T. K., Alexander, S. M., Marcum, J., Merskin, D., Skerratt, L. F., Van Kleef, G. A., Whitfort, A., Freeman, C. P., & Winkler, A. S. (2025). Solving climate change requires changing our food systems. *Oxford Open Climate Change*, 5(1), kgae024. <https://doi.org/10.1093/oxfclm/kgae024>

Finnigan, T. J., Wall, B. T., Wilde, P. J., et al. (2019). Mycoprotein: The future of nutritious nonmeat protein. *Current Developments in Nutrition*, 3(6), nzz021.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Fund for Agricultural Development, United Nations Children's Fund, World Food Programme, & World Health Organization. (2024). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2024 (SOFI 2024)*. Rome: FAO.

Han, H., Choi, J. K., Park, J., et al. (2021). Recent innovations in processing technologies for soymilk. *CyTA - Journal of Food*, 19(3), 287–303.

Harmer, I., Craddock, J. C., & Charlton, K. E. (2024). How do plant-based milks compare to cow's milk nutritionally? *Nutrition & Dietetics*. Advance online publication.

Hoehnel, A., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2022). Targeted formulation of plant-based protein foods: Supporting the food system's transformation in the context of human health, environmental sustainability and consumer trends. *Trends in Food Science & Technology*, 128, 238–252.

Holven, K. B., & Sonestedt, E. (2024). Milk and dairy products – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food & Nutrition Research*, 68.

House, J. D., Hill, K., Neufeld, J., et al. (2019). Determination of the protein quality of almonds (*Prunus dulcis* L.). *Food Science & Nutrition*, 7(9), 2932–2938.

Hu, F. B. (2022). Plant-based foods: Are they really healthier? *Journal of the American College of Cardiology*, 79(16), 1585–1587.

Ismail, B. P., Senaratne-Lenagala, L., et al. (2020). Protein demand: Review of plant and animal proteins used in alternative protein product development. *Animal Frontiers*, 10(4), 53–63.

Jayaprakash, G., Bains, A., Chawla, P., et al. (2022). A narrative review on rice proteins: Current scenario and food industrial application. *Polymers (Basel)*, 14(15), 3003.

Jin, J., Ohanenye, I. C., & Udenigwe, C. C. (2022). Buckwheat proteins: Functionality, safety, bioactivity, and prospects as alternative plant-based proteins in the food industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(7), 1752–1764.

Kandil, M. (2019). Bazı probiyotik bakterilerin gelişmesi üzerine ksantan gamin etkisi, Bursa Uludağ Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Yüksek lisans tezi, Tez No: 593296).

Kara, R., Acaröz, U., Gürler, Z., & Soylu, A. (2021). Bazı et ürünlerinin fizikokimyasal özelliklerinin araştırılması. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi*, (2), 5–12.

Karoui, R., & Bouaicha, I. (2024). A review on nutritional quality of animal and plant-based milk alternatives. *Frontiers in Nutrition*, 11.

Kulczyński, B., Kobus-Cisowska, J., Taczanowski, M., Kmieć, D., & Gramza-Michałowska, A. (2019). The chemical composition and nutritional value of chia seeds—Current state of knowledge. *Nutrients*, 11(6), 1242.

Kumar, M., Tomar, M., Punia, S., Grasso, S., Arrutia, F., Choudhary, J., ... & Amarowicz, R. (2021a). Cottonseed: A sustainable contributor to global protein requirements. *Trends in Food Science & Technology*, 111, 100–113.

- Kumar, P., Sharma, N., Sharma, S., Mehta, N., Verma, A. K., Chemmalar, S., & Sazili, A. Q. (2021b). In-vitro meat: A promising solution for sustainability of meat sector. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(4), 693–724. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e85>
- Kumar, P., Sharma, N., Ahmed, M. A., Verma, A. K., Umaraw, P., Mehta, N., Abubakar, A. A., Hayat, M. N., Kaka, U., Lee, S.-J., & Sazili, A. Q. (2022). Technological interventions in improving the functionality of proteins during processing of meat analogs. *Frontiers in Nutrition*, 9, Article 1044024. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1044024>.
- Lan, Y., Ohm, J. B., Chen, B., & Rao, J. (2020). Physicochemical properties and aroma profiles of flaxseed proteins. *Food Hydrocolloids*, 104, 105731.
- Li, L., Lietz, G., & Seal, C. J. (2021). Phenolic, apparent antioxidant and nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(7), 3245–3254.
- Massantini, R., & Frangipane, M. T. (2022). Progress in almond quality and sensory assessment: An overview. *Agriculture*, 12(5), 710.
- McClements, D. J., Newman, E., & McClements, I. F. (2019). Plant-based milks: A review of the science underpinning their design, fabrication, and performance. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18, 2047–2067.
- Milião, G. L., de Oliveira, A. P. H., et al. (2022). Unconventional food plants: Nutritional aspects and perspectives for industrial applications. *Future Foods*, 5, 100124.
- Muiruri, S. W., Milford, A. B., & Rickertsen, K. (2025). Norwegian consumption of plant-based meat analogues. *Food Quality and Preference*, 132, 105597.
- Nakagawa, K., Chantanuson, R., Boonarsa, P., Seephua, N., & Siriamornpun, S. (2024). Meat analogue preparation from cricket and rice powder mixtures with controlled textural and nutritional quality by freeze alignment technique. *Food Chemistry: X*, 22, 101402. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101402>
- Náthia-Neves, G., Getachew, A. T., et al. (2025). Legume proteins in food products: Extraction techniques and functional properties. *Foods*, 14(9), 1626.
- Neufingerl, N., & Eilander, A. (2022). Nutrient intake and status in adults consuming plant-based diets compared to meat-eaters. *Nutrients*, 14(1), 29.

OECD/FAO. (2021). OECD-FAO agricultural outlook 2021–2030. OECD Publishing.

Olías, R., Delgado-Andrade, C., et al. (2023). An updated review of soy-derived beverages: Nutrition, processing, and bioactivity. *Foods*, 12(14), 2665.

Ordoñez-Araque, R., Quishpillo-Miranda, N., & Ramos-Guerrero, L. (2022). Edible Insects for Humans and Animals. *Insects*, 13(10), 944.

Paul, A. A., Kumar, S., Kumar, V., & Sharma, R. (2020). Milk analog: Plant-based alternatives to conventional milk. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(18), 3005–3023.

Pereira, P. C., & Vicente, F. (2022). Meat nutritive value and human health. In *New aspects of meat quality* (2nd edition). Woodhead Publishing. p. 561–577.

Pinckaers, P. J., Trommelen, J., et al. (2021). The anabolic response to plant-based protein ingestion. *Sports Medicine*, 51(1), 59–74.

Raja, K., Kadirvel, V., & Subramaniyan, T. (2022). Seaweeds, an aquatic plant-based protein for sustainable nutrition. *Future Foods*, 5, 100142.

Reynaud, Y., Buffière, C., et al. (2021). True ileal amino acid digestibility and DIAASs of plant-based protein foods. *Food Chemistry*, 338, 128020.

Rosenfeld, D. L., & Tomiyama, A. J. (2022). Would you eat a burger made in a petri dish? Why people feel disgusted by cultured meat. *Journal of Environmental Psychology*, 80, 101758.

Rubio, N. R., Xiang, N., & Kaplan, D. L. (2020). Plant-based and cell-based approaches to meat production. *Nature Communications*, 11(1), 6276.

Sezgin, A. C., Eroğlu, F. E., & Şanlıer, N. (2023). Evaluation of sustainable nutrition models. *TURJAF*, 11(3), 603–616.

Singh, A., Saini, R. K., et al. (2025). Mushrooms as nutritional powerhouses: A review of their bioactive compounds and health benefits. *Foods*, 14(5), 741.

Sumner, O., & Burbridge, L. (2020). Plant-based milks: The dental perspective. *British Dental Journal*, 1–7.

Tang, Y. R., & Ghosh, S. (2023). A review of the utilization of canola protein as an emulsifier. *Molecules*, 28(24), 8086.

Tangyu, M., Muller, J., et al. (2019). Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, 9263–9275.

Thompson, A. S., Candussi, C. J., et al. (2024). A healthful plant-based diet is associated with lower type 2 diabetes risk. *Diabetes & Metabolism*, 50(1), 101499.

Thulesen, L., Duque-Estrada, P., et al. (2025). Faba bean tempeh: The effects of fermentation and cooking on protein quality. *Food Chemistry Advances*, 6, 100894.

Trindade, L. G. da, et al. (2024). Electrospun fibers of zein and pea protein to create high-quality fibrous structures in meat analogs. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 12, 1483966.

Verma, D. K., & Srivastav, P. P. (2020). Bioactive compounds of rice (*Oryza sativa* L.): Potential benefit in human health. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 355–365.

Wang, M., & Zhao, R. (2023). A review on nutritional advantages of edible mushrooms and its industrialization in protein meat analogues. *Journal of Future Foods*, 3(1), 1–7.

Wang, Y., Liu, B., Han, H., et al. (2023). Associations between plant-based dietary patterns and risks of type 2 diabetes, cardiovascular disease, cancer, and mortality. *Nutrition Journal*, 22, Article 46.

Weinrich, R., & Elshiewy, O. (2019). Preference and willingness to pay for meat substitutes based on micro-algae. *Appetite*, 142, 104353.

Xueliang, L., Zhang, G., et al. (2020). A conceptual air-lift reactor design for large scale animal cell cultivation in vitro meat production. *Chemical Engineering Science*, 211, 115269.

Yu, Y., Li, X., Zhang, J., et al. (2023). Oat milk analogue versus traditional milk: Comprehensive evaluation. *Food Chemistry*: X, 19, 100859.

Zhang, M., Li, L., & Bai, J. (2020). Consumer acceptance of cultured meat in urban areas of China. *Food Control*, 118, 107390.

BÖLÜM 0

GLUTEN: YAPISI, FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ VE SAĞLIK ETKİLERİ

MEHMET KÖTEN¹

ALİ MÜCAHİT KARAHAN²

Giriş

Yaklaşık 10.000 yıl önce yerleşik yaşamın başlamasıyla birlikte artan nüfusun beslenme gereksinimi, tarımsal üretimin ortaya çıkışını zorunlu kılmıştır. Arkeolojik ve botanik bulgular, tarımın MÖ 4000 civarında Güneybatı Asya'daki Bereketli Hilal bölgesinde başladığını göstermektedir (Banu ve ark., 2024). Bu dönemde yaygın olarak tüketilen yabancı einkorn buğdayı dış kabuğu nedeniyle işlenmesi zor bir tahıl olmuştur (Freeman ve ark., 2013). Zamanla gerçekleştirilen melezleme çalışmaları sonucunda, daha yüksek gluten içeriğine sahip ve öğütülmesi daha kolay buğday çeşitleri geliştirilmiştir. Farklı iklim ve çevre koşullarına uyum sağlayabilen bu yeni çeşitler Anadolu'dan başlayarak geniş

¹ Doç. Dr., Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Orcid: 0000-0002-8232-8610

² Öğr. Gör. Dr., Adıyaman Üniversitesi, Gıda İşleme Bölümü, Orcid: 0000-0001-8779-4349

coğrafyalara yayılmıştır (Heun ve ark., 1997). Bu gelişmeler, insan topluluklarının avcı-toplayıcı yaşam biçiminden tarıma dayalı yerleşik toplum yapısına geçişinde belirleyici olmuştur. Buğdayın ıslahına yönelik yapılan çalışmalar; yüksek verim, hastalıklara dayanıklılık ve ekmeklik kalite gibi özelliklerin iyileştirilmesini sağlamıştır. Ancak bu değişimler, buğdayın genetik çeşitliliğini ve potansiyel olarak bağışıklık sistemini uyarıcı (immünojenik) özelliklerini zamanla değiştirmiştir. Bu durumun, çölyak hastalığında görülen antidoku transglutaminaz ve antiendomisyum antikorlarının ortaya çıkışıyla ilişkili olabileceği öne sürülmektedir (Van den Broeck ve ark., 2010; Ludvigsson ve ark., 2014).

Günümüzde küresel buğday üretiminin yaklaşık %95'i, eski tetraploid ve diploid türlerin melezlenmesiyle oluşmuş olan hekzaploid ekmeklik buğdaydır (*Triticum aestivum*) (Kasarda, 2013). Yüksek tane verimi ve uygun teknolojik özellikleri nedeniyle bu tür yaygın olarak tercih edilmektedir. Ayrıca, son yıllarda glutenin endüstriyel gıda üretiminde doku iyileştirici ve protein katkı maddesi olarak kullanımı artış göstermiştir (Dubcovsky ve Dvorak, 2007).

Tahıl tüketimi tarihsel süreçte düzenli bir artış göstermiş; özellikle Dünya Savaşları döneminde üretimin artması bu süreci hızlandırmıştır. Günümüzde yıllık buğday üretimi 700 milyon tonun üzerindedir. Buna paralel olarak gluten maruziyetinin belirgin biçimde artması, bağışıklık sisteminin bu değişime ne ölçüde uyum sağladığı sorusunu gündeme getirmektedir. Her ne kadar bu konuda kesin sonuçlara ulaşmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulsa da, glutenle ilişkili hastalıkların görülme sıklığındaki artış dikkat çekicidir. Bu bağlamda, daha az modifiye edilmiş eski tahıl türlerine yönelmenin veya gluten tüketiminin azaltılmasının olası etkileri bilimsel olarak değerlendirilmeyi gerektirmektedir (Banu ve ark., 2024).

Gluten nedir?

Gluten, buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllarda bulunan bir depo proteindir ve yüksek kaliteli bir bitkisel protein kaynağı olarak kabul edilir. Besin değeri ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Liu ve ark., 2026).

Glutenin viskoelastik yapısı, uzayabilirliği ve gaz tutma kapasitesi gibi fonksiyonel özellikleri; onun protein bileşimi, moleküler yapısı ve etkileşim mekanizmaları tarafından belirlenir. Gluten, özellikle fırıncılık ürünlerinde, bitki bazlı gıdalarda (örneğin bitki bazlı et ürünleri, süt alternatifleri ve hayvansal protein ikameleri), et ürünlerinde (bağlayıcı ve doku geliştirici olarak) ve makarna/erişte ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Zhang ve ark., 2022; Zhang ve ark., 2024a).

Son yıllarda gluten proteinine yönelik araştırmalar, kullanım alanını genişletmek amacıyla emülsifiye etme kapasitesi, çözünürlük ve termal stabilite gibi fonksiyonel özelliklerin optimize edilmesine odaklanmıştır (Pourmohammadi ve Abedi, 2021). Örneğin, glutenin çözünürlüğü; laktilasyon (Li ve ark., 2024), proteaz (alkalin proteaz) ile modifikasyon (Wang ve ark., 2022) veya pH döngüsü uygulaması (Sun ve ark., 2023) yoluyla önemli ölçüde artırılabilir. Ayrıca, ultrasonik işlem ya da deamidasyon uygulamaları sayesinde glutenin yağ ve su tutma kapasitesi de belirgin şekilde iyileştirilebilmektedir (Guo ve ark., 2023; Zhang ve ark., 2024b).

Glutenin gıda endüstrisinde kullanımının artmasıyla birlikte, yol açtığı olumsuz reaksiyonlar da giderek daha fazla dikkat çekmektedir (Cabanillas, 2020). Diğer besinsel proteinlerle karşılaştırıldığında, buğday gluteni sindirime karşı daha dirençlidir ve bu durum birçok alerjik reaksiyona yol açabilmektedir (Scherf,

2019). Glutenle ilişkili bozukluklar başlıca üç gruba ayrılmaktadır: Çölyak hastalığı (celiac disease, CD), buğday alerjisi (wheat allergy, WA) ve çölyak dışı gluten duyarlılığı (non-celiac gluten sensitivity, NCGS) (Cabanillas, 2020). Çölyak hastalığı (CD), genetik faktörlerle (özellikle HLA-DQ2/DQ8) güçlü şekilde ilişkili otoimmün bir hastalıktır. Bağırsak iltihabı, malabsorpsiyon (besin emilim bozukluğu) ve ince bağırsak villus atrofisine yol açar. Buğday alerjisi (WA) ise çoğunlukla IgE aracılıdır ve gluten kaynaklıdır. Karın ağrısı, ishal ve kusma gibi gastrointestinal belirtilerle kendini gösterir (Faihs ve ark., 2023). Çölyak dışı gluten duyarlılığı (NCGS) için ise günümüzde spesifik bir biyobelirteç bulunmamaktadır. Bu nedenle, çölyak hastalığı ve buğday alerjisi dışlandıktan sonra gluten tüketimini takiben ortaya çıkan gastrointestinal veya bağırsak dışı semptomların varlığı ile tanımlanmaktadır (Siddiqui ve ark., 2022). Mevcut çalışmalar, NCGS'nin altında yatan bağışıklık mekanizmasının daha çok özgül olmayan bağışıklık sisteminin düşük düzeyli aktivasyonu ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu durumda spesifik antikorlar veya bağırsak villus atrofi görülmez (Catassi ve ark., 2024; Stanciu ve ark., 2024). Ayrıca bağırsak mikrobiyotası dengesizliği ve genetik faktörler de NCGS ile ilişkilidir (Catassi ve ark., 2024; Gambino ve ark., 2024).

Günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık %8.4'ünün glutenle ilişkili rahatsızlıklardan etkilendiği ve son yirmi yılda görülme sıklığının iki ile beş kat arttığı bildirilmektedir (Sharma ve ark., 2024). Mevcut tek tedavi yöntemi glutensiz diyettir. Bu durum, glutensiz ürünlere yönelik pazar talebinin hızla artmasına yol açmıştır. Ancak glutensiz gıdalar; besinsel yetersizlikler ve yaşam kalitesinde azalma gibi önemli sınırlamalara sahiptir (Espinoza-Herrera ve ark., 2021). NCGS ile ilgili araştırma eksiklikleri nedeniyle, potansiyel NCGS hastaları da gastrointestinal

rahatsızlıklar yaşamaya devam edebilmektedir (Calabriso ve ark., 2022). Uzun süreli glutensiz beslenme; besin dengesizlikleri ve yüksek maliyet gibi nedenlerle gluten duyarlılığı olan bireyler için zorlayıcı bir yaşam tarzı oluşturmaktadır. Bu nedenle modifiye edilmiş gluten ürünlerinin geliştirilmesi için gluten modifikasyonuna yönelik araştırmaların derinleştirilmesi acil bir ihtiyaçtır. Olumsuz reaksiyonların şiddetine bağlı olarak farklı azaltma yöntemleri uygulanmaktadır. şiddetli reaksiyonları olan bireylerde sıkı bir glutensiz diyet semptomların giderilmesinde oldukça etkilidir (Cabanillas, 2020). Bu nedenle glutensiz ürünlerin tekstür, tat ve besin içeriği açısından optimize edilmesi büyük önem taşımaktadır. Ancak hafif reaksiyon gösteren bireylerin mutlaka glutensiz diyet uygulaması gerekemeyebilir. Bu kişilerde özel işlem görmüş gluten içeren gıdaların tüketimi veya sindirim enzim takviyesi ile olumsuz etkiler azaltılabilir (Ido ve ark., 2018). Günümüzde gluten içeren gıdaların alerjenitesini azaltmaya yönelik başlıca stratejiler şunlardır: Enzimatik modifikasyon, fiziksel modifikasyon, mikrobiyal fermentasyon, kimyasal değişiklikler, gen düzenleme teknolojileri (Sharma ve ark., 2024; Jorgensen ve ark., 2024).

Son yıllarda gluten üzerine yapılan araştırmalar özellikle glutensiz gıdalar alanında artış göstermektedir. Glutenin buğday bazlı ürünlerde yaygın olarak bulunması, tamamen kaçınılmasını zorlaştırmaktadır. Daha ciddi belirtiler CD, WA ve NCGS olarak sınıflandırılırken; daha hafif belirtiler sıklıkla sıradan hazımsızlıkla karıştırılmaktadır. NCGS için spesifik biyobelirteçlerin olmaması nedeniyle, kalıcı semptomları olan birçok birey tanı alamamakta; bu durum yaşam kalitesini düşürmekte ve uzun vadede sağlık riskleri oluşturmaktadır (Cabanillas, 2020). Son on yılda gluten araştırmalarındaki odak noktası yapısal özelliklerden fonksiyonel özelliklere doğru kaymıştır. Ayrıca son on yıldaki araştırma

eğilimleri ve aralarındaki ilişkiler de gösterilmiştir. Bu bulgular, glutenin fonksiyonelliği ve sağlık etkilerine dayalı araştırmaların giderek daha fazla önem kazandığını göstermektedir. Bu nedenle glutenin insan gastrointestinal sistemi üzerindeki olumsuz etkilerinin incelenmesi ve bu etkilerin nasıl azaltılabileceğinin araştırılması büyük önem taşımaktadır.

Glutenin Biyokimyasal Yapısı

Gluten proteinleri, doğada bulunan en karmaşık protein agregalarından birini oluşturur. Gelişmiş ayırma prosedürleri ve analitik yöntemler, artık tek tek proteinlerin yapısının ve bunların molekül içi ve moleküller arası bağlarının incelenmesine olanak tanımaktadır. Hem genetik hem de çevresel faktörler ile teknolojik işlemler, gluten proteinlerinin nitel ve nicel bileşimini belirlemektedir (Wieser ve ark., 2023)

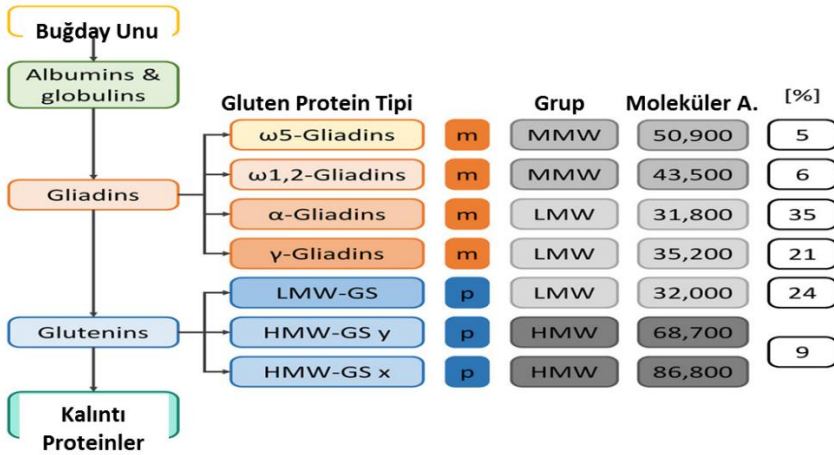
Protein Fraksiyonları

Buğday proteinleri, geleneksel olarak farklı çözünürlük özelliklerine göre Osborne fraksiyonları olarak adlandırılan dört gruba ayrılmıştır: albüminler, globulinler, gliadinler ve gluteninler; ayrıca bir de kalıntı proteinler bulunmaktadır (Şekil 1) (Wieser ve ark., 2023).

Albüminler su ve seyreltilmiş tuz çözeltilerinde çözünürken, globulinler seyreltilmiş tuz çözeltilerinde çözünür ancak suda çözünmezler. Albümin/globulin fraksiyonu, başlıca enzimler ve enzim inhibitörleri gibi düzenleyici, metabolik ve koruyucu proteinleri içermektedir. Gliadinler ise %60 etanol veya %50 propanol gibi sulu alkol çözeltilerinde çözünürken, su ve tuz çözeltilerinde çözünmemektedir. Bunlar monomerik proteinler ve oligomerik proteinler olarak iki alt gruba ayrılmakta olup oligomerik olanlar yüksek molekül ağırlıklı (High Molecular Weight, HMW) gliadinler olarak adlandırılmaktadır (Schmid ve

ark., 2016). Doğal polimerik gluteninler, yukarıda belirtilen üç çözücüde çözünmezken disülfid (SS) bağlarının indirgenmesiyle, örneğin ditiotritol gibi bir indirgeme ajanı içeren %50 propanol içinde monomerik glutenin alt birimleri (Glutenin Subunit) halinde çözünebilmektedir. Zar proteinleri ve lipoproteinleri de içeren küçük bir protein grubu ise Osborne fraksiyonlarının hiçbirine dahil değildir. Bu proteinler, nişasta ile birlikte Osborne fraksiyonları ekstrakte edildikten sonra çözünmeyen kalıntıda bulunurlar (Wieser, 2007).

Şekil 1. Buğday proteinlerinin farklı fraksiyonlara ve tiplere sınıflandırılması



GS (glutenin subunit): glutenin alt birimleri, HMW (High Molecular Weight): yüksek moleküler ağırlık, LMW (Low Molecular Weight): düşük moleküler ağırlık, m: monomeric, MMW (Medium Molecular Weight): orta moleküler ağırlık, p: polimerik

Gliadinler ve gluteninler, tanenin depo proteinleri olup gluten proteinleri olarak da bilinirler. Yalnızca nişastalı endospermde bulunurlar ve toplam tane proteinlerinin yaklaşık %70–80'ini oluştururlar. Sentezleri bitkilerin çiçeklenmesinden

yaklaşık 10 gün sonra başlar ve yaklaşık 20 gün sonra sona erer. Bu proteinler, nişastalı endosperm hücreleri içinde ayrı protein cisimcikleri halinde depolanır. Tane olgunlaşması sırasında bu protein cisimciklerinin birleşmesiyle gliadinler ve gluteninler, nişasta granüllerinin gömülü olduğu sürekli bir gluten ağı oluştururlar (Tosi, 2012).

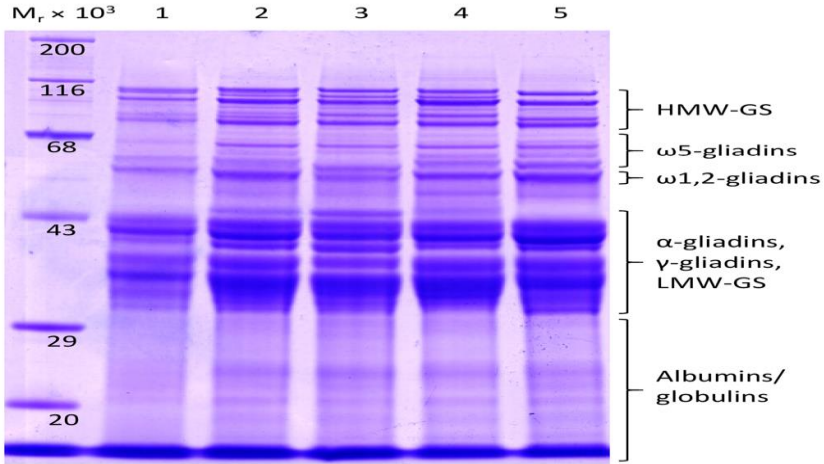
Gluten proteinlerinin başlıca biyolojik işlevi, çimlenme sırasında buğday fidelerine azot, amino asitler ve enerji sağlamaktır. İşleme açısından ise gluten proteinleri, buğdayı ekmek yapımı ve diğer birçok uygulama için benzersiz kılmaktadır. Buğday ununa su eklendiğinde, gliadinler ve gluteninler yoğurma sırasında kohezyonlu ve viskoelastik bir gluten ağı oluştururlar. Bu ağ, hamur fermantasyonu sırasında oluşan gazı tutarak kabarık ve yumuşak bir ekmek iç yapısının oluşmasını sağlar (Delcour ve ark., 2012).

Gluten Protein Tipleri

Gluten proteinleri, amino asit dizilerindeki benzerlik ve farklılıklara göre altı farklı tipe ayrılmaktadır (Şekil 1). Gliadinler, asidik PAGE'deki hareketliliklerine göre α -, γ -, ω 1,2- ve ω 5-gliadinler olarak alt gruplara ayrılırken; gluteninler, sodyum dodesil sülfat–poliakrilamid jel elektroforezi (SDS-PAGE) ile belirlenen molekül ağırlıklarına (MW) göre yüksek molekül ağırlıklı glutenin alt birimleri (HMW-GS) ve düşük molekül ağırlıklı glutenin alt birimleri (LMW-GS) olarak sınıflandırılırlar (Şekil 2). α -gliadinler, γ -gliadinler ve LMW-GS, 260–330 amino asit kalıntısı uzunluğuna sahip olup 28.000–35.000 MW aralığına karşılık gelen düşük molekül ağırlıklı (LMW) gruba dahildir. Orta molekül ağırlıklı (MMW) grup ise yaklaşık 370 amino asit kalıntısı ve 39.000–44.000 MW'a sahip ω 1,2-gliadinler ile yaklaşık 420 amino asit kalıntısı ve 49.000–55.000 MW'a sahip ω 5-gliadinleri

içerir. ω tipi gliadinlerin küçük bir kısmı, glutenin bağlı gliadinler (ω b-gliadinler) olarak adlandırılır ve bu proteinler, tek bir amino asit kalıntısının sistein ile yer değiştirmesi sonucu diğer gluten proteinlerine disülfid (SS) bağı ile bağlanır. Bu nedenle ω b-gliadinler glutenin fraksiyonunda yer alır ve yalnızca SS bağlarının indirgenmesinden sonra çözünebilmektedir. HMW-GS'ler yüksek molekül ağırlıklı gruba aittir ve yaklaşık 800 ve 600 amino asit kalıntısına karşılık gelen sırasıyla 83.000–88.000 ve 67.000–74.000 MW aralıklarına sahip x-tipi ve y-tipi olarak alt sınıflara ayrılırlar (Wieser ve ark., 2023).

Şekil 2. İndirgeyici koşullar altında proteinlerin moleküler ağırlık dağılımını gösteren buğday unu proteinlerinin sodyum dodesil sülfat-poliakrilamid jel elektroforezi



1, Tuareg çeşidi; 2, Soissons, Bezostaya-1, Glenlea, Hereward ve Mv Magvas buğday çeşitlerinin un karışımı; 3, Soissons çeşidi; 4, Glenlea çeşidi; 5, Hereward çeşidi

Gluten protein tipleri, buğday unundan modifiye Osborne fraksiyonlama yöntemi ile gliadin ve glutenin fraksiyonlarının ekstraksiyonu sonrasında, hidrofobikliklerine göre ayırım ve

zenginleştirme sağlayan ters faz yüksek performanslı sıvı kromatografisi (RP-HPLC) kullanılarak izole edilebilmektedir (Schalk ve ark., 2017). Ekmeklik buğday unlarından elde edilen HMW-GS, LMW-GS, α -, γ -, ω 1,2- ve ω 5-gliadin izolatları üzerinde yapılan keşif proteomiği çalışmaları, bu iki aşamalı yöntemin spesifik protein tiplerini elde etmek için uygun olduğunu göstermiştir; bu izolatlarda gluten proteinleri toplam proteinlerin %58–87'sini oluşturmuştur (Lexhaller ve ark., 2019). Tipe bağlı olarak %2–26 oranında amilaz/tripsin inhibitörleri, <%2–6 oranında avenin benzeri proteinler ve <%2–5 oranında globulinler gibi diğer protein grupları da izolatlarda bulunmuştur. Gluten proteinlerinin daha ayrıntılı incelenmesi, farklı protein tiplerinin birlikte bulunduğunu (ko-mingling) ortaya koymuştur; örneğin α - ve γ -gliadin izolatlarında önemli miktarda LMW-GS tespit edilmiştir. Bu bulgular, gluten proteinlerinin karmaşık yapısını ve diğer proteinler ile un bileşenlerine bağlanabilme yeteneklerini açıkça ortaya koymaktadır (Wieser ve ark., 2023).

Moleküler Yapı

Gluten proteinleri, yalnızca çok sayıda bileşene sahip olmaları ve özgün amino asit dizileriyle değil, aynı zamanda doğal hâllerinde geniş bir molekül ağırlığı dağılımı göstermeleriyle de karakterizedir (Koehler ve Wieser, 2013; Southan ve MacRitchie, 1999). Toplam gluten proteinlerinin yaklaşık %50'sine karşılık gelen monomerik gliadinler (α -, γ - ve ω -gliadinler), yaklaşık 28.000–55.000 MW aralığına sahiptir. Bu proteinler alkolde çözünür; ya disülfid (SS) bağı içermezler (ω -gliadinler) ya da zincir içi SS bağları bulundurlar (α - ve γ -gliadinler). Buna karşılık, gluteninlerin monomerik formu bulunmamaktadır. Monomerlerin yanı sıra, gliadin fraksiyonu 70.000 ile yaklaşık 700.000 MW arasında değişen alkolde çözünür oligomerler de içerir. Bu yapılar, yaklaşık 2–20 protein biriminin zincirler arası SS bağları ile

bağlanmasıyla oluşur. Bu alt fraksiyon yüksek molekül ağırlıklı gliadin (HMW-gliadin), agregat gliadin veya etanolde çözünebilen glutenin olarak adlandırılır ve toplam gluten proteinlerinin yaklaşık %15'ini oluşturur (Wieser ve ark., 2023). HMW-gliadin, toplam gliadin ve glutenin fraksiyonlarına kıyasla kimyasal olarak daha az karakterize edilmiştir. SS bağlarının indirgenmesinden sonra, Almanya'da yetiştirilen "Akteur" buğday çeşidinden izole edilen HMW-gliadinde şu oranlar belirlenmiştir: %48 LMW-GS, %18 γ -gliadin, %13 α -gliadin, %9 ω 1,2-gliadin, %8 HMW-GS ve %4 ω 5-gliadin (Schmid ve ark., 2016). Tek sayıda sistein kalıntısı içeren modifiye gliadinlerin, HMW-GS ve LMW-GS polimerleşmesini durdurarak alkolde çözünebilen oligomerlerin oluşumuna yol açan "zincir sonlandırıcılar" olarak görev yaptığı gösterilmiştir. Un içinde doğal olarak bulunan serbest sistein ve glutatyon da benzer şekilde sonlandırıcı etki göstermektedir (Schmid ve ark., 2017).

Alkolde çözünmeyen glutenin fraksiyonu (toplam gluten proteinlerinin yaklaşık %35'i), esas olarak SS bağları ile bağlı LMW-GS ve HMW-GS'lerden oluşan polimerleri içermekte ve bunların molekül ağırlıkları yaklaşık 700.000'den 10 milyonun üzerine kadar uzanmaktadır. "Glutenin makropolimeri" (GMP) veya "ekstrakte edilemeyen polimerik protein" olarak adlandırılan en büyük polimerler, çok milyonlu molekül ağırlık değerlerine sahiptir ve doğadaki en büyük protein agregalarından biri olabilir (Don ve ark., 2003). GMP, glutenin fraksiyonunun sulu SDS çözeltisinde çözünmeyen büyük boyutlu kısmı olarak tanımlanmaktadır. GMP, un içerisindeki diğer bileşenlerin seyreltilmiş SDS çözeltisi (örneğin %1.5) ile ekstraksiyonunu takiben santrifüj ve süpernatantın uzaklaştırılmasıyla elde edilebilmektedir (Wieser ve ark., 2023). Ekmeklik buğday ununda GMP miktarı 20–40 mg/g un (gluten proteinlerinin yaklaşık %3'ü) aralığındadır ve hamur kuvveti ile ekmek hacmiyle ilişkilidir

(Thanhaeuser ve ark., 2014). İki buğday çeşidine (Akteur/Winnetou) ait güncel nicel veriler, GMP'nin %54/%50 LMW-GS, %31/%39 HMW-GS ve yaklaşık %10 gliadin içerdiğini göstermiştir. LMW-GS/HMW-GS oranlarının (1.7/1.3), toplam glutenin fraksiyonundaki oranlara (1.9/1.6) göre daha düşük olması, GMP'de HMW-GS bakımından bir zenginleşme olduğunu göstermektedir (Mueller ve ark., 2016).

Doğal gluteninlerin molekül ağırlığı dağılımı, hamur özellikleri ve pişirme performansını belirleyen temel faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Shewry ve ark., 2003). Dağılım eğrisinin daha yüksek molekül ağırlıklarına kayması (yani daha yüksek GMP içeriği), karıştırmaya karşı daha dirençli ve daha stabil, daha güçlü bir hamur oluşumuna yol açar. Polimerlerin ortalama uzunluğu arttıkça, birbirleriyle daha fazla örtüşerek nişasta granüllerini çevreleyen sürekli bir yapı oluştururlar. Gluteninlerin MW dağılımını belirleyen başlıca üç faktör bulunmaktadır:

(a) HMW-GS/LMW-GS oranı,

(b) Glu-1 lokuslarındaki allelik varyasyon (örneğin HMW-GS 1Dx5 + 1Dy10 varlığına karşı 1Dx2 + 1Dy12),

(c) Zincir sonlandırıcıların oranı (Lafiandra ve ark., 1999; MacRitchie, 1999).

Disülfid Yapı

Disülfid (SS) bağları, gluten proteinlerinin yapısını belirlemede kilit rol oynamaktadır. Bu bağlar, sistein amino asidinin tiyol (SH-) grupları arasında, ya tek bir protein içinde (zincir içi) ya da birden fazla protein arasında (zincirler arası) oluşmaktadır. Zincir içi bağlar proteinin üçüncül yapısını stabilize ederken, zincirler arası bağlar protein agregatlarının oluşumunu

sağlamaktadır. Bu nedenle, düşük oranda bulunmasına rağmen (\approx %2 mol) sistein, gluten proteinlerinin yapısı açısından belirleyicidir. SS bağlarının oluşumu, sistein kalıntılarının SH gruplarının oksidasyonu ile ve protein disülfit izomeraz enzimi aracılığıyla, protein sentezinden kısa süre sonra endosperm hücrelerinin endoplazmik retikulum lümeninde başlar ve protein katlanmasının ayrılmaz bir parçasıdır (Osipova ve ark., 2012). Zincir içi bağların, zincirler arası bağlardan daha hızlı oluştuğu düşünülmektedir. Oksidasyon süreci, sistein kalıntılarının büyük çoğunluğu SS bağlarıyla bağlanana kadar devam etmektedir. SS bağlarının hamur kalitesi üzerindeki önemi, indirgeme ajanlarının eklenmesiyle hamurun zayıflaması ve tiyol bloke edici veya oksitleyici ajanların eklenmesiyle hamurun güçlenmesiyle gösterilebilir (Lagrain ve ark., 2007).

ω -gliadinler çoğunlukla sistein içermez ve ω b-gliadinler dışında monomerik yapıdadır. α - ve γ -gliadinlerin çoğu sırasıyla altı ve sekiz sistein kalıntısı içerir ve üç veya dört homolog zincir içi SS bağı oluşturmaktadır. Bu bağlar α - ile γ -gliadin moleküllerinin kompakt üç boyutlu yapısından sorumludur. Nokta mutasyonları nedeniyle bazı ω -, α - ve γ -gliadinler (“modifiye gliadinler”) tek sayıda sistein içermekte; bu durum, bir SH grubunun serbest kalmasına ve diğer modifiye gliadinler veya gluteninlerle zincirler arası SS bağları oluşmasına olanak tanımaktadır (Lutz ve ark., 2012).

Glutenin Fizikokimyasal ve Reolojik Özellikleri

Gluten, esas olarak iki ana protein grubundan oluşmaktadır: glutenin (polimerik yapı) ve gliadin (monomerik yapı). Bu proteinler su ile temas ve mekanik işlem (yoğurma) sonucunda birleşerek üç boyutlu viskoelastik bir ağ yapısı oluşturur (Yu ve ark., 2025; Shewry ve ark., 2002).

Gluten proteinleri, glutamin ve prolin bakımından zengin, düşük kompleksiteli ve çoğunlukla intrinsik düzensiz proteinler (IDP) olarak sınıflandırılmaktadır. Bu durum, proteinlerin belirli bir katı üçüncül yapıdan yoksun olmasını sağlamakta ve esnek, yeniden düzenlenebilir bir ağ oluşumuna imkan tanımaktadır (Mioduszewski ve Cieplak, 2021).

Glutenin Fizikokimyasal Özellikleri

Moleküler Kompozisyon ve Yapı

Gluten proteinlerinin fizikokimyasal özellikleri, bileşimindeki glutenin ve gliadin oranına bağlıdır. Glutenin, disülfid (S-S) bağları aracılığıyla birbirine bağlanmış yüksek molekül ağırlıklı polimerlerden oluşurken, gliadin daha küçük, tek zincirli proteinlerden oluşmaktadır (Wieser, 2007).

Gluten ağının oluşumunda etkili başlıca etkileşimler şunlardır:

Kovalent bağlar (disülfid bağları): Protein zincirleri arasında kalıcı bağlar oluşturur.

Hidrojen bağları: Özellikle glutamin yan zincirleri aracılığıyla ağ stabilitesine katkı sağlar.

Hidrofobik etkileşimler ve fiziksel dolanma: Zincirler arası bağlanmayı güçlendirir.

Bu etkileşimler sonucunda gluten, megadalton büyüklüğünde makromoleküler kompleksler oluşturabilmektedir (Shewry ve ark., 2002; Mioduszewski ve Cieplak, 2021).

Su Bağlama Kapasitesi ve Hidratasyon

Gluten proteinleri yüksek su bağlama kapasitesine sahiptir. Su ile etkileşim, protein zincirlerinin açılmasını ve yeni etkileşimlerin oluşmasını sağlamaktadır. Glutenin varlığı, hamurun

su absorpsiyonunu, gelişme süresini ve stabilitesini artırmaktadır (Fan ve ark., 2021).

Hidratasyon sürecinde:

- Protein zincirleri genişler,
- Etkileşim yüzeyleri artar,
- Üç boyutlu ağ yapısı oluşur.

Bu süreç, glutenin fonksiyonel özelliklerinin ortaya çıkmasında kritik rol oynamaktadır (Shewry ve ark., 2002).

Gluten Ağı ve Mikro Yapı

Gluten, hamur içinde sürekli bir protein matrisi oluşturarak nişasta granüllerini çevreleyen bir yapı meydana getirmektedir. Bu yapı, mikroskobik ölçekte oldukça kompleks ve çok ölçekli (multi-scale) bir organizasyona sahiptir (Ogawa ve Matsumura, 2021).

Gluten ağının özellikleri:

- Süreklilik (continuous network)
- Gözenekli yapı (porous matrix)
- Dinamik yeniden düzenlenebilirlik

Bu özellikler, glutenin hem mekanik hem de işlevsel davranışını belirlemektedir (Dobraszczyk ve Morgenstern, 2003).

Glutenin Reolojik Özellikleri

Gluten, viskoelastik bir materyaldir; yani hem elastik katı hem de viskoz sıvı özelliklerini birlikte göstermektedir. Bu özellik, glutenin gıda sistemlerinde benzersiz bir yapı oluşturmasını sağlamaktadır (Belton, 1999).

Viskoelastisite

Glutenin viskoelastik davranışı, glutenin ve gliadinin birlikte oluşturduğu sistemden kaynaklanmaktadır:

- Glutenin → elastikiyet sağlar
- Gliadin → viskozite ve akışkanlık sağlar

Glutenin oranının artması, sistemin daha katı ve elastik davranmasına neden olurken, gliadin oranı arttıkça sistem daha akışkan hale gelmektedir (Yu ve ark., 2025).

Elastikiyet ve Dayanıklılık

Glutenin en önemli reolojik özelliği elastikiyettir. Bu özellik sayesinde hamur:

- Deformasyona karşı direnç gösterir
- Şekil değiştirdikten sonra eski haline dönebilir (Belton, 1999).

Bu elastik davranış, disülfid bağları ve moleküler dolanma ile ilişkilidir. Moleküler simülasyon çalışmaları, glutenin zincirlerinin elastik geri kazanımda kritik rol oynadığını göstermektedir (Mioduszewski ve Cieplak, 2021).

Uzayabilirlik (Extensibility)

Gluten sistemi, uygulanan mekanik kuvvet altında uzayabilme ve kopmadan deformasyona uğrayabilme yeteneğine sahiptir. Bu özellik, özellikle ekmek üretiminde hamurun fermantasyon sırasında oluşan gazı tutabilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Dobraszczyk ve Morgenstern, 2003).

Gliadinler hamurun uzamasını kolaylaştırırken, glutenin elastik yapısı bu uzamayı sınırlamakta ve yapısal bütünlüğü korumaktadır (Wieser, 2007; Belton, 1999). Bu nedenle optimum uzayabilirlik, glutenin ve gliadin arasındaki dengeye bağlıdır.

Uzayabilirliği yüksek hamurlar daha iyi gaz tutma kapasitesi ve daha yüksek ürün hacmi sağlarken, düşük

uzayabilirlik hamurun kırılğan olmasına ve düşük hacimli ürün oluşmasına neden olmaktadır (Dobraszczyk ve Morgenstern, 2003).

Reolojik Parametreler

Glutenin reolojik davranışı genellikle aşağıdaki parametrelerle ifade edilir:

- Depolama modülü (G'): Elastik bileşen
- Kayıp modülü (G''): Viskoz bileşen
- $\tan \delta$ (G''/G'): Viskoelastik denge

Enzimatik modifikasyonlar (örneğin transglutaminaz uygulaması), proteinler arası çapraz bağlanmayı artırarak G' ve G'' değerlerini yükseltir ve gluten ağını güçlendirir (Yu ve ark., 2025).

Zaman ve Gerilme Bağımlı Davranış

Gluten, zamana bağlı deformasyon (creep) ve toparlanma (recovery) davranışı gösterir. Ayrıca yüksek deformasyon altında strain hardening (gerilme sertleşmesi) davranışı sergileyebilir. Bu özellikler, glutenin polimer benzeri davranışını yansıtır ve protein ağının yapısal bütünlüğü ile ilişkilidir (Louhichi ve ark., 2022).

Yapı–Fonksiyon İlişkisi

Glutenin fizikokimyasal özellikleri ile reolojik davranışı arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır (Tablo 1). Özellikle glutenin makropolimer yapısı, hamurun işlenebilirliği ve son ürün kalitesi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır (Jiang ve ark., 2026).

Tablo 1. Glutenin fizikokimyasal özellikleri ile reolojik davranışı arasında ilişki

Yapısal Özellik	Reolojik Sonuç
Yüksek molekül ağırlığı	Artan elastikiyet
Disülfid bağ yoğunluğu	Daha güçlü ağ yapısı
Hidrojen bağları	Elastik geri kazanım
Protein oranı (glutenin/gliadin)	Viskoelastik denge

Glutensiz Gıda

Glutensiz gıda, en yalın tanımıyla buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllarda bulunan gluten proteinini doğal olarak içermeyen ya da özel işlemlerle bu maddeden temizlenmiş yiyecekleri kapsamaktadır. Dünya genelinde kabul gören gıda standartları (Codex Alimentarius) ve Avrupa Birliği yasal düzenlemelerine göre, bir ürünün ambalajında "glutensiz" ifadesinin yer alabilmesi için gluten miktarının kilogram başına en fazla 20 miligram (20 ppm) olması şarttır. Belirlenen bu sınır, çölyak gibi hassasiyeti olan kişilerde bağışıklık sisteminin olumsuz tepki vermesini engelleyen en güvenli seviye olarak yasal koruma altında bulunmaktadır (Espinoza-Herrera ve ark., 2021; Haixi ve ark., 2026; Melini & Melini, 2019).

İnsanların bu gıdaları seçmesinde hem tıbbi nedenler hem de günümüzün yaşam tarzı eğilimleri rol oynamaktadır. Çölyak hastalığı, buğday alerjisi ve çölyak dışı gluten hassasiyeti gibi teşhisleri olanlar için glutensiz beslenme bir tercih değil, ömür boyu uygulanması gereken tek tedavidir (Cabanillas, 2020). Diğer yandan son yıllarda medyanın ve reklamların yönlendirmesiyle bu diyetin bir "sağlıklı yaşam" ya da "zayıflama" yöntemi gibi

görülmesi, hiçbir sağlık sorunu bulunmayan milyonlarca kişinin de glutensiz ürünlere yönelmesini sağlamaktadır (Banu ve ark., 2024; Haixi ve ark., 2026).

Bu yüksek talebe karşılık, glutensiz gıda üretmek özellikle fırıncılık alanında ciddi zorluklar doğurmaktadır. Standart bir hamurda gluten, suyla birleştiğinde esnek ve güçlü bir bağ oluşturmaktadır. Bu bağ, mayalanma sırasında açığa çıkan gazı tutarak ekmeğin kabarmasını, süngerimsi ve yumuşak bir doku kazanmasını sağlamaktadır (Gasparre & Rosell, 2023). Glutenin bu bir arada tutucu özelliği olmadığında hamur esnekliğini yitirmekte ve şekil almayan akışkan bir sıvı hâline gelmektedir. Bu yapısal eksiklik yüzünden glutensiz ekmekler genelde az kabarmakta, sert olmakta, ağızda ufalanmakta ve çok çabuk bayatlamaktadır. Ayrıca bu yapısal kusurları kapatıp kıvam yakalayabilmek için ürünlere genellikle saf nişasta, fazla yağ ve şeker eklenmektedir; bu durum da glutensiz ürünlerin normal ekmeklere göre protein, lif ve vitamin yönünden daha zayıf kalmasına neden olmaktadır (Espinoza-Herrera ve ark., 2021; Haixi ve ark., 2026; Melini & Melini, 2019).

Gıda bilimi, gluten olmadığında çöken bu yapıyı yeniden kurmak ve ürünleri daha besleyici hâle getirmek için farklı yöntemler uygulamaktadır. İlk olarak, sadece mısır veya pirinç nişastasını kullanmak yerine; kinoa, amarant, karabuğday gibi besin değeri yüksek yalancı tahıllar ile nohut, mercimek ve bezelye gibi protein yönünden zengin baklagillerin unları hamur karışımlarına eklenmektedir. Glutenin o esnek ve yapışkan dokusunu taklit edebilmek için de ksantan sakızı ve guar sakızı gibi doğal bitkisel kıvam artırıcılardan yararlanılmaktadır. Yapıyı daha da güçlendirmek amacıyla transglutaminaz gibi enzimler kullanılarak hamurdaki diğer proteinlerin birbirine bağlanması ve böylece yapay bir bağ oluşturulması sağlanmaktadır (Dong ve ark., 2024;

Gasparre & Rosell, 2023; Haixi ve ark., 2026; Perea-Escobar ve ark., 2025).

Bu zorlukların üstesinden gelmek için sadece malzeme içeriğini değiştirmekle kalmayıp modern üretim teknolojilerinden de yararlanılmaktadır. Glutensiz hamurun hem tadını iyileştirmek hem de tazeliğini daha uzun süre korumasını sağlamak amacıyla, özel laktik asit bakterileriyle hazırlanan ekşi maya yöntemleri kullanılmaktadır. Pişirme aşamasında ise dışının yanıp iğinin hamur kalmasına yol açan eski yöntemler yerine, hamurun her yerinin aynı anda ve hızla pişmesini sağlayan, böylece ekmeğin sönmesini önleyen ohmik ısıtma (elektrik akımıyla pişirme) veya mikrodalga gibi yeni teknolojiler tercih edilmektedir (Haixi ve ark., 2026). Kullanılan bu yeni malzemeler ve gelişmiş teknolojiler sayesinde, glutensiz ürünlerin kalitesi ve lezzeti her geçen gün normal buğday ekmeklerine daha da yaklaşmaktadır.

Glutenin Yeni Fonksiyonel Özellikler için Modifikasyonu

Buğdayın işlenmesi sırasında elde edilen gluten, gıda sektöründe çok özel bir protein olsa da doğal yapısıyla suya karşı dirençlidir ve çözünmesi oldukça zordur. Gluten modifikasyonu en basit anlatımıyla, bu dirençli proteinin moleküler yapısını ve bağlarını çeşitli yöntemlerle esneterek, kırarak veya yeniden şekillendirerek ona yeni ve kullanışlı özellikler kazandırma sürecini ifade etmektedir (Abedi & Pourmohammadi, 2020; Zhang ve ark., 2023).

Bu işlemlerin yapılmasındaki temel amaç, glutenin normalde çok düşük olan suda çözünme kabiliyetini artırmak; su ile yağı bir arada tutma, köpürme ve jel oluşturma gibi özelliklerini geliştirmektir. Aynı zamanda çölyak hastalığı ya da buğday alerjisi gibi rahatsızlıkları tetikleyen alerjik kısımları parçalayarak gluteni sağlık açısından daha güvenli bir hâle getirmek ve gıda dışındaki

doğa dostu endüstriyel ürünlerin imalatında kullanılabilir kılmak da hedeflenmektedir (Di Stasio & Mamone, 2025; Li ve ark., 2024; Zheng ve ark., 2026).

Glutenin gıda ve sanayi alanlarındaki kullanımını yaygınlaştırmak, suda çözünürlüğünü artırmak ve alerjik etkilerini azaltmak amacıyla başvuru olan modifikasyon yöntemleri; fiziksel, kimyasal, enzimatik ve genetik olmak üzere dört ana başlık altında toplanmaktadır.

Fiziksel Modifikasyonlar: Bu yöntemler, proteine dışarıdan herhangi bir kimyasal madde ilave etmeden, yalnızca ısı ve mekanik güç kullanılarak yapının değiştirilmesi esasına dayanmaktadır. Çevre ve tüketici sağlığı yönünden en güvenilir yaklaşımlar olarak kabul edilmektedir (Abedi & Pourmohammadi, 2020). Temel amaç, birbiriyle sıkıca birleşmiş protein bağlarını çözmek, yapıyı esnetmek ve glutenin suyla daha kolay bütünleşmesini sağlamaktadır. Sıklıkla başvuru olan uygulamalar arasında yüksek yoğunluklu ultrason dalgaları, ultra yüksek basınç (UHP), mikrodalga ve ekstrüzyon (ısı ile yoğurmanın birlikte kullanıldığı pişirme) işlemleri yer almaktadır (Liu ve ark., 2021; Song ve ark., 2025). Örneğin, dondurma ve çözme aşamaları büyük proteinleri parçalayarak hamurun dengesini etkilerken; ultra yüksek basınç ve bilyalı öğütme işlemleri proteinlerin fiziksel boyutunu küçülterek suda çözünmelerini kolaylaştırmaktadır (Abedi & Pourmohammadi, 2020; Zhang ve ark., 2023).

Kimyasal Modifikasyonlar: Sanayi ölçeğinde oldukça hızlı, ekonomik ve kesin sonuçlar veren bu işlemler, gluten proteininin elektrik yükünü asit, baz veya çeşitli tuzlar yardımıyla değiştirmeyi hedeflemektedir. Proteine uygulanan en yaygın kimyasal yöntemler; deamidasyon, fosforilasyon, asilasyon ve glikozilasyon (Maillard reaksiyonu) işlemleridir (Abedi &

Pourmohammadi, 2021). Örneğin, hafif asitlerin tercih edildiği deamidasyon işleminde glutenin elektrik yükü artırılmaktadır; bu da proteinin suyu bir sünger gibi çekmesine ve daha güçlü köpükler oluşturmaya imkân tanımaktadır (Dong ve ark., 2024). Polifosfatların kullanıldığı fosforilasyon işlemi de glutenin su tutma yeteneğini ciddi oranda artırmaktadır (Hu ve ark., 2022). Ancak bu yöntemlerin besin değerini düşürebilme (bazı temel amino asitleri yok etme) ve zararlı yan ürünler oluşturabilme riski taşınması, gıda güvenliği açısından çok dikkatli kullanılmalarını gerektirmektedir (Zhang ve ark., 2023).

Enzimatik Modifikasyonlar: Kimyasal yöntemlerin barındırdığı sağlık risklerini ortadan kaldıran, oldukça güvenli ve doğrudan amaca yönelik uygulamalardır. Bu grupta, doğada bulunan çeşitli enzimlerden yararlanılarak proteinin yapısı yeniden şekillendirilmektedir (Espinoza-Herrera ve ark., 2021). İşlemler genellikle iki farklı mantıkla yürütülmektedir. Birinci yaklaşımda alkalaz veya papain gibi "proteaz" enzimleri kullanılarak glutenin uzun bağları küçük parçalara bölünmektedir. Bu sayede hem proteinin suda çözünürlüğü artmakta hem de insan vücudundaki alerjik reaksiyonları tetikleyen kısımlar parçalanmaktadır (Li ve ark., 2024; Zhang ve ark., 2023). İkinci yaklaşımda ise "transglutaminaz (TGase)" gibi enzimlerden yararlanılarak protein iplikçikleri arasında yeni ve güçlü bağlar kurulmaktadır. Bu işlem gluteni parçalamamakta, aksine hamurun esnekliğini ve dokusunu güçlendirmektedir (Dong ve ark., 2024).

Genetik Modifikasyonlar: Bu yöntem, gluten modifikasyonunu mutfakta ya da fabrikada değil, doğrudan tarlada ve tohum aşamasında gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Çölyak hastalığını veya buğday alerjisini tetikleyen zararlı protein dizilimlerinin (özellikle gliadin bileşenlerinin) oluşumunu durdurmak amacıyla buğdayın genetik yapısına müdahale

edilmektedir (Di Stasio & Mamone, 2025). Geleneksel bitki ıslahı (melezleme) yöntemlerinin yanı sıra, günümüzde RNA interferans (RNAi) ve CRISPR/Cas9 gibi ileri gen düzenleme teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Bu teknolojiler sayesinde, hamurun kabarması için gereken teknik özellikleri koruyan ancak bağışıklık sistemini olumsuz etkilemeyen, insan sağlığına çok daha uygun yeni buğday türleri yetiştirilebilmektedir (Asri ve ark., 2021; Espinoza-Herrera ve ark., 2021).

Farklı yöntemlerle modifiye edilen bu gluten, günümüzde oldukça geniş bir uygulama alanına kavuşmuştur. Gıda sektöründe bitkisel et alternatiflerinin (vegan et) üretilmesinde, vitamin ve antioksidan gibi hassas maddelerin vücuda güvenle taşınmasını sağlayan mikro kapsüllerin yapımında ve glutensiz gıdalarda eksik olan esnek bağ dokusunun taklit edilmesinde bu malzemeden yararlanılmaktadır (Espinoza-Herrera ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2023). Gıda sanayisinin dışında ise doğada kendiliğinden yok olabilen çevre dostu ambalaj filmlerinin ve ahşap sektörü için kimyasal içermeyen doğal yapıştırıcıların imalatında önemli bir rol oynamaktadır (Mousavi & Safaei-Ghomi, 2026; Xu & Li, 2023).

Elbette her yöntemin kendine göre belirgin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Kimyasal modifikasyonlar son derece hızlı, ekonomik ve etkilidir; ancak reaksiyon sırasında zararlı yan ürünlerin oluşma riski taşınması ya da lizin gibi temel yapı taşlarına zarar vererek proteinin besin değerini düşürmesi, gıda güvenliği açısından soru işaretleri yaratmaktadır (Abedi & Pourmohammadi, 2021). Fiziksel modifikasyonlar sağlığa zararsız ve temiz bir süreç olarak kabul edilse de, genellikle özel ve maliyetli endüstriyel makinelere ya da yüksek enerjiye ihtiyaç duymaktadır; ayrıca etkileri kimyasal yöntemler kadar keskin olmayabilmektedir (Abedi & Pourmohammadi, 2020; Li ve ark., 2024). Enzimatik yöntemler ise hem tüketici sağlığı yönünden

oldukça güvenli hem de doğrudan hedefe yöneliktir, fakat bu süreçte kullanılan enzimlerin maliyetinin yüksek olması, üretim aşamalarında karşılaşılan en büyük dezavantajı oluşturmaktadır (Zhang ve ark., 2023).

Gluten Proteininin Sağlık Üzerine Etkileri

Dünya Sağlık Örgütüne (DSÖ) göre sağlıklı bir diyet; yetersiz ya da aşırı beslenmenin yol açacağı sorunların yanı sıra diyabet, kalp rahatsızlıkları ve inme gibi bulaşıcı olmayan hastalıklara karşı da koruyucu olmalıdır (Melini & Melini, 2019). Ancak modern yaşam şartları ve değişen beslenme alışkanlıkları, genel sağlık üzerinde yeni zorlukları beraberinde getirmektedir. Dünya genelinde artış gösteren gıda alerjileri ile intoleranslar, belirli besin maddelerine karşı bağışıklık veya sindirim sisteminde olumsuz tepkilere neden olmakta; bu durum kişileri, rahatsızlığı tetikleyen unsurların beslenme düzeninden tamamen çıkarıldığı özel diyetler uygulamaya mecbur bırakmaktadır (Cabanillas, 2020).

Bu doğrultuda "gluten", belirli besin bileşenlerine bağlı olarak gelişen sağlık sorunlarının ve zorunlu diyet kısıtlamalarının en belirgin örneklerinden biri olarak dikkat çekmektedir. Dünya nüfusunun yüksek enerji ihtiyacını ve tüketim talebini karşılamada buğday, pirinç ve mısır gibi temel tahıllar küresel gıda arzının merkezinde yer almaktadır (Asri ve ark., 2021). Özellikle buğday; ekonomik olması, farklı coğrafyalarda kolayca üretilebilmesi ve suyla karıştırıldığında hamura gaz tutma, kabarma ve kendine has bir esneklik kazandırması sebebiyle dünya genelinde en fazla tüketilen gıda kaynaklarının başında gelmektedir (Wieser ve ark., 2023). Buğdayın fırıncılık alanında çok önemli görülen bu yapısal özelliklerini sağlayan temel unsur ise yapısındaki depo proteini olan glutendir (Zhang ve ark., 2023).

Normal koşullarda gıda sektöru için oldukça işlevsel olan gluten proteini, genetik veya bağışıklık sistemi yönünden hassas kişilerde ise modern beslenme düzeninin en çok tartışılan bileşenlerinden biri hâline gelmiştir. Gluten, herhangi bir genetik yatkınlığı ya da hassasiyeti bulunmayan sağlıklı bireylerde olumlu ve koruyucu etkiler gösterirken; genetik olarak duyarlı kişilerde ise ciddi bağışıklık sistemi hastalıklarına (çölyak hastalığı, buğday alerjisi ve çölyak dışı gluten hassasiyeti) yol açabilmektedir (Di Stasio & Mamone, 2025).

Sağlıklı Bireylerde Glutenin Olumlu ve Koruyucu Etkileri

Doğal Tansiyon Düşürücü ve Antioksidan Etki: Gluten proteinleri mide ve bağırsaklarda sindirilirken, "biyoaktif peptitler" olarak adlandırılan küçük, aktif protein parçacıkları açığa çıkmaktadır (Di Stasio & Mamone, 2025). Bu minik parçacıklar, vücuttaki hücre hasarını hızlandıran zararlı maddeleri temizleyerek güçlü bir antioksidan görevi üstlenmektedir. Ayrıca, tıpkı tansiyon ilaçlarının çalışma mekanizmasında olduğu gibi belirli enzimleri dengeleyerek (ACE enzimini baskılayarak) kan basıncının, yani tansiyonun güvenli seviyelerde kalmasına yardımcı olmaktadır (Di Stasio & Mamone, 2025; Zhang ve ark., 2023).

Kalp ve Damar Sağlığının Korunması: Toplumdaki genel yanılığın aksine, gluten tüketimi kalp hastalıklarına neden olmamaktadır. On binlerce sağlıklı kişinin uzun yıllar boyunca takip edildiği kapsamlı araştırmalar, glutenli besinlerin (özellikle tam tahılların) tüketilmesinin koroner kalp hastalığı riskini düşürebileceğini ortaya koymaktadır (Lebwohl ve ark., 2017). Ayrıca glutenin kandaki yağ dengesini düzenleyici bir etkisi bulunmaktadır; yüksek oranda gluten içeren bir beslenme düzeni, kandaki trigliserit ve "kötü kolesterol" (LDL) seviyelerini belirgin

bir şekilde dūřürerek damar saęlıęını desteklemektedir (Zong ve ark., 2018).

Tip 2 Diyabet (şeker Hastalığı) Riskini Dūřürmesi: Yüz binlerce kişinin incelendiği kapsamlı çalışmalar, beslenme dūzeninde daha fazla glutene yer veren bireylerin Tip 2 diyabet hastalığına yakalanma riskinin daha dūřük olduğunu gōstermektedir (Zong ve ark., 2018). Gluten barındıran tam tahıllı gıdalar, aynı zamanda kan şekerini dengeleyen ve diyabete karşı koruma sağlayan "tahıl lifleri" yōnünden oldukça zengindir. Gluteni beslenmesinden tamamen çıkaran kişiler bu koruyucu liflerden de uzak kaldıkları için farkında olmadan şeker hastalığına daha yatkın hāle gelebilmektedir (Banu ve ark., 2024; Zong ve ark., 2018).

Baęıřıklık Sistemini ve Hūcreleri Beslemesi: Gluten, "glutamin" adı verilen amino asit yōnünden doęadaki en zengin kaynaklar arasında yer almaktadır, glutenin yaklařık %40'ı bu maddeden meydana gelmektedir (Zhang ve ark., 2023). Glutamin, vūcuttaki hūcreler için önemli bir enerji kaynaęıdır. Őzellikle vūcut strese girdięinde, hastalandıęında ya da bir travma (yara, ameliyat vb.) yařandıęında, baęıřıklık sistemi ve baęırsak hūcreleri iřlevlerini sūrdūrebilmek için yūksək miktarda glutamine ihtiyaç duymaktadır (Banu ve ark., 2024).

Obezite ve Beslenme Yetersizliklerinden Koruma: Herhangi bir saęlık sorunu bulunmayan kiřilerin popūler akımlara kapılarak "glutensiz diyete" yōnelmesi lif, demir, çinko, kalsiyum ve B vitaminleri (örneęin folik asit) gibi yařamsal besin Őgelerinden uzak kalmalarına yol açmaktadır (Banu ve ark., 2024). Őstelik marketlerde yer alan paketli glutensiz ũrūnler, glutenin eksiklięini kapatabilmek, ũrūne lezzet ve kıvam kazandırabilmek için genellikle daha fazla katkı maddesi, doymuř yaę ve řeker

içermektedir. Bu nedenle doğal yollarla gluten (tam tahıl) tüketmek, kişiyi daha doyurucu, besleyici ve dengeli bir beslenme düzeninde tutarak kilo alımından ve metabolik rahatsızlıklardan korumaktadır (Melini & Melini, 2019).

Tıbbi bir teşhis konmadığı müddetçe sağlıklı bireylerin glutenden uzak durmasına gerek yoktur. Gluten, tam tahıllı ve dengeli bir diyetin parçası olarak tüketildiğinde kalp sağlığını koruyan, diyabet riskini düşüren ve bağışıklığı destekleyen değerli bir besin bileşenidir.

Hassas Bireylerde Toksik Tetikleyici Olarak Gluten (Gluten İlişkili Bozukluklar)

İnsanlığın binlerce yıldır tükettiği temel bir besin kaynağı olan buğdayın içindeki gluten proteini, bazı kişilerin vücudunda istenmeyen ve bazen de oldukça şiddetli tepkilere yol açabilmektedir. Bağışıklık sisteminin gluteni algılama biçimine göre değişen ve klinik olarak birbirinden farklılaşan bu rahatsızlıklar bütünü, tıp dünyasında "Gluten İlişkili Bozukluklar" başlığı altında toplanmaktadır (Sapone ve ark., 2012).

Çölyak Hastalığı

Çölyak hastalığı, genetik yatkınlığı olan bireylerde buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllarda yer alan gluten proteininin tüketilmesiyle tetiklenen, ömür boyu süren otoimmün bir bağırsak rahatsızlığıdır (Cabanillas, 2020; Di Stasio & Mamone, 2025). Dünya genelinde yaklaşık her yüz kişiden birini etkileyen bu durum, basit bir gıda intoleransından ya da alerjiden çok daha karmaşık bir hücrel hasar sürecini ifade etmektedir. Hastalığın yapısını tam olarak kavrayabilmek için insan metabolizmasındaki işleyişine, bağırsaklarda yarattığı tahribata ve bu durumla nasıl mücadele edilmesi gerektiğine yakından bakmak gerekmektedir.

Normal koşullarda tüketilen gıdalar mide ve bağırsak enzimleri tarafından en küçük yapı taşlarına kadar parçalanmaktadır. Ancak glutenin oldukça dirençli ve zorlu bir kimyasal yapısı bulunmaktadır. Özellikle yapısındaki prolin ve glutamin amino asitlerinin fazlalığı nedeniyle insan sindirim enzimleri gluteni tamamen sindirememekte ve bunun sonucunda bağırsak boşluğunda büyük, parçalanmaya karşı koyan protein parçacıkları kalmaktadır (Di Stasio & Mamone, 2025). Sağlıklı bir insanda bu durum herhangi bir sorun yaratmazken, çölyak hastalığına genetik yatkınlığı olan, yani HLA-DQ2 veya HLA-DQ8 genlerini taşıyan kişilerde bu sindirilemeyen yapılar savunma sistemini harekete geçirmektedir. Gluten peptitleri, bağırsak hücreleri arasındaki sıkı bağları açan zonulin adlı bir proteini aşırı uyurarak bağırsak duvarının geçirgenliğini artırmakta ve bu büyük parçalar bağırsak astarının altına sızmaktadır (Caio ve ark., 2020; Sapone ve ark., 2012). Bağırsak dokusunun altına geçen bu maddeler, burada vücudun kendi enzimi olan doku transglutaminazı ile reaksiyona girerek kimyasal bir değişime uğramaktadır. Bağışıklık sistemi bu değişen yapıları doğrudan bir tehdit olarak algılayarak alarm durumuna geçmekte ve bölgeye akın eden savunma hücreleri şiddetli bir iltihaplanma süreci başlatmaktadır (Di Stasio & Mamone, 2025). Bu sürecin ortasında kalan ince bağırsak yüzeyi ağır hasar görmekte; besinlerin emilmesini sağlayan ve parmaksı çıkıntılar olarak bilinen villuslar eriyerek düzleşmektedir (Asri ve ark., 2021).

Bağırsak yüzeyindeki bu emilim noktalarının düzleşmesi, vücudun tüketilen gıdalardaki vitamin, mineral ve temel besinleri kan dolaşımına alamaması anlamına gelmektedir. Hastalık her yaşta ortaya çıkabilmekte ve kişiden kişiye çok farklı belirtiler gösterebilmektedir. Vücut besinleri sindiremediği için kronik ishal, kötü kokulu ve yağlı dışkılama, şiddetli karın ağrısı, aşırı gaz,

şişkinlik ve kilo kaybı en sık karşılaşılan şikayetler arasındadır. Çocuklarda bu durum özellikle boy uzamasında duraklama ve büyüme geriliği ile kendini belli etmektedir (Banu ve ark., 2024; Cabanillas, 2020). Bağırsak yeterli emilim yapamadığı için demir ve folik asit eksikliğine bağlı derin bir kansızlık, D vitamini ile kalsiyum emilemediği için kemik erimesi veya diş minesini bozuklukları ortaya çıkmaktadır (Kıran Taşçı & Esen, 2026; Melini & Melini, 2019). Ayrıca sürekli bir yorgunluk hâli, kadınlarda adet düzensizlikleri ya da kısırlık görülebilmektedir. Çölyak bazen hiç karın ağrısı yapmadan, diz ve dirseklerde şiddetli kaşıntılı su toplayan döküntülerle veya beyinciği etkileyerek denge kaybına yol açan nörolojik sorunlarla da belirebilmektedir (Asri ve ark., 2021). Hatta bazı vakalar hiçbir belirti vermezken, bağırsak hasarı içten içe devam etmektedir (Sapone ve ark., 2012).

Günümüz tıp dünyasında çölyak hastalığını ilaçla tamamen iyileştiren ya da ameliyatla düzelten tıbbi bir yöntem henüz bulunmamaktadır. Hastalığın bilinen tek ve zorunlu tedavisi, ömür boyu sürecek çok sıkı bir glutensiz diyet uygulamaktır (Banu ve ark., 2024; Catassi ve ark., 2024). Bu diyetle buğday, arpa ve çavdar hayatın her alanından tamamen çıkarılmalıdır. Ekmek, makarna, pasta gibi belirgin gıdaların ötesinde sos, hazır çorbalar, salata sosları, hatta bazı ilaçların içeriğinde dahi gizli gluten bulunabileceğinden hastaların iyi birer etiket okuyucusu olması gerekmektedir (Lebwohl ve ark., 2017). Evde aynı kesme tahtasının, aynı ekmek kızartma makinesinin veya aynı kızartma yağının kullanılması bile glutenin sağlıklı gıdaya bulaşmasına yeterek bağırsaktaki hasarı tekrar başlatabilmektedir (Di Stasio & Mamone, 2025). Ancak glutensiz diyeti sürdürmek sadece marketten hazır glutensiz ürünleri almak anlamına gelmemektedir. Endüstriyel glutensiz ürünler, hamurun kıvamını tutturabilmek için genellikle normal ürünlere göre daha fazla şeker ve doymuş yağ

içerirken; lif, demir ve B vitaminleri yönünden oldukça zayıftır (Melini & Melini, 2019). Bu durum, zaten emilim bozukluğu yaşayan hastaları obezite, kolesterol ve diyabet gibi yeni metabolik risklerle karşı karşıya bırakabileceği için beslenmenin doğal alternatifler, taze sebze, meyve ve temiz protein kaynaklarıyla desteklenmesi önem taşımaktadır. Teşhis aşamasında boşalan depoları doldurmak için hekimler genellikle D vitamini, kalsiyum ve demir takviyeleri başlatmaktadır (Kıran Taşcı & Esen, 2026). Gelecekte hastaların diyet yükünü hafifletmek adına, yanlışlıkla alınan gluteni midede zararsız hâle getirecek enzim hapları, bağırsak geçirgenliğini engelleyen ilaçlar veya bağışıklık sistemini eğiten aşılardan klinik çalışmalar sürse de, bunlar onaylanana kadar sıkı diyet disiplini tek çözümdür (Banu ve ark., 2024; Cabanillas, 2020).

Buğday Alerjisi

Buğday alerjisi, bağışıklık sisteminin buğdayda bulunan ve aslında vücut için tamamen zararsız olan proteinlere karşı saniyeler veya dakikalar içinde aşırı bir savunma tepkisi göstermesidir. Toplumda sıklıkla çölyak hastalığıyla aynı kefeye konulsa da bu iki rahatsızlık hem hücresel düzeyde hem de klinik yansımaları bakımından birbirinden tamamen farklı mekanizmalara sahiptir. Çölyak hastalığı, genetik olarak yatkın bireylerde sadece glutene karşı gelişen, yavaş ilerleyen ve ince bağırsak dokusunu tahrip ederek emilim fırçalarını (villusları) eriten otoimmün bir süreçtir. Buğday alerjisinde ise herhangi bir genetik zorunluluk (HLA-DQ2 veya DQ8 genleri) aranmaz ve bağışıklık sistemi sadece glutene değil, buğdayın içindeki albumin ve globulin gibi suda çözünebilir pek çok farklı proteine de klasik bir gıda alerjisi tepkisi vermektedir. En önemlisi, buğday alerjisi bağırsaklarda kalıcı bir doku erimesi veya mimari bozukluk bırakmamaktadır (Cárdenas-Torres ve ark., 2021; Roszkowska ve ark., 2019).

İnsan metabolizmasındaki işleyişinde, sürecin merkezinde vücudun yabancı maddelere karşı ürettiği İmmünoglobulin E (IgE) antikorları yer almaktadır. Duyarlı bir kişi buğday içeren bir besin tükettiğinde, un tozunu soluduğunda veya tenine temas ettiğinde, bağışıklık sistemi bu proteinleri tehlikeli birer işgalci olarak kodlamaktadır. Vücutta önceden hazır bekleyen IgE antikorları buğday proteinleri ile birleşerek çapraz bağlar kurmakta ve savunma hattının en önündeki mast hücreleri ile bazofilleri uyarılmaktadır. Bu hücresel uyarılma, hücrelerin hızla parçalanmasına ve kana çok yüksek miktarda histamin başta olmak üzere çeşitli iltihap yapıcı kimyasalların salgılanmasına neden olmaktadır (Bardella ve ark., 2016; Catassi ve ark., 2024).

Kana aniden karışan histaminin etkisiyle belirtiler son derece hızlı bir şekilde, genellikle dakikalar ile birkaç saat içinde patlak vermektedir. Vücudun farklı sistemlerini aynı anda etkileyebilen bu reaksiyonlar ciltte şiddetli kaşıntı, kurdeşen (ürtiker) ve özellikle yüz çevresinde şişme (anjioödem) şeklinde kendini göstermektedir. Sindirim sisteminde bulantı, şiddetli karın krampları ve kusma görülürken; solunum yollarında nefes darlığı, tıkanma ve fırıncıların ortamdaki un tozunu solumasıyla gelişen mesleki astım tabloları ortaya çıkmaktadır. Hastalığın en tehlikeli klinik tablosu ise, kana karışan kimyasalların tansiyonu aniden düşürmesiyle gelişen ve müdahale edilmezse hayati tehlike yaratan sistemik anafilaktik şoktur. Ayrıca buğdayın içindeki "omega-5 gliadin" adlı spesifik bir proteine karşı gelişen çok özel bir alerji türünde, kişi buğdaylı bir gıda yendikten hemen sonra egzersiz yaparsa bağırsak geçirgenliğinin artmasıyla ani ve ölümcül bir şok (WDEIA) geçirebilmektedir (Asri ve ark., 2021; Bardella ve ark., 2016).

Günümüzde buğday alerjisini tamamen ortadan kaldıran standart bir ilaç tedavisi bulunmadığından, hastalığın temel

yönetimi buğdayın ve tüm buğday proteinlerinin beslenmeden sıfır toleransla çıkarıldığı katı bir "buğdaysız diyet" uygulamasıdır (Cabanillas, 2020; Di Stasio & Mamone, 2025). Hastaların gizli buğday içerebilecek paketli gıdalara ve çapraz bulaşma risklerine karşı etiket okuma alışkanlığı kazanması şarttır; yanlışlıkla maruz kalma durumlarında gelişen hafif reaksiyonlar için hekim onayıyla antihistaminikler kullanılabilirken, hayati tehlike yaratan anafilaktik şok riski taşıyan hastaların yanlarında mutlaka adrenalin (epinefrin) oto-enjektörü bulundurmaları kritik bir zorunluluktur (Banu ve ark., 2024). Geleceğe yönelik umut verici araştırmalar arasında bağışıklık sistemini düşük dozlarla buğdaya alıştırmayı hedefleyen ağız yoluyla duyarsızlaştırma (immünoterapi) yöntemleri, probiyotik destekleri ve gıda teknolojisiyle alerjenik yapısı parçalanmış hipoalerjenik buğday ürünlerinin geliştirilmesi yer alsada, bu alternatifler henüz rutin klinik kullanıma girmemiştir (Cabanillas, 2020; Catassi ve ark., 2024).

Çölyak Dışı Gluten Hassasiyeti

Çölyak dışı gluten hassasiyeti, kişinin çölyak hastalığı veya buğday alerjisi olmamasına rağmen gluten içeren gıdalar tükettiğinde ortaya çıkan ve bu yiyeceklerin beslenme düzeninden çıkarılmasıyla düzelen bir rahatsızlıktır (Siddiqui ve ark., 2022). Bu tablo, otoimmün ya da IgE aracılı klasik bir alerjik tepki olmamakla birlikte, bağırsaklarda kalıcı doku hasarı (villus erimesi) bırakmamasıyla çölyak hastalığından net bir şekilde ayrılmaktadır (Volta ve ark., 2013). Kişinin genetik yatkınlığı (HLA-DQ2 veya DQ8 genleri) çölyaktaki kadar belirleyici değildir; ancak doğal bağışıklık sisteminin glutene ve buğdayın içindeki diğer bileşenlere karşı verdiği anormal hücre sel yanıt hastalığın temelini oluşturmaktadır (Cárdenas-Torres ve ark., 2021).

Kişi gluten veya buğdaylı bir besin tükettikten saatler ya da birkaç gün sonra oldukça geniş bir şikayet yelpazesıyla karşılaşmaktadır. Bağırsaklarda şişkinlik, karın ağrısı ve ishal gibi huzursuz bağırsak sendromunu andıran sorunların yanı sıra; kronik yorgunluk, zihin bulanıklığı (beyin sisi), baş ve eklem ağrıları, kas ağrıları ve cilt döküntüleri gibi bağırsak dışı belirtiler de sıklıkla görülmektedir (Caio ve ark., 2020; Cárdenas-Torres ve ark., 2021). Son yıllarda yapılan çalışmalar, bu şikayetlerin tek sorumlusunun gluten olmadığını açıkça göstermektedir. Buğdayın içinde bulunan ve doğal bağışıklık sistemini tetikleyen amilaz-tripsin inhibitörleri (ATI'ler) ile bağırsaklarda fermente olarak gaz ve şişkinliğe yol açan FODMAP adı verilen karbonhidratların da bu tabloyu büyük ölçüde tetiklediği kanıtlanmıştır (Gibson ve ark., 2017; Henggeler ve ark., 2017). Tıp dünyasında bu durumun adının sadece gluteni değil, tüm bu tetikleyicileri kapsayacak şekilde "çölyak dışı buğday hassasiyeti" olarak değiştirilmesi bu sebeple sıklıkla tartışılmaktadır.

Hastalığı kesin olarak kanıtlayacak spesifik bir kan testi veya biyobelirteç henüz bulunmamaktadır. Vakaların yaklaşık yarısında kanda IgG sınıfı anti-gliadin antikoları (AGA) saptansa da, bu test tek başına kesin tanı koydurucu bir özellik taşımamaktadır (Volta ve ark., 2013). Bu nedenle tanı, ancak çölyak hastalığının ve buğday alerjisinin tıbbi testlerle (antikor ve biyopsi) kesin olarak dışlanması ardından konulabilen bir "dışlama tanısıdır" (Siddiqui ve ark., 2022). Güncel klinik yaklaşımlarda, özellikle "Salerno Uzman Kriterleri" referans alınarak, hastanın glutensiz diyetle verdiği yanıt değerlendirilmektedir. Ardından, tanıyı kesinleştirmek ve psikolojik beklentiden kaynaklı "nosebo" etkisini ekarte etmek için hekim kontrolünde çift kör plasebo kontrollü gluten yükleme testleri uygulanmaktadır (Cárdenas-Torres ve ark., 2021; Roszkowska ve ark., 2019).

Tedavi süreci, rahatsızlığı tetikleyen buğday, arpa, çavdar gibi tahılların ve bazen de FODMAP içeren diğer gıdaların beslenmeden çıkarılmasına dayanmaktadır (Cárdenas-Torres ve ark., 2021). Ancak çölyak hastalığındaki sıfır toleranslı ve ömür boyu süren diyet mecburiyetinin aksine, bu hassasiyete sahip kişilerin bağırsak bariyerleri toparlandıktan sonra zamanla gluteni tolere edebilme ihtimali bulunmaktadır. Bu nedenle hekimler genellikle bir veya iki yıllık sıkı bir diyetin ardından, hastanın tolerans eşiğini değerlendirmek için kademeli olarak glutenin diyete tekrar eklenmesini önerebilmektedir (Roszkowska ve ark., 2019; Volta ve ark., 2013).

Tıbbi Gereklilik Dışında "Glutensiz Diyet" Uygulamasının Riskleri

Son yıllarda çölyak hastalığı, buğday alerjisi ya da gluten hassasiyeti gibi herhangi bir tıbbi tanısı bulunmayan pek çok kişi, daha sağlıklı bir yaşam sürmek veya kilo vermek amacıyla glutensiz diyete yönelmektedir. Popüler diyet kültürünün bir parçası hâline gelen bu eğilimin aksine, tıbbi bir zorunluluk olmadan gluteni hayattan çıkarmak faydadan çok zarar getirebilmektedir. Bilimsel veriler, sağlıklı bireylerin bu diyeti uygulamasının vücutta ciddi beslenme yetersizliklerine, metabolik sorunlara ve yaşam kalitesini düşüren psikolojik yüklere neden olabileceğini açıkça göstermektedir (Cabanillas, 2020; Zong ve ark., 2018).

Glutensiz diyetin en belirgin riski, yarattığı derin besin ögesi eksiklikleridir. Market raflarında yer alan ticari glutensiz ürünler, buğdayın sunduğu esneklik, kıvam ve lezzeti taklit edebilmek amacıyla normal eşdeğerlerine göre çok daha yüksek oranlarda doymuş yağ, şeker ve sodyum (tuz) içermektedir; buna karşılık protein ve diyet lifi açısından oldukça fakirdir (Banu ve

ark., 2024; Melini & Melini, 2019). Buğday ve diğer glutenli tahıllar B vitaminleri (özellikle folik asit, tiamin, riboflavin), demir, çinko ve magnezyum gibi hayati mikro besinlerin temel kaynağını oluşturmaktadır. Bu tahılların beslenmeden tamamen çıkarılması, bireyleri yorgunluk, derin kansızlık ve kemik erimesi gibi ciddi sağlık problemleriyle karşı karşıya bırakabilmektedir (Cárdenas-Torres ve ark., 2021).

Beslenme dengesindeki bu bozulma, uzun vadede metabolik ve kardiyovasküler hastalıklara da zemin hazırlamaktadır. Tam tahıllar kalp damar sağlığını koruyan ve kan şekerini dengeleyen en önemli besin gruplarıdır. Sağlıklı bireylerin gluteni bırakması, genellikle bu koruyucu tam tahılların ve liflerin de beslenmeden çıkması anlamına gelmektedir. Bu kayıp, koroner kalp hastalığı ile Tip 2 diyabet riskini belirgin şekilde artırmaktadır (Lebwohl ve ark., 2017; Zong ve ark., 2018). Üstelik, glisemik indeksi (kan şekerini yükseltme hızı) oldukça yüksek olan pirinç veya mısır nişastasız bazı glutensiz ürünlerin sürekli tüketimi, insülin direncini tetikleyerek kilo alımına, obeziteye ve metabolik sendrom gelişimine yol açabilmektedir (Melini & Melini, 2019; Mozzillo ve ark., 2022).

Tıbbi gereklilik dışı glutensiz beslenmenin göz ardı edilen bir diğer etkisi ise bağırsak florası (mikrobiyota) üzerindeki olumsuz yansımalarıdır. Buğday, bağırsaklardaki dost bakterileri besleyen prebiyotik lifler açısından oldukça zengindir. Glutensiz diyete geçildiğinde, bağırsaktaki *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* gibi faydalı bakteri türlerinin sayısı hızla azalırken, fırsatçı ve zararlı bakterilerin popülasyonu artmaya başlamaktadır (Caio ve ark., 2020). Disbiyozis olarak adlandırılan bu dengesizlik durumu, bağışıklık sisteminin zayıflamasına ve bağırsak bariyerinin bozulmasına neden olarak hastalıklara karşı vücut direncini düşürmektedir.

Fiziksel sağlık risklerinin yanı sıra, bu diyetin getirdiği ekonomik ve psikososyal yükler de oldukça ağırdır. Glutensiz rnler, geleneksel muadillerine göre çok daha pahalıdır ve her zaman kolayca bulunamamaktadır; bu da bütçe üzerinde ciddi bir baskı ve gıda güvensizliği oluşturmaktadır (Al-sunaid ve ark., 2021). Ayrıca dışarıda yemek yeme, sosyal etkinliklere katılma veya seyahat etme gibi günlük rutinler sürekli bir kaygı, etiket okuma takıntısı ve kısıtlama kaynağına dönüşerek kişiye sosyal izolasyona sürükleyebilir (Cabanillas, 2020; Lebowhl ve ark., 2015). Hastalık tanısı olmaksızın sadece daha sağlıklı olma beklentisiyle glutensiz beslenmek, hem bedensel dengeleri bozan hem de ruhsal bütünlüğü tehdit eden riskli bir girişimdir.

Sonuç

Gluten, buğday, arpa ve avdar gibi tahıllarda bulunan ve özellikle hamur yapısına esneklik ve dayanıklılık kazandıran önemli bir proteindir. Viskoelastik yapısı sayesinde ekmek ve diğer fırıncılık ürünlerinde kaliteli bir doku ve hacim oluşmasını sağlar. Bu nedenle gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak gluten, bazı bireylerde sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Çölyak hastalığı, buğday alerjisi ve lyak dışı gluten duyarlılığı gibi rahatsızlıklar gluten tüketimiyle ilişkilidir ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilir. Günümüzde bu durumlar için en etkili yöntem glutensiz diyettir. Ancak, glutensiz ürünler besin değer, maliyet ve doku açısından bazı dezavantajlara sahiptir. Özellikle hafif semptomları olan bireylerde katı bir glutensiz diyet uygulamak, hem sağlık hem de yaşam kalitesi üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Bu nedenle modifiye edilmiş gluten, alerjeniteyi azaltırken besin değerini koruyabilmesi sayesinde uzun vadeli ve sürdürülebilir bir çözüm olarak öne çıkmaktadır.

Son yıllarda araştırmalar, gluteni tamamen ortadan kaldırmak yerine, alerjen etkisini azaltırken teknolojik özelliklerini korumaya odaklanmıştır. Enzimatik, fiziksel ve biyoteknolojik yöntemlerle glutenin daha güvenli hale getirilmesi hedeflenmektedir. Endüstriyel ölçekte modifiye gluten uygulamaları henüz sınırlıdır. Enzimatik modifikasyon ve genetik mühendislik, güvenli ve “temiz etiket” özellikleri nedeniyle en umut verici yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır. Özellikle enzimatik modifikasyonun fiziksel yöntemlerle birlikte uygulanması; yüksek verimlilik, hassasiyet ve ılımlı işlem koşulları sağlayarak gluten alerjenitesini en üst düzeyde azaltma potansiyeline sahiptir. Ön işlem aşamasında fiziksel modifikasyonun kullanılması, hem alerjenitenin daha etkili azaltılmasına hem de glutenin temel fonksiyonel özelliklerinin mümkün olduğunca korunmasına katkı sağlamaktadır.

Alerjenite ile fonksiyonel özellikler arasındaki dengeyi sağlamak için, diyet lifi ve mikrobiyal polisakkaritler gibi yeni protein dışı yapılandırıcı bileşenler de geliştirilebilir. Bu bileşenler; yüksek su tutma kapasitesi, kendi kendine jel oluşturma özellikleri ve proteinlerle etkileşim yetenekleri sayesinde modifiye gluten ile birlikte yeni kompozit kolloidal ağ yapıları oluşturabilir. Böylece elastikiyet, gaz tutma ve nem tutma özelliklerindeki kayıplar telafi edilerek hem düşük alerjenite hem de istenen fonksiyonel özellikler aynı anda sağlanabilir. Bu yaklaşım, modifiye gluten ürünlerinin endüstriyel uygulanabilirliğini önemli ölçüde artırmaktadır. Sonuç olarak gluten, hem gıda teknolojisi hem de insan sağlığı açısından önemli bir bileşendir. Gelecekte yapılacak çalışmalarla, alerjen etkisi azaltılmış ve fonksiyonel özellikleri korunmuş gluten ürünlerinin geliştirilmesi mümkün olabilir.

Kaynakça

- Abedi, E., & Pourmohammadi, K. (2020). Physical modifications of wheat gluten protein: An extensive review. *Journal of Food Process Engineering*, 43(11), e13619. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13619>
- Abedi, E., & Pourmohammadi, K. (2021). Chemical modifications and their effects on gluten protein: An extensive review. *Food Chemistry*, 343, 128398. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128398>
- Al-sunaid, F. F., Al-homidi, M. M., Al-qahtani, R. M., Al-ashwal, R. A., Mudhish, G. A., Hanbazaza, M. A., & Al-zaben, A. S. (2021). The influence of a gluten-free diet on health-related quality of life in individuals with celiac disease. *BMC Gastroenterology*, 21, 330. <https://doi.org/10.1186/s12876-021-01908-0>
- Asri, N., Rostami-Nejad, M., Anderson, R. P., & Rostami, K. (2021). The Gluten Gene: Unlocking the Understanding of Gluten Sensitivity and Intolerance. *The Application of Clinical Genetics*, 14, 37-50. <http://doi.org/10.2147/TACG.S276596>
- Banu, Z., Somraj, B., Geetha, A., Khan, A.A., Srinu, B., Vamshi, J., Karunakar, J., Saidaiah, P. (2024). A comprehensive review of biochemical, functional, and dietary implications of Gluten. *Annals of Phytomedicine*, 13(1), 196-208. <http://doi.org/10.54085/ap.2024.13.1.19>
- Bardella, M. T., Elli, L., & Ferretti, F. (2016). Non-celiac gluten sensitivity. *Current Gastroenterology Reports*, 18(12), 63. <https://doi.org/10.1007/s11894-016-0536-7>

- Belton, P.S. (1999). On the elasticity of wheat gluten. *Journal of Cereal Science*, 29(2), 103-107.
<https://doi.org/10.1006/jcrs.1998.0227>
- Cabanillas, B. (2020). Gluten-related disorders: celiac disease, wheat allergy, and nonceliac gluten sensitivity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(15), 2606-2621.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1651689>
- Caio, G., Lungaro, L., Segata, N., Guarino, M., Zoli, G., Volta, U., & De Giorgio, R. (2020). Effect of Gluten-Free Diet on Gut Microbiota Composition in Patients with Celiac Disease and Non-Celiac Gluten/Wheat Sensitivity. *Nutrients*, 12, 1832.
<https://doi.org/10.3390/nu12061832>
- Calabriso, N., Scoditti, E., Massaro, M., Maffia, M., Chieppa, M., Laddomada, B., Carluccio, M.A. (2022). Non-celiac gluten sensitivity and protective role of dietary polyphenols. *Nutrients*, 14(13), 2679.
<https://doi.org/10.3390/nu14132679>
- Cárdenas-Torres, F. I., Cabrera-Chávez, F., Figueroa-Salcido, O. G., & Ontiveros, N. (2021). Non-celiac gluten sensitivity: An update. *Medicina*, 57(6), 526.
<https://doi.org/10.3390/medicina57060526>
- Catassi, G., Lener, E., Grattagliano, M.M., Motuz, S., Zavarella, M.A., Bibbo, S., Cammarota, G., Gasbarrini, A., Ianiro, G., Catassi, C. (2024). The role of microbiome in the development of gluten-related disorders. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 72, 101951.
<https://doi.org/10.1016/j.bpg.2024.101951>
- Delcour, J. A., Joye, I. J., Pareyt, B., Wilderjans, E., Brijs, K., Lagrain, B. (2012). Wheat gluten functionality as a quality

- determinant in cereal-based food products. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3, 469-492. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-022811-101303>
- Di Stasio, L., & Mamone, G. (2025). Gluten proteins: Beneficial factors and toxic triggers in human health. *Foods*, 14(19), 3403. <https://doi.org/10.3390/foods14193403>
- Dobraszczyk, B.J., Morgenstern, M.P. (2003). Rheology and the breadmaking process. *Journal of Cereal Science*, 38(3), 229-245. [https://doi.org/10.1016/S0733-5210\(03\)00059-6](https://doi.org/10.1016/S0733-5210(03)00059-6)
- Don, C., Lichtendonk, W., Plijter, J.J., Hamer, R.J. (2003). Glutenin macropolymer: A gel formed by glutenin particles. *Journal of Cereal Science*, 37(1), 1-7. <https://doi.org/10.1006/jcrs.2002.0481>
- Dong, M., Sun, Y., Xiong, D., Song, Q., Jia, J., Liu, X., Sheng, L., & Duan, X. (2024). Comparison of the effects of pH-shifting, acetic acid modification, and TGase treatment on the physicochemical and functional properties of wheat gluten protein. *Food and Bioprocess Technology*, 17(1), 245–256. <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03130-0>
- Dubcovsky, J., Dvorak, J. (2007). Genome plasticity a key factor in the success of polyploid wheat under domestication. *Science*, 316(5833), 1862-1866. <https://doi.org/10.1126/science.1143986>
- Espinoza-Herrera, J., Martínez, L.M., Serna-Saldivar, S.O., Chuck-Hernandez, C. (2021). Methods for the modification and evaluation of cereal proteins for the substitution of wheat gluten in dough systems. *Foods*, 10(1), 118. <https://doi.org/10.3390/foods10010118>

- Faihs, V., Kugler, C., Schmalhofer, V., Scherf, K.A., Lexhaller, B., Mortz, C.G., Bindslev-Jensen, C., Biedermann, T., Brockow, K. (2023). Wheat-dependent exercise-induced anaphylaxis: subtypes, diagnosis, and management. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 21(10), 1131-1135. <https://doi.org/10.1111/ddg.15162>
- Fan, J.L., Han, N., Chen, H.O. (2021). Physicochemical and structural properties of wheat gluten/rice starch dough-like model. *Journal of Cereal Science*, 98, 103181. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103181>
- Freeman, H. (2013). The neolithic revolution and subsequent emergence of the celiac affection. *International Journal of Celiac Disease*, 1(1), 19-22. <http://doi.org/10.12691/ijcd-1-1-8>
- Gambino, C.M., Agnello, L., Vidali, M., Lo Sasso, B., Mansueto, P., Seidita, A., Giuliano, A., Scazzone, C., Massa, D., Masucci, A., Tamburello, M., Vassallo, R., Ciaccio, A.M., Candore, G., Carroccio, A., Ciaccio, M. (2024). The role of killer immunoglobulin-like receptors (KIRs) in the genetic susceptibility to non-celiac wheat sensitivity (NCWS). *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 62(9), 1814-1823. <http://doi.org/10.1515/cclm-2024-0034>
- Gasparre, N., & Rosell, C. M. (2023). Wheat gluten: A functional protein still challenging to replace in gluten-free cereal-based foods. *Cereal Chemistry*, 100(1), 243-255. <https://doi.org/10.1002/cche.10624>
- Gibson, P. R., Skodje, G. I., & Lundin, K. E. A. (2017). Non-coeliac gluten sensitivity. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 32(S1), 86-89. <https://doi.org/10.1111/jgh.13705>

- Guo, Z., Zhang, H., Chen, K., Wang, Z., Chen, G., Yang, B., Kan, J. (2023). Characterization of sonicated gluten protein and subsequent rheological properties of model dough and noodles. *Journal of the Science Food and Agriculture*, 103(2), 799-810. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12191>
- Haixi, L., Ahmed, S., Shahbaz, M., Abid, J., Jahangir, M., & Khan, S. (2026). Quality improvement in gluten-free bread: A comprehensive review of modern techniques and ingredients. *Food Reviews International*, 42(3), 3055-3078. <https://doi.org/10.1080/87559129.2025.2537966>
- Henggeler, J. C., Veríssimo, M., & Ramos, F. (2017). Non-coeliac gluten sensitivity: A review of the literature. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 84-92. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.018>
- Heun, M., Schafer-Preg, R., Klawan, D., Castagna, R., Accerbi, M., Borghi, B., Salamini, F. (1997). Site of Einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. *Science*, 278 (5341): 1312-1314. <http://www.jstor.org/stable/2894198>
- Hu, F., Zou, P.-R., Zhang, F., Thakur, K., Khan, M. R., Busquets, R., Zhang, J.-G., & Wei, Z. J. (2022). Wheat gluten proteins phosphorylated with sodium tripolyphosphate: Changes in structure to improve functional properties for expanding applications. *Current Research in Food Science*, 5, 1342–1351. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.08.014>
- Ido, H., Matsubara, H., Kuroda, M., Takahashi, A., Kojima, Y., Koikeda, S., Sasaki, M. (2018). Combination of gluten-digesting enzymes improved symptoms of non-celiac gluten sensitivity: a randomized single-blind, placebo-controlled

- crossover study. *Clinical and Translational Gastroenterology*, 9(9), 181.
<https://doi.org/10.1038/s41424-018-0052-1>
- Jiang, Z., Zhang, T., Guan, E., Qu, Z., Zhang, L., Zhang, Y., Zhou, H., Yu, J. (2026). Physicochemical properties and multi-scale structures of glutenin macropolymer gel across wheat cultivars. *Food Hydrocolloids*, 178, 112649.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2026.112649>
- Jorgensen, R., Arul Arasan, T.S., Srkalovic, M.B., Van Antwerp, C., Ng, P.K.W, Gangur, V. (2024). Glutenin from the ancient wheat progenitor is intrinsically allergenic as it can clinically sensitize mice for systemic anaphylaxis by activating Th2 immune pathway. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(13), 7324.
<https://doi.org/10.3390/ijms25137324>
- Kasarda, D.D. (2013). Can an increase in celiac disease be attributed to an increase in the gluten content of wheat as a consequence of wheat breeding. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(6), 1155-1159.
<https://doi.org/10.1021/jf305122s>
- Kıran Taşçı, E., & Esen, S. (2026). Managing bone health in pediatric celiac disease: Effects of a gluten-free diet and calcium-vitamin D therapy. *The Journal of Pediatric Research*, 13(1), 40-45.
<https://doi.org/10.4274/jpr.galenos.2025.29895>
- Koehler, P., Wieser, H. (2013). Chemistry of cereal grains. In M. Gobbetti & M. Ganzle (Eds.), *Handbook of Sourdough Biotechnology* (1st ed., pp. 11-45). Springer.

- Lafiandra, D., Masci, S., Blumenthal, C., Wrigley, C. W. (1999). The formation of glutenin polymer in practice. *Cereal Foods World*, 44, 572-578.
- Lagrain, B., Thewissen, B. G., Brijs, K., Delcour, J. A. (2007). Impact of redox agents on the extractability of gluten proteins during bread making. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(13), 5320-5325. <https://doi.org/10.1021/jf070639n>
- Lebwohl, B., Ludvigsson, J. F., & Green, P. H. R. (2015). Celiac disease and non-celiac gluten sensitivity. *BMJ*, 351, h4347. <https://doi.org/10.1136/bmj.h4347>
- Lebwohl, B., Cao, Y., Zong, G., Hu, F. B., Green, P. H. R., Neugut, A. I., Rimm, E. B., Sampson, L., Dougherty, L. W., Giovannucci, E., Willett, W. C., Sun, Q., & Chan, A. T. (2017). Long term gluten consumption in adults without celiac disease and risk of coronary heart disease: Prospective cohort study. *BMJ*, 357, j1892. <https://doi.org/10.1136/bmj.j1892>
- Lexhaller, B., Tompos, C., Scherf, K. A. (2017). Fundamental study on reactivities of gluten protein types from wheat, rye and barley with five sandwich ELISA test kits. *Food Chemistry*, 237, 320-330. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.121>
- Li, W., Zhou, Q., Xu, J., Zhu, S., Lv, S., Yu, Z., Yang, Y., Liu, Y., Zhou, Y., Sui, X., Zhang, Q., Xiao, Y. (2024). Insight into the solubilization mechanism of wheat gluten by protease modification from conformational change and molecular interaction perspective. *Food Chemistry*, 447, 138992. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138992>

- Liu, Z., Zheng, Z., Zhu, G., Luo, S., Zhang, D., Liu, F., & Shen, Y. (2021). Modification of the structural and functional properties of wheat gluten protein using a planetary ball mill. *Food Chemistry*, *363*, 130251. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130251>
- Liu, L., Yang, H., Zhang, Q., Chen, X., Wang, Y., Shen, Q., Ding, W. (2026). Gluten composition, modification, and applications in gluten-free food: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, *346*, 150625. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2026.150625>
- Louhichi, A., Morel, M.H., Ramos, L., Banc, A. (2022). Flow of gluten with tunable protein composition: from stress undershoot to stress overshoot and strain hardening. *Physics of Fluids*, *34*, 051906. <https://doi.org/10.1063/5.0089744>
- Ludvigsson, J., Bai, J., Biagi, F. ve ark. (2014). Diagnosis and management of adult coeliac disease: Guidelines from the British society of Gastroenterology. *Gut*, *63*(8), 1210-1228. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2013-306578>
- Lutz, E., Wieser, H., Koehler, P. (2012). Identification of disulfide bonds in wheat gluten proteins by means of mass spectrometry/electron transfer dissociation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *60*(14), 3708-3716. <https://doi.org/10.1021/jf204973u>
- MacRitchie, F. (1999). Wheat proteins. *Cereal Foods World*, *44*, 188-193.
- Melini, V., & Melini, F. (2019). Gluten-free diet: Gaps and needs for a healthier diet. *Nutrients*, *11*(1), 170. <https://doi.org/10.3390/nu11010170>

- Mioduszewski L., Cieplak M. (2021). Viscoelastic properties of wheat gluten in a molecular dynamics study. *PLoS Computational Biology*, 17(3), e1008840. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008840>
- Mousavi, A., & Safaei-Ghomi, J. (2026). Comparative physical evaluation of adhesive properties in modified gluten. *Results in Surfaces and Interfaces*, 23, 100752. <https://doi.org/10.1016/j.rsurfi.2026.100752>
- Mozzillo, E., Franceschi, R., Di Candia, F., Rosanio, F. M., Leonardi, L., Fedi, L., Rosà, V., Cauvin, V., Franzese, A., & Marcovecchio, M. L. (2022). The impact of gluten-free diet on growth, metabolic control and quality of life in youth with type 1 diabetes and celiac disease: A systematic review. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 191, 110032. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2022.110032>
- Mueller, E., Wieser, H., Koehler, P. (2016). Preparation and chemical characterization of glutenin macropolymer (GMP) gel. *Journal of Cereal Science*, 70, 79-84. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.021>
- Ogawa, T., Matsumura, Y. (2021). Revealing 3D structure of gluten in wheat dough by optical clearing imaging. *Nature Communications*, 12, 1708. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22019-0>
- Osipova, S. V., Permyakova, M. D., Permyakov, A. V. (2012). Role of non-prolamin proteins and low molecular weight redox agents in protein folding and polymerization in wheat grains and influence on baking quality parameters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(49), 12065-12073. <https://doi.org/10.1021/jf303513m>

- Perea-Escobar, C. D., Londoño-Hernández, L., Benavente-Valdés, J. R., Balagurusamy, N., Contreras Esquivel, J. C., & Hernández-Almanza, A. Y. (2025). Incorporation of protein alternatives in bakery products: Biological value and techno-functional properties. *Applied Sciences*, *15*(20), 11279. <https://doi.org/10.3390/app152011279>
- Pourmohammadi, K., Abedi, E. (2021). Hydrolytic enzymes and their directly and indirectly effects on gluten and dough properties: an extensive review. *Food Science & Nutrition*, *9*(7), 3988-4006. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2344>
- Roszkowska, A., Pawlicka, M., Mroczek, A., Bałabuszek, K., & Nieradko-Iwanicka, B. (2019). Non-celiac gluten sensitivity: A review. *Medicina*, *55*(6), 222. <https://doi.org/10.3390/medicina55060222>
- Sapone, A., Bai, J. C., Ciacci, C., Dolinsek, J., Green, P. H. R., Hadjivassiliou, M., Kaukinen, K., Rostami, K., Sanders, D. S., Schumann, M., Ullrich, R., Villalta, D., Volta, U., Catassi, C., & Fasano, A. (2012). Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification. *BMC Medicine*, *10*, 13. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-13>
- Schalk, K., Lexhaller, B., Koehler, P., Scherf, K. A. (2017). Isolation and characterization of gluten protein types from wheat, rye, barley and oats for use as reference materials. *PLOS One*, *12*(2), e0172819. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172819>
- Scherf, K.A. (2019). Immunoreactive cereal proteins in wheat allergy, non-celiac gluten/wheat sensitivity (NCGS) and celiac disease. *Current Opinion in Food Science*, *25*, 35-41. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.02.003>

- Schmid, M., Wieser, H., Koehler, P. (2016). Isolation and characterization of high-molecular-weight (HMW) gliadins from wheat flour. *Cereal Chemistry*, 93(6), 536-542. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-04-16-0078-R>
- Schmid, M., Wieser, H., Koehler, P. (2017). Disulphide structure of high-molecular-weight (HMW-) gliadins as affected by terminators. *Journal of Cereal Science*, 78, 66-74. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.12.007>
- Sharma, L., Rahman, F., Sharma, R.A. (2024). The emerging role of biotechnological advances and artificial intelligence in tackling gluten sensitivity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 65(23), 4566-4582. <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2392158>
- Shewry, P.R., Halford, N.G., Belton, P.S., Tatham, A.S. (2002). The structure and properties of gluten: an elastic protein from wheat grain. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 357(1418), 133-142. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.1024>
- Shewry, P. R., Halford, N. G., Tatham, A. S., Popineau, Y., Lafiandra, D., Belton, P. S. (2003). The high molecular weight subunits of wheat glutenin and their role in determining wheat processing properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, 45, 219-302. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(03\)45006-7](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(03)45006-7)
- Siddiqui, U.N., Pervaiz, A., Khan, Z.B., Sultana, T. (2022). Diagnostic dilemma, possible nonceliac gluten sensitivity: consideration in approach and management. *Cureus*, 14(5), e25302. <https://doi.org/10.7759/cureus.25302>

- Song, Y., Ren, S., Hou, Y., Li, J., & Xu, Z. (2025). The modification of wheat gluten and its application in flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *106*, 225–237. <https://doi.org/10.1002/jsfa.70150>
- Southan, M., MacRitchie, F. (1999). Molecular weight distribution of wheat proteins. *Cereal Chemistry*, *76*(6), 827-836. <http://dx.doi.org/10.1094/CCHEM.1999.76.6.827>
- Stanciu, D., Staykov, H., Dragomanova, S., Tancheva, L., Pop, R.S., Ielciu, I., Crisan, G. (2024). Gluten unraveled: latest insights on terminology, diagnosis, pathophysiology, dietary strategies, and intestinal microbiota modulations-a decade in review. *Nutrients*, *16*(21), 3636. <https://doi.org/10.3390/nu16213636>
- Sun, Y., Dong, M., Bai, J., Liu, X., Yang, X., Duan, X. (2023). Preparation and properties of high-soluble wheat gluten protein-based meat analogues. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *104*(1), 42-50. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12922>
- Thanhaeuser, S. M., Wieser, H., Koehler, P. (2014). Correlation of quality parameters with the baking performance of wheat flours. *Cereal Chemistry*, *91*(4), 333-341. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-09-13-0194-CESI>
- Tosi, P. (2012). Trafficking and deposition of prolamins in wheat. *Journal of Cereal Science*, *56*(1): 81-90. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.02.004>
- Yu, Y., Wang, F., Yang, Y., Zhang, J., Liu, H., Liang, Y., Wang, J. (2025). Changes in rheological properties and structure of wheat gluten proteins induced by transglutaminase.

International Journal of Biological Macromolecules, 295, 139599. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.139599>

- Van den Broeck, H.C., de Jong, H.C., Salentijn, E.M., Dekking, L., Bosch, D., Hamer, R.J., Gilissen, L.J., van der Meer, I.M., Smulders, M.J. (2010). Presence of celiac disease epitopes in modern and old hexaploid wheat varieties: wheat breeding may have contributed to the increased prevalence of celiac disease. *Theoretical and Applied Genetics*, 121(8), 1527-39. <https://doi.org/10.1007/s00122-010-1408-4>
- Volta, U., Caio, G., Tovoli, F., & De Giorgio, R. (2013). Non-celiac gluten sensitivity: questions still to be answered despite increasing awareness. *Cellular & Molecular Immunology*, 10(5), 383-392. <https://doi.org/10.1038/cmi.2013.28>
- Wang, Y., Li, Y., Fan, M., Wang, L., Qian, H. (2022). Effect of lactylation on functional and structural properties of gluten. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1018456. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1018456>
- Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 24(2), 115-119. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.004>
- Wieser, H., Koehler, P., Scherf, K.A. (2023). Chemistry of wheat gluten proteins: Qualitative composition. *Cereal Chemistry*, 100(1), 23-35. <https://doi.org/10.1002/cche.10572>
- Xu, X., & Li, Y. (2023). Wheat gluten based coatings and films: Preparation, properties, and applications. *Journal of Food Science*, 88(4), 1406-1421. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16454>

- Zhang, M., Jia, R., Ma, M., Yang, T., Sun, Q., Li, M. (2022). Versatile wheat gluten: functional properties and application in the food-related industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(30), 10444-10460. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2078785>
- Zhang, D., Jiang, K., Luo, H., Zhao, X., Yu, P., Gan, Y. (2024a). Replacing animal proteins with plant proteins: is this a way to improve quality and functional properties of hybrid cheeses and cheese analogs? *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23, e13262. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13262>
- Zhang, Z., Shi, R., Zhu, X., Zheng, L., Jin, M., Jiang, D., Wu, Y., Gao, H., Chang, Z., Wang, D., Wu, J., Huang, J. (2024b). Purified protein glutaminase from *Chryseobacterium proteolyticum* enhances the properties of wheat gluten. *Food Chemistry X*, 22, 101312. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101312>
- Zheng, F., An, Y., Zhang, M., Zhu, X., Liu, M., & Liu, H. (2026). Self-assembly of wheat gluten: A perspective on enhancing the structural and functional properties of wheat gluten. *Advances in Colloid and Interface Science*, 103967. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2026.103967>
- Zong, G., Lebwohl, B., Hu, F. B., Sampson, L., Dougherty, L. W., Willett, W. C., Chan, A. T., & Sun, Q. (2018). Gluten intake and risk of type 2 diabetes in three large prospective cohort studies of US men and women. *Diabetologia*, 61(10), 2164–2173. <https://doi.org/10.1007/s00125-018-4697-9>

BÖLÜM 0

POPÜLER DİYET MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ: METABOLİK VE ÇEVRESEL ÇIKTILARI

BEYZA KARAYİĞİT¹

Giriş

Küresel ölçekte obezite, tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve diğer kronik metabolik bozuklukların artışı, beslenme biliminin yalnızca bireysel sağlık çıktıları üzerinden ele alınamayacağını açık biçimde göstermektedir. Günümüzde beslenme örüntüleri; metabolik sağlık, hastalıkların önlenmesi, gıda sistemlerinin sürdürülebilirliği, doğal kaynakların korunması ve

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik, Orcid: 0000-0001-9211-79168

toplumsal erişilebilirlik gibi çok sayıda boyutu aynı anda içeren bütüncül bir halk sağlığı konusu haline gelmiştir. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre yetişkinlerde fazla kiloluluk ve obezite yükü giderek artmakta; Uluslararası Diyabet Federasyonu da diyabetin küresel ölçekte önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam ettiğini bildirmektedir (WHO, 2025; IDF, 2025). Bu durum, diyet modellerinin yalnızca enerji dengesi veya kilo kaybı açısından değil, uzun dönem kardiyometabolik sağlık ve sürdürülebilir yaşam koşulları bağlamında da değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Beslenme araştırmalarında son yıllarda belirginleşen bu değişimi, “sağlıklı diyet” kavramının kapsamını genişletmiştir. Geleneksel yaklaşımda sağlıklı beslenme daha çok yeterli ve dengeli besin ögesi alımı, makro besin ögesi dağılımı, enerji dengesi ve hastalık risklerinin azaltılması üzerinden tanımlanırken; güncel yaklaşım bu tanıma çevresel sürdürülebilirlik, kültürel kabul edilebilirlik, ekonomik erişilebilirlik ve gıda sistemlerinin dayanıklılığı gibi ölçütleri de dahil edilmektedir. FAO ve WHO tarafından tanımlanan sürdürülebilir sağlıklı diyetler; bireylerin sağlığını ve iyi oluşunu destekleyen, çevresel etkisi düşük, güvenli, beslenme açısından yeterli, kültürel olarak kabul edilebilir ve ekonomik olarak ulaşılabilir beslenme örüntüleri olarak ele alınmaktadır (FAO & WHO, 2019).

Gıda sistemleri, iklim değişikliği ve ekolojik bozulma açısından önemli belirleyicilerden biridir. Tarımsal üretim, hayvansal gıda üretimi, arazi kullanımındaki değişimler, tatlı su tüketimi, enerji girdileri, gübre ve pestisit kullanımı, taşıma, işleme ve gıda kayıpları; diyetlerin çevresel etkilerini şekillendiren başlıca unsurlar arasında yer almaktadır. Yaşam döngüsü analizlerine dayalı çalışmalar, gıdaların çevresel etkilerinin üretim koşullarına göre değişebileceğini; ancak genel olarak hayvansal kaynaklı ürünlerin, özellikle kırmızı et ve süt ürünlerinin, bitkisel kaynaklı ürünlere göre daha yüksek sera gazı emisyonu, arazi kullanımı ve çevresel yük oluşturma eğiliminde olduğunu göstermektedir (Poore & Nemecek,

2018; Springmann et al., 2018). Bu nedenle beslenme bilimi, bireysel sağlık hedefleri ile ekolojik sınırlar arasında denge kuran daha kapsamlı bir değerlendirme alanına dönüşmektedir. Bu dönüşüm, popüler diyet modellerinin yeniden ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Akdeniz diyeti, DASH diyeti, vejetaryen ve vegan beslenme modelleri, fleksitaryen yaklaşımlar, düşük karbonhidratlı diyetler, ketojenik diyet, paleolitik beslenme örüntüsü, yüksek proteinli diyetler ve aralıklı açlık uygulamaları hem bilimsel literatürde hem de toplumda yoğun ilgi gören beslenme modelleri arasında yer almaktadır. Bu diyetlerin her biri farklı teorik temellere, besin grubu dağılımlarına ve metabolik hedeflere sahiptir. Bazı modeller kilo kaybı, glisemik kontrol veya kan lipitleri açısından kısa dönemli yararlar sağlayabilirken; bazıları uzun dönem kardiyovasküler risk, besin ögesi yeterliliği, bağırsak mikrobiyotası, sürdürülebilirlik ve çevresel ayak izi açısından daha dikkatli değerlendirilmelidir. Farklı diyet modellerinin gerçek etkilerini anlayabilmek için epidemiyoloji, metabolizma, çevre bilimleri, yaşam döngüsü analizi, sürdürülebilir tarım, davranış bilimleri ve sağlık ekonomisi gibi alanlardan elde edilen verilerin birlikte yorumlanması gerekmektedir. Ancak mevcut literatürde çalışmaların önemli bir bölümü ya metabolik sonuçlara ya da çevresel çıktılarına odaklanmakta; bu iki alanı eş zamanlı ele alan bütünlük değerlendirmeler görece sınırlı kalmaktadır. Bu bölümün amacı, günümüzde yaygın biçimde benimsenen popüler diyet modellerini metabolik ve çevresel çıktılar açısından karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Akdeniz Diyeti

Akdeniz Diyeti, kökenini Akdeniz havzasında yaşayan toplumların geleneksel beslenme ve yaşam biçiminden alan, yalnızca belirli besinlerin tüketimine dayalı dar kapsamlı bir diyet modeli değil; besin kalitesi, öğün düzeni, fiziksel aktivite, sosyal

yeme kültürü ve yerel gıda sistemleriyle ilişkili bütüncül bir beslenme örüntüsüdür. Bu modelin bilimsel görünürlüğü, özellikle 1950’li ve 1960’lı yıllarda yürütülen epidemiyolojik gözlemler ve daha sonra “Seven Countries Study” kapsamında elde edilen kardiyovasküler hastalık verileriyle artmıştır (Keys, 1980). Geleneksel Akdeniz beslenme örüntüsü; sebze, meyve, tam tahıl, kurubaklagil, yağlı tohum ve zeytinyağının yüksek tüketimi; balık ve deniz ürünlerinin orta düzeyde yer alması; kırmızı et, işlenmiş et, rafine karbonhidrat ve ultra işlenmiş ürünlerin ise sınırlı tüketimiyle karakterizedir (Keys, 1980; Trichopoulou et al., 2003; Bach-Faig et al., 2011; Dernini et al., 2017; Filippou et al., 2020). Akdeniz Diyeti modelinin yüksek posa içeriği, düşük-orta glisemik yükü, antioksidan ve fitokimyasal bileşenlerden zengin yapısı; insülin duyarlılığının desteklenmesi, postprandiyal glisemik yanıtın dengelenmesi ve tip 2 diyabet riskinin azaltılması açısından yararlı bulunmuştur. Zeytinyağından sağlanan tekli doymamış yağ asitleri, yağlı tohumlar ve balıktan gelen çoklu doymamış yağ asitleri, inflamasyon ve oksidatif stres üzerinde olumlu etkiler gösterebilmekte; bu durum metabolik sendrom, kardiyovasküler hastalık ve diyabet riskinin azaltılmasıyla ilişkilendirilmektedir. Meta-analizler ve şemsiye derlemeler, Akdeniz Diyeti’ne yüksek uyumun tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, bazı kanser türleri ve toplam mortalite riskinde azalma ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Sofi et al., 2014; Dinu et al., 2018; Galbete et al., 2018; Guasch-Ferré & Willett, 2021). Diyetin kardiyoprotektif etkisi; LDL-kolesterol oksidasyonunun azalması, HDL fonksiyonunun desteklenmesi, trigliserit düzeylerinin iyileşmesi, endotelial fonksiyonun korunması ve inflamatuvar belirteçlerdeki olumlu değişikliklerle açıklanmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle Akdeniz Diyeti, yalnızca hastalık riskini azaltan bir beslenme modeli değil, aynı zamanda kardiyometabolik risk faktörlerini çok yönlü biçimde hedefleyen koruyucu bir yaşam tarzı yaklaşımı olarak kabul

edilmektedir (Estruch et al., 2018; Martínez-González et al., 2015; Dinu et al., 2018; Guasch-Ferré & Willett, 2021).

Akdeniz Diyeti'nin obezite yönetimindeki değeri, yalnızca ağırlık kaybı sağlamasından değil, ağırlık kaybı sürecinde kardiyometabolik risk göstergelerini destekleyici bir beslenme kalitesi sunmasından kaynaklanmaktadır. Bu yönüyle Akdeniz Diyeti, düşük enerji yoğunluğu, yüksek besin ögesi yoğunluğu ve uzun dönem uyum potansiyeli nedeniyle obezite ve metabolik sendrom yönetiminde uygulanabilir bir model olarak değerlendirilmektedir (Esposito et al., 2011; Dinu et al., 2018; Guasch-Ferré & Willett, 2021; Sofi et al., 2014). Akdeniz Diyeti, çevresel sürdürülebilirlik açısından da dikkat çeken beslenme modellerinden biridir. Diyetin bitkisel kaynaklı besinlere dayalı yapısı ve kırmızı/işlenmiş et tüketimini sınırlaması, sera gazı emisyonu, arazi kullanımı ve enerji tüketimi gibi çevresel göstergeler üzerinde daha düşük yük oluşturma potansiyeli taşımaktadır. Yaşam döngüsü değerlendirmeleri, Batı tipi beslenme örüntüleriyle karşılaştırıldığında Akdeniz Diyeti'ne daha yüksek uyumun sera gazı emisyonu, arazi kullanımı ve enerji tüketiminde belirgin azalma sağlayabileceğini göstermektedir. Bu nedenle Akdeniz Diyeti, insan sağlığını destekleyen beslenme bileşenlerini daha düşük çevresel etkiyle birleştirebilen nadir modellerden biri olarak değerlendirilmektedir (Sáez-Almendros et al., 2013; Aleksandrowicz et al., 2016; Poore & Nemecek, 2018; Willett et al., 2019). Bununla birlikte Akdeniz Diyeti'nin çevresel etkisi sabit ve tek yönlü değildir; diyetin nasıl uygulandığı, hangi ürünlerin tercih edildiği ve gıdaların hangi üretim-tedarik süreçlerinden geçtiği çevresel çıktıları önemli ölçüde değiştirebilir. Yerel, mevsimsel, kurubaklagil ve tam tahıl ağırlıklı bir Akdeniz Diyeti çevresel açıdan avantajlı olabilirken; ithal ürünlere, yüksek miktarda balık tüketimine, yoğun süt ürünü kullanımına veya yoğun enerji harcayan ürünlere dayalı bir uygulama çevresel kazanımları azaltabilir.

Özellikle bazı meyve ve sebzelerin sulama gereksinimi, zeytinyağı üretiminde bölgesel su baskısı ve balık tüketimiyle ilişkili sürdürülebilir balıkçılık sorunları dikkate alınmalıdır. Bu nedenle Akdeniz Diyeti'nin çevresel üstünlüğü, geleneksel, yerel ve mevsimsel uygulama biçimiyle daha güçlü biçimde ortaya çıkmaktadır (Tepper et al., 2022; Sáez-Almendros et al., 2013; FAO & WHO, 2019; Poore & Nemecek, 2018). Akdeniz Diyeti'nin en önemli güçlü yönlerinden biri, metabolik yararları ile çevresel sürdürülebilirlik ilkelerini aynı çerçevede buluşturabilmesidir. Diyetin besin çeşitliliğini teşvik etmesi, mikro besin ögesi yetersizlikleri açısından görece düşük risk taşıması ve kültürel olarak farklı toplumlara uyarlanabilir olması, uzun dönem uygulanabilirliğini artırmaktadır.

Bununla birlikte kaliteli zeytinyağı, balık, yağlı tohumlar ve taze ürünlerin bazı bölgelerde maliyetli olması, bu modelin ekonomik erişilebilirliğini sınırlayabilir. Bu nedenle Akdeniz Diyeti'nin halk sağlığı uygulamalarına aktarılmasında yalnızca ideal beslenme örüntüsü değil; yerel gıda kültürü, gelir düzeyi, gıda fiyatları ve toplumun erişim olanakları da dikkate alınmalıdır (Dernini et al., 2017; FAO & WHO, 2019; Willett et al., 2019; Guasch-Ferré & Willett, 2021). Sonuç olarak Akdeniz Diyeti, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi, tip 2 diyabet riskinin azaltılması, inflamasyonun kontrolü, lipid metabolizmasının iyileştirilmesi ve uzun dönem ağırlık yönetiminin desteklenmesi açısından güçlü kanıtlara sahip bir beslenme modelidir. Aynı zamanda bitkisel kaynaklı besinlere dayalı yapısı, kırmızı et tüketimini sınırlaması ve geleneksel gıda kültürüyle uyumlu olması nedeniyle sürdürülebilir sağlıklı diyet ilkeleriyle büyük ölçüde örtüşmektedir. Ancak bu modelin sağlık ve çevresel etkileri, yalnızca “Akdeniz tipi” olarak adlandırılmasına değil; diyetin gerçek bileşimine, besin kalitesine, yerel ve mevsimsel ürün kullanımına, hayvansal besin miktarına ve bireysel uyuma bağlıdır. Bu nedenle

Akdeniz Diyeti, hem klinik beslenme uygulamalarında hem de sürdürülebilir gıda sistemleri tartışmalarında referans alınabilecek, ancak uygulama bağlamı dikkatle değerlendirilmesi gereken bütüncül bir beslenme yaklaşımıdır (Estruch et al., 2018; FAO & WHO, 2019; Willett et al., 2019; Tepper et al., 2022).

Gezegensel Sağlık Diyeti / EAT-Lancet Modeli (PHD)

Gezegensel Sağlık Diyeti, diğer adıyla EAT-Lancet modeli, insan sağlığını koruma hedefini gezegenin ekolojik sınırlarıyla birlikte değerlendiren çağdaş ve bütüncül bir beslenme yaklaşımıdır. Bu model, 2019 yılında EAT-Lancet Komisyonu tarafından sağlıklı diyetler ve sürdürülebilir gıda sistemleri çerçevesinde önerilmiş; yaklaşık 10 milyar insanın 2050 yılına kadar yeterli, güvenli ve sağlıklı beslenebilmesini sağlarken, gıda üretiminin iklim değişikliği, arazi kullanımı, biyolojik çeşitlilik kaybı, tatlı su tüketimi ve azot-fosfor döngüleri üzerindeki baskısını azaltmayı amaçlamıştır. Bu yönüyle Gezegensel Sağlık Diyeti, yalnızca bireysel metabolik çıktıları hedefleyen bir diyet modeli değil; halk sağlığı, çevre bilimleri, tarım politikaları ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerini aynı düzlemde buluşturan referans bir beslenme çerçevesidir (Willett et al., 2019; Springmann et al., 2018; FAO & WHO, 2019). Bu model katı bir vegan ya da vejeteryen beslenme biçimi değildir; ancak bitkisel kaynaklı besinleri merkeze alan esnek bir yapı sunmaktadır. Diyetin temelini tam tahıllar, sebze ve meyveler, kurubaklagiller, yağlı tohumlar ve doymamış bitkisel yağlar oluştururken; kırmızı et, işlenmiş et, rafine tahıllar, eklenmiş şekerler ve doymuş yağdan zengin besinlerin tüketimi belirgin biçimde sınırlandırılmaktadır. Hayvansal kaynaklı besinleri diyetten tamamen dışlanmamakta; süt ürünleri, yumurta, balık, tavuk ve kırmızı et ölçülü miktarlarda önerilmektedir. Bu nedenle Gezegensel Sağlık Diyeti, tek tip ve değişmez bir beslenme listesi olmaktan çok, farklı coğrafyalara, kültürlere, tarımsal üretim sistemlerine ve sosyoekonomik koşullara uyarlanabilecek bir referans diyet olarak

değerlendirilmelidir (Willett et al., 2019; Dernini et al., 2017; FAO & WHO, 2019). Gezegenel Sağlık Diyeti'nin metabolik sağlık açısından en önemli güçlü yönlerinden biri, yüksek posa içeriğine ve minimum işlenmiş bitkisel besinlere dayanmasıdır. Meyve, sebze, tam tahıllı ve kurubaklagillerden sağlanan posa sayesinde glisemik yanıtın düzenlenmesi, tokluk hissinin artması, vücut ağırlığının kontrolü ve bağırsak mikrobiyotasının desteklenmesini sağlamaktadır. Kurubaklagiller ve yağlı tohumlar ise bitkisel protein, magnezyum, potasyum, doymamış yağ asitleri ve biyoaktif bileşenler açısından zengin olmaları nedeniyle kardiyometabolik riskin azaltılmasında önemli bir yer tutmaktadır. Kırmızı ve işlenmiş et tüketiminin sınırlandırılması, doymuş yağ alımını ve bazı proinflatuvar diyet bileşenlerini azaltabilirken; sebze, meyve, tam tahıl ve yağlı tohum tüketiminin artması antioksidan, polifenol ve mikro besin ögesi çeşitliliğini destekleyebilmektedir (Willett et al., 2019; Afshin et al., 2019; Clark et al., 2019).

Gezegenel Sağlık Diyeti'nin kardiyometabolik hastalıklar açısından koruyucu potansiyeli, büyük ölçüde bitkisel ağırlıklı beslenme örüntüleri ile uyumludur. Bitkisel kaynaklı besinlerin artırılması ve kırmızı/işlenmiş et tüketiminin azaltılması; obezite, tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kanser türleri açısından daha düşük riskle ilişkilendirilmektedir.

Bununla birlikte modelin metabolik yararı, yalnızca “bitkisel” olarak adlandırılmasına değil, diyetin gerçek besin kalitesine bağlıdır. Eğer bu beslenme örüntüsü rafine tahıllar, yüksek nişastalı ürünler, şekerli gıdalar veya ultra işlenmiş bitkisel ürünlerle uygulanırsa beklenen sağlık kazanımlarının azalabileceği belirtilmiştir.

Bu nedenle PHD'nin sağlıklı biçimde uygulanabilmesi için tam tahıllar, kurubaklagiller, sebze, meyve, yağlı tohumlar ve minimum işlenmiş bitkisel besinler temel alınmalıdır (Satija et al., 2017; Willett et al., 2019; Bui et al., 2024). Gezegenel Sağlık Diyeti'ni diğer popüler diyet modellerinden ayıran temel özellik,

bireysel sağlık ıktıları ile çevresel göstergeleri aynı erevrede değerlendirmesidir. Geleneksel diyet yaklaşımları çoğunlukla kilo kaybı, glisemik kontrol, lipid profili veya kardiyovasküler risk gibi bireysel sonuçlara odaklanırken; EAT-Lancet modeli sera gazı emisyonu, arazi kullanımı, su tüketimi, biyolojik çeşitlilik kaybı ve besin üretim sistemlerinin gezegensel sınırlar üzerindeki etkilerini de dikkate almaktadır. Bu nedenle gezegensel sağlık diyeti, klinik beslenmenin ötesinde, gıda sistemlerinin dnstrlmesine yönelik bir halk sağlığı ve sürdürülebilirlik yaklaşımı olarak görülmelidir (Willett et al., 2019; Springmann et al., 2018; Rockström et al., 2009). Bu modelin çevresel avantajı, özellikle kırmızı ve işlenmiş et tüketiminin azaltılmasından kaynaklanmaktadır. Kırmızı et üretimi, özellikle geviş getiren hayvanlardan kaynaklanan metan emisyonları, yem üretimi için arazi gereksinimi, su kullanımı ve gübre yönetimi nedeniyle çevresel yükü yüksek bir üretim alanıdır. Buna karşılıklı kurubaklagiller, tam tahıllar, sebze ve meyveler gibi bitkisel kaynaklı besinler, birim enerji veya protein üretimi başına genellikle daha düşük sera gazı emisyonu ve daha verimli kaynak kullanımıyla ilişkilendirilmektedir.

Yaşam döngüsü değerlendirmeleri, gıdaların çevresel etkilerinin üretim koşullarına göre değişebileceğini; ancak genel eğilim olarak bitkisel kaynaklı besinlerin hayvansal kaynaklı ürünlere göre daha düşük çevresel yk taşıdığını göstermektedir (Poore & Nemecek, 2018; Aleksandrowicz et al., 2016; Clark et al., 2019). Bununla birlikte Gezegensel Sağlık Diyeti'nin çevresel etkisi yalnızca karbon emisyonu üzerinden değerlendirilmemelidir. Bazı bitkisel ürünlerin üretiminde yüksek su kullanımı, pestisit ve gübre girdileri, mevsim dışı yetiştiricilik, soğuk zincir gereksinimi ve uzun mesafeli taşımacılık çevresel yükü artırabileceği vurgulanmıştır. Bu nedenle PHD'nin çevresel açıdan en güçlü versiyonu; yerel, mevsimsel, minimum işlenmiş, tarımsal kimyasal girdileri azaltılmış ve agroekolojik üretim ilkeleriyle desteklenen besinlere dayalı olmalıdır. FAO ve WHO'nun sürdürülebilir sağlıklı diyet ilkeleri de

diyetlerin yalnızca sağlık etkileriyle değil; çevresel maliyet, kültürel kabul edilebilirlik, ekonomik erişilebilirlik ve yerel gıda sistemlerine uygunluk açısından değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (FAO & WHO, 2019; Springmann et al., 2018; Poore & Nemecek, 2018).

Gezegensel Sağlık Diyeti'nin güçlü yönlerinden biri esnek ve uyarlanabilir bir çerçeve sunmasıdır. Model, hayvansal kaynaklı besinleri tamamen dışlamadığı için vegan veya vejetaryen beslenmeye geçmekte zorlanan bireyler ve toplumlar açısından daha uygulanabilir bir ara yaklaşım sağlayabilir. Kırmızı et tüketiminin azaltılması, kurubaklagil tüketiminin artırılması, rafine tahıllar yerine tam tahılların tercih edilmesi ve sebze-meyve tüketiminin yükseltilmesi gibi kademeli değişiklikler, PHD'nin toplum düzeyinde benimsenmesini kolaylaştırabilir. Bu yönüyle model, bireyin beslenme davranışını dönüştürürken aynı zamanda gıda sistemlerinde daha düşük çevresel etkiye sahip üretim ve tüketim biçimlerini teşvik eden bir yaklaşım sunmaktadır (Willett et al., 2019; FAO & WHO, 2019; Springmann et al., 2018). Buna karşın Gezegensel Sağlık Diyeti'nin bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, model küresel bir referans diyet olarak tasarlandığı için her ülkenin beslenme kültürüne, tarımsal üretim kapasitesine, gıda fiyatlarına ve ekonomik koşullarına doğrudan uyarlanamayabilir. Bazı toplumlarda kurubaklagiller, yağlı tohumlar, taze sebze-meyve ve tam tahıllar ekonomik ya da fiziksel erişim açısından sınırlı olabilir. Küresel düzeyde yapılan analizler, EAT-Lancet referans diyetinin düşük gelirli gruplar için her zaman ekonomik olarak ulaşılabilir olmadığını göstermektedir. Bu nedenle Gezegensel Sağlık Diyeti'nin başarılı olabilmesi için yalnızca bireysel diyet önerileri değil, aynı zamanda gıda fiyatları, üretim destekleri, sosyal politikalar ve sağlıklı gıdaya erişim stratejileri de göz önünde bulundurulmalıdır (Hirvonen et al., 2020; FAO & WHO, 2019; Willett et al., 2019). İkinci önemli sınırlılık, mikro besin ögesi yeterliliğiyle ilgilidir. Gezegensel Sağlık Diyeti hayvansal kaynaklı

besinleri tamamen dışlamasa da kırmızı et ve diğer hayvansal ürünlerin düşük miktarda önerilmesi; B12 vitamini, demir, çinko, kalsiyum ve bazı omega-3 yağ asitleri açısından dikkatli planlama gerektirebilir. Özellikle çocuklar, gebeler, emziren kadınlar, yaşlı bireyler, düşük sosyoekonomik gruplar ve besin çeşitliliği sınırlı toplumlarda bu model bireyselleştirilmiş değerlendirme gerektirir. Güncel analizler, EAT-Lancet referans diyetinin bazı mikro besin öğeleri açısından yetersizlik riski taşıyabileceğini ve bu eksiklerin giderilebilmesi için zenginleştirme, destek kullanımı veya yerel besin kaynaklarına göre uyarılma yapılması gerekebileceğini göstermektedir (Beal et al., 2023; Hirvonen et al., 2020; FAO & WHO, 2019). Diğer bir sınırlılık ise, modelin bireysel bir beslenme önerisinden çok sistem düzeyinde dönüşüm gerektirmesidir. Gezegenel sağlık diyeti'nin etkili biçimde uygulanabilmesi için bireylerin tabak tercihlerini değiştirmesi tek başına yeterli olmayıp; tarımsal üretim biçimleri, gıda tedarik zincirleri, okul ve kurum beslenmesi, gıda israfının azaltılması, sağlıklı gıdanın ekonomik olarak erişilebilir hâle getirilmesi ve sürdürülebilir üretim politikaları bu dönüşümün temel parçalarıdır. Gıda sistemlerinin gezegenel sınırlar içinde kalabilmesi için diyet değişikliklerinin; üretim verimliliği, teknolojik iyileştirmeler, gıda kaybı ve israfının azaltılması gibi stratejilerle birlikte yürütülmesi gerekmektedir (Springmann et al., 2018; Willett et al., 2019; UNEP, 2024). Gezegenel Sağlık Diyeti, halk sağlığı politikaları açısından da önemli bir tartışma alanı sunmaktadır. Bu modelin toplum düzeyinde benimsenebilmesi için beslenme rehberlerinin güncellenmesi, sağlıklı ve sürdürülebilir gıdaların desteklenmesi, kırmızı ve işlenmiş et tüketiminin azaltılmasına yönelik farkındalık oluşturulması, okul ve kamu yemekhanelerinde sürdürülebilir menü planlamasının güçlendirilmesi ve gıda israfını azaltmaya yönelik uygulamaların yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ancak bu dönüşümün başarılı olabilmesi için önerilerin toplumun kültürel beslenme alışkanlıkları, gelir düzeyi, yerel üretim kapasitesi ve

gıdaya erişim koşullarıyla uyumlu olması zorunludur (FAO & WHO, 2019; Hirvonen et al., 2020; Willett et al., 2019). Sonuç olarak Gezegenel Sağlık Diyeti, insan sağlığı ile gezegen sağlığını aynı düzlemde değerlendiren güçlü, çağdaş ve disiplinler arası bir beslenme modelidir. Bitkisel kaynaklı besinlere ağırlık vermesi, kırmızı ve işlenmiş et tüketimini sınırlandırması, minimum işlenmiş gıdaları öncelmesi ve çevresel göstergeleri diyet planlamasına dahil etmesi bu modeli sürdürülebilir beslenme tartışmalarında önemli bir referans hâline getirmektedir. Bununla birlikte PHD'nin başarılı biçimde uygulanması; mikro besin ögesi yeterliliğinin güvence altına alınması, yerel gıda kültürlerine uyarlanması, ekonomik erişimin sağlanması ve üretim-tüketim sistemlerinin sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda dönüştürülmesiyle mümkündür. Bu nedenle Gezegenel Sağlık Diyeti, tek başına bireysel bir diyet reçetesi değil; sağlıklı, adil ve sürdürülebilir gıda sistemlerine geçiş için yol gösterici bir çerçeve olarak değerlendirilmelidir (Willett et al., 2019; Beal et al., 2023; FAO & WHO, 2019).

Ketojenik Diyet

Ketojenik diyet, karbonhidrat alımının belirgin ölçüde kısıtlandığı, yağ alımının artırıldığı ve proteinin genellikle orta düzeyde tutulduğu düşük karbonhidratlı yüksek yağlı bir beslenme modelidir. Bu diyetin temel metabolik hedefi, glikoz kullanımını azaltarak karaciğerde yağ asitlerinden keton cisimciklerinin üretimini artırmak ve vücudu alternatif enerji kaynağı olarak ketozise yönlendirmektir. Klasik ketojenik diyetinde günlük karbonhidrat alımı çoğunlukla 20–50 gram civarında sınırlandırılmakta, toplam enerjinin büyük bölümü yağlardan sağlanmakta ve protein alımı ketozisi bozmayacak düzeyde planlanmaktadır. Ketojenik diyetin tıbbi kullanımı tarihsel olarak ilaca dirençli epilepsi tedavisiyle ilişkilidir; günümüzde ise obezite,

tip 2 diyabet, insülin direnci, bazı nörolojik hastalıklar ve metabolik bozukluklar bağlamında da tartışılmaktadır. Bununla birlikte terapötik ketojenik diyet ile popüler amaçlı kontrolsüz ketojenik uygulamalar birbirinden ayrılmalıdır; çünkü klinik ketojenik diyet uzman gözetimi, biyokimyasal izlem ve bireyselleştirilmiş planlama gerektiren özel bir beslenme tedavisidir (Kossoff et al., 2018; Ruan et al., 2022; Paoli et al., 2013). Ketojenik diyetin besin örüntüsü çoğunlukla et, yumurta, balık, peynir, tereyağı, krema, zeytinyağı, avokado, yağlı tohumlar ve düşük karbonhidratlı sebzelerden oluşmaktadır. Buna karşılık ekmek, tahıl ürünleri, kurubaklagiller, nişastalı sebzeler, şekerli besinler ve birçok meyve türü belirgin biçimde sınırlandırılır. Bu yönüyle ketojenik diyet yalnızca makro besin ögesi dağılımını değil, aynı zamanda besin çeşitliliğini, posa alımını, mikro besin ögesi örüntüsünü ve bağırsak mikrobiyotasını etkileyebilen kısıtlayıcı bir modeldir. Diyetin içeriği uygulayıcılar arasında büyük farklılık gösterebilmektedir örneğin zeytinyağı, yağlı tohumlar, avokado ve sebzelerle planlanan bir ketojenik diyet ile işlenmiş et, tereyağı, krema ve yüksek doymuş yağ içeren bir ketojenik diyetin metabolik etkileri aynı değildir. Bu nedenle ketojenik diyet değerlendirilirken yalnızca karbonhidrat miktarı değil, yağ türü, protein kaynağı, posa içeriği ve genel besin kalitesi de dikkate alınmalıdır (Paoli et al., 2013; Chawla et al., 2020; Joo et al., 2023).

Ketojenik diyetin metabolik etkileri en sık ağırlık kaybı, glisemik kontrol ve lipid profili üzerinden değerlendirilmektedir. Karbonhidrat alımının belirgin biçimde azaltılması, özellikle diyetin ilk döneminde insülin düzeylerinde düşüşe, glikojen depolarında azalmaya ve buna bağlı su kaybına yol açarak hızlı ağırlık azalması izlenimi oluşturabilir. Daha uzun dönemde ise enerji alımındaki azalma, protein ve yağın tokluk sağlayıcı etkisi, karbonhidratlı besinlerin sınırlandırılması ve keton cisimciklerinin iştah üzerindeki olası etkileri kilo kaybına katkıda bulunabileceği vurgulanmıştır.

Meta-analizler düşük karbonhidratlı diyetlerin kısa ve orta vadede vücut ağırlığı, trigliserit düzeyi ve HDL-kolesterol üzerinde olumlu etkiler sağlayabildiğini; ancak bu etkilerin uzun dönem sürdürülebilirliği ve kardiyovasküler güvenliliği konusunda dikkatli değerlendirme gerektiğini göstermektedir (Mansoor et al., 2016; Chawla et al., 2020; Dong et al., 2020). Tip 2 diyabet ve insülin direnci açısından ketojenik diyetin temel etkisi karbonhidrat yükünü azaltmasıdır. Karbonhidrat alımının sınırlandırılması, postprandiyal glisemik dalgalanmaları azaltabilir ve bazı bireylerde HbA1c, açlık glukozu, insülin düzeyi, trigliserit ve vücut ağırlığında iyileşmeler sağlayabilir. Bununla birlikte bu olumlu sonuçların yalnızca ketozisle açıklanması doğru değildir; toplam enerji alımındaki azalma, ağırlık kaybı, ilaç dozlarında yapılan değişiklikler ve bireyin başlangıç metabolik durumu da sonuçları belirleyen önemli faktörlerdir. Tip 2 diyabetli bireylerde düşük ve çok düşük karbonhidratlı diyetlerin kısa dönemde glisemik kontrolü destekleyebileceği, ancak bu yararların 12 ay ve sonrasında azalabileceği, bu nedenle uzun dönem etkililik ve güvenlilik açısından daha fazla izleme ihtiyaç duyulduğu bildirilmektedir (Goldenberg et al., 2021; Ghasemi et al., 2024; Tian et al., 2025). Lipid profili üzerindeki etkiler ketojenik diyetin en tartışmalı yönlerinden biridir. Bazı çalışmalarda ketojenik veya düşük karbonhidratlı diyetlerin trigliserit düzeylerini azalttığı ve HDL-kolesterolü artırdığı bildirilirken, özellikle doymuş yağ içeriği yüksek uygulamalarda LDL-kolesterol, total kolesterol ve apolipoprotein B düzeylerinde artış görülebilmektedir. Bu durum, ketojenik diyetin kardiyovasküler risk açısından bireysel yanıt farklılıkları oluşturabileceğini göstermektedir. Normal ağırlıklı bireylerde yapılan bir meta-analizde ketojenik diyetin total kolesterol, LDL-kolesterol ve apoB düzeylerini artırabileceği gösterilmiş; düşük karbonhidratlı diyetleri değerlendiren daha geniş meta-analizlerde ise trigliserit ve HDL yönünden olumlu etkilerle birlikte LDL ve total kolesterol artışı olasılığına dikkat çekilmiştir.

Bu nedenle ketojenik diyet uygulanacak bireylerde lipid profili, kardiyovasküler risk öyküsü ve yağ kaynaklarının niteliği mutlaka izlenmelidir (Chawla et al., 2020; Joo et al., 2023; Burén et al., 2021). Ketojenik diyetin metabolik yanıtı bireyler arasında belirgin farklılık gösterebilir. Başlangıç vücut ağırlığı, insülin direnci düzeyi, fiziksel aktivite durumu, genetik yatkınlık, bağırsak mikrobiyotası, yağ asidi kompozisyonu, protein miktarı ve posa alımı bu yanıtı etkileyen başlıca faktörlerdir. Bitkisel yağlar, zeytinyağı, avokado, yağlı tohumlar, balık ve düşük karbonhidratlı sebzelerle planlanan bir ketojenik diyet; işlenmiş et, tereyağı, krema ve yüksek doymuş yağ içeren bir ketojenik diyetle göre daha farklı kardiyometabolik sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle ketojenik diyetin başarısı yalnızca karbonhidratı azaltmaya değil; yağ kalitesini iyileştirmeye, sebze çeşitliliğini korumaya, işlenmiş etleri sınırlandırmaya, yeterli sıvı ve elektrolit dengesini sağlamaya ve düzenli biyokimyasal izlem yapmaya bağlıdır (Paoli et al., 2013; Chawla et al., 2020; Ghasemi et al., 2024). Ketojenik diyetin güçlü yönü, özellikle kısa dönemde karbonhidrat kısıtlaması yoluyla iştah kontrolü, hızlı ağırlık kaybı ve glisemik iyileşme sağlayabilmesidir. Yüksek miktarda rafine tahıl, şekerli içecek ve basit karbonhidrat tüketen bireylerde karbonhidrat kısıtlaması enerji alımının azalmasına ve bazı metabolik parametrelerin düzelmesine katkıda bulunabilir.

Epilepsi alanındaki sistematik derlemeler ve klinik rehberler, ketojenik diyet tedavilerinin nöbet sıklığını azaltmada etkili olabileceğini; ancak gastrointestinal sorunlar, büyüme-gelişme, lipid değişiklikleri, vitamin-mineral yetersizlikleri ve tedaviye uyum açısından dikkatli izlem gerektiğini vurgulamaktadır (Kossoff et al., 2018; Ruan et al., 2022; Mahmoud et al., 2019). Buna karşın ketojenik diyetin önemli sınırlılıkları bulunmaktadır. Tahıllar, kurubaklagiller, birçok meyve ve nişastalı sebzelerin sınırlandırılması; posa, B grubu vitaminleri, potasyum, magnezyum ve bazı fitokimyasal bileşenlerin alımını azaltabilir. Düşük posa alımı kabızlık, bağırsak mikrobiyotasında çeşitlilik azalması ve uzun

dönem bağırsak sağlığı üzerinde olumsuz etkilerle ilişkilendirilebilir. Ayrıca diyetle doymuş yağın artması bazı bireylerde LDL-kolesterol yükselmesine neden olabilir. Ailesel hiperkolesterolemi, kardiyovasküler hastalık öyküsü, böbrek hastalığı, karaciğer hastalığı, pankreatit, gebelik, emzirme, çocukluk ve ergenlik gibi özel durumlarda ketojenik diyet uzman gözetimi olmadan uygulanmamalıdır. Diyabet tedavisi alan bireylerde ise hipoglisemi riski ve ilaç doz ayarlamaları nedeniyle tıbbi takip zorunludur (Kossoff et al., 2018; Joo et al., 2023; Goldenberg et al., 2021). Ketojenik diyetin çevresel etkisi, diyetin hangi besin kaynaklarıyla uygulandığına bağlı olmakla birlikte genellikle tartışmalı bir görünüme sahiptir. Popüler ketojenik diyet uygulamaları çoğunlukla et, yumurta, peynir, tereyağı, krema ve yüksek yağlı süt ürünleri gibi hayvansal kaynaklı besinlere yüksek düzeyde yer verebilmektedir. Bu tür uygulamalar, özellikle kırmızı et ve yüksek yağlı süt ürünleri tüketimi arttığında, sera gazı emisyonu, arazi kullanımı ve su tüketimi açısından daha yüksek çevresel yük oluşturabilir. Popüler diyetlerin karbon ayak izi ve diyet kalitesini karşılaştıran çalışmalarda, ketojenik diyetin vegan, vejeteryen ve pesketeryen diyetlere kıyasla daha yüksek karbon ayak izine ve daha düşük diyet kalitesi puanlarına sahip olduğu bildirilmiştir (O'Malley et al., 2023; Poore & Nemecek, 2018; Clark et al., 2019).

Ketojenik diyetin çevresel yükünü artıran temel faktörlerden biri, hayvansal kaynaklı yağ ve proteinlerin yoğun kullanımınıdır. Özellikle sığır eti ve kuzu eti gibi geviş getiren hayvanlardan elde edilen ürünler, metan emisyonu, yem üretimi için arazi kullanımı ve su tüketimi açısından yüksek çevresel maliyet oluşturabilmektedir. Buna karşılık ketojenik diyet zeytinyağı, yağlı tohumlar, avokado, tohumlar, düşük karbonhidratlı sebzeler ve sınırlı miktarda sürdürülebilir deniz ürünleriyle planlandığında çevresel yük bir ölçüde azaltılabilir. Ancak tahıl ve kurubaklagil gibi düşük çevresel

etkiye sahip bitkisel protein ve enerji kaynaklarının büyük ölçüde sınırlandırılması, ketojenik diyetin sürdürülebilirlik potansiyelini sınırlayan temel unsurlardan biridir (Aleksandrowicz et al., 2016; Poore & Nemecek, 2018; O'Malley et al., 2023). Çevresel sürdürülebilirlik açısından ketojenik diyet, Akdeniz diyeti, fleksiteryen diyet, vejetaryen diyet veya Gezegenel Sağlık Diyeti gibi bitkisel ağırlıklı modellerle karşılaştırıldığında daha sınırlı avantajlara sahiptir. Bunun temel nedeni, ketojenik diyetin karbonhidrat kaynaklarını kısıtlarken çoğu zaman hayvansal ürünlere ve yağ kaynaklarına daha fazla yer vermesidir. Diyetin çevresel etkisini azaltmak için kırmızı ve işlenmiş etler sınırlandırılmalı, doymamış yağ kaynakları tercih edilmeli, düşük karbonhidratlı sebzeler artırılmalı, ultra işlenmiş ketojenik ürünlerden kaçınılmalı ve mümkün olduğunca yerel, mevsimsel ve daha düşük çevresel etkiye sahip besin kaynakları kullanılmalıdır. Buna rağmen ketojenik diyet, temel yapısı gereği çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle her zaman tam uyumlu bir model olarak değerlendirilmemelidir (FAO & WHO, 2019; Willett et al., 2019; Clark et al., 2019). Sonuç olarak ketojenik diyet, düşük karbonhidratlı-yüksek yağlı diyet modelleri içinde en belirgin ve en popüler yaklaşımlardan biridir. Kısa dönemde ağırlık kaybı, iştah kontrolü, trigliserit düzeylerinde azalma ve glisemik kontrolde iyileşme sağlayabilir; özellikle tip 2 diyabet ve insülin direnci olan bazı bireylerde dikkatli izlem altında metabolik yararlar gösterebilir. Bununla birlikte uzun dönem sürdürülebilirlik, besin ögesi yeterliliği, LDL-kolesterol yanıtı, bağırsak sağlığı, kardiyovasküler güvenilirlik ve çevresel etki açısından önemli sınırlılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle ketojenik diyet genel toplum için uzun dönemli ve çevresel açıdan ideal bir beslenme modeli olarak değil; belirli klinik hedefler doğrultusunda, bireyselleştirilmiş tıbbi beslenme tedavisi kapsamında ve uzman kontrolüyle uygulanabilecek sınırlı bir araç olarak değerlendirilmelidir (Chawla et al., 2020; Ghasemi et al., 2024; O'Malley et al., 2023).

Paleo Diyet

Paleo diyet, modern insanın metabolik özelliklerinin tarım öncesi dönemdeki avcı-toplayıcı beslenme örüntülerine daha uyumlu olduğu varsayımından hareket eden bir beslenme modelidir. Bu yaklaşımda tahıllar, kurubaklagiller, süt ürünleri, rafine şekerler, ultra işlenmiş besinler ve bazı endüstriyel yağlar, tarım devrimi ve endüstrileşme sonrasında insan beslenmesine yoğun biçimde giren “yeni” bileşenler olarak değerlendirilir. Diyetin temelini et, balık, yumurta, sebzeler, meyveler, yağlı tohumlar, kök sebzeler ve işlenmemiş yağ kaynakları oluşturur. Bununla birlikte Paleo diyetin günümüzde uygulanan biçimi, tarihsel Paleolitik beslenmenin birebir yeniden inşası değildir; daha çok işlenmemiş besinleri öne çıkaran, rafine karbonhidratları ve endüstriyel ürünleri sınırlayan modern bir yorum olarak ele alınmalıdır (Eaton & Konner, 1985; Cordain et al., 2005; Manheimer et al., 2015). Paleo diyet tek tip bir model değildir; uygulama biçimi bireyler arasında önemli farklılıklar gösterebilir. Bazı uygulamalar kırmızı et ve hayvansal yağ ağırlıklı bir örüntüye yaklaşırken, bazıları sebze, meyve, balık, yumurta, yağlı tohum ve doymamış yağ kaynaklarını daha fazla içeren dengeli bir yapıya sahip olabilir. Paleo diyet sıklıkla düşük karbonhidratlı diyetlerle birlikte değerlendirilse de ketojenik diyetle aynı değildir. Ketojenik diyetle temel metabolik hedef ketozis oluşturmak iken, Paleo diyetle ana amaç işlenmemiş ve “ataların beslenme örüntüsüne benzer” kabul edilen besinleri tercih etmektir. Bu nedenle Paleo diyetle meyveler, kök sebzeler ve bazı nişastalı sebzeler yer alabildiğinden karbonhidrat miktarı ketojenik diyetle göre daha değişkendir (Cordain et al., 2005; Frączek et al., 2021; Jamka et al., 2020). Paleo diyetin metabolik etkileri daha çok vücut ağırlığı, bel çevresi, kan basıncı, glisemik kontrol, lipid profili ve metabolik sendrom bileşenleri üzerinden incelenmiştir. Rafine şekerlerin, işlenmiş tahılların, paketli ürünlerin ve yüksek enerji yoğunluklu ultra işlenmiş besinlerin diyetten çıkarılması, toplam

enerji alımını azaltabilir ve ağırlık kaybını destekleyebilir. Ayrıca sebze, meyve, yağlı tohumlar ve kaliteli protein kaynaklarının artırılması tokluk hissini güçlendirebilir ve glisemik yanıtın daha dengeli seyretmesine katkıda bulunabilir. Sistemik derleme ve meta-analizlerde Paleo diyetin kısa dönemde vücut ağırlığı, bel çevresi, kan basıncı, trigliserit düzeyi ve bazı glisemik göstergeler üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği bildirilmiştir (Manheimer et al., 2015; Ghaedi et al., 2019; de Menezes et al., 2019).

Paleo diyetin kardiyometabolik sonuçlarına ilişkin bulgular umut verici olmakla birlikte, mevcut kanıtların önemli bir bölümü kısa süreli ve sınırlı örneklemlerle çalışmalara dayanmaktadır. Bazı randomize kontrollü çalışmalar ve meta-analizler, Paleo diyetin glukoz toleransı, insülin duyarlılığı, vücut kompozisyonu ve kan basıncı gibi göstergelerde iyileşme sağlayabileceğini göstermiştir. Ancak uzun dönem kardiyovasküler olaylar, tip 2 diyabet insidansı, mortalite, böbrek sağlığı ve sürdürülebilir ağırlık kaybı üzerindeki etkilerine ilişkin kanıtlar henüz yeterince güçlü değildir.

Bu nedenle Paleo diyetin kısa dönem metabolik yararları, uzun dönem güvenlilik ve uygulanabilirlik verileriyle birlikte değerlendirilmelidir (Jönsson et al., 2009; Jamka et al., 2020; Frączek et al., 2021). Paleo diyetin olası yararları, büyük ölçüde modern Batı tipi beslenme örüntüsünde sık görülen rafine karbonhidratlar, eklenmiş şekerler, paketli atıştırmalıklar ve ultra işlenmiş ürünlerin azaltılmasına bağlı olabilir. Bu yönüyle diyet, bireyleri “gerçek gıda” ve minimum işlenmiş besin seçimine yönlendirmesi bakımından davranışsal bir avantaj sağlayabilir. Sebze, meyve, yumurta, balık, yağlı tohum ve işlenmemiş protein kaynaklarına yer verilmesi, bazı bireylerde beslenme kalitesini ve tokluk yanıtını iyileştirebilir. Bununla birlikte bu yararların Paleo diyetin tüm yasaklayıcı ilkelerinden mi, yoksa daha genel olarak ultra işlenmiş besinlerin azaltılmasından mı kaynaklandığı dikkatle ayırt edilmelidir (Cordain et al., 2005; Manheimer et al., 2015;

Reynolds et al., 2019). Paleo diyetin en önemli sınırlılıklarından biri, tam tahıllar, kurubaklagiller ve süt ürünleri gibi besin gruplarını bütünüyle dışlamasıdır. Tam tahıllar ve kurubaklagiller; posa, bitkisel protein, magnezyum, folat, potasyum ve çeşitli fitokimyasallar açısından değerli kaynaklardır. Bu besin gruplarının gereksiz yere sınırlandırılması, uzun dönem beslenme kalitesini ve posa alımını azaltabilir. Süt ürünlerinin çıkarılması ise özellikle kalsiyum ve D vitamini alımı açısından risk oluşturabilir. Bu nedenle Paleo diyetin besin ögesi yeterliliği, özellikle kadınlar, çocuklar, adölesanlar, yaşlı bireyler ve kemik sağlığı açısından risk taşıyan gruplarda dikkatle değerlendirilmelidir (Reynolds et al., 2019; Fraçzek et al., 2021; FAO & WHO, 2019). Paleo diyetin tarihsel gerekçesi de eleştirel biçimde değerlendirilmelidir. Paleolitik dönemde tek ve standart bir beslenme modeli bulunmamaktadır; insan topluluklarının beslenmesi coğrafi bölge, iklim, mevsim, avlanma olanakları, bitki örtüsü ve gıda erişimine göre büyük farklılık göstermiştir. Bu nedenle günümüzde uygulanan Paleo diyet, tüm insanlık için ortak ve evrensel bir ata diyeti olarak sunulmamalıdır. Ayrıca modern gıda ortamında tüketilen et, meyve, sebze ve yağ kaynakları, Paleolitik dönemdeki yabani besinlerle aynı besinsel ve ekolojik özelliklere sahip değildir. Bu durum, Paleo diyetin tarihsel doğruluğundan çok modern uygulama kalitesinin önemini artırmaktadır (Eaton & Konner, 1985; Eaton et al., 1997; Cordain et al., 2005). Paleo diyetin metabolik etkileri uygulama biçimine göre belirgin biçimde değişebilmektedir. Sebze, meyve, balık, yumurta, yağlı tohumlar ve doymamış yağ kaynaklarıyla yapılandırılan bir Paleo model ile kırmızı et, işlenmiş et ve doymuş yağ ağırlıklı bir Paleo diyeti ile aynı sağlık sonuçları alınması beklenmez. Hayvansal protein ve doymuş yağın yüksek olduğu uygulamalarda LDL-kolesterol yanıtı, toplam doymuş yağ alımı ve kardiyovasküler risk faktörleri açısından dikkatli izlem gerektiği bildirilmiştir. Buna karşılık sebze çeşitliliği yüksek, işlenmiş et içermeyen ve sağlıklı yağ kaynaklarına dayanan daha

dengeli bir Paleo örüntüsü, kısa dönem metabolik çıktılar açısından daha olumlu sonuçlar verebilmektedir (Ghaedi et al., 2019; Frączek et al., 2021; Jamka et al., 2020).

Paleo diyetin çevresel etkisi, uygulama biçimine bağlı olmakla birlikte, genel olarak bitkisel ağırlıklı diyet modellerine kıyasla daha tartışmalı bir profil sergilemektedir. Bunun temel nedeni, Paleo diyetin tahıl ve kurubaklagil gibi düşük çevresel etkiye sahip, besleyici ve ekonomik bitkisel gıda kaynaklarını dışlaması; buna karşılık et, balık, yumurta ve diğer hayvansal kaynaklı besinlere daha fazla yer verebilmesidir. Popüler diyetlerin karbon ayak izi ve diyet kalitesi açısından karşılaştırıldığı çalışmalarda Paleo diyetin vegan ve vejetaryen modellere kıyasla daha yüksek karbon ayak izine sahip olduğu, ayrıca bazı bitkisel ağırlıklı modellere göre daha düşük diyet kalitesi puanı gösterebildiği bildirilmiştir (O'Malley et al., 2023; Aleksandrowicz et al., 2016; Clark et al., 2019). Paleo diyetin çevresel yükünü artıran temel bileşenlerden biri kırmızı et tüketimidir. Özellikle sığır ve kuzu eti gibi geviş getiren hayvanlardan elde edilen ürünler; metan emisyonu, yem üretimi için arazi kullanımı, su tüketimi ve ekolojik ayak izi açısından yüksek çevresel maliyet oluşturmaktadır. Buna karşılık Paleo diyetin sebze, meyve, yağlı tohum, yumurta, sürdürülebilir balık ve ölçülü beyaz et tüketimiyle uygulanması çevresel yükü bir miktar azaltabilir. Ancak tahıl ve kurubaklagillerin dışlanması, çevresel açıdan avantajlı ve besleyici bitkisel kaynakların kullanımını sınırladığı için Paleo modelin sürdürülebilirlik potansiyelini azaltmaktadır (Poore & Nemecek, 2018; O'Malley et al., 2023; Tilman & Clark, 2014). Çevresel sürdürülebilirlik açısından Paleo diyet, Akdeniz diyeti, fleksitaryen diyet, Gezegenel Sağlık Diyeti, vejetaryen veya vegan diyet kadar avantajlı bir model olarak değerlendirilmemektedir. Bununla birlikte Paleo yaklaşımın çevresel etkisi, kırmızı ve işlenmiş etlerin sınırlandırılması, sebze meyve çeşitliliğinin artırılması,

sürdürülebilir balıkçılık ürünlerinin tercih edilmesi, yerel ve mevsimsel ürünlere yönelmesi ve ultra işlenmiş Paleo ürünlerinden kaçınılmasıyla azaltılabilir. Yine de modelin tahıl ve kurubaklagilleri dahil etmemesi, hem besin ögesi yeterliliği hem de sürdürülebilirlik açısından önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır (FAO & WHO, 2019; Willett et al., 2019; Aleksandrowicz et al., 2016). Sonuç olarak Paleo diyet, rafine şekerleri, ultra işlenmiş besinleri ve düşük besin değerine sahip paketli ürünleri azaltması nedeniyle bazı bireylerde kısa dönem metabolik iyileşmeler sağlayabilen bir beslenme modelidir. Bununla birlikte tam tahıllar, kurubaklagiller ve süt ürünleri gibi besleyici gıda gruplarını dahil edilmemesi; uzun dönem besin ögesi yeterliliği, kardiyometabolik güvenilirlik, ekonomik uygulanabilirlik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından soru işaretleri oluşturmaktadır. Paleo diyet genel toplum için evrensel ve uzun dönemli ideal bir beslenme modeli olarak değil; belirli koşullarda, dikkatli planlandığında ve bireysel gereksinimler gözetildiğinde uygulanabilecek sınırlı bir yaklaşım olarak değerlendirilmelidir (Manheimer et al., 2015; Ghaedi et al., 2019; O'Malley et al., 2023).

Atkins Diyeti

Atkins diyeti, düşük karbonhidratlı beslenme yaklaşımları içinde en bilinen ve en yaygın tartışılan popüler diyet modellerinden biridir. Dr. Robert C. Atkins tarafından geliştirilen bu yaklaşım, karbonhidrat alımının sınırlandırılması; buna karşılık protein ve yağ alımının görece artırılması esasına dayanmaktadır. Ketojenik diyetle benzer biçimde karbonhidrat kısıtlamasını merkeze almakla birlikte, Atkins diyeti klasik ketojenik diyetten farklı olarak daha aşamalı bir yapı göstermektedir. Başlangıç evresinde karbonhidrat alımı oldukça düşük tutulurken, ilerleyen dönemlerde bireyin ağırlık kaybı, metabolik yanıtı ve karbonhidrat toleransına göre karbonhidrat miktarı kontrollü biçimde artırılmaktadır. Bu yönüyle

Atkins diyeti, ketozisi sürekli ve katı biçimde sürdürmeyi hedefleyen klasik ketojenik modelden ayrılmakta; düşük karbonhidratlı beslenmeyi evrelere dayalı bir ağırlık kaybı ve ağırlık koruma stratejisi olarak yapılandırmaktadır (Atkins, 2002; Gardner et al., 2007; Foster et al., 2010). Geleneksel Atkins diyeti genellikle dört evre üzerinden açıklanmaktadır. İlk evre olan indüksiyon döneminde karbonhidrat alımı belirgin biçimde kısıtlanır ve vücudun yağ oksidasyonuna yönelmesi amaçlanır. İkinci evrede düşük glisemik indeksli sebzeler, yağlı tohumlar ve sınırlı miktarda bazı meyveler diyete kademeli olarak eklenebilir. Üçüncü evrede hedef ağırlığa yaklaşılrken karbonhidrat alımı bireysel toleransa göre artırılır; son evrede ise ağırlık koruma hedeflenir ve bireyin kilo alımına neden olmayacak karbonhidrat düzeyini sürdürmesi amaçlanır. Bu yapı, Atkins diyetini tek aşamalı bir karbonhidrat kısıtlamasından ziyade, karbonhidrat toleransının izlenmesine dayalı daha esnek bir düşük karbonhidratlı model hâline getirmektedir (Atkins, 2002; Gardner et al., 2007; Shai et al., 2008). Atkins diyetinde ekmek, makarna, pirinç, patates, şekerli besinler, rafine tahıllar ve tatlılar büyük ölçüde sınırlandırılırken; et, tavuk, balık, yumurta, peynir, yağlar, düşük karbonhidratlı sebzeler ve bazı yağlı tohumlar daha serbest biçimde tüketilebilmektedir. Bu nedenle diyet, karbonhidrat miktarını azaltırken özellikle hayvansal protein ve yağ kaynaklarının tüketimini artırma potansiyeli taşır. Bununla birlikte Atkins diyetinin metabolik etkileri, yalnızca karbonhidrat miktarıyla açıklanamaz; kullanılan yağın türü, protein kaynaklarının niteliği, sebze ve posa alımı, işlenmiş et tüketimi ve toplam enerji alımı sonuçları belirleyen temel faktörlerdir. Modern yorumlarda zeytinyağı, yağlı tohumlar, avokado, balık ve düşük karbonhidratlı sebzeler gibi daha kaliteli besin kaynaklarının öne çıkarılması, diyetin sağlık profili açısından daha olumlu bir çerçeve oluşturabilmektedir (Stern et al., 2004; Chawla et al., 2020; Hu et al., 2014). Atkins diyetinin metabolik etkileri çoğunlukla vücut ağırlığı, glisemik kontrol, trigliserit düzeyleri, HDL-kolesterol ve LDL-kolesterol üzerinden

değerlendirilmiştir. Karbonhidrat alımının azaltılması, özellikle rafine karbonhidrat, şekerli içecek ve eklenmiş şeker tüketimi yüksek bireylerde toplam enerji alımını azaltabilir, insülin yanıtını düşürebilir ve kısa dönemde hızlı ağırlık kaybı sağlayabilir. Diyetin ilk haftalarında gözlenen hızlı ağırlık azalmasının bir bölümü glikojen depolarının azalması ve buna bağlı sıvı kaybından kaynaklanabilir; daha uzun dönemde ise enerji kısıtlaması, protein alımının tokluk sağlayıcı etkisi ve karbonhidratlı besinlerin sınırlandırılması etkili olabilmektedir. Randomize kontrollü çalışmalar, Atkins veya benzeri düşük karbonhidratlı diyetlerin kısa dönemde kilo kaybında bazı düşük yağlı diyetlere göre avantaj gösterebildiğini; ancak uzun dönem sonuçların çoğu zaman diyet uyumu ve toplam enerji dengesiyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (Foster et al., 2003; Gardner et al., 2007; Foster et al., 2010).

Düşük karbonhidratlı diyetlere ilişkin meta-analizler, bu modellerin kısa ve orta vadede vücut ağırlığı, trigliserit düzeyi ve HDL-kolesterol üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte LDL-kolesterol ve total kolesterol düzeylerinde bazı bireylerde artış görülebilmesi, özellikle doymuş yağ içeriği yüksek uygulamalarda dikkatli izlem gerektirmektedir. Atkins diyeti bazı bireylerde trigliseritleri azaltıp HDL-kolesterolü artırabilirken, kırmızı et, işlenmiş et, tereyağı, krema ve yüksek yağlı süt ürünleriyle uygulandığında kardiyometabolik risk açısından daha sorunlu bir hâle dönüşebilmektedir. Bu nedenle Atkins diyetinin lipid profili üzerindeki etkileri tek yönlü değildir; bireyin başlangıç metabolik durumu, yağ kaynakları, doymuş yağ alımı ve ağırlık kaybı düzeyiyle birlikte değerlendirilmelidir (Mansoor et al., 2016; Dong et al., 2020; Chawla et al., 2020) Tip 2 diyabet ve insülin direnci açısından Atkins diyeti, karbonhidrat yükünü azalttığı için kısa dönemde glisemik kontrol üzerinde olumlu sonuçlar sağlayabilmektedir. Karbonhidrat alımının azalması postprandiyal

glukoz yükselmelerini sınırlayabilmektedir. Bazı bireylerde HbA1c, açlık glukozu, insülin düzeyi ve vücut ağırlığında iyileşmeler görülebilir. Ancak bu etkilerin yalnızca karbonhidrat kısıtlamasına değil, aynı zamanda toplam enerji alımındaki azalma, ağırlık kaybı, ilaç değişiklikleri ve bireysel metabolik yanıtta da bağlı olduğu unutulmamalıdır. İnsülin veya insülin salgılatıcı ilaç kullanan bireylerde hipoglisemi riski ve ilaç doz ayarlaması gerekebileceğinden, Atkins diyeti diyabetli bireylerde mutlaka hekim ve diyetisyen gözetiminde uygulanmalıdır (Goldenberg et al., 2021; Chawla et al., 2020; Shai et al., 2008). Atkins diyetinin güçlü yönlerinden biri, özellikle başlangıç döneminde hızlı ve belirgin ağırlık kaybı sağlayabilmesidir. Rafine tahıl, şekerli içecek, tatlı ve yüksek karbonhidratlı atıştırmalık tüketimi fazla olan bireylerde bu besinlerin sınırlandırılması enerji alımını azaltabilir ve kısa dönemde motivasyonu artırabileceği belirtilmiştir. Protein ve yağ alımının artması bazı bireylerde tokluk hissini güçlendirerek diyete uyumu kolaylaştırabilmektedir. Ayrıca Atkins diyetinin ketojenik diyete kıyasla zaman içinde karbonhidrat alımını kademeli artırmaya izin vermesi, bireyin kendi karbonhidrat toleransını gözlemlemesine ve ağırlık koruma döneminde daha esnek bir beslenme yapısı oluşturmaya olanak sağlayabilir (Gardner et al., 2007; Foster et al., 2010; Hu et al., 2014). Bununla birlikte Atkins diyetinin önemli sınırlılıkları bulunmaktadır. Özellikle indüksiyon evresinde tahıllar, kurubaklagiller, birçok meyve ve nişastalı sebzelerin sınırlandırılması; posa, B grubu vitaminleri, folat, potasyum, magnezyum ve çeşitli fitokimyasalların alımını azaltabilir. Bu durum kabızlık, bağırsak mikrobiyotasında olumsuz değişiklikler ve uzun dönem besin ögesi yetersizlikleri açısından risk oluşturabilir. Ayrıca diyetin hayvansal protein ve doymuş yağ ağırlıklı uygulanması, bazı bireylerde LDL-kolesterol artışı ve kardiyovasküler risk faktörleri açısından olumsuz sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle Atkins diyeti uygulanırken sebze çeşitliliği, sağlıklı yağ kaynakları, yeterli sıvı alımı, posa desteği ve düzenli

biyokimyasal izlem göz ardı edilmemelidir (Chawla et al., 2020; Goldenberg et al., 2021; Reynolds et al., 2019). Atkins diyetinin uzun dönem sürdürülebilirliği de tartışılmaktadır. Karbonhidrat içeren besinlerin sosyal yaşamda yaygın olması, tahıl ve meyve tüketiminin kısıtlanması, dışarıda yemek yeme güçlüğü ve besin seçimlerinin zamanla monotonlaşması diyete uyumu azaltabilir. Klinik çalışmalarda düşük karbonhidratlı diyetler kısa dönemde etkili görünse de uzun dönem sonuçlarda diyetler arasındaki farkların azalması, sürdürülebilirlik ve uyumun önemini göstermektedir. Bu nedenle Atkins diyeti, kısa dönem ağırlık kaybı aracı olarak değil, bireyin beslenme alışkanlıkları, kardiyometabolik riski, yaşam tarzı ve uzun dönem uyum kapasitesi dikkate alınarak değerlendirilmelidir (Foster et al., 2003; Foster et al., 2010; Gardner et al., 2018).

Atkins diyetinin çevresel etkisi, diyetin hangi protein ve yağ kaynaklarıyla uygulandığına bağlı olarak değerlendirilmektedir. Geleneksel ve popüler Atkins uygulamaları genellikle et, yumurta, peynir ve diğer hayvansal kaynaklı besinlere daha fazla yer verdiğinden çevresel yük açısından dezavantajlı olabilmektedir. Özellikle kırmızı et ve yüksek yağlı süt ürünlerinin artması; sera gazı emisyonu, arazi kullanımı, yem üretimi ve su tüketimi üzerinde daha yüksek çevresel baskı oluşturabilmektedir. Yaşam döngüsü analizleri, hayvansal kaynaklı besinlerin özellikle kırmızı et ve süt ürünleri söz konusu olduğunda bitkisel kaynaklı besinlere kıyasla daha yüksek çevresel etki oluşturma eğiliminde olduğunu göstermektedir (Poore & Nemecek, 2018; Clark et al., 2019; Aleksandrowicz et al., 2016). Popüler diyet modellerinin çevresel etkilerini karşılaştıran çalışmalar, düşük karbonhidratlı ve hayvansal ağırlıklı modellerin bitkisel ağırlıklı diyetlere göre daha yüksek karbon ayak izine sahip olabileceğini göstermektedir. O'Malley ve arkadaşlarının Amerika Birleşik Devletleri yetişkinlerinde popüler diyet modellerini karbon ayak izi ve diyet kalitesi açısından

değerlendirdiği çalışmada, ketojenik ve Paleo tarzı diyetlerin vegan ve vejetaryen modellere kıyasla daha yüksek karbon ayak izi ve daha düşük diyet kalitesiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir. Atkins diyeti çalışmada ayrı bir kategori olarak ele alınmasa da düşük karbonhidratlı ve hayvansal kaynaklı besinlere daha fazla yer veren uygulamalar açısından benzer çevresel kaygılar taşımaktadır. Bu nedenle Atkins diyetinin çevresel etkisi, yalnızca karbonhidrat kısıtlamasıyla değil, hayvansal ürün miktarı ve besin kalitesiyle birlikte değerlendirilmelidir (O'Malley et al., 2023; Poore & Nemecek, 2018; Clark et al., 2019). Atkins diyetinin çevresel yükünü artıran bir diğer unsur, kurubaklagiller ve tam tahıllar gibi düşük çevresel etkiye sahip, besleyici ve ekonomik bitkisel gıda kaynaklarının özellikle erken evrelerde sınırlandırılmasıdır. Kurubaklagiller; bitkisel protein, posa, folat, potasyum ve magnezyum açısından değerli kaynaklar olmalarının yanında, çevresel sürdürülebilirlik açısından da avantajlı besin gruplarıdır. Atkins modelinde bu gıdaların sınırlandırılması, diyetin hem besin ögesi çeşitliliğini hem de gezegen sağlığına katkı potansiyelini azaltabilir. Bununla birlikte kırmızı ve işlenmiş etlerin azaltıldığı, balık ve yumurtanın ölçülü kullanıldığı, zeytinyağı, yağlı tohumlar, avokado, düşük karbonhidratlı sebzeler ve doymamış yağ kaynaklarının öne çıkarıldığı bir Atkins uygulaması çevresel yükü bir ölçüde azaltabilir; ancak model yine de Akdeniz diyeti, fleksitaryen diyet veya Gezegenel Sağlık Diyeti kadar avantajlı kabul edilmemektedir (FAO & WHO, 2019; Willett et al., 2019; Aleksandrowicz et al., 2016). Sonuç olarak Atkins diyeti, düşük karbonhidratlı beslenme yaklaşımları içinde popülerliği yüksek ve kısa dönemde ağırlık kaybı ile bazı metabolik göstergelerde iyileşme sağlayabilen bir modeldir. Özellikle rafine karbonhidrat ve eklenmiş şeker tüketimi yüksek bireylerde karbonhidrat kısıtlaması enerji alımının azalmasına, glisemik yanıtın iyileşmesine ve trigliserit düzeylerinde düşüşe katkıda bulunabilir. Ancak diyetin uzun dönem sürdürülebilirliği, posa ve mikro besin ögesi yeterliliği, LDL-

kolesterol yanıtı, bağırsak sağlığı, kardiyovasküler güvenlik ve çevresel yük açısından dikkatle değerlendirilmesi gerekir. Atkins diyeti, genel toplum için uzun dönemli ve çevresel açıdan ideal bir beslenme modeli olmaktan çok, belirli bireylerde kısa veya orta vadeli hedefler için uzman kontrolünde ve besin kalitesi gözetilerek uygulanabilecek bir düşük karbonhidratlı beslenme yaklaşımı olarak değerlendirilmelidir (Gardner et al., 2007; Chawla et al., 2020; O'Malley et al., 2023).

Vegan Diyet

Vegan diyet; et, tavuk, balık, yumurta, süt ve süt ürünleri, bal, jelatin ve diğer hayvansal kaynaklı bileşenlerin tamamını dışlayan, bütünüyle bitkisel kaynaklı besinlere dayalı bir beslenme modelidir. Bu beslenme örüntüsünde temel besin kaynaklarını sebzeler, meyveler, tam tahıllar, kurubaklagiller, yağlı tohumlar, tohumlar, bitkisel yağlar ve bitkisel bazlı alternatif ürünler oluşturmaktadır. Vegan beslenme yalnızca sağlık amacıyla tercih edilen bir diyet modeli değildir; birçok birey için etik ilkeler, hayvan refahı, çevresel sürdürülebilirlik, dini/kültürel tercihler veya yaşam tarzı felsefesiyle ilişkili bütüncül bir yaklaşım niteliği taşımaktadır. Bununla birlikte vegan diyetin sağlık üzerindeki etkisi, hayvansal besinlerin dışlanmasından çok, diyetin nasıl planlandığına ve hangi bitkisel besinlerle yapılandırıldığına bağlıdır (Melina et al., 2016; Craig et al., 2021; Dinu et al., 2017). Vegan beslenmenin sağlıklı bir örüntü olarak değerlendirilebilmesi için tam tahıllar, kurubaklagiller, sebze, meyve, yağlı tohumlar, tohumlar ve minimum işlenmiş bitkisel besinlerin yeterli çeşitlilikte yer alması gerekir. Bu şekilde planlanan bir vegan diyet; posa, antioksidan bileşikler, polifenoller, magnezyum, potasyum, folat ve doymamış yağ asitleri açısından zengin olabilir. Buna karşılık rafine tahıllar, şekerli ürünler, kızartmalar, ultra işlenmiş vegan atıştırmalıklar, bitkisel bazlı fast-food ürünleri ve düşük proteinli öğünlere dayanan bir vegan diyet,

hayvansal besin içermese bile düşük beslenme kalitesine sahip olabilir. Bu nedenle vegan diyet değerlendirilirken yalnızca hayvansal ürünlerin dışlanması değil; besin çeşitliliği, protein kalitesi, mikro besin ögesi yeterliliği, posa içeriği, yağ asidi dengesi ve ultra işlenmiş ürün tüketimi birlikte ele alınmalıdır (Satija et al., 2017; Melina et al., 2016; Craig et al., 2021). Uygun planlanan vegan diyetler kardiyometabolik sağlık açısından olumlu sonuçlar sağlayabilir. Hayvansal kaynaklı doymuş yağ alımının azalması, posa ve bitkisel biyoaktif bileşen alımının artması; total kolesterol, LDL-kolesterol, kan basıncı, vücut ağırlığı ve glisemik kontrol üzerinde destekleyici etkiler oluşturabilir. Gözlemsel çalışmalar ve meta-analizler, vegan ve vejetaryen beslenme örüntülerinin daha düşük vücut kütle indeksi, kan basıncı ve bazı kardiyometabolik risk göstergeleriyle ilişkili olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte bu olumlu etkiler, vegan diyetin sağlıklı bitkisel besinlere dayalı biçimde uygulanması koşuluyla daha belirgindir; rafine karbonhidrat ve ultra işlenmiş bitkisel ürünlerin yüksek olduğu vegan örüntülerde aynı metabolik avantajlar beklenmemelidir (Benatar & Stewart, 2018; Gibbs et al., 2021; Dinu et al., 2017). Vegan diyetle kurubaklagiller, tam tahıllar, sebzeler, meyveler ve yağlı tohumlar aracılığıyla sağlanan yüksek posa alımı; tokluk hissini artırarak enerji yoğunluğunu azaltabilir ve ağırlık yönetimine katkıda bulunabilmektedir. Diyet posası aynı zamanda bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliğini destekleyebilir, kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini artırabilir ve metabolik inflamasyonun azalmasına katkı sağlayabilmektedir. Ancak vegan diyetin metabolik etkileri tüm bireylerde aynı olmadığı bildirilmiştir. Diyetin şekerli içecekler, beyaz unlu ürünler, kızartılmış besinler, rafine tahıllar ve ultra işlenmiş vegan alternatiflerle uygulanması durumunda glisemik kontrol, ağırlık yönetimi ve lipid profili olumsuz etkilenebilmektedir. Bu nedenle vegan diyetin kardiyometabolik başarısı, bitkisel besinlerin yalnızca miktarına değil, niteliğine de bağlıdır (Reynolds et al., 2019; Satija et al., 2017;

Craig et al., 2021). Vegan beslenmede dikkat edilmesi gereken temel konulardan biri protein miktarı ve protein kalitesidir. Kurubaklagiller, soya ürünleri, tam tahıllar, yağlı tohumlar ve tohumlar uygun biçimde bir araya getirildiğinde protein gereksinimi karşılanabilir; ancak öğünlerin yetersiz veya tek yönlü planlanması, özellikle enerji alımı düşük bireylerde protein yetersizliği riskini artırabilmektedir. Yaşlı bireyler, gebeler, emziren kadınlar, çocuklar, adölesanlar ve sporcularda protein miktarı, amino asit dengesi ve öğün dağılımı daha dikkatli değerlendirilmelidir. Bu nedenle vegan diyet, gelişigüzel uygulandığında değil; yeterli enerji, yeterli protein ve çeşitlendirilmiş bitkisel kaynaklar temelinde planlandığında sağlıklı bir seçenek olarak kabul edilmelidir (Melina et al., 2016; Craig et al., 2021; Bakaloudi et al., 2021). Vegan diyetin en kritik besinsel sınırlılıklarından biri B12 vitamini yetersizliği riskidir. B12 vitamini güvenilir biçimde esas olarak hayvansal kaynaklı besinlerde bulunduğu için vegan bireylerde B12 takviyesi veya B12 ile zenginleştirilmiş besin kullanımı gerekli kabul edilmektedir. Bunun yanında D vitamini, kalsiyum, iyot, demir, çinko, selenyum ve uzun zincirli omega-3 yağ asitleri de vegan beslenmede dikkatle izlenmesi gereken besin öğeleri arasındadır. Sistematik derlemeler, vegan bireylerde B12 vitamini, kalsiyum, iyot ve bazı mineraller açısından yetersizlik riskinin göz ardı edilmemesi gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle vegan diyet, özellikle gebelik, emzirme, çocukluk, ergenlik, yaşlılık ve kronik hastalık dönemlerinde bireyselleştirilmiş değerlendirme ve gerektiğinde destek kullanımıyla sürdürülmelidir (Bakaloudi et al., 2021; Neufingerl & Eilander, 2021; Melina et al., 2016). Vegan diyetin güçlü yönlerinden biri, kırmızı ve işlenmiş etlerin tamamen diyetten çıkarılması ve bitkisel besinlerin yüksek düzeyde tüketilmesidir. Bu durum doymuş yağ alımının azalmasına, posa ve fitokimyasal alımının artmasına ve bazı kardiyometabolik risk faktörlerinin iyileşmesine katkıda bulunabilir. Ayrıca vegan beslenme, hayvansal üretime bağlı çevresel yükün azaltılması

açısından da önemli bir potansiyele sahiptir. Bitkisel temelli diyetlere geçişin sera gazı emisyonu, arazi kullanımı, ötrofikasyon ve bazı çevresel göstergeler üzerinde azaltıcı etki gösterebileceği bildirilmektedir. Bu yönüyle vegan diyet, yalnızca bireysel sağlık değil; iklim değişikliği, kaynak kullanımı ve hayvan refahı bağlamında da değerlendirilen bir modeldir (Aleksandrowicz et al., 2016; Clark et al., 2019; Scarborough et al., 2023). Günümüzde bitkisel bazlı et alternatifleri, vegan tatlılar, şekerli içecekler, yüksek tuzlu atıştırmalıklar ve ultra işlenmiş vegan ürünler giderek yaygınlaşmaktadır. Bu ürünlerin sık tüketimi, vegan diyetin posa, mikro besin ögesi ve fitokimyasal avantajlarını azaltabilir; sodyum, doymuş yağ benzeri bileşenler, rafine karbonhidrat ve enerji yoğunluğu açısından olumsuz bir örüntü oluşturabilir. Bu nedenle sağlıklı vegan beslenme; minimum işlenmiş, çeşitliliği yüksek, yeterli protein içeren, tam tahıl ve kurubaklagil temelli, gerektiğinde zenginleştirilmiş veya takviyeli ürünlerle desteklenen bir model olarak yapılandırılmalıdır (Satija et al., 2017; Craig et al., 2021; Monteiro et al., 2019).

Vegan diyet, popüler diyet modelleri içinde çevresel etkisi en düşük modellerden biri olarak değerlendirilmektedir. Hayvansal kaynaklı besinlerin diyetten çıkarılması, özellikle kırmızı et ve süt ürünleri üretiminden kaynaklanan sera gazı emisyonu, arazi kullanımı, su kirliliği ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki baskının azalmasına katkı sağlayabilmektedir. Birleşik Krallık verilerine dayalı büyük ölçekli bir çalışmada vegan diyetlerin, yüksek et tüketen diyetlere kıyasla sera gazı emisyonu, arazi kullanımı, ötrofikasyon ve biyolojik çeşitlilik kaybı göstergelerinde daha düşük çevresel etkiye sahip olduğu gösterilmiştir. Yaşam döngüsü analizleri de genel eğilim olarak bitkisel kaynaklı besinlerin hayvansal kaynaklı besinlere kıyasla daha düşük çevresel yük taşıdığını desteklemektedir (Scarborough et al., 2023; Poore & Nemecek, 2018; Aleksandrowicz et al., 2016). Vegan diyetin

çevresel avantajı güçlü olmakla birlikte, bu etki besin seçimine ve üretim tedarik koşullarına göre değişebilmektedir. Uzak mesafeden taşınan egzotik meyveler, yoğun su kullanımı gerektiren bazı bitkisel ürünler, sera üretimi, yüksek ambalajlı ultra işlenmiş vegan ürünler ve mevsim dışı tüketim çevresel yükü artırabilmektedir. Bu nedenle çevresel açıdan en avantajlı vegan beslenme; yerel, mevsimsel, minimum işlenmiş, kurubaklagil ve tam tahıl ağırlıklı, düşük ambalajlı ve gıda israfını azaltan bir model olmalıdır. FAO ve WHO'nun sürdürülebilir sağlıklı diyet ilkeleri de diyetlerin yalnızca çevresel etkisiyle değil; beslenme yeterliliği, kültürel kabul edilebilirlik, ekonomik erişilebilirlik ve güvenilirlik açısından da değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (FAO & WHO, 2019; Scarborough et al., 2023; Poore & Nemecek, 2018). Vegan diyetin uygulanabilirliği sosyal, kültürel ve ekonomik koşullardan da etkilenmektedir. Aile sofrası, dışarıda yemek yeme olanakları, geleneksel yemek kültürü, gıda fiyatları, zenginleştirilmiş ürünlere erişim ve beslenme okuryazarlığı vegan diyete uyumu belirleyen önemli faktörlerdir. Bazı toplumlarda kurubaklagiller, tahıllar ve sebzeler gibi temel bitkisel besinler ekonomik ve kültürel olarak ulaşılabilirken; B12 ile zenginleştirilmiş ürünler, bitkisel süt alternatifleri veya omega-3 takviyeleri daha sınırlı erişilebilir olabilir. Bu nedenle vegan diyet önerileri toplumun gıda kültürü, ekonomik koşulları ve bireyin yaşam döngüsü gereksinimleri dikkate alınarak bireyselleştirilmelidir (FAO & WHO, 2019; Melina et al., 2016; Hirvonen et al., 2020). Sonuç olarak vegan diyet, doğru planlandığında kardiyometabolik sağlık ve çevresel sürdürülebilirlik açısından güçlü potansiyel taşıyan bir beslenme modelidir. Yüksek posa, antioksidan ve fitokimyasal içeriği; kırmızı ve işlenmiş etlerin dışlanması; doymuş yağ alımının azalması ve hayvansal üretime bağlı çevresel yükün düşmesi bu modelin başlıca avantajlarıdır. Ancak vegan diyetin sağlıklı ve sürdürülebilir olabilmesi; yeterli protein alımı, B12 başta olmak üzere kritik mikro besin öğelerinin güvence altına alınması, ultra işlenmiş vegan ürünlerden

kaçınılması, yerel ve mevsimsel besinlerin tercih edilmesi ve bireyin yaş, sağlık durumu, sosyoekonomik koşullar ve kültürel bağlamına göre planlama yapılmasıyla mümkündür. Bu nedenle vegan diyet, yalnızca hayvansal besinlerin çıkarıldığı bir model değil; dikkatli planlama gerektiren, besin kalitesi ve sürdürülebilirlik ilkeleriyle birlikte değerlendirilmesi gereken kapsamlı bir beslenme yaklaşımıdır (Melina et al., 2016; Bakaloudi et al., 2021; Scarborough et al., 2023).

Vejetaryen Diyet

Vejetaryen diyet, temel olarak et, tavuk ve balık tüketiminin diyetten çıkarıldığı; bununla birlikte tercih edilen alt tipe göre süt ürünleri ve/veya yumurtanın beslenmede yer alabildiği bitkisel ağırlıklı bir beslenme örüntüsüdür. Bu yönüyle vejetaryen beslenme, tüm hayvansal kaynaklı besinleri dışlayan vegan diyetten ayrılmaktadır. Lakto-ovo vejetaryen modelde hem süt ürünleri hem de yumurta tüketilebilirken, lakto-vejetaryen beslenmede yumurta diyetten çıkarılır ve süt ürünleri korunur. Ovo-vejetaryen modelde ise yumurta tüketimi devam ederken süt ve süt ürünleri sınırlandırılır ya da tamamen çıkarılır. Dolayısıyla vejetaryen beslenme, tek tip bir diyet modeli olmaktan ziyade, hayvansal kaynaklı besinlerin kullanım düzeyine göre farklılaşan esnek bir beslenme yaklaşımıdır. Bu beslenme modelinin temelini sebzeler, meyveler, tam tahıllar, kurubaklagiller, yağlı tohumlar, tohumlar ve alt tipe bağlı olarak süt ürünleri ile yumurta oluşturmaktadır. Uygun şekilde planlandığında vejetaryen diyetler; posa, kompleks karbonhidratlar, bitkisel proteinler, vitaminler, mineraller ve fitokimyasallar açısından zengin bir beslenme yapısı sağlayabilmektedir. Diyetin besin çeşitliliği, yeterli enerji ve protein içeriği, mikro besin ögesi dengesi ve işlenmiş ürün tüketiminin sınırlılığı, bu modelin sağlık üzerindeki etkisini belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır (Melina et al., 2016). Literatürde vejetaryen diyetlerin daha düşük beden kütlesi

indeksi, daha olumlu serum lipid profili, daha düşük kan basıncı ve azalmış kardiyometabolik risk ile ilişkili olabileceği bildirilmektedir. Bu olumlu etkilerin ortaya çıkmasında kırmızı ve işlenmiş et tüketiminin sınırlandırılması, doymuş yağ alımının azalması ve bitkisel kaynaklı besinlerin daha fazla tüketilmesi önemli rol oynamaktadır. Özellikle sebze, meyve, tam tahıl ve kurubaklagil tüketiminin artması; posa, antioksidan bileşikler ve biyoaktif fitokimyasalların alımını destekleyerek metabolik sağlık üzerinde koruyucu etkiler oluşturabilmektedir. Nitekim sistematik derleme ve meta-analizlerde vejetaryen beslenmenin iskemik kalp hastalığı riski ve bazı kronik hastalık göstergeleri açısından olumlu sonuçlarla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Dinu et al., 2017; Dybvik et al., 2022). Vejetaryen beslenme, özellikle lakto-ovo formda uygulandığında vegan diyetle kıyasla bazı besin öğelerinin karşılanması açısından daha avantajlı olabilir. Süt ürünleri kalsiyum, riboflavin ve B12 vitamini alımına katkı sağlarken; yumurta yüksek biyolojik değere sahip protein, kolin ve bazı mikro besin öğeleri bakımından önemli bir kaynak niteliğindedir. Buna rağmen vejetaryen bireylerde demir, çinko, B12 vitamini, D vitamini ve uzun zincirli omega-3 yağ asitleri açısından beslenmenin dikkatle planlanması gerekmektedir. Bitkisel kaynaklı demirin biyoyararlılığının hem demire kıyasla daha düşük olması, özellikle demir gereksinimi artmış bireylerde önemli bir sınırlılık oluşturabilir (Melina et al., 2016). Vejetaryen diyetin güçlü yönleri arasında yüksek posa alımı, bitkisel besin çeşitliliğinin artması, kırmızı ve işlenmiş et tüketiminin azalması ve doymuş yağ alımının görece düşük olması yer almaktadır. Ayrıca süt ürünleri ve yumurtanın dahil edildiği vejetaryen modeller, bazı bireyler için vegan diyetle kıyasla sosyal, kültürel ve pratik açıdan daha sürdürülebilir olabilir. Ancak bu beslenme modelinin de her koşulda sağlıklı olduğu düşünülmemelidir. Rafine karbonhidratlar, şekerli ürünler, kızartılmış yiyecekler, yüksek yağ içeren atıştırmalıklar ve aşırı işlenmiş vejetaryen alternatiflerin sık tüketilmesi, diyet kalitesini

belirgin biçimde düşürebilmektedir. Bu nedenle vejetaryen beslenmede temel hedef, hayvansal besinleri azaltmanın ötesinde; besin değeri yüksek, az işlenmiş ve dengeli bir örüntü oluşturmaktır.

Çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde vejetaryen diyetler, omnivor ve özellikle et ağırlıklı beslenme modellerine kıyasla daha düşük çevresel yük oluşturma potansiyeline sahiptir. Kırmızı etin diyetten çıkarılması ya da belirgin şekilde azaltılması, sera gazı emisyonları, arazi kullanımı ve doğal kaynak tüketimi üzerinde olumlu etkiler sağlayabilir. Bitkisel protein kaynaklarının, özellikle kurubaklagillerin diyetle dahil edilmesi, hem beslenme kalitesi hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir avantaj sunmaktadır (Poore & Nemecek, 2018; Willett et al., 2019). Bununla birlikte vejetaryen diyetin çevresel etkisi, diyetin içeriğine göre değişkenlik göstermektedir. Süt ürünleri ve yumurtanın yoğun tüketildiği bir vejetaryen model, tamamen bitkisel kaynaklara dayanan modellere kıyasla daha yüksek çevresel etki oluşturabilir. Bu nedenle çevresel açıdan daha uygun bir vejetaryen beslenme örüntüsü; kurubaklagiller, tam tahıllar, sebzeler, meyveler, yağlı tohumlar ve tohumların temel alındığı, süt ürünleri ve yumurtanın ise bireysel gereksinimler doğrultusunda ölçülü şekilde tüketildiği bir yapı üzerine kurulmalıdır. Sonuç olarak vejetaryen diyetler, iyi planlandığında hem insan sağlığını destekleyebilen hem de çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayabilen önemli bir beslenme yaklaşımıdır. Ancak bu yararların ortaya çıkabilmesi, diyetin yalnızca et içermemesine değil; besin çeşitliliği, mikro besin ögesi yeterliliği, işlenmiş ürünlerin sınırlandırılması ve sürdürülebilir besin seçimlerinin önceliklendirilmesine bağlıdır.

Fleksiteryen Diyet

Fleksiteryen diyet, bitkisel kaynaklı besinleri beslenmenin merkezine yerleştiren; ancak hayvansal kaynaklı besinleri tamamen diyetten çıkarmayan bir beslenme yaklaşımıdır. “Flexible” ve “vegetarian” kelimelerinin birleşiminden oluşan bu kavram, temel olarak vejeteryen beslenmeye yakın bir model sunmakla birlikte, bireyin belirli aralıklarla et, tavuk, balık, yumurta veya süt ürünleri tktmesine olanak tanımaktadır. Bu yönüyle fleksiteryen diyet, katı vejeteryen ya da vegan beslenme modellerinden farklı olarak, hayvansal kaynaklı besin tktimini azaltmayı ve bitkisel besinlerin diyetteki payını artırmayı hedefleyen geçiş niteliğinde bir beslenme örüntüsü olarak değerlendirilebilir (Derbyshire, 2017). Bu diyet modelinde sebzeler, meyveler, tam tahıllar, kurubaklagiller, yağlı tohumlar, tohumlar ve diğer bitkisel protein kaynakları temel besin gruplarını oluşurmaktadır. Kırmızı ve işlenmiş et tktimi azaltılırken, hayvansal kaynaklı besinler daha seyrek ve lcl porsiyonlarda diyete dahil edilmektedir. Dolayısıyla fleksiteryen beslenme, tamamen yasaklayıcı bir diyetten ziyade, hayvansal ürün tktimini nicelik ve sıklık açısından sınırlandıran daha uygulanabilir bir modeldir. Bu yaklaşımın temel amacı yalnızca bireysel sağlık göstergelerini iyileştirmek değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği destekleyen daha dengeli bir beslenme davranışı geliştirmektir (Willett et al., 2019).

Fleksiteryen diyetin metabolik etkileri büyük lcde bitkisel besin tktiminin artırılması ve kırmızı/işlenmiş et tktiminin azaltılmasıyla ilişkilendirilmiştir. Sebze, meyve, kurubaklagil ve tam tahıl tktiminin artması posa, antioksidan bileşikler, fitokimyasallar, magnezyum ve potasyum gibi besin ögelerinin alımını destekleyebilmektedir. Buna karşılık kırmızı ve işlenmiş et tktiminin azaltılması, doymuş yağ ve bazı proinflatuvar bileşenlerin alımını düşürebilmektedir. Bu nedenle iyi planlanmış bir

fleksiteryen beslenme örüntüsü; vücut ağırlığı kontrolü, kan lipitleri, glisemik yanıt ve kan basıncı üzerinde olumlu etkilerle ilişkilendirilebilir (Derbyshire, 2017; Hemler & Hu, 2019). Bu model, özellikle vegan ya da vejeteryen beslenmeye geçişte zorlanan bireyler için daha gerçekçi ve sürdürülebilir bir seçenek sunmaktadır. Hayvansal kaynaklı besinlerin diyetten tamamen çıkarılmaması, B12 vitamini, demir, çinko ve uzun zincirli omega-3 yağ asitleri gibi besin öğelerinin yetersizliği açısından vegan diyete kıyasla daha düşük risk oluşturabilmektedir. Hayvansal besinlerin azaltıldığı durumlarda protein kalitesi, demir ve çinko biyoyararlılığı, B12 vitamini alımı ve omega-3 yağ asitleri gereksinimi dikkatle değerlendirilmelidir. Fleksiteryen diyetin sağlık üzerindeki potansiyel yararları, diyetin gerçek besin içeriğine doğrudan bağlıdır. Eğer bu model; rafine tahıllar, şekerli ürünler, kızartılmış yiyecekler ve ultra işlenmiş bitkisel alternatiflerle uygulanırsa beklenen metabolik avantajlar belirgin biçimde azalabileceği bildirilmiştir. Bu nedenle, fleksiteryen beslenmede esas hedef, yalnızca et tüketimini azaltmak değil; besin değeri yüksek, az işlenmiş ve çeşitli bitkisel besinleri merkeze alan bir örüntü oluşturmaktır. Kurubaklagiller, tam tahıllar, sebzeler, meyveler ve yağlı tohumlar bu modelin temel yapı taşları olarak düşünülmelidir. Fleksiteryen diyetin en önemli güçlü yönlerinden biri, katı kısıtlamalara dayanmaması nedeniyle uzun dönemde uygulanabilirliğinin yüksek olmasıdır. Sosyal yaşam, kültürel beslenme alışkanlıkları ve bireysel tercihlerle daha kolay uyum sağlayabilmesi, bu modeli toplum düzeyinde sürdürülebilir beslenmeye geçiş için pratik bir seçenek haline getirmektedir. Ayrıca kırmızı et tüketiminin azaltılması, kurubaklagil ve tam tahıl tüketiminin artırılması ve bitkisel besin çeşitliliğinin artırılması, hem bireysel sağlık hem de toplum sağlığı açısından önemli kazanımlar sağlayabilmektedir. Buna ilaveten, fleksiteryen diyetin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Modelin sınırlarının net olmaması, bireylerin “azaltılmış et tüketimi” kavramını farklı

şekillerde yorumlamasına neden olabilmektedir. Bu durum, diyetin standardizasyonunu ve bilimsel olarak değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Ayrıca hayvansal kaynaklı besinlerin azaltılması sürecinde besin ögesi yeterliliğinin gözetilmemesi, özellikle demir, çinko, B12 vitamini ve omega-3 yağ asitleri açısından yetersizlik riskini artırabilir. Bu nedenle fleksitaryen diyetin sağlıklı bir beslenme modeli olarak uygulanabilmesi için bireyin gereksinimlerine, yaşam tarzına ve beslenme alışkanlıklarına uygun biçimde planlanması önemlidir.

Çevresel sürdürülebilirlik açısından fleksitaryen diyet, Batı tipi et ağırlıklı beslenme örüntülerine kıyasla daha avantajlı bir model olarak değerlendirilmektedir. Kırmızı ve işlenmiş et tüketiminin azaltılması; sera gazı emisyonları, arazi kullanımı ve su tüketimi üzerinde belirgin azalma sağlayabilmektedir. Özellikle kırmızı et yerine kurubaklagiller, tam tahıllar, yerel ve mevsimsel sebze-meyveler ile minimum işlenmiş bitkisel protein kaynaklarının tercih edilmesi, çevresel etkinin azaltılmasına katkıda bulunabileceği bildirilmiştir (Poore & Nemecek, 2018; Springmann et al., 2018). Fleksitaryen diyetin çevresel etkisi vegan beslenmeye kıyasla daha yüksek olabilir; çünkü bu modelde hayvansal kaynaklı besinler tamamen diyetten çıkarılmamalıdır. Ancak tamamen bitkisel beslenmeye geçişin zor olduğu toplumlarda, fleksitaryen yaklaşım daha yüksek kabul edilebilirlik ve uygulanabilirlik sunabilmektedir. Bu nedenle fleksitaryen diyet, bireysel düzeyde küçük ama sürdürülebilir değişikliklerin toplum genelinde önemli çevresel kazanımlara dönüşebileceği bir beslenme modeli olarak değerlendirilebilir. Sonuç olarak fleksitaryen beslenme; iyi planlandığında sağlık çıktılarının iyileştirilmesini, besin çeşitliliğinin artırılmasını ve çevresel yükün azaltılmasını aynı anda destekleyebilen esnek, uygulanabilir ve sürdürülebilir bir beslenme yaklaşımıdır.

Pesketaryen Diyet

Pesketaryen diyet, kırmızı et ve kümes hayvanlarının tüketimini diyetten çıkararak; buna karşın balık ve diğer deniz ürünlerinin beslenmede yer alabildiği bitkisel ağırlıklı bir beslenme modelidir. Bu yönüyle pesketaryen beslenme, vejetaryen diyet ile Akdeniz tipi beslenme arasında konumlanan esnek ve besin ögesi çeşitliliği yüksek bir örüntü olarak değerlendirilebilir. Diyetin temelini sebzeler, meyveler, tam tahıllar, kurubaklagiller, yağlı tohumlar ve tohumlar oluştururken; balık ve deniz ürünleri kaliteli protein, uzun zincirli omega-3 yağ asitleri ve bazı mikro besin ögeleri açısından önemli bir kaynak olarak diyete dahil edilmektedir. Süt ürünleri ve yumurta tüketimi ise bireysel tercihlere göre değişebilmekte; bazı pesketaryen bireyler bu besinleri düzenli tüketirken, bazıları daha sınırlı miktarda tercih edebilmektedir. Pesketaryen diyetin dikkat çekici yönlerinden biri, kırmızı ve işlenmiş et tüketimini sınırlandırırken balık tüketimini korumasıdır. Bu özellik, diyeti kardiyometabolik sağlık açısından önemli hâle getirmektedir. Özellikle somon, sardalya, uskumru ve hamsi gibi yağlı balıklar; eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit gibi uzun zincirli omega-3 yağ asitlerinin alımına katkı sağlar. Bu yağ asitleri, kan lipitleri, inflamatuvar süreçler, damar fonksiyonu ve kardiyovasküler sağlıkla ilişkili metabolik mekanizmalar üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Rimm et al., 2018). Pesketaryen beslenme, bitkisel besinlerin yüksek oranda tüketilmesi ve kırmızı/işlenmiş etlerin diyetten çıkarılması nedeniyle doymuş yağ alımının azaltılmasına, posa ve fitokimyasal alımının ise artırılmasına katkı sağlayabilmektedir. Sebze, meyve, tam tahıl, kurubaklagil ve zeytinyağı gibi Akdeniz tipi besin bileşenleriyle birlikte uygulandığında bu model; lipid profili, kan basıncı, glisemik kontrol ve inflamasyon belirteçleri üzerinde olumlu etkilerle ilişkilendirilebilir. Prospektif kohort çalışmalarında pesko-vejetaryen beslenme örüntülerinin bazı sağlık çıktıları açısından

avantajlı olabileceği bildirilmiştir; ancak bu ilişkinin diyetin genel kalitesi, balık türü, tüketim sıklığı ve pişirme yöntemi gibi faktörlerden etkilendiği unutulmamalıdır (Orlich et al., 2013, 2015). Bu diyet modelinin güçlü yönlerinden biri, bitkisel ağırlıklı bir beslenme örüntüsünü deniz ürünlerinden sağlanan yüksek biyolojik değerli protein ve uzun zincirli omega-3 yağ asitleriyle birleştirmesidir. Vegan ve vejetaryen diyetlerde özellikle dikkat edilmesi gereken B12 vitamini, iyot, selenyum ve omega-3 yağ asitleri gibi besin ögeleri, pesketaryen modelde daha kolay karşılanabilmektedir. Balık ve deniz ürünleri ayrıca D vitamini, çinko ve bazı eser elementler açısından da beslenmeye katkı sağlayabilir. Bu nedenle iyi planlanmış bir pesketaryen diyet, besin ögesi yeterliliği bakımından tamamen bitkisel beslenme modellerine kıyasla bazı avantajlar sunabilmektedir. Bununla birlikte pesketaryen diyetin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Öncelikle balık ve deniz ürünlerinde cıva, kadmiyum, dioksinler, poliklorlu bifeniller ve mikroplastikler gibi kontaminantlara maruziyet riski göz önünde bulundurulmalıdır. Bu risk özellikle büyük predatör balıklarda daha belirgin olabilir. Gebeler, emziren kadınlar, gebe kalma olasılığı bulunan bireyler ve çocuklarda yüksek cıva içerebilen büyük balıkların tüketimi sınırlandırılmalı; düşük cıva içeriğine sahip türler önceliklendirilmelidir (U.S. Food and Drug Administration & U.S. Environmental Protection Agency, 2024). Ayrıca balığın kızartılarak tüketilmesi, yüksek tuz içeren işlenmiş deniz ürünlerinin sık tercih edilmesi veya diyetin rafine karbonhidratlar ve ultra işlenmiş ürünlerle desteklenmesi, pesketaryen beslenmenin beklenen sağlık yararlarını azaltabilir.

Çevresel sürdürülebilirlik açısından pesketaryen diyet, kırmızı etin dışlanması nedeniyle et ağırlıklı omnivor beslenme örüntülerine göre daha düşük çevresel yük oluşturma potansiyeline sahiptir. Kırmızı et üretiminin sera gazı emisyonları, arazi kullanımı ve kaynak tüketimi üzerindeki yüksek etkisi dikkate alındığında, bu

besinlerin azaltılması çevresel açıdan önemli bir kazanım sağlayabileceği belirlenmiştir (Poore& Nemecek, 2018). Ancak pesketaryen diyetin sürdürülebilirliği yalnızca kırmızı etin çıkarılmasıyla belirlenmez; tüketilen deniz ürünlerinin türü, avlanma yöntemi, yetiştiricilik koşulları ve ekosistem üzerindeki baskısı da çevresel etkiyi doğrudan şekillendirir. Deniz ürünlerinin çevresel etkisi oldukça değişkendir. Küçük yağlı balıklar, düşük trofik seviyedeki türler, sürdürülebilir şekilde avlanan balıklar ve bazı çift kabuklu deniz ürünleri çevresel açıdan daha avantajlı olabilir. Buna karşılık büyük predatör balıklar, aşırı avlanan türler, dip trolü gibi habitat tahribatı oluşturabilen avcılık yöntemleri ve yoğun yem girdisi gerektiren bazı akuakültür sistemleri çevresel yükü artırabilir. Mavi gıdaların çevresel performansını değerlendiren çalışmalar, deniz ürünleri arasında sera gazı emisyonu, su kullanımı, arazi kullanımı ve ekosistem etkileri bakımından önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir (Gephart et al., 2021). Sonuç olarak pesketaryen diyet, bitkisel besin çeşitliliğini balık ve deniz ürünlerinin sağladığı kaliteli protein, omega-3 yağ asitleri ve mikro besin öğeleriyle birleştiren dengeli bir beslenme modeli olarak değerlendirilebilir. Bu model, iyi planlandığında kardiyometabolik sağlık, besin ögesi yeterliliği ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sağlayabilir. Ancak bu yararların sürdürülebilir olabilmesi için balık türü seçiminde cıva ve diğer kontaminant riski dikkate alınmalı, sürdürülebilir avcılık veya yetiştiricilik kaynakları tercih edilmeli, kızartma ve aşırı işlenmiş deniz ürünleri sınırlandırılmalıdır. En uygun pesketaryen model; sebze, meyve, tam tahıl, kurubaklagil, yağlı tohumlar ve zeytinyağı gibi besinleri temel alan, balık ve deniz ürünlerini ise bilinçli, ölçülü ve sürdürülebilir kaynaklardan sağlayan bir beslenme örüntüsüdür.

DASH Diyeti

DASH diyeti, “Dietary Approaches to Stop Hypertension” ifadesinin kısaltması olup, hipertansiyonun önlenmesi ve beslenme yoluyla yönetilmesi amacıyla geliştirilmiş kanıta dayalı bir beslenme modelidir. Bu yaklaşım, belirli bir makro besin ögesinin katı biçimde sınırlandırılmasından ziyade, besin kalitesinin artırılmasına ve kardiyovasküler sağlığı destekleyen besin gruplarının düzenli tüketimine odaklanmaktadır. DASH beslenme örüntüsünde sebzeler, meyveler, tam tahıllar, düşük yağlı süt ürünleri, kurubaklagiller, yağlı tohumlar, balık ve derisiz beyaz etler ön plana çıkarken; kırmızı et, işlenmiş et ürünleri, şekerli içecekler, tatlılar, doymuş yağ kaynakları ve sodyum içeriği yüksek besinler sınırlandırılmaktadır (Appel et al., 1997; National Heart, Lung, and Blood Institute, 2026). DASH diyetinin temel beslenme ilkesi; potasyum, magnezyum, kalsiyum ve posa bakımından zengin, buna karşılık sodyum ve doymuş yağ içeriği düşük bir diyet örüntüsü oluşturmaktır. Bu özellikleri nedeniyle DASH diyeti yalnızca hipertansiyon yönetimiyle sınırlı bir yaklaşım olarak değil, kardiyovasküler hastalık riski, metabolik sendrom, obezite ve genel halk sağlığı açısından da önemli bir beslenme modeli olarak değerlendirilmektedir. Sebze, meyve, tam tahıl ve kurubaklagil tüketiminin artırılması, diyetin posa ve mikro besin ögesi yoğunluğunu yükseltirken; düşük yağlı süt ürünleri kalsiyum alımına katkı sağlamaktadır. DASH diyetinin en belirgin ve en iyi kanıtlanmış metabolik etkisi kan basıncı üzerindeki düzenleyici rolüdür. Yüksek potasyum, magnezyum ve kalsiyum alımı; düşük sodyum ve doymuş yağ tüketimiyle birlikte vasküler fonksiyon, sıvı-elektrolit dengesi ve kan basıncı regülasyonu üzerinde olumlu etki gösterebilir. Randomize kontrollü çalışmalarda DASH diyetinin hem hipertansiyonu olan hem de kan basıncı yüksek-normal aralıkta bulunan bireylerde sistolik ve diyastolik kan basıncını azaltabildiği gösterilmiştir (Appel et al., 1997; Sacks et al., 2001). Ayrıca DASH

diyetinin kan basıncı üzerindeki etkisinin, sodyum alımının azaltılmasıyla birlikte daha belirgin hâle geldiği bildirilmektedir (Sacks et al., 2001). DASH diyeti yalnızca kan basıncı kontrolü açısından değil, diğer kardiyometabolik göstergeler bakımından da yararlı etkiler sağlayabilir. Sebze, meyve, tam tahıl ve kurubaklagillerin diyetinde daha fazla yer alması sodyum alımını artırarak glisemik yanıtın düzenlenmesine, tokluk hissinin desteklenmesine ve vücut ağırlığı yönetimine katkıda bulunabilir.

Doymuş yağ ve işlenmiş et tüketiminin sınırlandırılması ise serum lipid profili üzerinde olumlu etkiler oluşturabilir. Bu nedenle DASH beslenme modeli, hipertansiyonun yanı sıra dislipidemi, insülin direnci ve metabolik sendrom riskinin azaltılmasına yönelik bütüncül bir beslenme yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir (Filippou et al., 2020; Schwingshackl et al., 2019). Bu diyet modelinin en güçlü yönlerinden biri, bilimsel kanıt düzeyinin yüksek olmasıdır. DASH diyeti, yalnızca popüler bir beslenme eğilimi değil; randomize kontrollü çalışmalarla etkinliği desteklenen ve hipertansiyon yönetimine ilişkin kılavuzlarda yer alan bir beslenme yaklaşımıdır. Ayrıca besin gruplarını tamamen çıkarılmaması, bireysel gereksinimlere göre uyarlanabilir olması ve farklı kültürel beslenme alışkanlıklarına adapte edilebilmesi uzun dönem uygulanabilirliğini artırmaktadır. Bu yönüyle DASH diyeti, hem klinik beslenme uygulamalarında hem de toplum temelli halk sağlığı stratejilerinde kullanılabilir pratik bir modeldir. Bununla birlikte DASH diyetinin uygulanmasında bazı sınırlılıklar bulunmaktadır. Öncelikle sodyum alımının azaltılması, özellikle tuz tüketiminin yüksek olduğu toplumlarda belirgin davranış değişikliği gerektirebilir. Hazır gıdalar, paketli ürünler, salamura besinler, işlenmiş etler ve restoran yemekleri sodyum alımının önemli kaynakları arasında yer aldığından, bireylerin etiket okuma becerilerinin geliştirilmesi önemlidir. Ayrıca sebze, meyve, tam tahıl ve düşük yağlı süt ürünlerinin düzenli tüketimi, bazı bireylerde

ekonomik erişilebilirlik ve besin hazırlama alışkanlıkları açısından güçlük oluşturabilir. Düşük sosyoekonomik düzeydeki gruplarda taze ve kaliteli besinlere erişimin sınırlı olması, DASH diyetinin sürdürülebilir biçimde uygulanmasını zorlaştırabilir. DASH diyeti her birey için aynı biçimde uygulanmamalı, özellikle kronik böbrek hastalığı olan bireylerde dikkatli planlanmalıdır. Bu diyetin potasyum ve fosfor içeriği görece yüksek olabileceğinden, böbrek fonksiyonları bozulmuş bireylerde serum elektrolitleri ve bireysel klinik durum dikkate alınarak düzenleme yapılmalıdır. Benzer şekilde diyabet, kalp yetersizliği veya ilaç tedavisi alan bireylerde de diyetin enerji, karbonhidrat, sodyum, potasyum ve sıvı içeriği bireyselleştirilmelidir. Bu nedenle DASH diyeti, genel ilkeleri güçlü olmakla birlikte, klinik durumlara göre kişiye özgü biçimde planlanması gereken bir beslenme modelidir.

Çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde DASH diyeti, Batı tipi et ağırlıklı ve ultra işlenmiş ürünlerden zengin beslenme örüntülerine kıyasla daha düşük çevresel etki oluşturma potansiyeline sahiptir. Bu durum, diyetin sebze, meyve, tam tahıl, kurubaklagil ve yağlı tohum tüketimini artırması; kırmızı ve işlenmiş et tüketimini ise sınırlandırmasıyla ilişkilidir. Bitkisel kaynaklı besinlerin daha fazla kullanılması, sera gazı emisyonları, arazi kullanımı ve doğal kaynak tüketimi açısından avantaj sağlayabilir (Monsivais et al., 2015; Poore & Nemecek, 2018). Buna karşın DASH diyeti tamamen bitkisel bir model değildir ve düşük yağlı süt ürünleri ile bazı hayvansal protein kaynaklarını içermektedir. Bu nedenle çevresel etkisi, vegan veya tamamen bitkisel temelli diyetlere kıyasla daha yüksek olabilir. Özellikle süt ürünlerinin tüketim miktarı, üretim yöntemi, taşınma mesafesi ve yerel erişilebilirliği çevresel çıktıları etkileyen önemli değişkenlerdir. Bu nedenle çevresel açıdan optimize edilmiş bir DASH modeli; kurubaklagiller, tam tahıllar, sebze-meyveler ve yağlı tohumları daha fazla öne çıkarırken, hayvansal ürünleri ölçülü ve sürdürülebilir

kaynaklardan seçmeyi gerektirir. Sonuç olarak DASH diyeti, hipertansiyonun önlenmesi ve yönetiminde güçlü bilimsel kanıtlara sahip, besin kalitesini merkeze alan ve uzun dönemde uygulanabilirliği yüksek bir beslenme modelidir. Kan basıncı kontrolünün yanı sıra lipid profili, glisemik yanıt, vücut ağırlığı yönetimi ve genel kardiyometabolik sağlık üzerinde olumlu etkiler sağlayabilir. Bununla birlikte diyetin başarısı; sodyum alımının azaltılması, posa ve mikro besin ögesi yoğunluğunun artırılması, işlenmiş ürünlerin sınırlandırılması ve bireysel klinik gereksinimlerin dikkate alınmasına bağlıdır. Çevresel açıdan ise DASH diyeti, et ağırlıklı Batı tipi beslenmeye göre daha sürdürülebilir bir seçenek olmakla birlikte, hayvansal ürünlerin miktarı ve kaynağı dikkate alınarak daha çevreci bir yapıya kavuşturulabilir.

MIND Diyeti

MIND diyeti, “Mediterranean-DASH Intervention for Neurodegenerative Delay” ifadesinin kısaltması olup, Akdeniz diyeti ile DASH diyetinin nörobilişsel sağlığı desteklemeye yönelik bileşenlerinin bir araya getirilmesiyle geliştirilmiş bir beslenme modelidir. Bu yaklaşımın temel amacı, yaşlanma süreciyle ilişkili bilişsel gerilemeyi yavaşlatmaya ve Alzheimer hastalığı riskini azaltmaya katkı sağlayabilecek bir beslenme örüntüsü oluşturmaktır. MIND diyeti, klasik kilo kaybı diyetlerinden farklı olarak öncelikle beyin sağlığını, vasküler fonksiyonları ve nörodejeneratif süreçlerle ilişkili beslenme faktörlerini hedefleyen koruyucu bir model olarak değerlendirilmektedir (Morris et al., 2015a, 2015b). Bu diyet modelinde yeşil yapraklı sebzeler, diğer sebzeler, orman meyveleri, tam tahıllar, kurubaklagiller, yağlı tohumlar, zeytinyağı, balık ve kümes hayvanları desteklenen temel besin grupları arasında yer almaktadır. Buna karşılık kırmızı et, tereyağı, margarin, peynir, hamur işleri, tatlılar, kızartılmış yiyecekler ve fast-food ürünleri

sınırlandırılmaktadır. Bu yönüyle MIND diyeti, Akdeniz ve DASH diyetlerinin kardiyometabolik sağlığı destekleyen özelliklerini korurken, bazı besin gruplarını özellikle beyin sağlığı açısından önceliklendirmesiyle bu modellerden ayrılmaktadır. MIND diyetinin öne çıkan hedefi nörobilişsel sağlığın korunmasıdır. Yeşil yapraklı sebzeler, orman meyveleri, zeytinyağı, yağlı tohumlar ve balık gibi besinler; antioksidan, antiinflamatuvar ve vasküler koruyucu bileşenler açısından zengindir. Bu besinlerin içerdiği polifenoller, karotenoidler, E vitamini, folat, tekli doymamış yağ asitleri ve uzun zincirli omega-3 yağ asitleri; oksidatif stres, nöroinflamasyon, damar sağlığı ve sinaptik fonksiyonlar üzerinde destekleyici rol oynayabilir. Bu nedenle MIND diyeti, yalnızca belirli bir besin grubunun artırılmasına değil, beyin yaşlanmasıyla ilişkili çoklu mekanizmaların beslenme yoluyla desteklenmesine dayanmaktadır. Gözlemsel çalışmalarda MIND diyetine daha yüksek uyumun daha yavaş bilişsel gerileme ve daha düşük Alzheimer hastalığı riski ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir. Özellikle yeşil yapraklı sebzeler ve orman meyveleri bu modelde özel bir öneme sahiptir. Yeşil yapraklı sebzeler folat, K vitamini, lutein ve beta-karoten gibi nörobilişsel sağlıkla ilişkilendirilen bileşenler sağlarken; orman meyveleri antosiyaninler ve diğer polifenolik bileşikler bakımından zengindir. Bu özellikler, MIND diyetinin beyin sağlığına yönelik özgün yaklaşımını güçlendirmektedir (Morris et al., 2015a, 2015b). MIND diyeti aynı zamanda kardiyometabolik sağlık açısından da destekleyici bir potansiyele sahiptir. DASH ve Akdeniz diyetlerinin ortak özelliklerini taşıdığı için kan basıncı, serum lipid profili, glisemik kontrol ve inflamasyon üzerinde olumlu etkiler oluşturabilecek bir beslenme örüntüsü sunmaktadır. Sebze, tam tahıl, kurubaklagil ve yağlı tohum tüketiminin artması posa, bitkisel protein, magnezyum ve antioksidan alımını desteklerken; kırmızı et, tereyağı, kızartmalar ve rafine ürünlerin sınırlandırılması doymuş yağ ve ultra işlenmiş besin alımını azaltabilir. Bu nedenle MIND diyeti, nörobilişsel

sağlığı hedeflemekle birlikte kardiyometabolik risk faktörlerinin yönetimine de katkı sağlayabilecek bütüncül bir model olarak değerlendirilebilir. Bu beslenme modelinin en güçlü yönlerinden biri, beyin sağlığı açısından ön plana çıkan belirli besin gruplarını sistematik biçimde tanımlamasıdır. Akdeniz ve DASH diyetlerinin kanıta dayalı bileşenlerini birleştirmesi, MIND diyetinin bilimsel temelini güçlendirmektedir. Ayrıca besin gruplarını tamamen dışlayan katı bir model olmaması, uzun dönem uygulanabilirliğini artırabilir. Bireylerin yeşil yapraklı sebze, tam tahıl, kurubaklagil, zeytinyağı ve yağlı tohum tüketimini artırması; kırmızı et, tereyağı, tatlılar ve kızartılmış yiyecekleri azaltması, pratik beslenme davranışları açısından uygulanabilir hedefler sunmaktadır. Bununla birlikte MIND diyetiyle ilgili kanıtların dikkatle yorumlanması gerekmektedir. Bu alandaki çalışmaların önemli bir kısmı gözlemsel niteliktedir ve gözlemsel araştırmalar nedensellik ilişkisini doğrudan kanıtlamaz. Ayrıca MIND diyeti üzerine yürütülen randomize kontrollü çalışmalar henüz sınırlıdır. Barnes ve arkadaşları (2023) tarafından yürütülen randomize kontrollü çalışmada, MIND diyeti ile hafif enerji kısıtlaması uygulanan kontrol diyeti arasında bilişsel sonuçlar bakımından anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu durum, MIND diyetinin potansiyel etkilerinin bireyin başlangıçtaki diyet kalitesi, yaşı, genetik yatkınlığı, metabolik durumu, eğitim düzeyi ve yaşam tarzı faktörleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. MIND diyetinin bir diğer sınırlılığı, bazı temel bileşenlerin maliyet ve erişilebilirlik açısından her toplumda aynı düzeyde uygulanabilir olmamasıdır. Orman meyveleri, zeytinyağı, balık ve yağlı tohumlar bazı bölgelerde pahalı veya sınırlı erişilebilir olabilir. Bu nedenle MIND diyetinin farklı toplumlara uyarlanmasında yerel ve mevsimsel besin seçeneklerinin kullanılması önem taşımaktadır. Örneğin orman meyvelerine erişimin kısıtlı olduğu durumlarda polifenol içeriği yüksek yerel meyveler; ithal yağlı tohumlar yerine bölgesel kuruyemişler; pahalı

balık türleri yerine daha erişilebilir ve sürdürülebilir küçük yağlı balıklar tercih edilebilir.

Çevresel sürdürülebilirlik açısından MIND diyeti, bitkisel besinleri merkeze alması ve kırmızı et, tereyağı, kızartılmış yiyecekler ile ultra işlenmiş ürünleri sınırlandırması nedeniyle Batı tipi beslenme örüntülerine kıyasla daha avantajlı bir model olarak değerlendirilebilir. Sebze, tam tahıl, kurubaklagil, yağlı tohum ve zeytinyağı gibi besinlerin diyetle daha fazla yer alması, hem besin kalitesini artırmakta hem de daha sürdürülebilir bir beslenme yapısına katkı sağlamaktadır.

Kırmızı et tüketiminin azaltılması ise sera gazı emisyonları, arazi kullanımı ve doğal kaynak tüketimi açısından önemli çevresel kazanımlar sağlayabileceği vurgulanmıştır (Poore & Nemecek, 2018; Springmann et al., 2018). Buna karşın, MIND diyetinin çevresel etkisi, kullanılan besinlerin üretim ve tedarik koşullarına göre değişebilir. Balık, zeytinyağı, orman meyveleri ve ithal yağlı tohumlar; üretim yöntemi, taşıma mesafesi, paketlenme ve kaynak yönetimi gibi faktörlere bağlı olarak farklı çevresel yükler oluşturabilir. Bu nedenle çevresel açıdan optimize edilmiş bir MIND diyeti, yerel yeşil yapraklı sebzeler, mevsimsel meyveler, kurubaklagiller, tam tahıllar, sürdürülebilir balık kaynakları ve minimum işlenmiş bitkisel besinler üzerine kurulmalıdır. Böyle bir yaklaşım, hem nörobilişsel sağlığı destekleyen beslenme bileşenlerini koruyabilir hem de diyetin çevresel etkisini azaltabilir. Sonuç olarak MIND diyeti, Akdeniz ve DASH diyetlerinin beyin sağlığına yönelik seçilmiş bileşenlerini birleştiren, nörobilişsel sağlığı ve kardiyometabolik iyilik hâlini birlikte hedefleyen kanıt dayalı bir beslenme modelidir. Özellikle yeşil yapraklı sebzeler, orman meyveleri, tam tahıllar, kurubaklagiller, zeytinyağı, yağlı tohumlar ve balığın ön plana çıkarılması; kırmızı et, tereyağı, tatlılar, kızartmalar ve ultra işlenmiş ürünlerin sınırlandırılması bu modelin

temelini oluşturmaktadır. En uygun uygulama biçimi; bireyin sağlık durumu, beslenme alışkanlıkları, ekonomik koşulları ve yerel besin erişimi dikkate alınarak planlanan, bitkisel ağırlıklı ve sürdürülebilir bir MIND beslenme örüntüsüdür.

Aralıklı Açlık / Zaman Kısıtlı Beslenme

Aralıklı açlık, besin seçimi veya makro besin ögesi dağılımından çok yeme zamanlamasına odaklanan bir beslenme yaklaşımıdır. Bu modelde bireyler günün ya da haftanın belirli dönemlerinde enerji alımını sürdürürken, belirli zaman aralıklarında enerji alımını önemli ölçüde sınırlandırmakta ya da tamamen kesmektedir. En yaygın uygulama biçimleri arasında zaman kısıtlı beslenme, 16:8 yöntemi, 5:2 diyeti ve alternatif gün açlığı yer almaktadır. Zaman kısıtlı beslenmede günlük enerji alımı belirli bir saat aralığında yoğunlaştırılırken, 5:2 modelinde haftanın beş günü olağan beslenme sürdürülür ve iki gün enerji alımı belirgin şekilde azaltılır. Alternatif gün açlığında ise açlık ya da düşük enerji alımı içeren günler, serbest beslenme günleriyle dönüşümlü olarak uygulanır (de Cabo & Mattson, 2019; Elortegui Pascual et al., 2023). Aralıklı açlık, klasik enerji kısıtlamalı diyetlerden farklı olarak öncelikle “ne yenileceği” sorusundan ziyade “ne zaman yenileceği” sorusuna yanıt aramaktadır. Bununla birlikte bu durum, besin kalitesinin önemsiz olduğu anlamına gelmemektedir. Yeme penceresi içinde rafine karbonhidratlar, şekerli içecekler, yüksek yağlı atıştırmalıklar ve ultra işlenmiş ürünlerin sık tüketilmesi, aralıklı açıktan beklenen metabolik yararları önemli ölçüde sınırlandırabilir. Bu nedenle aralıklı açlık, sağlıklı bir beslenme modelinin yerine geçen bağımsız bir çözüm olarak değil; enerji alımını düzenlemeye yardımcı olabilecek bir zamanlama stratejisi olarak değerlendirilmelidir. Aralıklı açlık uygulamalarının metabolik etkileri çoğunlukla toplam enerji alımının azalması, öğün sıklığının sınırlandırılması ve buna bağlı vücut ağırlığı kaybı üzerinden

açıklanmaktadır. Bazı çalışmalarda aralıklı açlık uygulamalarının vücut ağırlığı, bel çevresi, açlık glukozu, insülin duyarlılığı, trigliserit düzeyleri, kan basıncı ve inflamasyon belirteçleri üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceği bildirilmiştir. Ancak bu etkilerin önemli bir bölümü, açlık süresinin kendisine özgü bağımsız bir etkiden çok, enerji alımının azalması ve vücut yağ kütlesindeki düşüşle ilişkili olabilir (de Cabo & Mattson, 2019; Semnani-Azad et al., 2025).

Güncel kanıtlar, aralıklı açlık modellerinin kilo kaybı ve kardiyometabolik risk faktörleri açısından sürekli enerji kısıtlamasına belirgin ve tutarlı bir üstünlük sağlamadığını; ancak bazı bireyler için uygulanabilir bir alternatif olabileceğini göstermektedir. Nitekim zaman kısıtlı beslenmenin günlük enerji kısıtlamasına eklendiği randomize kontrollü bir çalışmada, vücut ağırlığı, vücut yağ oranı ve metabolik risk göstergeleri açısından yalnızca enerji kısıtlamasına kıyasla ek bir üstünlük saptanmamıştır (Liu et al., 2022). Benzer şekilde farklı aralıklı açlık protokollerini karşılaştıran meta-analizlerde, bu yaklaşımların kilo kaybı açısından geleneksel enerji kısıtlamasına benzer sonuçlar oluşturabileceği, fakat uzun dönem sürdürülebilirlik ve güvenilirlik konusunda daha fazla çalışmaya gereksinim olduğu vurgulanmaktadır (Elortegui Pascual et al., 2023; Semnani-Azad et al., 2025). Aralıklı açlığın en güçlü yönlerinden biri, bazı bireyler için kalori sayımı veya ayrıntılı porsiyon kontrolünden daha pratik bir çerçeve sunmasıdır. Öğün sayısının azalması, plansız atıştırmaların sınırlandırılması ve yeme davranışının belirli bir zaman aralığına yerleştirilmesi toplam enerji alımını azaltabilir. Ayrıca davranışsal açıdan daha basit kurallara dayanması, bazı bireylerde diyeteye uyumu kolaylaştırabilir. Bununla birlikte bu avantaj, bireyin yaşam tarzı, çalışma düzeni, uyku ritmi, sosyal koşulları ve yeme davranışı özellikleriyle yakından ilişkilidir. Bu beslenme yaklaşımının sınırlılıkları da dikkatle değerlendirilmelidir. Uzun açlık süreleri bazı bireylerde baş ağrısı,

halsizlik, iritabilite, konsantrasyon güçlüğü, aşırı açlık, uyku sorunları ve sosyal uyum güçlüklerine neden olabilir. Ayrıca uzun süreli açlık sonrası yeme penceresinde aşırı enerji alımı veya kompulsif yeme davranışı gelişebilir. Aralıklı açlık, yeme davranışı bozukluğu öyküsü olan bireylerde kısıtlama–aşırı yeme döngüsünü tetikleyebileceğinden bu grupta özellikle dikkatli ele alınmalıdır (Blumberg et al., 2023). Gebeler, emziren kadınlar, çocuklar, ergenler, yaşlılar, düşük beden ağırlığına sahip bireyler, yeme davranışı bozukluğu öyküsü olanlar ve yoğun egzersiz yapan bireyler aralıklı açlık açısından daha hassas gruplar arasında yer almaktadır. Ayrıca insülin, sülfonilüre veya hipoglisemi riski oluşturabilecek ilaç kullanan diyabetli bireylerde uzun açlık süreleri ciddi glisemik dalgalanmalara yol açabilmektedir. Bu nedenle diyabet, kronik böbrek hastalığı, karaciğer hastalığı, kardiyovasküler hastalık veya ilaç kullanımı bulunan bireylerde aralıklı açlık ancak hekim ve diyetisyen değerlendirmesiyle kişiselleştirilmiş biçimde uygulanmalıdır. Aralıklı açlığın besin ögesi yeterliliği açısından da dikkatle planlanması gerekir. Yeme penceresinin daralması, bazı bireylerde protein, posa, vitamin, mineral ve sıvı alımının yetersiz kalmasına neden olabilir. Bu nedenle aralıklı açlık uygulayan bireylerde öğünlerin yalnızca enerji açısından değil, besin ögesi yoğunluğu açısından da dengeli olması önemlidir. Yeme penceresi içinde sebze, meyve, tam tahıl, kurubaklagil, kaliteli protein kaynakları, yağlı tohumlar ve yeterli sıvı tüketimi sağlanmalı; ultra işlenmiş ürünler, şekerli içecekler ve yüksek doymuş yağ içeren besinler sınırlandırılmalıdır.

Çevresel sürdürülebilirlik açısından aralıklı açlığın etkisi, doğrudan besin seçimiyle ilişkilidir. Bu model, hayvansal besinleri azaltmayı veya bitkisel besinleri artırmayı zorunlu kılmadığı için vegan, vejetaryen, fleksitaryen, Akdeniz veya DASH diyeti kadar açık bir sürdürülebilirlik hedefi taşımamaktadır. Bununla birlikte öğün sayısının azalması, plansız tüketimin sınırlanması, gıda

israfının azaltılması ve toplam enerji alımının düşmesi yoluyla dolaylı çevresel kazanımlar sağlayabilir. Ancak yeme penceresi içinde kırmızı et, işlenmiş et ürünleri, yüksek çevresel etkiye sahip hayvansal besinler ve ultra işlenmiş ürünler yoğun şekilde tüketilmeye devam ederse bu potansiyel çevresel yarar sınırlı kalacaktır. Aralıklı açlığın çevresel açıdan daha avantajlı hâle gelebilmesi için bitkisel ağırlıklı ve sürdürülebilir besin seçimleriyle birlikte uygulanması gerekmektedir. Kurubaklagiller, tam tahıllar, yerel ve mevsimsel sebze-meyveler, yağlı tohumlar ve minimum işlenmiş besinler bu modelin çevresel etkisini azaltabilir. Kırmızı ve işlenmiş et tüketiminin sınırlandırılması, hayvansal protein kaynaklarının ölçülü kullanılması ve gıda israfının azaltılması, aralıklı açlığı çevresel sürdürülebilirlik açısından daha anlamlı bir stratejiye dönüştürebilmektedir (Poore & Nemecek, 2018; Springmann et al., 2018). Sonuç olarak aralıklı açlık, besin içeriğinden ziyade yeme zamanlamasını düzenleyen ve bazı bireylerde enerji alımını azaltarak kilo yönetimine katkı sağlayabilen bir beslenme yaklaşımıdır. Kilo kaybı, insülin duyarlılığı, kan lipitleri ve kan basıncı gibi göstergeler üzerinde olumlu etkiler oluşturabilse de bu etkiler çoğu zaman toplam enerji alımındaki azalma ve vücut ağırlığı kaybıyla ilişkilidir. Bu nedenle aralıklı açlık, mucizevi veya herkese uygun bir metabolik çözüm olarak değil, bireysel gereksinimlere göre planlanması gereken bir zamanlama stratejisi olarak değerlendirilmelidir. En uygun uygulama biçimi; yeterli ve dengeli besin ögesi alımını koruyan, yeme davranışı açısından risk oluşturmayan, sosyal yaşama uyum sağlayan ve bitkisel ağırlıklı sürdürülebilir besin seçimleriyle desteklenen bir modeldir.

Düşük Yağlı Diyet

Düşük yağlı diyet, toplam enerji alımı içinde yağdan gelen enerjinin azaltılmasını hedefleyen bir beslenme modelidir. Bu

yaklaşımında genellikle toplam enerjinin yaklaşık %20–30'unun yağlardan sağlanması amaçlanmakta; daha katı uygulamalarda ise yağ oranı bu aralığın altına indirilebilmektedir. Düşük yağlı beslenme modeli geçmişte özellikle kardiyovasküler hastalık riskinin azaltılması, serum kolesterol düzeylerinin düzenlenmesi ve vücut ağırlığı yönetimi amacıyla yaygın biçimde önerilmiştir. Bununla birlikte güncel beslenme yaklaşımları, yalnızca toplam yağ miktarına değil, yağın türüne ve yağın yerine diyetle hangi besinlerin geçtiğine odaklanmaktadır (Institute of Medicine, 2005; World Health Organization, 2023). Düşük yağlı diyetlerde yağlı etler, tam yağlı süt ürünleri, tereyağı, krema, kızartılmış yiyecekler, fast-food ürünleri, yağlı atıştırmalıklar ve yüksek yağ içeren paketli besinler sınırlandırılmaktadır. Buna karşılık sebzeler, meyveler, tam tahıllar, kurubaklagiller ve düşük yağlı süt ürünleri daha fazla yer alabilmektedir. Ancak bu diyet modelinin sağlıklı bir örüntü oluşturup oluşturmadığı, yağ azaltımı sonrasında diyetle hangi besinlerin artırıldığıyla yakından ilişkilidir. Yağ alımı azaltılırken rafine tahıllar, şekerli ürünler, meyve suları ve ultra işlenmiş düşük yağlı ürünlerin tüketimi artarsa, beklenen metabolik yararlar belirgin biçimde azalabilmektedir. Düşük yağlı diyetler, enerji yoğunluğu yüksek besinlerin azaltılması yoluyla toplam enerji alımını düşürebilir ve bu durum vücut ağırlığı kaybına katkı sağlayabilmektedir. Özellikle yağlı etler, kızartmalar, yüksek yağlı atıştırmalıklar ve enerji yoğun paketli ürünlerin sınırlandırılması, kalori alımını azaltma açısından pratik bir avantaj sunabilmektedir. Bununla birlikte düşük yağlı diyetlerin kilo kaybı üzerindeki etkisi, düşük karbonhidratlı veya Akdeniz tipi beslenme modellerine göre her zaman üstün değildir. Randomize kontrollü çalışmaların değerlendirildiği meta-analizlerde, düşük yağlı diyetlerin uzun dönem kilo kaybı açısından benzer yoğunluktaki diğer diyet yaklaşımlarına belirgin bir üstünlük sağlamadığı bildirilmiştir (Tobias et al., 2015). Düşük yağlı diyetin kardiyometabolik etkileri, özellikle doymuş ve trans yağ tüketiminin azaltılmasıyla ilişkilidir.

Doymuş yağ alımının düşürülmesi, LDL-kolesterol düzeylerinin azalmasına katkı sağlayabilmektedir. Ancak bu etkinin sağlık çıktıları, doymuş yağın yerine geçen besin ögesiyle doğrudan ilişkilidir. Doymuş yağların çoklu doymamış yağ asitleriyle değiştirilmesi kardiyovasküler risk açısından daha olumlu sonuçlar sağlayabilirken, rafine karbonhidratlarla yer değiştirmesi aynı düzeyde yarar oluşturmayacağı bildirilmiştir (Hooper et al., 2020). Bu nedenle düşük yağlı diyetin temel hedefi, tüm yağları azaltmak değil; doymuş ve trans yağları sınırlandırırken, doymamış yağ kaynaklarını dengeli biçimde korumak olmalıdır. Bu modelin metabolik başarısı karbonhidrat kalitesiyle yakından ilişkilidir. Tam tahıllar, sebzeler, meyveler ve kurubaklagillerle desteklenen düşük yağlı bir diyet; posa, vitamin, mineral ve fitokimyasal alımını artırarak glisemik kontrol, tokluk yanıtı ve bağırsak sağlığı üzerinde olumlu etkiler oluşturabilir. Buna karşılık beyaz ekmek, pirinç, makarna, şekerli ürünler, tatlandırılmış içecekler ve düşük yağlı ancak şeker içeriği yüksek ürünlerle uygulanan bir düşük yağlı diyet, kan glukozu regülasyonunu olumsuz etkileyebilir ve trigliserit düzeylerinde artışa neden olabilmektedir. Bu nedenle düşük yağlı diyet, karbonhidrat miktarından çok karbonhidratın kaynağı ve işlenme düzeyi dikkate alınarak planlanmalıdır. Düşük yağlı diyetin güçlü yönlerinden biri, doymuş yağ ve enerji yoğun besinlerin azaltılmasını teşvik etmesidir. Özellikle yağlı etler, kızartılmış ürünler, fast-food yiyecekler ve yüksek yağlı atıştırmalıkların sınırlandırılması, genel diyet kalitesinin iyileştirilmesine katkı sağlayabilmektedir. Ayrıca yağın enerji yoğunluğunun yüksek olması nedeniyle, bazı bireylerde yağlı besinlerin azaltılması günlük enerji alımının kontrolünü kolaylaştırabilmektedir. Bununla birlikte bu yaklaşımın sürdürülebilirliği, bireyin beslenme alışkanlıklarına, kültürel besin tercihlerine ve düşük yağlı seçeneklerin besin kalitesine bağlıdır. Düşük yağlı diyetin en önemli sınırlılığı, yağın gereğinden fazla kısıtlanması durumunda ortaya çıkmaktadır. Çok düşük yağlı diyetler, esansiyel yağ asitlerinin alımını azaltabilir ve

A, D, E ve K vitaminleri gibi yağda çözünen vitaminlerin emilimini olumsuz etkileyebilir. Ayrıca zeytinyağı, yağlı tohumlar, avokado, balık ve bazı bitkisel yağlar gibi sağlıklı yağ kaynaklarının gereksiz yere sınırlandırılması, kardiyometabolik açıdan koruyucu olabilecek besin bileşenlerinin yetersiz alınmasına yol açabilir. Bu nedenle düşük yağlı diyet, “yağı mümkün olduğunca azaltma” yaklaşımıyla değil, “yağ kalitesini iyileştirme ve doymuş/trans yağları sınırlandırma” ilkesiyle uygulanmalıdır. Kadın Sağlığı Girişimi’nde yürütülen geniş ölçekli randomize çalışmada, düşük yağlı beslenme örüntüsünün kardiyovasküler hastalık riskinde belirgin bir azalma sağlamadığı bildirilmiştir. Bu bulgu, düşük yağlı diyetlerin tek başına toplam yağ azaltımı üzerinden değerlendirilmemesi gerektiğini göstermektedir. Diyetin sağlık etkileri; toplam enerji alımı, yağ türü, karbonhidrat kalitesi, posa alımı, vücut ağırlığı değişimi ve genel beslenme örüntüsüyle birlikte ele alınmalıdır (Howard et al., 2006).

Çevresel sürdürülebilirlik açısından düşük yağlı diyetin etkisi, doğrudan tercih edilen besin gruplarına bağlıdır. Eğer düşük yağlı beslenme; sebze, meyve, tam tahıl, kurubaklagil ve minimum işlenmiş bitkisel besinler üzerine kurulursa, çevresel etki görece düşük olabilir. Kırmızı ve işlenmiş et tüketiminin azaltılması, sera gazı emisyonları, arazi kullanımı ve doğal kaynak tüketimi açısından önemli avantajlar sağlayabilir. Buna karşılık düşük yağlı süt ürünleri, yağsız kırmızı et veya yoğun hayvansal protein kaynakları yüksek miktarda tüketilirse, diyetin çevresel yükü artabilir (Poore & Nemecek, 2018; Springmann et al., 2018). Düşük yağlı diyet, çevresel sürdürülebilirlik açısından tek başına yeterli bir tanım sunmamaktadır. Çünkü bir besinin yağ oranının düşük olması, onun çevresel açıdan avantajlı olduğu anlamına gelmez. Örneğin düşük yağlı ancak yoğun işlenmiş, paketlenmiş veya yüksek kaynak kullanımı gerektiren besinler çevresel açıdan beklenen yararı sağlamayabilir. Bu nedenle sürdürülebilir bir düşük yağlı model;

kırmızı ve işlenmiş etleri sınırlandıran, kurubaklagilleri ve tam tahılları artıran, yerel ve mevsimsel sebze-meyveleri önceliklendiren, minimum işlenmiş besinlere dayanan bir yapı içinde planlanmalıdır. Sonuç olarak düşük yağlı diyet, doymuş yağ, trans yağ ve enerji yoğun besinlerin azaltılması yoluyla kardiyometabolik sağlık ve ağırlık yönetimi açısından yarar sağlayabilecek bir beslenme yaklaşımıdır. Ancak bu modelin başarısı yalnızca toplam yağ oranının düşürülmesine değil, yağın yerine geçen besinlerin kalitesine ve diyetle sağlıklı yağ kaynaklarının dengeli biçimde korunmasına bağlıdır. En uygun düşük yağlı beslenme modeli; rafine karbonhidratlar ve şekerli ürünler yerine tam tahıllar, sebzeler, meyveler ve kurubaklagilleri öne çıkaran; doymuş ve trans yağları sınırlandırırken zeytinyağı, yağlı tohumlar ve balık gibi sağlıklı yağ kaynaklarını gerekli olmadıkça diyetten çıkarılmayan dengeli bir örüntü olmalıdır.

Yüksek Proteinli Diyet

Yüksek proteinli diyet, toplam enerji alımı içinde proteinden gelen payın artırıldığı bir beslenme modelidir. Genel olarak toplam enerjinin yaklaşık %20–30'unun veya daha fazlasının proteinden sağlandığı, 1,2–1,5 g/kg/gün protein alınmasını veya günlük 100 g ve üzeri protein tüketimi yüksek proteinli diyet kapsamında değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım özellikle ağırlık yönetimi, tokluk hissinin artırılması, yağsız vücut kütesinin korunması, yaşlı bireylerde kas kaybının önlenmesi ve sporcu beslenmesi bağlamında yaygın biçimde kullanılmaktadır. Protein kaynakları hayvansal ya da bitkisel kökenli olabilmektedir. Hayvansal kaynaklar arasında kırmızı et, kümes hayvanları, balık, yumurta, süt ve süt ürünleri yer alırken; bitkisel kaynaklar arasında kurubaklagiller, soya ürünleri, yağlı tohumlar, tohumlar ve tam tahıllar bulunmaktadır. Bu nedenle yüksek proteinli diyetin sağlık ve çevresel etkileri yalnızca protein miktarıyla değil, proteinin hangi kaynaklardan sağlandığıyla da

yakından ilişkilidir. Yüksek proteinli diyetlerin vücut ağırlığı yönetimindeki etkisi birkaç temel mekanizma üzerinden açıklanmaktadır. Protein, karbonhidrat ve yağa kıyasla daha yüksek termik etkiye sahiptir; bu nedenle sindirim, emilim ve metabolizma süreçlerinde daha fazla enerji harcanmasına neden olabilir. Ayrıca protein alımının artırılması tokluk hissini destekleyerek toplam enerji alımının azalmasına katkıda bulunabilir. Bu özellikler, özellikle enerji kısıtlamasıyla birlikte uygulandığında yüksek proteinli diyetlerin kilo kaybı sürecinde etkili olabileceğini göstermektedir (Leidy et al., 2015; Wycherley et al., 2012). Yüksek proteinli diyetlerin önemli bir avantajı, kilo kaybı sırasında yağsız vücut kütlelerinin korunmasına katkı sağlamasıdır. Enerji kısıtlaması dönemlerinde yetersiz protein alımı, yağ kütlesi kaybının yanı sıra kas kütlelerinde de azalmaya neden olabilir. Protein alımının yeterli düzeyde tutulması ise özellikle direnç egzersiziyle birlikte uygulandığında kas protein sentezini destekleyebilmekte ve vücut kompozisyonu üzerinde daha olumlu sonuçlar oluşturabilmektedir. Bu durum, yalnızca sporcular için değil; obezite tedavisi sürecindeki bireyler, yaşlılar ve sarkopeni riski taşıyan gruplar açısından da önemlidir (Morton et al., 2018; Phillips & Fulgoni, 2016). Metabolik açıdan değerlendirildiğinde yüksek proteinli diyetler, bazı bireylerde vücut yağ kütlelerinin azalması, tokluk kontrolünün iyileşmesi ve trigliserit düzeylerinde düşüş gibi olumlu sonuçlarla ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte bu etkilerin büyüklüğü, toplam enerji alımı, fiziksel aktivite düzeyi, protein kaynağı, karbonhidrat kalitesi ve diyetin genel örüntüsü tarafından belirlenmektedir. Bu nedenle yüksek proteinli diyet, tek başına metabolik yarar sağlayan bağımsız bir model olarak değil; enerji dengesi, egzersiz ve besin kalitesiyle birlikte değerlendirilmesi gereken bir beslenme yaklaşımıdır. Yüksek proteinli diyetin güçlü yönlerinden biri, tokluk hissi ve kas kütlesi korunumu üzerindeki destekleyici etkisidir. Kilo kaybı sürecinde yeterli protein alımı, bazal metabolizma hızının korunmasına ve yağsız kütle kaybının azaltılmasına yardımcı

olabilir. Sporcularda protein miktarının yanı sıra protein kalitesi, amino asit bileşimi ve gün içine dağılımı da önemlidir. Benzer şekilde yaşlı bireylerde protein alımının öğünlere dengeli dağıtılması, kas protein sentezinin desteklenmesi açısından dikkate alınmalıdır. Bu yönüyle yüksek proteinli diyet, uygun planlandığında hem klinik beslenme hem de performans beslenmesi açısından işlevsel bir model olabilir. Bununla birlikte yüksek proteinli diyetlerin sınırlılıkları, özellikle protein kaynağı ve bireysel sağlık durumu ile ilişkilidir. Kırmızı ve işlenmiş et ağırlıklı yüksek proteinli diyetler doymuş yağ, kolesterol, sodyum ve bazı işleme kaynaklı bileşenlerin alımını artırabilir. Bu durum kardiyometabolik sağlık açısından olumsuz sonuçlar doğurabilir. Buna karşılık balık, yumurta, düşük yağlı süt ürünleri, kurubaklagiller, soya ürünleri ve yağlı tohumlar gibi daha dengeli protein kaynaklarının tercih edilmesi diyet kalitesini artırabilir. Bu nedenle yüksek proteinli beslenme, yalnızca protein miktarının artırılması olarak değil, protein kaynağının niteliğinin iyileştirilmesi olarak ele alınmalıdır. Yüksek proteinli diyetlerde posa ve bitkisel besin alımı da göz ardı edilmemelidir. Protein artırılırken sebze, meyve, tam tahıl ve kurubaklagil tüketimi azalır, posa alımı yetersiz kalabilir. Bu durum bağırsak sağlığı, mikrobiyota çeşitliliği, glisemik kontrol ve kardiyometabolik risk göstergeleri üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilir. Dolayısıyla yüksek proteinli bir diyetin sağlıklı kabul edilebilmesi için protein içeriğinin artırılması kadar, yeterli posa ve mikro besin ögesi alımının da korunması gerekir. Kurubaklagiller, tam tahıllar ve sebzelerle desteklenen yüksek proteinli modeller bu açıdan daha dengeli bir yapı sunmaktadır. Bazı klinik durumlarda yüksek proteinli diyetler dikkatle planlanmalıdır. Özellikle kronik böbrek hastalığı olan bireylerde protein alımı böbrek fonksiyonları, hastalığın evresi, laboratuvar bulguları ve tedavi süreci dikkate alınarak bireyselleştirilmelidir. Benzer şekilde karaciğer hastalığı, gut öyküsü, ileri yaşta eşlik eden kronik hastalıklar veya ilaç kullanımı bulunan bireylerde yüksek proteinli diyet standart biçimde

uygulanmamalıdır. Sağlıklı bireylerde orta düzeyde artırılmış protein alımı genellikle tolere edilebilir olmakla birlikte, gereksinimin çok üzerinde ve uzun süreli protein tüketimi her birey için uygun değildir. Bu nedenle diyetin planlanmasında bireysel gereksinimler, klinik durum ve beslenme örüntüsünün bütünü dikkate alınmalıdır (Ikizler et al., 2020).

Çevresel sürdürülebilirlik açısından yüksek proteinli diyetlerin etkisi protein kaynağına göre büyük farklılık göstermektedir. Kırmızı et, özellikle sığır ve kuzu eti, sera gazı emisyonları, arazi kullanımı ve su tüketimi bakımından en yüksek çevresel yüke sahip protein kaynakları arasında yer almaktadır. Bu nedenle kırmızı et ve işlenmiş et ağırlıklı yüksek proteinli diyetler, çevresel sürdürülebilirlik açısından dezavantajlıdır. Buna karşılık kurubaklagiller, soya ürünleri, mercimek, nohut, fasulye, bezelye, tam tahıllar ve bazı yağlı tohumlar daha düşük çevresel etkiye sahip protein kaynaklarıdır (Poore & Nemecek, 2018; Springmann et al., 2018). Bitkisel protein kaynakları, yalnızca çevresel açıdan değil, beslenme kalitesi açısından da önemli avantajlar sunmaktadır. Kurubaklagiller ve soya ürünleri protein sağlamanın yanı sıra posa, kompleks karbonhidrat, vitamin, mineral ve biyoaktif bileşenler açısından da zengindir. Bu özellikleri nedeniyle bitkisel proteinlerin artırılması, hem bireysel sağlık hem de çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu bir strateji olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte bitkisel proteinlerin amino asit örüntüsü, sindirilebilirliği ve öğün içindeki tamamlayıcılığı dikkate alınmalı; özellikle tamamen bitkisel yüksek proteinli modellerde besin çeşitliliği sağlanmalıdır. Çevresel açıdan optimize edilmiş bir yüksek proteinli diyet; kırmızı ve işlenmiş et tüketimini sınırlandıran, bitkisel protein kaynaklarını artıran, balık ve beyaz et gibi hayvansal proteinleri ise ölçülü ve sürdürülebilir kaynaklardan seçen bir model olmalıdır. Böyle bir örüntüde kurubaklagiller, soya ürünleri, tam tahıllar, yağlı tohumlar, sebzeler ve meyveler temel beslenme bileşenleri olarak yer alırken;

hayvansal protein kaynakları kalite, porsiyon ve sıklık açısından kontrollü biçimde kullanılmalıdır. Bu yaklaşım, yüksek proteinli diyetin tokluk ve kas kütlesi korunumu gibi avantajlarını sürdürürken, çevresel yükünü azaltmaya yardımcı olabilir. Sonuç olarak yüksek proteinli diyet, doğru planlandığında kilo yönetimi, tokluk kontrolü, yağsız vücut kütlelerinin korunması ve sporcu beslenmesi açısından yararlı olabilecek bir beslenme modelidir. Ancak bu modelin sağlık etkileri proteinin yalnızca miktarına değil, kaynağına, diyetin posa içeriğine, karbonhidrat kalitesine, yağ türüne ve bireyin klinik durumuna bağlıdır. Kırmızı ve işlenmiş et ağırlıklı yüksek proteinli modeller hem kardiyometabolik hem de çevresel açıdan sınırlılıklar taşırken; kurubaklagiller, soya ürünleri, tam tahıllar, yağlı tohumlar, balık, yumurta ve düşük yağlı süt ürünleriyle dengelenmiş modeller daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir yapı sunabilir. En uygun yüksek proteinli diyet, bireysel gereksinimleri karşılayan, kas kütlelerini destekleyen, posa ve mikro besin ögesi yeterliliğini koruyan ve protein kaynaklarını çevresel sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumlu biçimde seçen bir beslenme örüntüsüdür.

Yaşam Döngüsü Analizleri, İklim Değişikliği Etkisi ve Tatlı Su Ekotoksitesitesi Açısından Diyet Modellerinin Karşılaştırılması

Beslenme modellerinin çevresel etkilerini değerlendirmede Yaşam Döngüsü Analizi, gıdaların yalnızca tüketim aşamasındaki etkilerini değil, üretimden atık yönetimine kadar uzanan tüm süreçlerde ortaya çıkan çevresel yükleri inceleyen kapsamlı bir yöntemdir. Yaşam Döngüsü Analizi; tarımsal üretim, yem üretimi, gübre ve pestisit kullanımı, sulama, hasat, işleme, ambalajlama, taşıma, depolama, pişirme ve atık yönetimi gibi çok sayıda aşamayı dikkate almaktadır. Bu nedenle bir diyetin çevresel etkisi yalnızca “hayvansal” ya da “bitkisel” besin içeriği üzerinden değil; üretim sistemi, tedarik zinciri, kaynak kullanımı, işleme düzeyi ve gıda

israfı gibi çok boyutlu değişkenlerle birlikte değerlendirilmelidir (International Organization for Standardization, 2006a, 2006b). Diyetlerin çevresel etkilerini karşılaştırmada en sık kullanılan göstergeler arasında sera gazı emisyonları, karbon ayak izi, arazi kullanımı, su kullanımı, ötrofikasyon, asidifikasyon, biyoçeşitlilik kaybı ve tatlı su ekotoksitesitesi yer almaktadır. Bu göstergelerden iklim değişikliğine etki, çoğunlukla kilogram karbondioksit eşdeğeri ile ifade edilmekte ve bir besinin ya da beslenme örüntüsünün üretim-tüketim zinciri boyunca neden olduğu sera gazı emisyonlarını göstermektedir. Tatlı su ekotoksitesitesi ise üretim ve işleme süreçlerinde sucul ekosistemlere ulaşabilen toksik bileşiklerin canlılar üzerindeki potansiyel zararlı etkilerini ifade etmektedir. Bu gösterge; pestisitler, herbisitler, ağır metaller, gübre kalıntıları, veteriner ilaçları, endüstriyel kimyasallar, ambalajlama ve atık yönetimi gibi farklı kirletici kaynaklarıyla ilişkilidir (Rosenbaum et al., 2008).

İklim değişikliğine etki açısından diyet modelleri arasındaki temel farklılık, çoğunlukla hayvansal kaynaklı besinlerin miktarı ve türünden kaynaklanmaktadır. Özellikle sığır ve kuzu eti gibi geviş getiren hayvanlardan elde edilen kırmızı etler; enterik fermantasyon sonucu oluşan metan emisyonu, yem üretimi, arazi kullanımı, gübre yönetimi ve enerji girdileri nedeniyle karbon ayak izi en yüksek besin grupları arasında yer almaktadır. Süt ürünleri, özellikle peynir gibi yoğun süt girdisi gerektiren ürünler de bitkisel kaynaklı besinlere kıyasla daha yüksek çevresel yük oluşturabilmektedir. Buna karşılık kurubaklagiller, tam tahıllar, sebzeler, meyveler, yağlı tohumlar ve bitkisel protein kaynakları genellikle daha düşük sera gazı emisyonlarıyla ilişkilendirilmektedir (Clark et al., 2019; Poore & Nemecek, 2018). Bu çerçevede vegan, vejetaryen, fleksitaryen, klimataryen ve Gezegenel Sağlık Diyeti gibi bitkisel ağırlıklı modeller, iklim değişikliğine etki bakımından daha avantajlı beslenme örüntüleri olarak değerlendirilmektedir. Vegan diyet,

hayvansal kaynaklı tüm besinleri çıkarması nedeniyle karbon ayak izi en düşük modellerden biri olarak öne çıkmaktadır. Vejetaryen diyet de kırmızı et, kümes hayvanları ve balığı dışlaması nedeniyle omnivor ve et ağırlıklı beslenme örüntülerine kıyasla daha düşük iklim etkisine sahiptir. Bununla birlikte vejetaryen modelde süt ürünleri ve yumurta tüketiminin miktarı arttıkça çevresel etki vegan diyete göre yükselmektedir (Scarborough et al., 2014, 2023). Fleksitaryen diyet, hayvansal kaynaklı besinleri tamamen çıkarmadan çevresel yükü azaltmayı hedefleyen daha esnek modeldir. Bu yaklaşımlarda temel strateji; kırmızı ve işlenmiş et tüketiminin azaltılması, kurubaklagiller ve diğer bitkisel protein kaynaklarının artırılması, yerel ve mevsimsel besinlerin tercih edilmesi ve gıda israfının sınırlandırılmasıdır. Bu özellikleri nedeniyle fleksitaryen ve klimataryan beslenme örüntüleri, toplum düzeyinde daha uygulanabilir sürdürülebilir beslenme seçenekleri sunabilmektedir. Gezegenel Sağlık Diyeti de benzer biçimde kırmızı eti oldukça sınırlı düzeyde tutarken tam tahıllar, sebzeler, meyveler, kurubaklagiller ve yağlı tohumları beslenmenin merkezine yerleştirmektedir. Bu nedenle Gezegenel Sağlık Diyeti, hem insan sağlığını hem de gezegen sınırlarını dikkate alan bütüncül bir model olarak değerlendirilmektedir (Willett et al., 2019). Akdeniz, DASH ve MIND diyetleri ise iklim değişikliğine etki bakımından genellikle orta-düşük çevresel yüke sahip, sağlık kanıtı güçlü ve uygulanabilir modellerdir. Bu diyetlerde sebze, meyve, tam tahıl, kurubaklagil, yağlı tohum ve zeytinyağı gibi bitkisel kaynaklı besinlerin ön planda olması karbon ayak izini azaltmaktadır. Ancak balık, süt ürünleri, yumurta ve bazı hayvansal protein kaynaklarının yer alması nedeniyle bu modellerin çevresel etkisi vegan veya tamamen bitkisel temelli diyetlere göre daha yüksek olabilir. Buna rağmen kırmızı ve işlenmiş et tüketimini sınırlandırmaları nedeniyle Batı tipi beslenme, ketojenik diyet, Atkins diyeti, Paleo diyeti ve hayvansal protein ağırlıklı yüksek proteinli diyetlere kıyasla daha sürdürülebilir seçeneklerdir (Hallström et al., 2015; Springmann et

al., 2018). Pesketaryen diyet, kırmızı et ve kümes hayvanlarını dışlayarak iklim değişikliğine etkiyi azaltma potansiyeline sahiptir. Ancak bu modelin çevresel etkisi, tüketilen balık ve deniz ürünlerinin türüne, avlanma yöntemine, yetiştiricilik koşullarına, yem girdilerine ve taşımacılık süreçlerine göre değişmektedir. Küçük yağlı balıklar, düşük trofik seviyedeki deniz ürünleri ve sürdürülebilir avcılıkla elde edilen türler çevresel açıdan daha avantajlı olabilirken; aşırı avlanan türler, yüksek yem girdisi gerektiren akuakültür sistemleri ve uzun tedarik zincirine sahip ürünler çevresel yükü artırabilir. Bu nedenle pesketaryen diyetin sürdürülebilirliği yalnızca kırmızı etin diyetten çıkarılmasıyla değil, deniz ürünlerinin bilinçli ve sürdürülebilir kaynaklardan seçilmesiyle sağlanabilmektedir (Gephart et al., 2021). Buna karşılık ketojenik, Atkins ve Paleo diyetleri iklim değişikliğine etki açısından daha sorunlu modeller arasında değerlendirilmektedir. Bu diyetlerde tahıllar, kurubaklagiller ve bazı karbonhidrat kaynaklarının sınırlandırılması; et, yumurta, peynir, tereyağı, krema ve diğer hayvansal kaynaklı besinlerin daha fazla tüketilmesine yol açabilmektedir. Özellikle kırmızı et ve yüksek yağlı süt ürünleriyle uygulanan ketojenik veya Atkins tipi diyetler, karbon ayak izini belirgin biçimde artırabilir. Paleo diyeti de tahıllar ve kurubaklagilleri dışlaması, buna karşılık et ve hayvansal protein kaynaklarına daha fazla yer verebilmesi nedeniyle bitkisel ağırlıklı modellere kıyasla çevresel açıdan dezavantajlıdır. Popüler diyetlerin çevresel etkilerini karşılaştıran çalışmalarda, keto ve paleo diyetlerinin karbon ayak izinin vegan ve vejetaryen modellere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (O'Malley et al., 2023). Yüksek proteinli diyetlerin iklim değişikliğine etkisi ise proteinin kaynağına bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Protein gereksinimi ağırlıklı olarak kırmızı et, işlenmiş et ve yüksek yağlı hayvansal ürünlerden karşılandığında karbon ayak izi artmaktadır. Buna karşılık protein kaynağı olarak kurubaklagiller, soya ürünleri, bezelye proteini, mercimek, nohut, fasulye, yağlı tohumlar ve tam

tahıllar tercih edildiğinde çevresel yük belirgin biçimde azalmaktadır. Bu nedenle yüksek proteinli diyetler çevresel açıdan tek bir kategori altında değerlendirilmemeli; hayvansal protein ağırlıklı ve bitkisel protein ağırlıklı uygulamalar ayrı ele alınmalıdır. Düşük yağlı diyet ve aralıklı açlık modellerinde ise iklim değişikliğine etki, doğrudan diyetin isminden çok besin içeriğine bağlıdır. Düşük yağlı bir diyet sebze, meyve, tam tahıl ve kurubaklagil temelli planlandığında karbon ayak izi düşük olabilir. Ancak düşük yağlı süt ürünleri, yağsız kırmızı et veya yüksek oranda işlenmiş ürünlerle uygulandığında çevresel avantaj sınırlanır. Benzer şekilde aralıklı açlık, besin içeriğinden çok yeme zamanlamasına odaklandığı için iklim değişikliği üzerindeki etkisi yeme penceresinde tercih edilen besinlere göre değişir. Bitkisel ağırlıklı bir aralıklı açlık modeli daha düşük çevresel etki oluşturabilirken, kırmızı et ve hayvansal yağ ağırlıklı bir model yüksek karbon ayak izine sahip olabilir.

Tatlı su ekotoksitesitesi açısından değerlendirme, karbon ayak izine göre daha karmaşık bir yapı göstermektedir. Çünkü sera gazı emisyonları çoğunlukla iklim değişikliği etkisini temsil ederken, tatlı su ekotoksitesitesi çok sayıda kimyasal kirleticinin sucul ekosistemler üzerindeki potansiyel toksik etkilerini kapsamaktadır. Pestisitler, herbisitler, fungusitler, ağır metaller, gübre kalıntıları, yem üretimi, endüstriyel işleme, ambalajlama ve atık yönetimi bu göstergenin temel belirleyicileri arasında yer almaktadır. Yaşam Döngüsü Analizi çalışmalarında tatlı su ekotoksitesitesi çoğunlukla karşılaştırmalı toksik birimler aracılığıyla ifade edilmekte ve farklı kimyasalların sucul organizmalar üzerindeki etkileri modellenmektedir (Rosenbaum et al., 2008). Tatlı su ekotoksitesitesinde hayvansal ve bitkisel üretim arasındaki ilişki, karbon ayak izindeki kadar tek yönlü değildir. Hayvansal üretim, doğrudan hayvan yetiştiriciliğinin yanı sıra yem bitkilerinin üretimini de gerektirmektedir. Bu durum pestisit, gübre, sulama ve

arazi kullanımı yoluyla tatlı su ekosistemleri üzerinde dolaylı baskı oluşturabilir. Özellikle yoğun yem üretimine dayalı mısır ve soya monokültürleri, kimyasal girdi kullanımını artırarak tatlı su ekotoksitesine katkıda bulunabilir. Ayrıca hayvan gübresi, antibiyotik kalıntıları, çiftlik atıkları ve kesimhane/işleme süreçleri sucul ekosistemler üzerinde ek yük oluşturabilir. Bitkisel ağırlıklı diyetler genel olarak iklim değişikliği açısından daha avantajlı olmakla birlikte, tatlı su ekotoksitesini açısından üretim yöntemine daha duyarlıdır. Sebze, meyve, yağlı tohumlar, bazı yemişler ve endüstriyel tarım ürünleri yoğun pestisit kullanımıyla üretildiğinde tatlı su ekotoksitesini artırabilir. Bu nedenle vegan veya vejetaryen diyetlerin tatlı su ekotoksitesini her koşulda otomatik olarak en düşük düzeyde değildir. Ancak hayvansal üretimin yem zinciri, atık yükü ve arazi kullanımı dikkate alındığında, iyi planlanmış ve sürdürülebilir üretimle desteklenen bitkisel ağırlıklı modeller çoğunlukla sucul ekosistemler açısından da avantaj sağlayabilir. Vegan ve vejetaryen diyetlerde tatlı su ekotoksitesini belirleyen temel değişkenler; tüketilen bitkisel ürünlerin üretim biçimi, pestisit kullanımı, sulama yöntemi, taşımacılık ve işleme düzeyidir. Organik veya düşük girdili tarım sistemlerinden elde edilen kurubaklagiller, tam tahıllar, yerel sebzeler ve meyveler tatlı su ekotoksitesini azaltabilir. Buna karşılık yüksek pestisit girdisiyle yetiştirilen, uzun tedarik zincirine sahip veya yoğun işleme gerektiren bitkisel alternatif ürünler bu avantajı sınırlandırabilir. Bu nedenle bitki temelli diyetlerin çevresel açıdan optimize edilmesi, yalnızca hayvansal besinlerin çıkarılmasıyla değil; üretim biçimi, kimyasal girdi düzeyi, işleme derecesi ve tedarik zinciri uzunluğuyla birlikte değerlendirilmelidir. Fleksitaryen, klimataryan ve Gezegenel Sağlık Diyeti modelleri tatlı su ekotoksitesini açısından daha dengeli bir yaklaşım sunabilir. Bu modeller, kırmızı ve işlenmiş et tüketimini azaltarak hayvansal üretime bağlı yem, gübre ve atık yükünü düşürebilir. Aynı zamanda yerel, mevsimsel ve daha az işlenmiş besinlerin tercih edilmesini teşvik ederek tarım kaynaklı kimyasal

baskının azaltılmasına katkı sağlayabilir. Klimataryan diyet, yalnızca karbon ayak izine değil; gıda israfı, ambalajlama, üretim yöntemi, taşıma ve kaynak kullanımını gibi faktörlere de odaklandığı için tatlı su ekotoksitesitesi açısından daha bütüncül bir çevresel farkındalık oluşturabilir. Akdeniz, DASH ve MIND diyetlerinde tatlı su ekotoksitesitesi; sebze-meyve üretimi, zeytinyağı, tahıllar, süt ürünleri ve balık tüketiminin kaynağına bağlı olarak değişmektedir. Geleneksel Akdeniz diyeti yerel ve mevsimsel ürünlere dayandığında çevresel açıdan avantajlıdır. Ancak yoğun pestisit kullanımıyla yetiştirilen sebze-meyveler, yüksek su ve kimyasal girdi gerektiren üretim sistemleri veya yoğun işleme süreçleri tatlı su ekotoksitesitesini artırabilir. DASH ve MIND diyetlerinde ise süt ürünleri, balık ve bazı özel besinlerin tüketim miktarı çevresel çıktılarını etkileyebilir. Bu nedenle bu modellerin tatlı su ekotoksitesitesi açısından iyileştirilmesi, yalnızca kırmızı etin azaltılmasına değil, tarımsal üretim yöntemlerinin sürdürülebilir hâle getirilmesine de bağlıdır. Pesketaryen diyetin tatlı su ekotoksitesitesi üzerindeki etkisi, deniz ürünlerinin yanı sıra genel bitkisel besin örüntüsüyle ilişkilidir. Balık ve deniz ürünleri doğrudan tatlı su ekotoksitesitesinden çok deniz ekosistemleri, aşırı avcılık, habitat kaybı ve akuakültür kaynaklı atıklarla ilişkilendirilmektedir. Bununla birlikte akuakültür sistemlerinde kullanılan yemler, antibiyotikler, kimyasallar ve atık sular tatlı su ve kıyı ekosistemleri üzerinde dolaylı baskı oluşturabilir. Bu nedenle pesketaryen diyetin çevresel kalitesi, sürdürülebilir balıkçılık ve sorumlu akuakültür uygulamalarıyla yakından ilişkilidir (Gephart et al., 2021). Ketojenik, Atkins, Paleo ve hayvansal protein ağırlıklı yüksek proteinli diyetlerde tatlı su ekotoksitesitesi açısından temel risk, hayvansal üretim zincirinin geniş çevresel yükünden kaynaklanmaktadır. Bu modellerde kırmızı et, yumurta, süt ürünleri ve hayvansal yağların fazla tüketilmesi; yem üretimi, gübre yönetimi, veteriner ilaçları, antibiyotik kalıntıları ve işleme süreçleri üzerinden sucul ekosistemler üzerinde baskı oluşturabilir. Ayrıca bu

diyetler kurubaklagiller ve tam tahıllar gibi düşük çevresel etkiye sahip bitkisel kaynakları sınırladığı için protein ve enerji gereksiniminin daha fazla hayvansal kaynaklardan karşılanmasına neden olabilir. Bu durum hem iklim değişikliğine etkiyi hem de tatlı su ekotoksitesitesi potansiyelini artırabilir. Bununla birlikte tatlı su ekotoksitesitesi açısından üretici ve üretim sistemi farklılıkları oldukça önemlidir. Aynı besin grubunda bile üretim yöntemine göre çevresel etki büyük ölçüde değişebilir. Örneğin aynı ürün, farklı üreticilerde pestisit kullanımı, gübre yönetimi, sulama sistemi, enerji kaynağı, arazi dönüşümü ve atık yönetimi gibi nedenlerle çok farklı çevresel sonuçlar doğurabilir. Poore ve Nemecek'in (2018) geniş ölçekli Yaşam Döngüsü Analizi çalışması, aynı besin grubundaki üreticiler arasında çevresel etkinin önemli ölçüde değişebildiğini göstermektedir. Bu nedenle yalnızca et, sebze veya tahıl gibi genel kategoriler üzerinden değerlendirme yapmak yeterli değildir. Genel bir karşılaştırma yapıldığında, iklim değişikliğine etki bakımından en düşük çevresel yüke sahip diyetler çoğunlukla vegan ve vejetaryen modellerdir. Bunları fleksitaryen, klimataryan ve Gezegenel Sağlık Diyeti gibi bitkisel ağırlıklı ve kırmızı eti sınırlayan modeller izlemektedir. Akdeniz, DASH ve MIND diyetleri orta-düşük çevresel etkiye sahip, sağlık kanıtı güçlü ve toplum düzeyinde uygulanabilir modellerdir. Pesketaryen diyet kırmızı eti dışladığı için iklim etkisini azaltabilir; ancak deniz ürünlerinin sürdürülebilirliği belirleyici bir faktördür. Düşük yağlı diyet ve aralıklı açlık ise içeriklerine bağlı olarak düşük veya yüksek çevresel etki gösterebilir. Ketojenik, Atkins, Paleo ve hayvansal protein ağırlıklı yüksek proteinli diyetler ise özellikle kırmızı et ve süt ürünleri fazla tüketildiğinde iklim değişikliğine etki açısından en dezavantajlı modeller arasında yer almaktadır. Tatlı su ekotoksitesitesi açısından sıralama daha değişkendir. Genel olarak hayvansal üretim; yem, gübre, atık ve işleme süreçleri nedeniyle yüksek baskı oluşturma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle hayvansal ürünleri azaltan modeller çoğunlukla avantajlıdır. Ancak bitkisel ağırlıklı

diyetlerde de yoğun pestisit kullanımı, endüstriyel üretim, uzun taşımacılık ve yüksek işleme düzeyi tatlı su ekotoksitesini artırabilir. Bu nedenle tatlı su ekotoksitesi açısından en uygun diyet modeli; yalnızca bitkisel ağırlıklı olmakla kalmayan, aynı zamanda yerel, mevsimsel, düşük pestisit girdili, minimum işlenmiş ve gıda israfını azaltan bir beslenme örüntüsüdür. Sonuç olarak, diyet modellerinin çevresel etkilerini değerlendirirken iklim değişikliğine etki ve tatlı su ekotoksitesi birlikte ele alınmalıdır. Karbon ayak izi açısından en etkili stratejilerden biri, kırmızı et ve yüksek çevresel yüke sahip hayvansal ürünlerin azaltılmasıdır. Tatlı su ekotoksitesi açısından ise hem hayvansal üretim zinciri hem de bitkisel üretimde pestisit, gübre ve kimyasal girdi kullanımı dikkate alınmalıdır. En sürdürülebilir beslenme modelleri; bitkisel ağırlıklı, düşük kırmızı etli, kurubaklagil ve tam tahıl temelli, yerel ve mevsimsel ürünleri önceleyen, minimum işlenmiş ve gıda israfını azaltan modellerdir. Bu bağlamda vegan, vejetaryen, fleksitaryen, klimataryan, Gezegenel Sağlık Diyeti ve geleneksel Akdeniz diyeti; hem iklim değişikliğine etkiyi hem de tatlı su ekotoksitesi potansiyelini azaltma bakımından güçlü seçenekler arasında değerlendirilebilir.

Sonuç ve Sistemik Çözüm Yolları

Popüler diyet modellerinin metabolik sağlık ve çevresel sürdürülebilirlik açısından birlikte değerlendirilmesi, tek bir beslenme yaklaşımının tüm bireyler, toplumlar ve ekolojik koşullar için evrensel olarak üstün kabul edilemeyeceğini göstermektedir. Diyetlerin bireysel sağlık üzerindeki etkileri; yaş, cinsiyet, vücut kompozisyonu, metabolik durum, kronik hastalık varlığı, ilaç kullanımı, fiziksel aktivite düzeyi, sosyoekonomik koşullar, kültürel beslenme alışkanlıkları ve gıdaya erişim olanakları gibi çok sayıda değişken tarafından belirlenmektedir. Benzer şekilde çevresel çıktılar da yalnızca tüketilen besin gruplarıyla açıklanamaz. Üretim yöntemi, tedarik zinciri, işleme derecesi, taşıma mesafesi, enerji ve

su kullanımı, pestisit ve gübre girdileri, ambalajlama, atık yönetimi ve gıda kayıpları çevresel yükün oluşumunda belirleyici rol oynamaktadır (Poore & Nemecek, 2018; Springmann et al., 2018). Bu çalışma kapsamında ele alınan diyet modelleri bütüncül biçimde değerlendirildiğinde; bitkisel kaynaklı besinleri merkeze alan, minimum işlenmiş ürünlere dayanan, posa içeriği yüksek, kırmızı ve işlenmiş et tüketimini sınırlandıran beslenme örüntülerinin hem metabolik sağlık hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından daha avantajlı bir çerçeve sunduğu görülmektedir. Vegan, vejetaryen, fleksitaryen, klimataryan, Gezegensel Sağlık Diyeti ve geleneksel Akdeniz diyeti; kurubaklagiller, tam tahıllar, sebzeler, meyveler, yağlı tohumlar ve zeytinyağı gibi besinleri ön plana çıkarmaları nedeniyle insan sağlığı ile gezegen sağlığı arasında daha dengeli bir ilişki kurulmasına katkı sağlayabilmektedir (Aleksandrowicz et al., 2016; Willett et al., 2019). Akdeniz diyeti, kardiyometabolik sağlık açısından en fazla araştırılmış beslenme modellerinden biridir. Bu modelin temel özellikleri arasında sebze, meyve, tam tahıl, kurubaklagil, zeytinyağı, balık ve yağlı tohum tüketiminin yüksek; kırmızı et, işlenmiş et ve ultra işlenmiş besin tüketiminin ise sınırlı olması yer almaktadır. Meta-analizler, Akdeniz diyetine yüksek uyumun toplam mortalite, kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kronik hastalık riskleriyle ters yönde ilişkili olduğunu göstermektedir (Dinu et al., 2018; Sofi et al., 2014). DASH diyeti ise özellikle kan basıncı kontrolü açısından güçlü kanıtlara sahip olup, sebze, meyve, düşük yağlı süt ürünleri, tam tahıllar ve düşük sodyum alımına dayalı yapısıyla hipertansiyon yönetiminde önemli bir beslenme yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir (Filippou et al., 2020; Saneei et al., 2014). Buna karşılık ketojenik diyet, Atkins diyeti, Paleo diyeti ve hayvansal protein ağırlıklı yüksek proteinli beslenme modelleri kısa dönemde kilo kaybı, glisemik kontrol veya iştah regülasyonu gibi bazı metabolik göstergelerde olumlu sonuçlar sağlayabilse de uzun dönemli etkileri daha dikkatli yorumlanmalıdır. Düşük karbonhidratlı diyetlere ilişkin meta-analizlerde vücut ağırlığı ve

trigliserit düzeylerinde iyileşmeler bildirilebilmekle birlikte, bazı çalışmalarda LDL-kolesterol düzeylerinde artış görülebilmektedir (Mansoor et al., 2016). Kırmızı et ve yüksek miktarda hayvansal ürün tüketimi; sera gazı emisyonları, arazi kullanımı, yem üretimi ve doğal kaynak tüketimi açısından yüksek çevresel yük oluşturan temel bileşenler arasında yer almaktadır. Buna karşılık kurubaklagiller başta olmak üzere bitkisel protein kaynakları, genellikle daha düşük karbon ayak iziyle protein sağlayabilmektedir. Poore ve Nemecek'in (2018) geniş kapsamlı yaşam döngüsü analizinde, gıda ürünlerinin çevresel etkilerinin üretim sistemlerine göre önemli farklılıklar gösterdiği; ancak genel eğilim olarak hayvansal kaynaklı ürünlerin birçok çevresel göstergede bitkisel kaynaklı ürünlere kıyasla daha yüksek çevresel yük taşıdığı ortaya konmuştur. Bu nedenle sürdürülebilir beslenme yalnızca daha az enerji almak ya da daha az tüketmek şeklinde dar bir çerçevede ele alınmamalı; çevresel etkisi daha düşük, besin ögesi yoğunluğu yüksek ve kültürel olarak uygulanabilir besinlerin daha sık tercih edilmesi biçiminde değerlendirilmelidir. Karbon ayak izi çoğunlukla sera gazı emisyonlarıyla ilişkilendirilirken, tatlı su ekotoksitesitesi pestisitler, gübre kalıntıları, ağır metaller, veteriner ilaçları, antibiyotik kalıntıları, işleme kimyasalları ve tarımsal yüzey akışı gibi çok sayıda kirletici kaynağı kapsamaktadır. Bu nedenle bitkisel ağırlıklı diyetlerin iklim değişikliği açısından genellikle daha avantajlı olması, her koşulda tatlı su ekosistemleri üzerinde en düşük etkiye sahip oldukları anlamına gelmemektedir. Yoğun pestisit kullanılan, uzun tedarik zincirine bağlı, mevsim dışı üretilen veya yüksek düzeyde işlenmiş bitkisel ürünler de sucul ekosistemler üzerinde baskı oluşturabilir. Öte yandan hayvansal üretimde yem üretimi, gübre yönetimi, antibiyotik kullanımı ve atık süreçleri tatlı su ekotoksitesitesi açısından önemli risk alanlarıdır (Clark et al., 2019; Poore & Nemecek, 2018). Bu değerlendirmeler, sağlıklı ve sürdürülebilir bir diyetin yalnızca popüler bir diyet adıyla tanımlanamayacağını göstermektedir. FAO ve WHO tarafından

tanımlanan sürdürülebilir sağlıklı diyet ilkeleri de bu bütüncül yaklaşımı desteklemektedir. Bu ilkelere göre sürdürülebilir sağlıklı diyetler; bireylerin sağlık ve iyi oluşunu desteklemeli, çevresel etkisi düşük olmalı, kültürel olarak kabul edilebilir, ekonomik açıdan ulaşılabilir, güvenli ve beslenme açısından yeterli olmalıdır (Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization, 2019).

- Afshin, A., Sur, P. J., Fay, K. A., Cornaby, L., Ferrara, G., Salama, J. S., Mullany, E. C., Abate, K. H., Abbafati, C., Abebe, Z., et al. (2019). Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 393(10184), 1958–1972. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30041-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30041-8)
- Aleksandrowicz, L., Green, R., Joy, E. J. M., Smith, P., & Haines, A. (2016). The impacts of dietary change on greenhouse gas emissions, land use, water use, and health: A systematic review. *PLOS ONE*, 11(11), Article e0165797. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165797>
- Appel, L. J., Moore, T. J., Obarzanek, E., Vollmer, W. M., Svetkey, L. P., Sacks, F. M., Bray, G. A., Vogt, T. M., Cutler, J. A., Windhauser, M. M., Lin, P. H., & Karanja, N. (1997). A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. *The New England Journal of Medicine*, 336(16), 1117–1124. <https://doi.org/10.1056/NEJM199704173361601>
- Atkins, R. C. (2002). *Dr. Atkins' new diet revolution*. M. Evans and Company.
- Bach-Faig, A., Berry, E. M., Lairon, D., Reguant, J., Trichopoulou, A., Dernini, S., Medina, F. X., Battino, M., Belahsen, R., Miranda, G., & Serra-Majem, L. (2011). Mediterranean diet pyramid today: Science and cultural updates. *Public Health*

- Nutrition, 14(12A), 2274–2284.
<https://doi.org/10.1017/S1368980011002515>
- Bakaloudi, D. R., Halloran, A., Rippin, H. L., Oikonomidou, A. C., Dardavesis, T. I., Williams, J., Wickramasinghe, K., Breda, J., & Chourdakis, M. (2021). Intake and adequacy of the vegan diet: A systematic review of the evidence. *Clinical Nutrition*, 40(5), 3503–3521.
<https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.11.035>
- Barnes, L. L., Dhana, K., Liu, X., Carey, V. J., Ventrelle, J., Johnson, K., Hollings, C. S., Bishop, L., Laranjo, N., Stubbs, B. J., Reilly, X., Agarwal, P., Zhang, S., Grodstein, F., Tangney, C. C., Holland, T. M., Aggarwal, N. T., Arfanakis, K., Rajan, K. B., ... Morris, M. C. (2023). Trial of the MIND diet for prevention of cognitive decline in older persons. *The New England Journal of Medicine*, 389(7), 602–611.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa2302368>
- Beal, T., Ortenzi, F., & Fanzo, J. (2023). Estimated micronutrient shortfalls of the EAT-Lancet planetary health diet. *The Lancet Planetary Health*, 7(3), e233–e237.
[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00006-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00006-2)
- Benatar, J.R., & Stewart, R. A. H. (2018). Cardiometabolic risk factors in vegans: A meta-analysis of observational studies. *PLOS ONE*, 13(12), Article e0209086.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209086>

- Blumberg, J., Hahn, S. L., & Bakke, J. (2023). Intermittent fasting: Consider the risks of disordered eating for your patient. *Clinical Diabetes and Endocrinology*, 9, Article 4. <https://doi.org/10.1186/s40842-023-00152-7>
- Bui, L. P., Pham, T. T., Wang, F., Chai, B., Sun, Q., Hu, F. B., & Shan, Z. (2024). Planetary Health Diet Index and risk of total and cause-specific mortality in three prospective cohorts. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 120(1), 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2024.03.019>
- Burén, J., Ericsson, M., Damasceno, N. R. T., & Sjödin, A. (2021). A ketogenic low-carbohydrate high-fat diet increases LDL cholesterol in healthy, young, normal-weight women: A randomized controlled feeding trial. *Nutrients*, 13(3), Article 814. <https://doi.org/10.3390/nu13030814>
- Chawla, S., Tessarolo Silva, F., Amaral Medeiros, S., Mekary, R. A., & Radenkovic, D. (2020). The effect of low-fat and low-carbohydrate diets on weight loss and lipid levels: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 12(12), Article 3774. <https://doi.org/10.3390/nu12123774>
- Clark, M. A., Springmann, M., Hill, J., & Tilman, D. (2019). Multiple health and environmental impacts of foods. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(46), 23357–23362. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906908116>
- Cordain, L., Eaton, S. B., Sebastian, A., Mann, N., Lindeberg, S., Watkins, B. A., O’Keefe, J. H., & Brand-Miller, J. (2005).

- Origins and evolution of the Western diet: Health implications for the 21st century. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(2), 341-354. <https://doi.org/10.1093/ajcn.81.2.341>
- Craig, W. J., Mangels, A. R., Fresán, U., Marsh, K., Miles, F. L., Saunders, A. V., Haddad, E. H., Heskey, C. E., Johnston, P., Larson-Meyer, E., & Orlich, M. (2021). The safe and effective use of plant-based diets with guidelines for health professionals. *Nutrients*, 13(11), Article 4144. <https://doi.org/10.3390/nu13114144>
- de Cabo, R., & Mattson, M. P. (2019). Effects of intermittent fasting on health, aging, and disease. *The New England Journal of Medicine*, 381(26), 2541–2551. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1905136>
- de Menezes, E. V. A., Sampaio, H. A. C., Carioca, A. A. F., Parente, N. A., Brito, F. O., Moreira, T. M. M., & de Souza, A. C. C. (2019). Influence of Paleolithic diet on anthropometric markers in chronic diseases: Systematic review and meta-analysis. *Nutrition Journal*, 18, Article 41. <https://doi.org/10.1186/s12937-019-0457-z>
- Derbyshire, E. J. (2017). Flexitarian diets and health: A review of the evidence-based literature. *Frontiers in Nutrition*, 3, Article 55. <https://doi.org/10.3389/fnut.2016.00055>
- Dernini, S., Berry, E. M., Serra-Majem, L., La Vecchia, C., Capone, R., Medina, F. X., Aranceta-Bartrina, J., Belahsen, R.,

- Burlingame, B., Calabrese, G., Corella, D., Donini, L. M., Lairon, D., Meybeck, A., Pekcan, A. G., Piscopo, S., Yngve, A., & Trichopoulou, A. (2017). Med Diet 4.0: The Mediterranean diet with four sustainable benefits. *Public Health Nutrition*, 20(7), 1322–1330. <https://doi.org/10.1017/S1368980016003177>
- Dinu, M., Abbate, R., Gensini, G. F., Casini, A., & Sofi, F. (2017). Vegetarian, vegan diets and multiple health outcomes: A systematic review with meta-analysis of observational studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(17), 3640–3649. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1138447>
- Dinu, M., Pagliai, G., Casini, A., & Sofi, F. (2018). Mediterranean diet and multiple health outcomes: An umbrella review of meta-analyses of observational studies and randomised trials. *European Journal of Clinical Nutrition*, 72(1), 30–43. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2017.58>
- Dong, T., Guo, M., Zhang, P., Sun, G., & Chen, B. (2020). The effects of low-carbohydrate diets on cardiovascular risk factors: A meta-analysis. *PLOS ONE*, 15(1), Article e0225348. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225348>
- Dybvik, J. S., Svendsen, M., & Aune, D. (2022). Vegetarian and vegan diets and the risk of cardiovascular disease, ischemic heart disease and stroke: A systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *European Journal of*

- Nutrition, 62, 51–69. <https://doi.org/10.1007/s00394-022-02942-8>
- Eaton, S. B., & Konner, M. (1985). Paleolithic nutrition: A consideration of its nature and current implications. *The New England Journal of Medicine*, 312(5), 283–289. <https://doi.org/10.1056/NEJM198501313120505>
- Eaton, S. B., Eaton, S. B. III, & Konner, M. J. (1997). Paleolithic nutrition revisited: A twelve-year retrospective on its nature and implications. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51(4), 207–216. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600389>
- Elortegui Pascual, P., Rolands, M. R., Eldridge, A. L., Lê, K. A., Gut, P., & Kassis, A. (2023). A meta-analysis comparing the effectiveness of alternate day fasting, the 5:2 diet, and time-restricted eating for weight loss. *Obesity*, 31(Suppl. 1), 9–21. <https://doi.org/10.1002/oby.23568>
- Esposito, K., Kastorini, C. M., Panagiotakos, D. B., & Giugliano, D. (2011). Mediterranean diet and weight loss: Meta-analysis of randomized controlled trials. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.1089/met.2010.0031>
- Estruch, R., Ros, E., Salas-Salvadó, J., Covas, M. I., Corella, D., Arós, F., Gómez-Gracia, E., Ruiz-Gutiérrez, V., Fiol, M., Lapetra, J., et al. (2018). Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet supplemented with extra-virgin olive oil or nuts. *The New*

- England Journal of Medicine, 378(25), Article e34.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa1800389>
- Filippou, C. D., Tsioufis, C. P., Thomopoulos, C. G., Mihas, C. C., Dimitriadis, K. S., Sotiropoulou, L. I., Chrysochoou, C. A., Nihoyannopoulos, P. I., & Tousoulis, D. M. (2020). Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet and blood pressure reduction in adults with and without hypertension: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Advances in Nutrition*, 11(5), 1150–1160.
<https://doi.org/10.1093/advances/nmaa041>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *The state of food and agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction*. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, & World Health Organization. (2019). *Sustainable healthy diets: Guiding principles*. FAO and WHO.
- Foster, G. D., Wyatt, H. R., Hill, J. O., McGuckin, B. G., Brill, C., Mohammed, B. S., Szapary, P. O., Rader, D. J., Edman, J. S., & Klein, S. (2003). A randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity. *The New England Journal of Medicine*, 348(21), 2082–2090.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa022207>
- Foster, G. D., Wyatt, H. R., Hill, J. O., Makris, A. P., Rosenbaum, D. L., Brill, C., Stein, R. I., Mohammed, B. S., Miller, B., Rader, D. J., et al. (2010). Weight and metabolic outcomes

after 2 years on a low-carbohydrate versus low-fat diet: A randomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 153(3), 147–157. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-153-3-201008030-00005>

Frączek, B., Pięta, A., Burda, A., Mazur-Kurach, P., & Tyrała, F. (2021). Paleolithic diet—Effect on the health status and performance of athletes? *Nutrients*, 13(3), Article 1019. <https://doi.org/10.3390/nu13031019>

Galbete, C., Schwingshackl, L., Schwedhelm, C., Boeing, H., Schulze, M. B., & Hoffmann, G. (2018). Evaluating Mediterranean diet and risk of chronic disease in cohort studies: An umbrella review of meta-analyses. *European Journal of Epidemiology*, 33(10), 909–931. <https://doi.org/10.1007/s10654-018-0427-3>

Gardner, C. D., Kiazand, A., Alhassan, S., Kim, S., Stafford, R. S., Balise, R. R., Kraemer, H. C., & King, A. C. (2007). Comparison of the Atkins, Zone, Ornish, and LEARN diets for change in weight and related risk factors among overweight premenopausal women: The A TO Z Weight Loss Study. *JAMA*, 297(9), 969–977. <https://doi.org/10.1001/jama.297.9.969>

Gardner, C. D., Trepanowski, J. F., Del Gobbo, L. C., Hauser, M. E., Rigdon, J., Ioannidis, J. P. A., Desai, M., & King, A. C. (2018). Effect of low-fat vs low-carbohydrate diet on 12-month weight loss in overweight adults and the association

with genotype pattern or insulin secretion: The DIETFITS randomized clinical trial. *JAMA*, 319(7), 667–679. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.0245>

Gephart, J. A., Henriksson, P. J. G., Parker, R. W. R., Shepon, A., Gorospe, K. D., Bergman, K., Eshel, G., Golden, C. D., Halpern, B. S., Hornborg, S., Jonell, M., Metian, M., Mifflin, K., Newton, R., Tyedmers, P., Zhang, W., Ziegler, F., & Troell, M. (2021). Environmental performance of blue foods. *Nature*, 597(7876), 360–365. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03889-2>

Ghaedi, E., Mohammadi, M., Mohammadi, H., Ramezani-Jolfaie, N., Malekzadeh, J., Hosseinzadeh, M., & Salehi-Abargouei, A. (2019). Effects of a Paleolithic diet on cardiovascular disease risk factors: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Advances in Nutrition*, 10(4), 634–646. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz007>

Ghasemi, P., Naghshi, S., Mirmiran, P., & Azadbakht, L. (2024). Impact of very low carbohydrate ketogenic diets on cardiovascular risk factors among patients with type 2 diabetes; GRADE-assessed systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Nutrition & Metabolism*, 21, Article 50. <https://doi.org/10.1186/s12986-024-00824-w>

Gibbs, J., Gaskin, E., Ji, C., Miller, M. A., & Cappuccio, F. P. (2021). The effect of plant-based dietary patterns on blood pressure: A systematic review and meta-analysis of

- controlled intervention trials. *Journal of Hypertension*, 39(1), 23–37. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000002604>
- Goldenberg, J. Z., Day, A., Brinkworth, G. D., Sato, J., Yamada, S., Jönsson, T., Beardsley, J., Johnson, J. A., Thabane, L., & Johnston, B. C. (2021). Efficacy and safety of low and very low carbohydrate diets for type 2 diabetes remission: Systematic review and meta-analysis of published and unpublished randomized trial data. *BMJ*, 372, Article m4743. <https://doi.org/10.1136/bmj.m4743>
- Guasch-Ferré, M., & Willett, W. C. (2021). The Mediterranean diet and health: A comprehensive overview. *Journal of Internal Medicine*, 290(3), 549–566. <https://doi.org/10.1111/joim.13333>
- Hallström, E., Carlsson-Kanyama, A., & Börjesson, P. (2015). Environmental impact of dietary change: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 91, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.008>
- Hemler, E. C., & Hu, F. B. (2019). Plant-based diets for personal, population, and planetary health. *Advances in Nutrition*, 10(Suppl_4), S275–S283. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy117>
- Hirvonen, K., Bai, Y., Headey, D., & Masters, W. A. (2020). Affordability of the EAT–Lancet reference diet: A global analysis. *The Lancet Global Health*, 8(1), e59–e66. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(19\)30447-4](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(19)30447-4)

- Hooper, L., Martin, N., Jimoh, O. F., Kirk, C., Foster, E., & Abdelhamid, A. S. (2020). Reduction in saturated fat intake for cardiovascular disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2020(5), Article CD011737. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011737.pub2>
- Howard, B. V., Van Horn, L., Hsia, J., Manson, J. E., Stefanick, M. L., Wassertheil-Smoller, S., Kuller, L. H., LaCroix, A. Z., Langer, R. D., Lasser, N. L., Lewis, C. E., Limacher, M. C., Margolis, K. L., Mysiw, W. J., Ockene, J. K., Parker, L. M., Perri, M. G., Phillips, L., Prentice, R. L., ... Women's Health Initiative Investigators. (2006). Low-fat dietary pattern and risk of cardiovascular disease: The Women's Health Initiative randomized controlled dietary modification trial. *JAMA*, 295(6), 655–666. <https://doi.org/10.1001/jama.295.6.655>
- Hu, T., Bazzano, L. A., & Hu, F. B. (2014). The low-carbohydrate diet and cardiovascular risk factors: Evidence from epidemiologic studies. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 24(4), 337–343. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2013.12.008>
- Ikizler, T. A., Burrowes, J. D., Byham-Gray, L. D., Campbell, K. L., Carrero, J. J., Chan, W., Fouque, D., Friedman, A. N., Ghaddar, S., Goldstein-Fuchs, D. J., Kaysen, G. A., Kopple, J. D., Teta, D., Wang, A. Y.-M., & Cuppari, L. (2020). KDOQI clinical practice guideline for nutrition in CKD:

- 2020 update. *American Journal of Kidney Diseases*, 76(3 Suppl. 1), S1–S107. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2020.05.006>
- Institute of Medicine. (2005). *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10490>
- International Diabetes Federation. (2025). *IDF diabetes atlas (11th ed.)*. International Diabetes Federation.
- International Organization for Standardization. (2006). *ISO 14040: Environmental management—Life cycle assessment—Principles and framework*. ISO.
- Jamka, M., Kulczyński, B., Juruć, A., Gramza-Michałowska, A., Stokes, C. S., Walkowiak, J., & Jeszka, J. (2020). The effect of the Paleolithic diet vs. healthy diets on glucose and insulin homeostasis: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Clinical Medicine*, 9(2), Article 296. <https://doi.org/10.3390/jcm9020296>
- Joo, M., Moon, S., Choi, Y. J., Kim, S., & Park, K. (2023). Effects of very low-carbohydrate ketogenic diets on lipid profiles in normal-weight adults: A meta-analysis. *Nutrition Reviews*, 81(11), 1393–1401. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad017>
- Jönsson, T., Granfeldt, Y., Åhrén, B., Branell, U. C., Pålsson, G., Hansson, A., Söderström, M., & Lindeberg, S. (2009). Beneficial effects of a Paleolithic diet on cardiovascular risk

- factors in type 2 diabetes: A randomized cross-over pilot study. *Cardiovascular Diabetology*, 8, Article 35. <https://doi.org/10.1186/1475-2840-8-35>
- Keys, A. (1980). *Seven countries: A multivariate analysis of death and coronary heart disease*. Harvard University Press.
- Kossoff, E. H., Zupec-Kania, B. A., Auvin, S., Ballaban-Gil, K. R., Christina Bergqvist, A. G., Blackford, R., Buchhalter, J. R., Caraballo, R. H., Cross, J. H., Dahlin, M. G., et al. (2018). Optimal clinical management of children receiving dietary therapies for epilepsy: Updated recommendations of the International Ketogenic Diet Study Group. *Epilepsia Open*, 3(2), 175–192. <https://doi.org/10.1002/epi4.12225>
- Leidy, H. J., Clifton, P. M., Astrup, A., Wycherley, T. P., Westerterp-Plantenga, M. S., Luscombe-Marsh, N. D., Woods, S. C., & Mattes, R. D. (2015). The role of protein in weight loss and maintenance. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(6), 1320S–1329S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.084038>
- Liu, D., Huang, Y., Huang, C., Yang, S., Wei, X., Zhang, P., et al. (2022). Calorie restriction with or without time-restricted eating in weight loss. *The New England Journal of Medicine*, 386(16), 1495–1504. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2114833>
- Mahmoud, S. H., Ho-Huang, E., Buhler, J., Cooke, E., Dilling, H., & Nashef, L. (2019). Systematic review of ketogenic diet use

- in adult patients with status epilepticus. *Epilepsia Open*, 5(1), 10–21. <https://doi.org/10.1002/epi4.12370>
- Manheimer, E. W., van Zuuren, E. J., Fedorowicz, Z., & Pijl, H. (2015). Paleolithic nutrition for metabolic syndrome: Systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 102(4), 922–932. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.113613>
- Mansoor, N., Vinknes, K. J., Veierød, M. B., & Retterstøl, K. (2016). Effects of low-carbohydrate diets versus low-fat diets on body weight and cardiovascular risk factors: A meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Nutrition*, 115(3), 466–479. <https://doi.org/10.1017/S0007114515004699>
- Martínez-González, M. A., Salas-Salvadó, J., Estruch, R., Corella, D., Fitó, M., Ros, E., & PREDIMED Investigators. (2015). Benefits of the Mediterranean diet: Insights from the PREDIMED study. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 58(1), 50–60. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2015.04.003>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.025>
- Monsivais, P., Scarborough, P., Lloyd, T., Mizdrak, A., Luben, R., Mulligan, A. A., Wareham, N. J., & 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. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.090639>

Monteiro, C. A., Cannon, G., Lawrence, M., Costa Louzada, M. L., & Pereira Machado, P. (2019). Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. FAO.

Morris, M. C., Tangney, C. C., Wang, Y., Sacks, F. M., Barnes, L. L., Bennett, D. A., & Aggarwal, N. T. (2015). MIND diet associated with reduced incidence of Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 11(9), 1007–1014. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2014.11.009>

Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., Schoenfeld, B. J., Henselmans, M., Helms, E., Aragon, A. A., Devries, M. C., Banfield, L., Krieger, J. W., & Phillips, S. M. (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*, 52(6), 376–384. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608>

National Heart, Lung, and Blood Institute. (2026). DASH eating plan. National Institutes of Health.

- Neufingerl, N., & Eilander, A. (2021). Nutrient intake and status in adults consuming plant-based diets compared to meat-eaters: A systematic review. *Nutrients*, 14(1), Article 29. <https://doi.org/10.3390/nu14010029>
- O'Malley, K., Willits-Smith, A., & Rose, D. (2023). Popular diets as selected by adults in the United States show wide variation in carbon footprints and diet quality. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 117(4), 701–708. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2023.01.009>
- Orlich, M. J., Singh, P. N., Sabaté, J., Jaceldo-Siegl, K., Fan, J., Knutsen, S., Beeson, W. L., & Fraser, G. E. (2013). Vegetarian dietary patterns and mortality in Adventist Health Study 2. *JAMA Internal Medicine*, 173(13), 1230–1238. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.6473>
- Orlich, M. J., Singh, P. N., Sabaté, J., Fan, J., Sveen, L., Bennett, H., Knutsen, S. F., Beeson, W. L., Jaceldo-Siegl, K., Butler, T. L., Herring, R. P., & Fraser, G. E. (2015). Vegetarian dietary patterns and the risk of colorectal cancers. *JAMA Internal Medicine*, 175(5), 767–776. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.59>
- Paoli, A., Rubini, A., Volek, J. S., & Grimaldi, K. A. (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. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2013.116>

- Phillips, S. M., & Fulgoni, V. L., III. (2016). Protein “requirements” beyond the RDA: Implications for optimizing health. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(5), 565–572. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0550>
- Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992. <https://doi.org/10.1126/science.aag0216>
- Reynolds, A., Mann, J., Cummings, J., Winter, N., Mete, E., & Te Morenga, L. (2019). Carbohydrate quality and human health: A series of systematic reviews and meta-analyses. *The Lancet*, 393(10170), 434–445. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31809-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31809-9)
- Rimm, E. B., Appel, L. J., Chiuve, S. E., Djoussé, L., Engler, M. B., Kris-Etherton, P. M., Mozaffarian, D., Siscovick, D. S., & Lichtenstein, A. H. (2018). Seafood long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular disease: A science advisory from the American Heart Association. *Circulation*, 138(1), e35–e47. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000574>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., et al. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>

- Rosenbaum, R. K., Bachmann, T. M., Gold, L. S., Huijbregts, M. A. J., Jolliet, O., Juraske, R., Koehler, A., Larsen, H. F., MacLeod, M., Margni, M., McKone, T. E., Payet, J., Schuhmacher, M., van de Meent, D., & Hauschild, M. Z. (2008). USEtox—the UNEP-SETAC toxicity model: Recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in life cycle impact assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(7), 532–546. <https://doi.org/10.1007/s11367-008-0038-4>
- Ruan, Y., Chen, L., She, D., Chung, Y., Ge, L., Han, L., & Zhang, L. (2022). Ketogenic diet for epilepsy: An overview of systematic review and meta-analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 76, 1234–1244. <https://doi.org/10.1038/s41430-021-01060-8>
- Sacks, F. M., Svetkey, L. P., Vollmer, W. M., Appel, L. J., Bray, G. A., Harsha, D., Obarzanek, E., Conlin, P. R., Miller, E. R., III, Simons-Morton, D. G., Karanja, N., & Lin, P. H. (2001). Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension diet. *The New England Journal of Medicine*, 344(1), 3–10. <https://doi.org/10.1056/NEJM200101043440101>
- Sáez-Almendros, S., Obrador, B., Bach-Faig, A., & Serra-Majem, L. (2013). Environmental footprints of Mediterranean versus Western dietary patterns: Beyond the health benefits of the

- Mediterranean diet. *Environmental Health*, 12, Article 118.
<https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-118>
- Saneei, P., Salehi-Abargouei, A., Esmailzadeh, A., & Azadbakht, L. (2014). Influence of Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet on blood pressure: A systematic review and meta-analysis on randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 24(12), 1253–1261. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2014.06.008>
- Satija, A., Bhupathiraju, S. N., Spiegelman, D., Chiuve, S. E., Manson, J. E., Willett, W., Rexrode, K. M., Rimm, E. B., & Hu, F. B. (2017). Healthful and unhealthful plant-based diets and the risk of coronary heart disease in U.S. adults. *Journal of the American College of Cardiology*, 70(4), 411–422. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.05.047>
- Scarborough, P., Appleby, P. N., Mizdrak, A., Briggs, A. D. M., Travis, R. C., Bradbury, K. E., & Key, T. J. (2014). Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans in the UK. *Climatic Change*, 125, 179–192. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1169-1>
- Scarborough, P., Clark, M., Cobiac, L., Papier, K., Knuppel, A., Lynch, J., Harrington, R. A., Key, T., & Springmann, M. (2023). Vegans, vegetarians, fish-eaters and meat-eaters in the UK show discrepant environmental impacts. *Nature Food*, 4, 565–574. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00795-w>

- Schwingshackl, L., Chaimani, A., Schwedhelm, C., Toledo, E., Püsch, M., Hoffmann, G., Boeing, H., & Trichopoulou, A. (2019). Comparative effects of different dietary approaches on blood pressure in hypertensive and pre-hypertensive patients: A systematic review and network meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(16), 2674–2687. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1463967>
- Semnani-Azad, Z., Khan, T. A., Chiavaroli, L., Chen, V., Bhatt, H. A., Chen, A., & Sievenpiper, J. L. (2025). Intermittent fasting strategies and their effects on body weight and cardiometabolic risk factors: Systematic review and network meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ*, 389, Article e082007. <https://doi.org/10.1136/bmj-2024-082007>
- Shai, I., Schwarzfuchs, D., Henkin, Y., Shahar, D. R., Witkow, S., Greenberg, I., Golan, R., Fraser, D., Bolotin, A., Vardi, H., et al. (2008). Weight loss with a low-carbohydrate, Mediterranean, or low-fat diet. *The New England Journal of Medicine*, 359(3), 229–241. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0708681>
- Sofi, F., Macchi, C., Abbate, R., Gensini, G. F., & Casini, A. (2014). Mediterranean diet and health status: An updated meta-analysis and a proposal for a literature-based adherence score. *Public Health Nutrition*, 17(12), 2769–2782. <https://doi.org/10.1017/S1368980013003169>

- Springmann, M., Clark, M., Mason-D’Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., de Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., ... Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728), 519–525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- Stern, L., Iqbal, N., Seshadri, P., Chicano, K. L., Daily, D. A., McGrory, J., Williams, M., Gracely, E. J., & Samaha, F. F. (2004). The effects of low-carbohydrate versus conventional weight loss diets in severely obese adults: One-year follow-up of a randomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 140(10), 778–785. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-140-10-200405180-00007>
- Sun, M. L., Yao, W., Wang, X. Y., Gao, S., Varady, K. A., Forslund, S. K., Zhang, M., Shi, Z. Y., Cao, F., Zou, B. J., et al. (2024). Intermittent fasting and health outcomes: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses of randomised controlled trials. *eClinicalMedicine*, 70, Article 102519. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2024.102519>
- Tepper, S., Geva, D., Shahar, D. R., & Shepon, A. (2022). The environmental footprint associated with the Mediterranean diet, EAT-Lancet diet, and the Sustainable Healthy Diet

- Index: A population-based study. *Frontiers in Nutrition*, 9, Article 870883. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.870883>
- Tian, W., Cao, S., Guan, Y., Zhang, Z., Liu, Q., Ju, J., Xi, R., & Bai, R. (2025). The effects of low-carbohydrate diet on glucose and lipid metabolism in overweight or obese patients with type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Nutrition*, 11, Article 1516086. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1516086>
- Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515(7528), 518–522. <https://doi.org/10.1038/nature13959>
- Tobias, D. K., Chen, M., Manson, J. E., Ludwig, D. S., Willett, W., & Hu, F. B. (2015). Effect of low-fat diet interventions versus other diet interventions on long-term weight change in adults: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 3(12), 968–979. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(15\)00367-8](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(15)00367-8)
- Trichopoulou, A., Costacou, T., Bamia, C., & Trichopoulos, D. (2003). Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *The New England Journal of Medicine*, 348(26), 2599–2608. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa025039>
- U.S. Food and Drug Administration, & U.S. Environmental Protection Agency. (2024). Advice about eating fish. U.S. Food and Drug Administration.

- United Nations Environment Programme. (2024). Food waste index report 2024: Think eat save. UNEP.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170),447–492.-
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- World Health Organization. (2023). Total fat intake for the prevention of unhealthy weight gain in adults and children: WHO guideline. World Health Organization.
- World Health Organization. (2025). Obesity and overweight. World Health Organization.
- Wycherley, T. P., Moran, L. J., Clifton, P. M., Noakes, M., & Brinkworth, G. D. (2012). Effects of energy-restricted high-protein, low-fat compared with standard-protein, low-fat diets: A meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96(6), 1281–1298.
<https://doi.org/10.3945/ajcn.112.044321>

BÖLÜM 0

BESİN ALERJİLERİ

GİZEM GENÇOĞLU¹
DOÇ. DR. GÜLCAN ARUSOĞLU²

Giriş

Besin alerjisi, bir besin alımı sonrasında besinlerde bulunan bazı maddelere (örneğin serum albümin, ovalbümin, lipid transfer proteinleri) karşı ortaya çıkan ve immün sistem aracılığıyla gelişen her maruziyette tekrarlayan reaksiyonların tümü olarak tanımlanır. Yaklaşık 170 besin alerjiye neden olabilir ve etkin bir tedavisi olmadığından dolayı alerjen besinlerden uzaklaşmak ve semptomatik tedavi öncül olarak kabul edilmektedir (Özbey & Özçelik, et al., Tercanlı & Atasever, 2021). Ancak her reaksiyon besin alerjisi değildir. Besin Intoleransı da benzer reaksiyonlar gösterebilir ancak aralarındaki temel fark vücudun tepki mekanizmasında yatmaktadır. Intolerans genellikle enzimlerin 1-2 derece eksikliği ile ortaya çıkarken, alerjen bağışıklık sisteminin anormal yanıt vermesi durumudur. Tek fark bunlar olmamakla birlikte alerji cilt reaksiyonları, solunum problemleri hatta

¹ Doç.Dr. Gülcan ARUSOĞLU, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Ana Bilim Dalı, Orcid: 0000-0002-9676-0025

² Gizem GENÇOĞLU, Yüksek Lisans Öğrencisi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Ana Bilim Dalı, 0009-0007-4167-7468

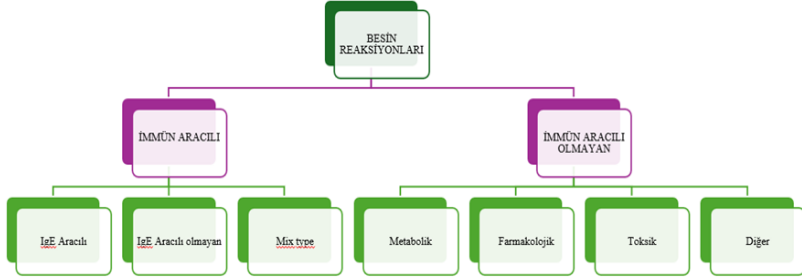
anafilaksiye gidecek kadar ciddi reaksiyonlar gösterebilirken, intolerans genellikle sindirim sistemi problemleriyle kendini gösterir (Saygi, 2022). Alerjenlerin gelişiminde üç ana faktör rol almaktadır. Bireyin ailesinde alerji varlığı bulunması, belirli ırk ve etnik kökenlerde alerji riskinin yüksek görülmesi genetik faktörlerken; gen ifadesindeki kalıtsak değişiklikler, bozulmuş cilt işlev bozukluğu ve mikrobiyom genom-Çevre Etkileşimleri; tütün ve hava kirliliğine maruz kalmak, D vitamini eksikliği, genel diyet ve alerjen maruziyeti ise çevresel faktörlerden sayılabilir (Dias et al., 2022).

Besin alerjisi prevalans oranı artış göstermekte olup, bebeklerde ve çocuklarda %3,9-%8, yetişkinlerde ise %6,6-%10 aralığında saptanmıştır. En çok besin alerjisine neden olan besinlerden inek sütü %0,6; Yağlı tohumlar %0,5; Soya %0,3; Yumurta %0,; Yer fıstığı %0,2, Buğday %0,1; balık ve kabuklu deniz hayvanlarında ise %0,1 olarak görülmektedir. Ülkemizde ise Marmara ve Ege bölgesinde süt alerjisi prevalansı fazla görülürken; Karadeniz, Akdeniz, İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde ise yumurta alerjisi prevalansının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak toplumların beslenme alışkanlıkları, pişirme ve işleme yöntemlerindeki farklılıklar olabilir (Çatak et al., 2021; Saygi, 2022; Tercanli & Atasever, 2021).

Alerjik Reaksiyon Sınıflandırılması

Alerjik reaksiyonlar Gell ve Coombs sınıflamasına göre 4'e ayrılır. Bunlar TİP I Aşırı Duyarlılık (İmmünoglobulin-IgE aracılı, Hızlı Reaksiyon), Tıp II Aşırı Duyarlılık (Sitotoksik Reaksiyon), Tıp III (İmmün Kompleks Aracılı), Tıp IV Aşırı Duyarlılık (Geç Tıp, Hücresel) olarak adlandırılır. TİP I Aşırı Duyarlılık, IgE aracılı olup dakikalar içinde reaksiyon gösterirken, Tıp IV T hücreleri tarafı aracılığıyla gerçekleşir ve reaksiyon başlangıcı 48, 72 saat sonra ortaya çıkar (Knol & Gilles, 2022).

Şekil 1 Besin Kaynaklı Reaksiyonların Sınıflandırılması



Kaynak: Gokmen Ozel, 2020

IgE aracılı alerjenler; Vücut alerjik besine maruz kalmasıyla birlikte antijen sunan (dentritik hücre, makrofaj vb.) alerjeni yakalayıp yardımcı T hücrelerine sunar ve bu Th2 hücreleri IL-4 ve IL-13 gibi sitokinler salgılanır, bu sitokinlerin etkisiyle B hücreleri ve IgE antikorunu üretmeye başlar ardından bu antikorlar mast ve bazofil hücrelerine bağlanır. Alerjene ikinci defa maruz kalınmasıyla birlikte alerjen mast ve bazofil hücrelerine çapraz bağlanarak birden fazla IgE'yi harekete geçirir. Bu da mast hücrelerinin alarm vermesine neden olur. Hücreler bu alarmla birlikte “histamin” adı verilen ve alerjik belirtilere sebep olan inflamatuvar medyatörler salgılar. Bu süreçte üretilen IL-4 sitokini bağışıklık hücrelerini uyararak yeni IgE antikorlarını yapılmasına neden olur ve bu nedenle alerjik reaksiyonlar devam eder (Kanagaratham et al., 2020).

Non- IgE aracılı alerjenlerde ise süreç alerjik besinlerin bağırsak mukozası ile temas etmesiyle besindeki proteini tanıyan antijen sunan hücreler bu proteinleri T hücresi lenfositlerine sunar. Antijen sunan hücreler tarafından uyarılan T hücreleri IL-4, IFN- γ , TNF- α gibi pro inflamatuvar sitokinler salgılar. Salgılanan bu sitokinler kolon duvarında inflamasyona neden olarak epitel bariyerinde artan geçirgenliğe sebebiyet verir böylece daha fazla inflamatuvar

(eozinofiller ve nötrofiller) hücre dokuda toplanır ve doku hasarına, semptomlara yol açar. Ancak Non-IgE aracılı alerjenlerin tam mekanizması hala araştırılmaktadır (Pundit et al., 2024).

Sık Alerjen Besinler

Dünya üzerinde yaklaşık 170 civarında besin alerjisine neden olabilecek besin tanımlansa da (Tercanlı & Atasever, 2021), alerjiye en çok neden olan besinler inek sütü, yumurta, yer fıstığı, kabuklu deniz ürünleri, buğday ve soya olarak tanımlanmıştır (Altıntaş & Yardımcı, 2023). Bu besinler dünya genelinde alerjik reaksiyonların yaklaşık %90'ından sorumludur (Çakır & Dokumacıoğlu, 2021).

İnek Sütü; inek sütünde alerjiye neden olabilecek yirmiden fazla protein bulunur. İnek sütü proteinlerinin %80'ini oluşturan α 1, α 2-, β - ve kappa kazeine, α -laktalbumin ve β -laktoglobulin whey proteinleri inek sütü alerjisinde duyarlılık gösteren proteinlerdir ancak B-laktoglobulin bunların içerisinde alerjik reaksiyonlarda en etkin olanıdır (Tercanlı & Atasever, 2021). Genellikle yaşamın ilk yılında inek sütü veya inek sütü bazlı mamalara geçişle ishal, kusma veya dışkıda kan gibi bulgularla birlikte ortaya çıkar ve okul çağında düzelme gösterir (Ersoy & Yardımcı, 2023).

Süt alerjisi tanısı almış bireyin kazein ve whey proteini içeren besinlerden uzak kalması gerekmektedir. Avrupa Pediatrik Gastroenteroloji, Hepatoloji ve Beslenme Derneği Beslenme Komitesi ise 12 aydan küçük bebeklerde tüketimini önermemekle birlikte tüketilecekse tamamlayıcı besinlere az miktarda ilave edilmesi gerektiğini savunmaktadır. İngiltere de yapılan bir çalışmada 3. Ayda inek sütüne başlamanın 6. Ayda başlamaya kıyasla inek sütü alerjisi gelişimini azaltmada anlamlı bir farklılığa neden olmadığını göstermiştir (Çakır & Dokumacıoğlu, 2021)

Tablo 1 Süt Proteininden Sınırlı Alerji Diyetinde Yasak Besinler

BESİNLER	YASAKLAR
Süt ve süt ürünleri	Tüm hayvan sütleri Tüm peynirler ve yoğurtlar Tereyağ Sütten yapılmış margarinerler Krema
Et ve et ürünleri	Tereyağ veya margarin ile yapılmış tüm et yemekleri
Ekmek ve benzeri ürünler	Süt eklenen ekmekler Peksimet
Sebzeler	Süt veya süt içeren besinlerle hazırlanmış tüm sebze yemekleri
Çorbalar	Kremalı Çorbalar Süt veya kazein ilaveli hazır çorbalar İçerisinde süt veya süt içeren besin bulunan çorbalar
Kahvaltılık Turler	Süt içerikli kahvaltılık gevrekler
Tatlı Çeşitleri	Pastalar Kekler ve Kurabiyeler Sütlü Tatlılar (puding, muhallebi vb) Dondurma Çikolata ve çikolatalı tatlılar Büyük hazır biskitviler
İçecekler	Süt eklenen tüm içecekler
Salata ve soslar	Süt kullanılan soslar Mayonez Beşamel soslar Hazır et suyu karışımları Süt ve süt içeren besinlerle yapılan salatalar

Kaynak: Çakır & Dokumacıoğlu, 2021

Yumurta; inek sütü alerjisinden sonra en yaygın görülen besin alerjisidir. Yumurta akında yer alan ovoalbumin, ovomukoid, ovotransferrin alerjiye neden olabilecek temel proteinlerken, sarısı daha az olsa dahi alerjik reaksiyon gösterebilir (Saygi, 2022). Bebeklik ve çocukluk dönemlerinde sıkça görülürken yetişkinlik döneminde tamamen etkisini yitirebilir. Yapılan bir çalışmada yumurta alerjisi tanısı almış çocukların %44'ü okul çağında diyetlerine dahil edebiliyorken; %56'sı alerji ile hayatlarına devam ettiği bildirilmiştir (ERSOY & YARDIMCI, 2023). Anafilaksi olgusu kesin olarak görülmesede eritem, ürtiker, ekzematöz döküntü, karın ağrısı, ishal, kusma ve ağrı gibi şikayetler görülebilir (Altıntaş & Yardımcı, 2023).

Tamamlayıcı beslenmede yumurtanın rolü ise, sarısının daha az alerjik reaksiyon göstermesi sebebiyle diyetle eklenmeli ancak yumurta akı diyetle adım adım artırılmalıdır. Ancak ülkemizde yumurta akı alerjisinin prevalansı göz önüne alındığında genel önerilerden farklı olarak 4-6 aylıkken tamamlayıcı beslenmeye haftada 2 kez iyi pişmiş, küçük tam bir yumurtanın yarısı eklenebilir. Yumurtaya erken başlanmasının (<6 ay) alerji riski üzerindeki etkisi incelendiğinde yumurtanın beslenmeye eklenmesinin yumurta alerjisini %40 azalttığı saptanmıştır. Aynı şekilde Japonya’da gerçekleştirilen bir çalışmada 4-5 aylık atopik dermatitli infantlarda 50 mg/gün ile başlanan yumurta tozu 9-12 aylarda 250 mg/gün’e çıkarılmış ve çalışmanın sonucunda yumurta alerjisi prevalansının %68 azaldığı bildirilmiştir (Ersoy & Yardımcı, 2023).

Tablo 2 Yumurta Proteininden Sınırlı Alerji Diyetinde Yasak Besinler

BESİNLER	YASAKLAR
Yumurta Çeşitleri	Hepsi -
Et ve et ürünleri	İçlenmiş et ürünleri (sucuk, köfte, sosis) Yumurta kullanılarak yapılan tüm etler
Ekmekek ve benzeri ürünler	Yumurtalı Ekmekek Yumurtalı Erişte ve Makarna Yumurta içeren tüm hamur işleri ve börekler Yumurta sürülen pideler
Çorbalar	Yumurta İçeren Çorbalar
Kahvaltılık Türler	Pankek Krep
Tatlı Çeşitleri	Kekler ve Kurabiyeler Muhallebi ve Dondurma Kremalı Dolgular Marshmallow Pudingler ve sufleter Şerbetter Türk Lokumu Gofretler
	İçine Yumurta Girmiş Tüm Tatlı Çeşitleri
Soslar	Mayonez Yumurta içeren soslar (Bearnaise sosu, hollandaise sosu vb)

Kaynak: Çakır & Dokumacıoğlu, 2021

Kuruyemişler; ise ölümcül anafilaksilere nadiren neden olsa da IgE aracılı reaksiyonların en yüksek üreticileri arasındadır (Parlak et al.,

2023). İçinde yer alan vicilin (B-lathyrin), albümin gibi çeşitli tohum depolama proteinlerince zengin olup; bu profilinler alerjen olarak görev yapar. Oral ve faringeal kaşıntı, kutanöz eritem, ürtiker, anjiyoödem, göğüste sıkışma, bulantı kusma ve kolik karın ağrısı erken; hipotansiyon ve disritmer ise ileri seviye semptomlarından (Çakır & Dokumacıoğlu, 2021). Ayrıca kuruyemiş grubunda çarpaz bulaşma olasılığı yüksek olduğundan tüm yağlı tohumların diyetten çıkarılması gerekir (Santos et al., 2025).

Yer Fıstığı; yağlı tohumlardan olup en belirgin alerjik reaksiyon gösteren sekiz besinden biridir ve yaşamın ilk 18 ayında ortaya çıkıp hayat boyu devam edebilir. En güçlü etkisi olan alerjenlerden biridir solunum yolu ile dahi reaksiyon gösterebilir. Deri, gastrointestinal sistem, solunum yolu üzerinde semptom gösterebilir. Akut ürtiker, abdominal ağrı, kusma, öksürük ve hırıltılı solunum bunlara örnektir (Çakır & Dokumacıoğlu, 2021). Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) fıstık ile 6 aydan önce tanışmanın alerji riski üzerine olumlu etkilerinin olduğuna dair kanıtların eksik olması ve ülkemizde fıstık alerji prevalansının düşük olması ile tüketim alışkanlığı açısından az olması nedeniyle 1 yaştan önce tüketilmemesi önerilmektedir (Ersoy & Yardımcı, 2023).

Yapılan LEAP çalışmasında yüksek risk grubu bebeklerde erken yaşta yer fıstığı tüketiminin 60 aya kadar yer fıstığı alerjisinin gelişimini önleyip önlemediği değerlendirilmiş ve yer fıstığı alerjisi olmayan bebeklerde yer fıstığı alerjisi prevalansı tüketen grupta %1,9, kaçınan grupta %13,7 olarak saptanmış böylelikle alerjiye duyarlı bebeklerde erken yer fıstığı tüketiminin faydalı olduğu görülmüştür (Du Toit et al., 2015).

Tablo 3 Kuruyemiş Proteininden Sınırlı Alerji Diyetinde Yasak Besinler

BESİNLER	YASAKLAR
Yağlı Tohumlar	Hepsi
Ekmek ve benzeri ürünler	İçerisinde Yağlı Tohum Bulunan Ekmekler
Çorbalar	Yağlı Tohum İçeren Çorbalar
Kahvaltılık Turler	Fındık ve Fıstık Ezmeleri
	Yağlı Tohum İçeren Kahvaltılar
	Ballı Ceviz
	Fındık Püresi
Tatlı Çeşitleri	Fıstık veya fındık ezmesi kurabiyeler
	Yağlı Tohum İçeren Tahıl Barları
	Müslü İçeren Yoğurtlar
	Yağlı Tohum İçeren Bisküvi, pasta ve çikolata çeşitleri
Soslar	Pesto sosu
	Safay sosu
	Hint turşusu
	Fındık veya yer fıstığı içeren soslar
Yağ	Fıstık Yağı
	Fındık Yağı
	Hindistancevizi Yağı
	Ceviz Yağı
	Badem Yağı
	Ayçiçeği yağı

Kaynak: Çakır & Dokumacıoğlu, 2021

Soya; baklagillerden olup protein açısından zengindir ve B-konglisin ve glisin gibi ısıya dayanıklı proteinleri alerjenik etki gösterir. Yer fıstığı alerjisine göre iyileştirilebilir bir alerji türüdür ve genellikle bebeklere soya bazlı mamalar ve tahıllar şeklinde sunulabilir. Özellikle vejeteryan beslenme kısıtlamalarının uyan aileler veya edinilmiş laktoz intoleransına sahip çocuklar ve süt alerjisine sahip bebeklerde kullanılabilir (Saygi, 2022). Kurdeşen, kaşıntılı döküntüler ve ciltte dermatitler sık görülen semptomlardır ve nadiren anafilaksi görülebilir. Çeşni olarak süt, yağ, dolgu maddesi ve gıda arttırıcı gibi biçimlerde işlenip kullanılabilir bu nedenle ekmekler, kurabiyeler, konserve çorbalar, işlenmiş etler ve atıştırmalık yiyeceklerin çoğunda bulunduğu için bu alerjiye sahip bireylerin etiket okumaları elzemdir (Çakır & Dokumacıoğlu, 2021).

Balık; içerdiği EPA, DHA gibi sağlıklı yağlar ve diğer makro ve mikro besin öğeleri ile sağlıklı beslenme stiline olmazsa olmazdır ancak balık ve deniz ürünlerinin içerisinde yer alan parvalbumin, jelatin, hemosiyanin, amilaz ve tropomyosin gibi proteinler alerjenik etki gösterebilir. Özellikle parvalbumin en ciddi alerjeniteye sahip olduğu bilinmektedir ve sazan balığı diğer balıklara kıyasla 100 kat daha yüksek parvalbumin içerir (Dijkema et al., 2022).

Balık alerjisi hayatın erken döneminde ortaya çıkıp yaşam boyu devam edebilir ve semptomları genellikle gastrointestinal sistem üzerinedir. Ancak kabuklu deniz ürünleri daha çok boğaz, dudak kaşıntısı, kızarma ve anjiyoödem gibi semptomlar gösterebilir (Çakır & Dokumacıoğlu, 2021). Balık potansiyel bir alerjen besin olmasına rağmen, ESPGHAN tarafından alerji riskini artırmadığı gösterildiği için tamamlayıcı beslenmede balık tüketiminden kaçınmak önerilmemektedir. Ancak çocuklarda balık tüketiminde, yüksek civa içeriği nedeniyle balık türü ve pişirme yöntemine dikkat edilmelidir. Bu nedenle kılıç balığı, ton balığı, turna balığı ve levrek gibi civa içeriği yüksek balıklar yerine, 6. aydan itibaren haşlama veya fırınlama yöntemiyle hazırlanmış, civa içeriği düşük balıkların tercih edilmesi önerilmektedir (Çakır & Dokumacıoğlu, 2021).

Tablo 4 ; Soyadan Sınırlı Alerji Diyetinde Yasak Besinler

BESİNLER	YASAKLAR
Süt ve Süt ürünleri	Soya sütü
	Soyadan yapılmış peynirler ve yoğurtlar
Et ve et ürünleri	Soya fasulyesi
	Sosis
	Soya sosu ile hazırlanmış et yemekleri
	Burger köftesi
	Konserve Ton Balığı
	Tofu
Ekmekek ve benzeri ürünler	Soya Unu ile Yapılmış Ekmekek
	Soya Unu ile Yapılmış Makarna ve Erişteler
Sebzeler	Soya Filizi
	Soya Unu ile Hazırlanmış Sebze Yemekleri
Çorbalar	Soya unu İçeren Hazır Çorbalar
Kahvaltılık Türler	Soya İçeren kahvaltılık Tahıllar
Tatlı Çeşitleri	Pastalar
	Kekler ve Kurabiyeler
	Çikolatalar
	Atıştırmalık Barlar
	Krakerler
	Soya Unu İçeren Bisküviler
Salatalar ve Soslar	Soya Sosu
	Soya Sosu ile Hazırlanmış Salatalar
	Worcestershire sosu
	Teriyaki Sosu
İçecekler	Soya bazlı içecekler

Kaynak: Çakır & Dokumacıoğlu, 2021

Tablo 5 ; Balık Ve Deniz Ürünlerinden Sınırlı Alerji Diyetinde Yasak Besinler

BESİNLER	YASAKLAR
Et ve et ürünleri	Tüm balık ve deniz ürünleri ve bunlarla yapılan yemekler
Çorbalar	Balık ve deniz ürünleri içeren çorbalar
Kahvaltılık Türler	Balık veya deniz ürünleri içeren kahvaltılık ürünler
Salatalar ve Soslar	Balık suyu
	Sezar Salata Sosu
	Deniz ürünleri içeren tüm soslar
	Worcestershire Sosu

Kaynak: Çakır & Dokumacıoğlu, 2021

Tahıl; içerdđđi proteinlerden biri olan gluten IgE aracılı tahıl bazlı gıda alerjik reaksiyonunun başlıca sebebi olabilir. Belirtileri alerjenin dozajına bağlıdır genellikle ürtiker, anjiyoödem, bronşiyal

tıkanma ve mide bulantısı ilerleyen dozlarda ise anafilaksiye neden olabilir (Srisuwatchari et al., 123 C.E.).

Gluten bebeğin beslenmesinde 4-12 ay arasında herhangi bir zamanda dahil edilebilir ancak büyük miktarlarda değil örneğimm ülkemizdeki beslenme alışkanlıklarına bakacak olursak ekmeğin içi veya beyaz un ile küçük miktarlarda başlanabilir (Çakır & Dokumacıoğlu, 2021). Ancak içerdiği fitat sebebiyle demir emilimini zorlaştırmasını göz önünde bulundurarak arpa yulaf çavdardan uzak durup, sindirimi kolay olan ve hipoalerjenik olan pirinç tamamlayıcı beslenmede güzel bir tahıl başlangıcı olabilir. Soya alerjisinde olduğu gibi gluten, ekmekten biraya, salata sosundan şarküteri etlerine kadar bir çok üründe yapışmama ve doku verme sebebiyle kullanılacağından etiket okumak önemlidir (Çakır & Dokumacıoğlu, 2021).

Tablo 6 ; Tahıldan Sınırlı Alerji Diyetinde Yasak Besinler













BESİNLER	YASAKLAR
Süt ve Süt ürünleri	Buğday içeren soya sütleri Unlu katkı maddeleri içeren yoğurtlar İçinde buğday nişastası veya buğday bulunan bazı peynir çeşitleri Malt sütleri
Et ve et ürünleri	Sosis ve konserve ton balığı Buğday nişastası içeren sos ve katkı maddeleri ile hazırlanmış et yemekleri Un veya buğdaydan yapılmış yemekler Panellenmiş et yemekleri ve balıklar Eti ekmekler
Ekmeğin ve benzeri ürünler	Ekmeğin (çavdar dahil) Gluten içeren yiyecekler Birçok un çeşidi (özellikle yüksek gluten veya proteinli unlar) Buğday, çavdar, arpa, yulaf ve mısır nişastası Undan dolayı birçok fırın ürünleri Konserve veya paketlenmiş çorbalar Makarna, erişte, bulgur ve kuskus
Sebzeler	Kıvam verici soslarla hazırlanmış sebze yemekleri (beşamel sos) Ekmekli sebze yemekleri
Çorbalar	Tahılların kullandığı çorbalar
Kalvıtlılık Türleri	Pankek ve buğday içeren kalvıtlılık tahıllar
Tahıl Çeşitleri	Kekler, kurabiyeler, pastalar ve turtalar Dondurma, çikolata ve krakerler
Salata ve soslar	Soya sosu, keçap, mayonez ve hardal İçine buğday içerikli besin giren tüm tahıllar
İçecekler	Tahıl alkolünden yapılmış alkolü içecekler

Kaynak: Çakır & Dokumacıoğlu, 2021

Çapraz Reaksiyon

İmmün sistemde belirli bir antijene verilen tepkinin benzer antijende de aynı reaksiyonları göstermesine çapraz reaksiyon bir başka deyişle çapraz aktivite denir (Tercanlı & Atasever, 2021). Yani alerjen bir maddeye karşı hassasiyeti olan bireyin, yapısal olarak benzer özelliğe sahip başka maddelere karşı da aynı alerjenik tepkiyi göstermesidir (ÇATAK et al., 2021).

Şekil 2 Bazı Besinlerin Çapraz Reaktivite Gösterdiği Diğer Besinler

					
İnek Sütü Eyağ sütü Koyun sütü Keçi sütü Sığır eti Soya Fasulyesi	Yer Fıstığı Bezelye Acı Bakla Acı Baktia Soya Anap fıstığı Fındık, Ceviz	Kuruyemişi Yer Fıstığı Huş ağaç, poleni Bezelye	Soya Yer fıstığı Anap fıstığı Ceviz Huş ağaç, poleni Bezelye	Buğday Hububatlar	Tavuk Yumurtası Tavuk eti Kuş yumurtaları
					
Lahana Kivi Muz Avakado	Kavun Karpuz Muz Avakado	Şeftali Armut Kiraz Elma Erik	Polen (Huş Ağacı) Elma Şeftali Kavun	Deniz Ürünleri	Balık Deniz Ürünleri Diğer balıklar Kurbuğa

Kaynak: Tercanlı & Atasever, 2021)

Oral Tolerans

Besin tüketiminden sonra içerdiği protein bağışıklık yanıtına sebep olmadan metabolize edildiği fizyolojik süreç oral tolerans olarak tanımlanır ve kritik bir süreç olan yaşamın erken dönemlerinde gastrointestinal bariyeri, hümmoral faktörleri ve yabancı antijenlere karşı bağışıklık tepkisi ile sonuçlanan çeşitli mekanizmaları içerebilir. Bu nedenle proteinlere “kritik erken pencere” döneminde maruz kalmak toleransı artırabilir (Rezende & Weiner, 2022).

Mekanizması ise 4-6 ay arasında tamamlayıcı beslenme sürecinde alerjen proteinlerine maruz kalınmasıyla başlar. Bu süreçte alerjenik etki gösteren proteinler sindirilerek antijen sunan hücrelere (dentritik hücreler vb.) taşınır. Bağırsağın yüzeyindeki bağışıklık hücreleri IgA

ve düzenleyici T hücrelerinin farklılaşmasına neden olur ve T hücreleri inflamatuvar yanıtlarını baskılayarak pro-inflamatuvar hücreler olan eozinofiller, bazofillerin aktivasyonunu engeller bu sayede bağışıklığın besin proteinlerine karşı tolerans geliştirmesini sağlar (Ersoy & Yardımcı, 2023).

Isıl İşlem

Isıl işlem uygulaması, besinlerin peptit bağlarının hidrolize olmasına, difülfit bağların yeniden yapılanmasına, denatürasyona ve başka bileşenler (yağ, karbonhidrat vb.) ile mailard gibi reaksiyonlara girmesine neden olur bu da alerjenin antikor tarafından tanınma bölgeleri olan konformasyonel epipoplari bozarak veya diğer gıdalarla birleşerek alerjenitesini azaltabilir. Tabii bu sıcaklığın derecesine, süresine ve antijen proteinin yapısına göre değişiklik gösterebilir ama genel olarak bireyler gıdaların çiğ haline duyarlıyken; pişmiş, mayalanmış formlarını tolere edebilirler (Çatak et al., 2021; Gokmen Ozel, 2020; Yazici & Ozkaya, 2020).

Klinik Belirtiler

Tablo 7 ; Alerjik Semptomlar

Alerjik Belirtiler	Bilimsel Kanıt
	ÖÖK
	Yeni Kanıtlanmış Belirtiler ve/veya Belirtiler
	Yeni Alerjen Kaynakları
	Böğaz ve Diş İritasyonu
	Tüm Sistemik Alerjik Reaksiyonlar ve Lokal Reaksiyonlar
	Kan Belirtilerinden İstisna Olunur
Yeni Alerjik Belirtiler ve/veya Belirtiler	Tüm Sistemik Alerjik Reaksiyonlar (Hem de Lokal)
	Belirtiler Belirtiler Belirtiler Belirtiler Belirtiler
Sistemik Belirtiler	Alerjik Şok
	Alerjik Ödem
	Alerjik Ödemli
	Ürtiker (Kızamık)
Cilt Belirtiler	Kontakt Dermatit
	Alerjik Dermatit
	Alerjik Kontakt Dermatit
	Alerjik Kontakt Dermatit
Sistemik Belirtiler	Alerjik Kontakt Dermatit
	Alerjik Şok
	Alerjik Şok (Sistemik)
	Çocuklarda Belirtiler ve Belirtiler Belirtiler İstisna Olunur
Genel Belirtiler	Baş Ağrısı
	Hiperemik
Alerjik Belirtiler ve Belirtiler	

Kaynak: Gokmen Ozel, 2020

Genellikle klinik belirtileri ciltte görülse de çeşitli varyasyonlar gösterebilir (Knol & Gilles, 2022). Ciltte ürtiker, anjiyoödem, atopik dermatit alevlenmesi, kontakt dermatit; solunum yollarında alerjenik rinit, alerjenik konjonktivite, alerjik bronşit; Sindirim sisteminde alerjenik özafajit, alerjenik eosinofilik gastrik, kusma, ishal gibi semptomlar görülebilir (Gokmen Ozel, 2020; Yazici & Ozkaya, 2020). En ciddi semptom olan anafilaksi ise solunumu bozup kan basıncında ani düşüğe neden olarak sistemik semptomların oluşturduğu hayatı tehdit edici boyuttaki sağlık problemleridir. Genellikle alerjenin tüketilmesinden sonra 2 saat içerisinde ortaya çıkar ancak besin alerjilerinde bu durum birkaç dakika ve daha ciddi şekilde olabilir. Ölümcül olabilir bu nedenle derhal adrenalin (epinefrin) kullanımı gereklidir (Saygi, 2022; Tercanlı & Atasever, 2021).

Tanı Yöntemleri

Besin alerjilerinin tanısını koyarken, öncelikle anamnez ve klinik muayene ardından deri testleri ve kan testleri en son ise uyarı testleri bireye uygulanır (Gokmen Ozel, 2020). Öykü ve fiziki muayene yapılırken özellikle çocuklardan ayrıntılı ve eksiksiz öykü alınmalıdır. Seçilecek labaratuvar testlerinin yanında yüklenme testi ve uygulanacak tedavi buna göre seçilmelidir. Alerjisi olduğu düşünülen besinin alımından sonra semptomların ortaya çıkmasına kadar geçen süre, ortaya çıkan bulgular, farklı zamanlarda benzer besin alımında benzer reaksiyonlar görülmesi ve egzersiz varlığı sorgulanmalıdır (Yazici & Ozkaya, 2020).

Deri testlerinden Skin Prick Testi; ucuz ve spesifik besin alerjisi tanısı koyulmasındaki başarısından en sık kullanılan alerji testidir. Ön kolun iç yüzüne ince iğne ucu ile derinin üst kısmına delik açılır ve spesifik alerjen ekstresi bir damla damlatılır ardından yaklaşık 15-20 dk pozitif ve negatif kontrollerle kıyaslanarak ciltte oluşan

kızarıklık ve kabarıklık seviyeleri ölçülür (Gokmen Ozel, 2020). *Intradermal Test* ise önkolun iç kısmında yer alan deri temizlendikten sonra ince bir iğne ile alerjen küçük hacimde deri içine enjeksiyon edilir. Skin Prick testinde olduğu gibi 15-20 dakika içinde ortaya çıkan bulgular değerlendirilir ancak aşama aşama uygulanmalıdır yüksek dozda alerjen alınması ciddi reaksiyon risli yaratabilir (Sipahi Cimen & Ozemir, 2020). *Kan testlerinde* ise eozinofil ve eozinofil katyonik protein olan alerjik enflamasyon parametrelerine ve total IgE, alerjik spesifik IgE olan alerjik duyarlılık parametrelerine bakılır. Ancak klinik olarak alerjinin tanınması doğruluğunu sağlar hangi alerjene karşı olduğu belirlenemediği için tek başına tanı koymada yeterli olmaz (Kanuru & Sapa, 2023). Uyarı testlerinden Nazal Provokasyon testinde buruna alerjen uygulanıp burun mukozasının reaksiyon verip vermediği sorgulanır. Test öncesi ve sonrası burun şikayetleri değerlendirilir ve burundan geçen hava akımı ölçülür (Krzych-Fałta et al., 2021). Oral provokasyon testinde ise hastaya içerisinde alerjen olan ve olmayan (plasebo) gıdalar sırasıyla ve rastgele verilerek semptomlar değerlendirilir (Landaas et al., 2024). Yapılan bir çalışmada 1 ila 17 yaş arasın gluten ve süt proteini ile gecikmiş semptomlar bildiren 73 çocuk oral provokasyon testine tabii tutulmuş ve yalnızca %25'inde pozitif provokasyon tanımlanmıştır. Pozitif olmayan çocukların %80'i diyetlerine besinleri güvenle ekleyebilirken, geriye kalan çocuklarda nocebo etkisi gözlemlenmiştir (Landaas et al., 2024). Yama testlerinde şüphelenilen gıda alerjenleri veya içerikleri özel yama bantlarına yerleştirilerek sırt veya kol üstüne yapıştırılır. Bantlar çıkarıldıktan sonra ciltteki kızarıklık, kabarıklık ve kaşıntı gibi reaksiyonlar birkaç saat veya 72 saat içerisinde değerlendirilir (Yazici & Ozkaya, 2020).

Tedavi ve Beslenme Yöntemleri

Beslenme tedavisinde hastalığın şiddetine göre eliminasyon diyeti ve elemental diyet olarak 2 farklı yöntem kullanılır. Eliminasyon

diyeti ise alerji testine yönelik ve empirik olarak 2'ye ayrılır (Gokmen Ozel, 2020).

Alerji testine yönelik eliminasyon diyeti; atopik bireylerde, alerjiye neden olan besinler tespit edildikten sonra bu besinlerin diyetten 1 hafta ve daha fazla süreyle diyetten çıkarılması eliminasyonu diyeti olarak adlandırılır. Bir arınma dönemi olarak kabul edilir ve dönem boyunca semptomların azalması beklenir (Hwang et al., 2022). Ancak bu diyetle çıkarılan besin yerine en uygun diğer besini koymak; çocuğun büyüme ve gelişmesini etkilememek; anemi, hipoproteinemik, vitamin ve mineral eksikliğine yol açmamak; anafilaksiye yol açan besinleri sürekli olarak diyetten çıkarmak dikkat edilmesi gereken noktalardandır (Gokmen Ozel, 2020).

Empirik Diyet; alerjenin hangi besine karşı olduğunun tespit edilemediği durumlarda uygulanır ve ilk etapta alerji yapma olasılığı yüksek besinler diyetten çıkarılır, alerjik semptomlar devam ediyorsa ikinci aşamaya geçilir (Hwang et al., 2022). Genellikle 6-12 hafta uygulanan diyet 6 FED-4 FED-2 FED veya tam tersi olan 2 FED-4 FED-6 FED kuralı ile uygulanır. Yani diyetten önce inek sütü, buğday, soya, yer fıstığı, deniz ürünleri ve yumurta çıkarılır ardından soya ve deniz ürünleri diyetle eklenerek inek sütü, buğday, yumurta ve yer fıstığı elementine devam edilir en son aşamada ise inek sütü ve gluten içeren tahıllar çıkarılarak diyet uygulaması bitirilir. Bu 6-4-2 kuralıdır tam tersini uygulamak ise 2-4-6 kuralı olarak uygulanır (Gokmen Ozel, 2020).

Ancak inek sütü alerjisi ve çoklu besin alerjisi olan bireyler süt ve süt ürünlerinden kaçınmak zorunda kaldıklarından D vitamini ve Ca açısından yeterli alım sağlayamayabilirler ve bu da beslenme kaynaklı raşitizmeye sebep olabilir. D vitamini ayrıca Ca bağırsaklardan emilimini arttırdığından kaynaklı Ca serum seviyelerinin korunmasında önemli rol oynar bu nedenle emzirme

döneminde anneye günlük 1000 mg Ca ve 400 IU D vitamini desteğininin yapılması önerilmektedir (Che et al., 2022; Yazici & Ozkaya, 2020).

Elemental Diyet; kısmen ve yaygın hidrolize formüller, inek sütü proteinlerinin parçalanmasıyla elde edilir; kısmen hidrolize formüllerde protein parçacıkları 3–10 kDa iken, yaygın hidrolize formüllerde 3 kDa'nın altındadır. Çok sayıda çalışmada bu formüller hipoalerjenik kabul edilmiş, alerji gelişme riski olan bebeklerde temel beslenme stratejisi olarak önerilmiştir; kullanım oranları ülkeler arasında farklılık göstererek İspanya ve İtalya'da çok düşük, Portekiz'de %47, dünya genelinde ise yaklaşık %7'dir. Bu formüllerdeki peptitler tam proteinlere göre daha düşük alerjenik etki gösterir, duyarlanma riskini azaltarak bağışıklık toleransını artırabilir. Amerikan Pediatri Akademisi, anne sütü alamayan yüksek riskli bebeklerde bu formüllerin kullanılmasını önerirken, Avrupa Alerji ve Klinik İmmünoloji Akademisi de özellikle ilk 4 ayda anne sütü yetersizse hipoalerjenik formülleri güçlü kanıt düzeyi (Seviye I, derece A–B) ile önermektedir (Dias et al., 2022). Tam/yaygın ve kısmi hidrozilat mamalar ile amino asit bazlı mamaların protein kaynağı olarak amino asitler, karbonhidrat kaynağı olarak glikoz polimerleri ve disakaritler, yağ kaynağı olarak orta zincirli yağ asitleri ve mineral, vitamin ve eser elementleri içerir (Gokmen Ozel, 2020). Kısmi hidrolize formüller inek sütü proteinlerinin 3 ila 10 kDa arasına kadar hidrolize edilmesiyle oluşur ve en başta inek sütü proteini intoleransı olan bebekler için geliştirilmiştir. Ancak Amerikan Pediatri Akademisi, inek sütü alerjisi tedavisinde veya eliminasyon diyetlerinde kullanımını önermemektedir çünkü kısmi olarak hidrolize edilmiş olması reaksiyon riskini artırır bu nedenle anne sütü alamayan bebeklerde alerjik hastalığa yatkınlık söz konusu ise kullanılabilir (Dias et al., 2022; Gokmen Ozel, 2020). Yaygın hidrolize formüller ise inek sütündeki kazein ve whey ile soya proteinlerinden elde ediliyor olup inek sütü proteinlerine alerjisi olan

vakalarda &90-97 oranında tolere edilebilmektedir. Yaklaşık 1,5 veya 3 kDa'dan daha küçük oligopeptidleri içerir içerdiği MCT sayesinde eşlik eden yağ malarbsorbsiyonu içinde yararlıdır (Gokmen Ozel, 2020). Ciddi inek sütü alerjilerinde, çoklu besin alerjilerinde anne sütü alan bebeklerde alerjik semptomlar geliştiğinde, ciddi egzama varlığında, eozinifik özefajit, enteropatiler, enterokolit varlığında ve yaygın hidrolize formüllerde reaksiyon yaşayanlarda altın standart olarak kullanılan mama Aminoasit bazlı formüllerdir. İçerisinde sadece aminoasit bulunur ve peptir içermez. Fiyatları diğerlerine kıyasla daha pahalı olsa da inek sütü proteini alerjisinde birinci seçenek olarak kullanılır (Gokmen Ozel, 2020). Besin alerjilerinde kullanılan soya bazlı mamalar inek sütü proteini alerjisinde çapraz reaksiyon riski, sınırlı etkinlik ve güvelik endişeleri, yaş ve rehber önerilerine uyum gibi nedenlerle öncelikli formül olarak önerilmemektedir. Ayrıca içerdiği fitik asit ve fitatlar nedeniyle Zn, Cu, Fe gibi mineral emilimlerini bozabilirken östrojen içerikleri nedeniyle de endokrin sistemi bozabilirler (Guler et al., 2020). Besin alerjilerinde inek sütüne alternatif olarak kullanılan bitkisel kaynaklardan elde edilen süt benzeri sıvı içecekler besin değeri, tat ve fizikokimyasal özellikleri optimize edilerek süt benzeri özellikler kazandırılmış bitkisel sütler olarak adlandırılırlar. Ancak ESPGHAN bitkisel bazlı sütlerin bebeklerdeki gereksinimini karşılamak için yetersiz olduğunu bildirmiş ve kullanılmasını önermemiştir. Özellikle pirinç bazlı bitkisel sütler ve mamalar çocuklarda arsenik içeriği ile toksisite kaynaklı inek sütüne alternatif süt olarak düşünülmemelidir (Gokmen Ozel, 2020; Guler et al., 2020; Yazıcı et al., 2023). Son zamanlarda inek sütü alerjilerinde protein kaynağı olarak öne çıkan keçi sütü çalışmalarda daha düşük alerji riski gösterse de içerdiği proteinlerle inek sütü proteinleri arasında %88-92 arasında aminoasit benzerliğine rastlanılmıştır. Bu da inek sütü ile çapraz reaksiyon gösterme olasılığının yüksek olduğunu gösterir. Ayrıca keçi sütü başlı başına alerji kaynağı olabilir ve IgE aracılı alerjilerde

ciddi reaksiyonlara sebebiyet verebilir. Non-IgE aracılı alerjilerde daha fazla tolerans gösteriyor olsa da özellikle çapraz reaksiyon riski nedeniyle bebeklerde ve çocuklarda alternatif protein kaynağı olarak önerilmemektedir (Benjamin-van Aalst et al., 2024).

İlaç Tedavisi; omalizumab ve antihistaminler besin alerjilerinde kullanılan ilaçlardır. Omelizumab IgE'ye özgü monoklonal antikordur ve IgE aracılı bağışıklık tepkilerini engelleyerek alerjik reaksiyonları azaltırken Antihistaminikler IgE aracılı alerjiklerin semptomlarını hafifletici etkisi bulur ve genellikle deri reaksiyonlarında tercih edilir. Ancak EAACI kılavuzlarında reaksiyon yönetimi için önerilirken anafilaksi için birincil tedavi seçeneği değildir (Santos et al., 2025; Wood et al., 2024).

Acil durum yönetimi için ise birincil tedavi olarak kesinlikle adrenalin (epinefrin) kullanımı önerilmektedir. Yetişkinlerde standart doz 0,3-0,5 mg iken çocuklarda yaşa ve kiloya göre 0,01 mg/kg olarak intramüsküler kas içine uygulanır. Solunum sıkıntısı, hipotansiyon, yaygın döküntü, yüzde şişme ve bilinç bozukluğu gibi anafilaksi belirtileri gösteren hastalara derhal uygulanmalı ve hastalar sonrasında mutlaka acil servise yönlendirilmelidir (Santos et al., 2025).

İmmünoterapi ve Yeni Yaklaşımlar

Oral İmmünoterapi; hastaya şüphelenilen gıda alerjenlerinin çok düşük dozlarla başlayarak tkettirilmesi ve kademeli olarak arttırılarak tolerans geliştirmesinin hedeflenmesidir. Yapılan çalışmalarda genellikle yumurta ve fıstık alerjilerinde klinik çalışmalar oral immünoterapinin etkin ve güvenilir olduğunu göstermiştir ancak bu sırada orta şiddetli semptomlar gelişebilir ve mutlaka tıbbi takip gerekli olup omalizumab gibi biyolojik ajanlarla kombine kullanımının çalışmalarca daha güvenli olduğu bildirilmiştir (Berger et al., 2025).

Sublingual İmmünoterapi; oral immünoterapi gibi ancak besinlerin tablet veya damla şeklinde dil altı mukozası yoluyla alınması ve toleransın artırılmasıdır. Yapılan çalışmalarda özellikle fıstık alerjilerinde 1-4 yaş grubu çocuklarda güvenli bulunmuş hatta oral immünoterapiye nazaran daha az ciddi yan etki riski taşıdığından evde uygulanabilen bir tedavi şeklidir (Hwang et al., 2022).

Epikütan İmmünoterapi; alerjeninm deri aracılığıyla enjeksiyon veya yama ile verilerek bağışıklık sisteminin toleransının artırılmasıdır. Ciddi sistemik reaksiyon riski oral immünoterapiye kıyasla çok düşüktür sadece deri reaksiyonları gözlenebilir. Özellikle fıstık alerjisinde güvenli ve etkili olduğu bulunmuştur ancak optimal doz süre ve hasta seçimi konusunda araştırmalar devam etmektedir (Santos et al., 2025).

Süt Merdiveni; inek sütü alerjisi olan çocuklarda süt ürünlerini kademeli ve kontrollü biçimde yeniden tanıtmayı amaçlar. Önce işlenmiş ve pişmiş ürünlerden başlanarak, aşamalı olarak daha az işlenmiş ve daha az pişmiş süt ürünlerine en sonunda ise pastörize taze süte doğru ilerleyen bir süreç içerir (Brückner et al., 2023).

Öncelikle çocuğun mevcut tolerans seviyesine göre mailard reaksiyonundan faydalanmak için yoğun fırınlama işlemi gerçekleştirilmiş (iki kez pişmiş kurabiye gibi) besinler ile başlanır. Bu seviye alerji riskinin en düşük olduğu adımdır. Ardından 30 dakikalık tek seferde pişirilmiş besinler hastaya tüketirilir. Bu aşamanın alerji riski daha yüksektir ve bir sonraki aşamada fermente gıdalar kullanılır en son ise özel biyokimyasal etki olmayan aşama uygulanır ve alerjenite riski en yüksek seviyededir (Brückner et al., 2023).

Koruyucu Yaklaşımlar

Anne sütü bebeğin bağırsak mikrobiyotası ve bağışıklık sistemine sağladığı yararlar besin alerjilerine karşı koruma sağlayabilir ancak

anne sütünde var olan antijenlerin bebeklerde toleransa neden olup olmadığı hala araştırılmaktadır. Ayrıca annenin alerjenlerden kaçınması önerilmekteyken batı ülkelerinde besin alerjisi insidansı artmış bu nedenle kılavuzlardaki öneriler değişmiştir. Mevcut kanıtlar doğrultusunda tamamlayıcı beslenme alerjik gıdaların 4-6 ay arasında iyi pişmiş ve küçük miktarlarda tanıtılması yönünde güncellemeler yapılmıştır (ERSOY & YARDIMCI, 2023). Ayrıca gebelikte amniyotik sıvı ve kordon kanı aracılığıyla alerjik reaksiyonlara karşı koruyucu bir yol olabileceği düşünülmüştür. Yapılan bir çalışmada gebelikte balık tüketiminin besin alerjisi, egzama ve hırıltılı solunum riskinde azalma ile ilişkilendirilmiş sebebi olarak da antiinflamatuvar etki gösteren n-3 yağ asitleri olduğu bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise beta karoten gibi antioksidan besin öğeleri alımının inek sütü alerji riskini düşürdüğü ancak takviye alımın en bir fayda sağlamadığı; diyetle yeterli alımın daha faydalı olabileceği bildirilmiştir (Altıntaş & Yardımcı, 2023). Bağırsak mikrobiyotası da, gıda alerjenlerine verilen yanıtın düzenlenmesi, mukozal bariyerin güçlendirilmesi ve T hücreleri üzerindeki etkileriyle gıda alerjisinde önemli rol oynar. Özellikle Clostridia kolonizasyonunun IL-22 aracılığıyla bağırsak geçirgenliğini azaltarak alerjik duyarlılığı engellediği, ayrıca tolerans gelişmiş bireylerde artan alerjene özgü T hücreleriyle ilişkili olarak alerjiye karşı koruyucu etki sağlayabileceği gösterilmiştir (Pınarlı Falakacılar & Bilginer Diler, 2024).

Psikososyal ve Günlük Yaşam Etkileri

Hijyen Hipotezi ilk kez 1989 yılında ortaya atılan ve şehirleşme, doğadan uzaklaşma gibi etkenlerle mikroorganizmalarla temasın azalmasıyla alerjik hastalık prevalansının artmasına denir. Antibiyotik ilaçların fazla kullanımı, fazla hijyenik ortamda büyümek, mikroplara olan maruziyetin azalması bağışıklık sisteminin düzgün gelişmemesine yol açarak alerjik duyarlılığa zemin hazırlar ve bu nedenle gelişmiş ülkelerde gelişmekte olan

ülkelere kıyasla gıda alerjilerine duyarlılık daha yüksek görülmekte diye bildirilmiştir (Shakhzodakhon G'offorjon Kizi, 2025). Ayrıca besin alerjisi olan çocuklarda eliminasyon diyetleri ve inflamasyona bağlı olarak büyüme geriliği görülebilir. Özellikle IgE aracılı olmayan alerjilerde gastrointestinal semptomlar ve besin çeşitliliğinin azalmasıyla iştahsızlık, besin reddi, fobik yeme davranışları ve yemek bozuklukları görülebilir bundan kaynaklı besin alımını azalabilir ve büyümeyi olumsuz etkileyebileceğinden, çocuklarda uygun eliminasyon, elenen besinin yerine doğru besin eklenmesi, düzenli büyüme takibi ve gerektiğinde elemental ürün kullanımı uzmanlarca planlanmalıdır (Meyer, 2018). Bunların dışında besin alerjisi olan bireylerde alerjen içermeyen ürünlerde çapraz aktivite riskinin bilinmesi ve besin etiketinin doğru okunması hayati öneme sahiptir. Çünkü gıdalara üretim sırasında soya, gluten veya lesitin gibi alerjenler eklenebilir veya gıdalar bu alerjenlerle aynı ortamda üretilebilir. Bu nedenle etiketlerde mutlaka “içerebilir”, “aynı tesiste işlenmiştir” veya “aynı ekipmanla üretilmiştir” gibi uyarıların yer alması gerekir (Akay & Yılmaz, 2020; Çakır & Dokumacıoğlu, 2021). Egzersiz de besin alerjisi tanısı olan veya riski olan bireylerde çok nadir de olsa anafilaksi görülebilir. Bunun sebebi ise alerjiye neden olan ve mast hücrelerinden salınan mediatörler egzersiz sonucunda kan plazmasında artarak vücutta alerjik semptomlar gösterebilir (Tercanlı & Atasever, 2021).

Sonuç

Besin alerjisi, besinlerde bulunan belirli maddelere karşı immün sistemin anormal yanıt vermesiyle gelişen ve tekrarlayan reaksiyonların tümü olarak tanımlanır. Bu reaksiyonlar, serum albümin, ovalbümin gibi proteinler veya lipid transfer proteinleri gibi maddeler nedeniyle ortaya çıkabilir. Yaklaşık 170 civarında besin alerjisine neden olabileceği bildirilmiş olup, en sık karşılaşılan alerjenler arasında inek sütü, yumurta, yer fıstığı, kabuklu deniz

ürünleri, buğday ve soya yer almaktadır. Besin alerjisinin gelişiminde, genetik faktörler (ailesinde alerjik öykü, ırk ve etnik köken), genom-çevre etkileşimleri (mikrobiyom, D vitamini eksikliği, hava kirliliği) ve çevresel faktörler rol oynar. Ayrıca, alerjik reaksiyonların prevalansı çocuklarda %3,9-8, iken yetişkinlerde %6,6-10 arasında değişir.

Besin alerjisi, Gell ve Coombs sınıflamasına göre 4 tipe ayrılır: Tip I (IgE aracılı, hızlı reaksiyonlar), Tip II (sitotoksik reaksiyonlar), Tip III (immün kompleks aracılı reaksiyonlar) ve Tip IV (geç tip, hücrel reaksiyonlar). IgE aracılı reaksiyonlar, antijen sunumu sonrası serüveninde, alerjenin vücuda girdikten sonra dendritik hücreler tarafından tanınmasıyla başlar. Alerjenle karşılaşan yardımcı T hücreleri IL-4 ve IL-13 gibi sitokinler salgılar, bu da B hücrelerinin IgE antikorları üretmesine neden olur. Bu IgE'ler mast ve bazofil hücrelerine bağlanır, tekrar alerjenle karşılaştığında bu hücreler histamin ve diğer inflamatuvar medyatörleri salgılar, bu da klinik belirtilerin ortaya çıkmasına yol açar.

Non-IgE aracılı alerjik reaksiyonlar ise genellikle bağırsağın mukozasıyla temas eden proteinlerin tanınması sonucu oluşur. Bu durumda, antijen sunan hücreler Th hücrelerini aktive ederek IL-4, IFN- γ ve TNF-a gibi sitokinler salgılar, bu da inflamasyon ve artan geçirgenlik yoluyla semptomların gelişmesine neden olur. Ancak, Non-IgE mekanizmasının tam detayları halen araştırılmaktadır.

En sık görülen besinler ve prevalans oranları ise şöyledir: inek sütü %0,6, yağlı tohumlar %0,5, soya %0,3, yumurta %0,1, yer fıstığı %0,2, buğday %0,1, balık ve kabuklu deniz hayvanları %0,1. Türkiye'de ise Marmara ve Ege bölgelerinde süt alerjisi, Karadeniz, Akdeniz, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde ise yumurta alerjisi daha yüksektir. Besinlerin pişirme ve işlenme yöntemleri, alerjenlerin yapısını etkileyerek, pişmiş veya mayalanmış formların daha az alerjik reaksiyona yol açabileceği belirtilir.

Alerjik reaksiyonlar klinik olarak ciltte ürtiker, anjiyoödem, atopik dermatit, kontakt dermatit, solunum yollarında alerjik rinit, konjonktivit, bronşit ve gastrointestinal semptomlar (örn. ösefajit, gastrit, kusma, ishal) şeklinde ortaya çıkabilir. En ciddi reaksiyon, yaşamı tehdit eden anafilaksi olup, genellikle alerjen tüketiminden 2 saat içinde gelişir ve acil müdahale gerektirir; acil durumda adrenalin (epinefrin) kullanımı hayati öneme sahiptir.

Tanı yöntemleri arasında anamnez ve klinik muayene ilk aşamayı oluşturur. Deri prick testleri, intradermal testler ve çeşitli kan testleri (total ve spesifik IgE) kullanılır. Ayrıca, nazal ve oral provokasyon testleri, yama testleri ile alerjen duyarlılığı değerlendirilir. Bu testler, alerjiktekin varlığı ve şiddetini belirlemede kullanılır.

Tedavi ve yönetim stratejileri içinde, besinlerden uzak durmak temel prensiptir. Ayrıca, protein kaynağı olarak keçi sütü gibi alternatifler tercih edilmekle birlikte, inek sütü ve diğer alerjenlerle çapraz reaksiyon riski nedeniyle dikkat edilmelidir. İlaç tedavisinde antihistaminikler ve monoklonal anti-IgE antikoru (omalizumab) kullanılırken, acil durumlarda adrenalin kullanımı zorunludur. Ayrıca, immünoterapi yaklaşımları (oral, sublingual, epikütan) ile tolerans geliştirilmesi hedeflenir. Örneğin, süt merdiveni yönteminde, besinler kontrollü ve aşamalı şekilde yeniden tanıtılır.

Gelişmiş yaklaşımlar arasında, oral immünoterapi, sublingual immünoterapi ve epikütan immünoterapi bulunmakta olup, bu uygulamalar, alerjiye neden olan duyarlılığı azaltmayı amaçlar. Ayrıca, süt ürünlerinin kontrollü toleransını artırmak için süt merdiveni uygulaması ve besinlerin pişirme teknikleriyle alerjen aktivitesinin azaltılması gibi yöntemler önerilmektedir.

Koruyucu yaklaşımlar, anne sütü ve erken çocuklukta tamamlayıcı beslenmenin uygun biçimde planlanmasını içerir. Gebelik sırasında alınan balık ve antioksidan besinlerin, alerji risklerini azalttığı düşünülmektedir. Bağırsak mikrobiyotası ve kolonizasyon da,

alerjik duyarlılığı engelleyen önemli mekanizmalar olarak gösterilmektedir. Özellikle Clostridia kolonizasyonunun IL-22 aracılığıyla bağırsak geçirgenliğini azaltarak alerjik duyarlılığı engelleyici etkisi araştırma konusudur.

Psikososyal ve günlük yaşamda ise, hijyen hipotezi, mikroorganizmalara az maruziyetin bağışıklık gelişimini olumsuz etkileyerek alerji riskini artırdığını savunur. Ayrıca, besin alerjisi olan çocuklar, eliminasyon diyetleri nedeniyle büyüme ve gelişim geriliği riski taşıyabilir. Bu nedenle, uygun eliminasyon ve diyet yönetimi, büyümenin izlenmesi ve besin çeşitliliğinin sağlanması önemlidir. Besin etiketlerinin doğru okunması ve çapraz kontaminasyon riskine karşı dikkatli olunması hayati öneme sahiptir. EgzersizYapmak, özellikle aktif egzersiz sırasında, mast hücrelerinden salınımı artan mediatörlerin tetiklediği alerjik reaksiyonları şiddetlendirebilir.

Tüm bu süreçlerde multidisipliner bir yaklaşım gereklidir ve bireysel farklılıklar göz önüne alınarak, tedavi planları ve yaşam biçimi düzenlemeleri uzmanlarca düzenlenmelidir.

Kaynakça

1. Akay, E., & Yılmaz, İ. (2020). Yeni Etiketleme Yönetmeliğine Göre Alerjen Gıdalar Ve Sağlık Etkileri. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12, 443–459. <https://doi.org/10.38079/İgusabder.741538>
2. Altıntaş, G., & Yardımcı, H. (2023). Bebeklik Ve Çocukluk Çağında Görülen Besin Alerjilerinin Tamamlayıcı Beslenme Boyutu. *Black Sea Journal Of Health Science*, 6(2), 328–335. <https://doi.org/10.19127/Bshealthscience.1170182>
3. Benjamin-Van Aalst, O., Dupont, C., Van Der Zee, L., Garssen, J., & Knipping, K. (2024). Goat Milk Allergy And A Potential Role For Goat Milk İn Cow's Milk Allergy. In *Nutrients* (Vol. 16, Issue 15). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (Mdpi). <https://doi.org/10.3390/Nu16152402>
4. Berger, W. E., Faris, N., Weinstein, M., Wilding, G. E., & Berglund, E. (2025). Randomized, Placebo-Controlled, Phase 1 Safety Study Of Oral Mucosal İmmunotherapy İn Adults With Peanut Allergy. *Annals Of Allergy, Asthma And Immunology*, 134(4), 448–456. <https://doi.org/10.1016/J.Anai.2025.01.013>
5. Brückner, A., Funk-Wentzel, P., Kahle, J., & Hompes, S. (2023). Milk Ladder As A Therapeutic Option For Cow's Milk Allergy: Proposal For A Step-By-Step Plan For Cow's Milk İntroduction İn Cow's Milk Allergy. In *Allergologie* (Vol. 7, Pp. 116–121). Dustri-Verlag Dr. Karl Feistle. <https://doi.org/10.5414/Alx02381e>
6. Çakır, İ., & Dokumacıoğlu, E. (2021). Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi Besin Alerjisi Ve Akıllı Diyetler. *Derleme Makalesi*, 14(2), 160–174.
7. Çatak, J., Demirci, A., & Yaman, M. (2021). Besin Alerjileri Ve Mikrobiyota. *European Journal Of Science And Technology*. <https://doi.org/10.31590/Ejosat.932606>

8. Che, D., Yu, L., Guo, Y., Ke, H. J., Liu, C., & Wu, J. L. (2022). Correlation Between Vitamin D Levels And Bone Metabolism In Children With Cow's Milk Allergy. *Journal Of International Medical Research*, 50(1). <https://doi.org/10.1177/03000605211066071>
9. Dias, J. A., Santos, E., Asseiceira, I., Jacob, S., & Koninckx, C. R. (2022). The Role Of Infant Formulas In The Primary Prevention Of Allergies In Non-Breastfed Infants At Risk Of Developing Allergies—Recommendations From A Multidisciplinary Group Of Experts. *Nutrients*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/Nu14194016>
10. Dijkema, D., Emons, J. A. M., Van De Ven, A. A. J. M., & Oude Elberink, J. N. G. (2022). Fish Allergy: Fishing For Novel Diagnostic And Therapeutic Options. In *Clinical Reviews In Allergy And Immunology* (Vol. 62, Issue 1, Pp. 64–71). Springer. <https://doi.org/10.1007/S12016-020-08806-5>
11. Du Toit, G., Roberts, G., Sayre, P. H., Bahnson, H. T., Radulovic, S., Santos, A. F., Brough, H. A., Phippard, D., Basting, M., Feeney, M., Turcanu, V., Sever, M. L., Gomez Lorenzo, M., Plaut, M., & Lack, G. (2015). Randomized Trial Of Peanut Consumption In Infants At Risk For Peanut Allergy. *New England Journal Of Medicine*, 372(9), 803–813. <https://doi.org/10.1056/Nejmoa1414850>
12. Ersoy, N., & Yardımcı, H. (2023). Tamamlayıcı Beslenmede Potansiyel Alerjik Besinlere Başlama Zamanı Ve Besin Alerjileri. *Sted / Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*. <https://doi.org/10.17942/Sted.1236166>
13. Gokmen Ozel, H. (2020). *Beslenme Ve Diyetetik – Ders Notları (Besin Alerjileri)*.
14. Guler, N., Cokugras, F. C., Sapan, N., Selimoglu, A., Turktas, I., Cokugras, H., Aydogan, M., & Beser, O. F. (2020). Diagnosis And Management Of Cow's Milk Protein Allergy In Turkey: Region-Specific Recommendations By An Expert-Panel. In *Allergologia*

- Et Immunopathologia* (Vol. 48, Issue 2, Pp. 202–210). Elsevier Doyma. <https://doi.org/10.1016/J.Aller.2019.05.004>
15. Hwang, D. W., Nagler, C. R., & Ciaccio, C. E. (2022). New And Emerging Concepts And Therapies For The Treatment Of Food Allergy. *Immunotherapy Advances*, 2(1), Ltac006. <https://doi.org/10.1093/Immadv/Ltac006>
 16. Kanagaratham, C., El Ansari, Y. S., Lewis, O. L., & Oettgen, H. C. (2020). Ige And Igg Antibodies As Regulators Of Mast Cell And Basophil Functions In Food Allergy. In *Frontiers In Immunology* (Vol. 11). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/Fimmu.2020.603050>
 17. Kanuru, S., & Sapra, A. (2023). Eosinophilia. *Travel Medicine*, 519–526. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-54696-6.00058-6>
 18. Knol, E. F., & Gilles, S. (2022). Allergy: Type I, I₁, I₁₁, And Iv. In *Handbook Of Experimental Pharmacology* (Vol. 268, Pp. 31–41). Springer Science And Business Media Deutschland Gmbh. https://doi.org/10.1007/164_2021_510
 19. Krzych-Fałta, E., Furmańczyk, K., Dziewa-Dawidczyk, D., Wojas, O., Retlewska, K., & Samoliński, B. K. (2021). The Role Of The Nasal Allergen Provocation Test In Local Allergic Rhinitis Cases: A Preliminary Report. *Postepy Dermatologii I Alergologii*, 37(6), 890–897. <https://doi.org/10.5114/Ada.2019.84719>
 20. Landaas, V. Ø., Skjerven, H. O., Carlsen, K. C. L., Størdal, K., & Håland, G. (2024). Home-Based Double-Blind, Placebo-Controlled Challenges For Diagnosis Of Delayed Gluten/Milk Hypersensitivity In Children. *Journal Of Allergy And Clinical Immunology: In Practice*, 12(3), 652-659.E5. <https://doi.org/10.1016/J.Jaip.2023.12.032>
 21. Meyer, R. (2018). Nutritional Disorders Resulting From Food Allergy In Children. In *Pediatric Allergy And Immunology* (Vol. 29, Issue 7, Pp. 689–704). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/Pai.12960>

22. Özbey, Ü., & Özçelik, A. Ö. (N.D.). *Eurasian Journal Of Health Sciences Current Treatment Methods For Food Allergies*.
23. Parlak, Z., İlgün Gürel, D., Soyer, Ö., Şekerel, B. E., & Şahiner, Ü. M. (2023). Nutritional Risks İn Children With Food Allergy. *Turkish Journal Of Medical Sciences*, 53(4), 845–858. <https://doi.org/10.55730/1300-0144.5648>
24. Pınarlı Falakacılar, Ç., & Bilginer Diler, G. (2024). Bağırsak Mikrobiyotası Ve Gıda Alerjileri Arasındaki İlişkiye Makro Besin Ögelerinin Etkisi. *Journal Of Health And Sport Sciences*, 7(1), 72–83. <https://doi.org/10.61150/Jhss.2024070105>
25. Pundit, V. A., Makkoukdji, N., Banegas Carballo, K. M., Stone, F., Satnarine, T., Kuhn, J., Kleiner, G. I., & Gans, M. D. (2024). A Review Of Non-Ige Immune-Mediated Allergic Disorders Of The Gastrointestinal Tract. In *Gastrointestinal Disorders* (Vol. 6, Issue 2, Pp. 478–496). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (Mdpi). <https://doi.org/10.3390/Gidisord6020033>
26. Rezende, R. M., & Weiner, H. L. (2022). Oral Tolerance: An Updated Review. *Immunology Letters*, 245, 29–37. <https://doi.org/10.1016/J.Imlet.2022.03.007>
27. Santos, A. F., Riggioni, C., Agache, I., Akdis, C. A., Akdis, M., Alvarez-Perea, A., Alvaro-Lozano, M., Ballmer-Weber, B., Barni, S., Beyer, K., Bindslev-Jensen, C., Brough, H. A., Buyuktiryaki, B., Chu, D., Del Giacco, S., Dunn-Galvin, A., Eberlein, B., Ebisawa, M., Eigenmann, P., ... Skypala, I. (2025). Eacaci Guidelines On The Management Of Ige-Mediated Food Allergy. *Allergy: European Journal Of Allergy And Clinical Immunology*, 80(1), 14–36. <https://doi.org/10.1111/All.16345>
28. Saygi, B. (2022). Çocuklarda Gıda Alerjileri. *Özel Sayı Araştırma Makalesi* Gönderim. <https://doi.org/10.14514/Byk.M.26515393.2022.Sp/151-166>
29. Shakhzodakhon G'offorjon Kizi, S. (2025). *Food Allergy: Clinical Manifestations And Dietary Approaches In Children And Adults*. 3(6).

30. Sipahi Cimen, S., & Ozemir, C. (2020). Besin Alerjilerinde Bileşene Dayalı Tanı Yöntemi Yeni Bir Bakış. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 12(2), 96–102.
31. Srisuwatchari, W., Kanchanapoomi, K., & Pacharn, P. (123 C.E.). Molecular Diagnosis To Ige-Mediated Wheat Allergy And Wheat-Dependent Exercise-Induced Anaphylaxis. *Clinical Reviews In Allergy & Immunology*, 68, 47. <https://doi.org/10.1007/S12016-025-09059-W>
32. Tercanli, E., & Atasever, M. (2021). Besin Alerjileri. In *Academic Platform Journal Of Halal Lifestyle* (Vol. 3, Issue 1).
33. Wood, R. A., Togias, A., Sicherer, S. H., Shreffler, W. G., Kim, E. H., Jones, S. M., Leung, D. Y. M., Vickery, B. P., Bird, J. A., Spergel, J. M., Iqbal, A., Olsson, J., Ligueros-Saylan, M., Uddin, A., Calatroni, A., Huckabee, C. M., Rogers, N. H., Yovetich, N., Dantzer, J., ... Chinthrajah, R. S. (2024). Omalizumab For The Treatment Of Multiple Food Allergies. *New England Journal Of Medicine*, 390(10), 889–899. <https://doi.org/10.1056/Nejmoa2312382>
34. Yazici, M., & Ozkaya, E. (2020). Çocuklarda Besin Alerjilerine Güncel Yaklaşım. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 12(2), 85–95. www.kliniktipdergisi.com
35. Yazıcı, G. N., Taşpınar, T., Güven, M., Sertaç Özer, M., Süt, B. E., Genel, A., Bakış, B., & Makalesi, D. (2023). Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology An Overview Of Plant-Based Milk Alternatives. *Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology*, 11(3), 587–602. <https://doi.org/10.24925/Turjaf.V11i3.587-602.5642>

