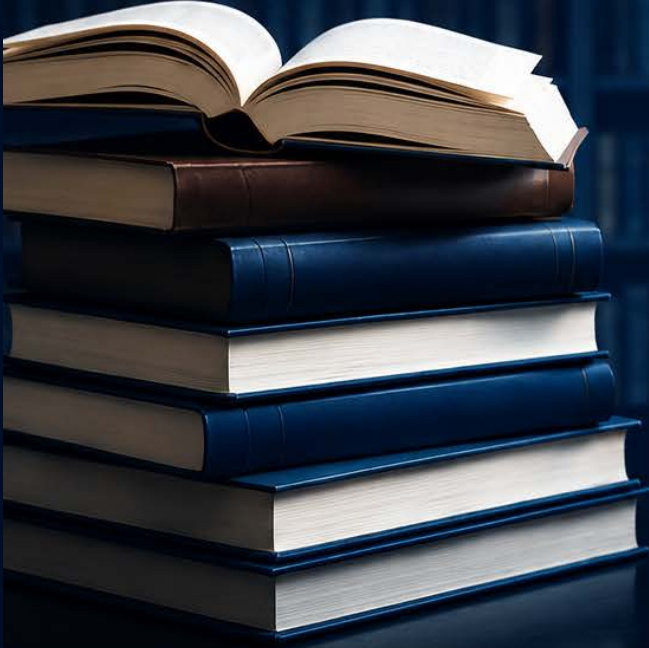


BESLENME VE DİYETETİK ALANINDA GÜNCEL KONULAR VE AKADEMİK DEĞERLENDİRMELER

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Hakan BOR



yaz
yayınları

**Beslenme ve Diyetetik Alanında
Güncel Konular ve Akademik Değerlendirmeler**

Editör

Dr.Öğr.Üyesi Hakan BOR

yaz
yayınları

2026

**Beslenme ve Diyetetik Alanında Güncel
Konular ve Akademik Değerlendirmeler**

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Hakan BOR

© YAZ Yayınları

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

E_ISBN 978-625-5450-04-3

Ekim 2026 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

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

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Epigenetik Diyetler ve Nutrigenomik.....	1
<i>Hakan BOR</i>	
Bağırsak-Beyin-Metabolizma Eksenini Bağlamında Postbiyotiklerin Mental Sağlık ve Metabolik Sendrom Üzerine Etkileri.....	19
<i>Hakan BOR</i>	
Isıl İşleme Oluşan Kimyasal Kontaminantlar ve Diyetle Maruziyetin Risk Değerlendirmesi.....	38
<i>Bahar BANKOĞLU YOLA, Mehmet Lütfi YOLA, Mustafa Anıl ERBAĞCI</i>	
Ultra İşlenmiş Gıda Bağımlılığı: Mekanizmalardan Klinik Uygulamaya	62
<i>Aybike Gizem KÖSE</i>	
Adolesanlarda Çevresel Faktörlerin Beslenmeye Etkisi.....	83
<i>Bilgenaz YAVAŞÇA, Melike ŞİMŞEK, Gökçen DOĞAN</i>	
Gebelik Döneminde Vegan ve Vejetaryen Beslenmenin Etkisi.....	105
<i>Melike ŞİMŞEK, Bilgenaz YAVAŞÇA, Gökçen DOĞAN</i>	
Oral Farility in Older Adults: Current Approaches From a Nutrition and Dietetics	126
<i>Sedef GÜNGÖR</i>	

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

EPIGENETİK DİYETLER VE NUTRİGENOMİK

Hakan BOR¹

1. GİRİŞ

Epigenetik, DNA dizisini değiştirmeden genlerin ne zaman, nerede ve hangi düzeyde ifade edileceğini düzenleyen moleküler süreçleri ifade eder (Ong & Pérusse, 2011). DNA metilasyonu, histonların translasyon sonrası modifikasyonları ve mikroRNA aracılı posttranskripsiyonel kontrol, epigenetik düzenlemenin başlıca mekanizmaları olarak öne çıkmaktadır (Ruemmele & Garnier-Lengliné, 2012). Bu mekanizmalar hücrel farklılaşma, embriyonik gelişim, yaşlanma, inflamasyon, tümör oluşumu ve metabolik homeostazın düzenlenmesine katkıda bulunmaktadır (McKay & Mathers, 2011).

Epigenetik işaretler tamamen sabit değildir ve yaşam boyunca beslenme, fiziksel aktivite, stres, uyku, toksin maruziyeti ve metabolik durum gibi çevresel etkenlere yanıt verebilmektedir (Ramos-Lopez, Milagro, Riezu-Boj, & Martinez, 2021). Bu özellik, epigenomu beslenme müdahaleleri açısından ilgi çekici bir hedef haline getirmektedir (McKay & Mathers, 2011). Bununla birlikte epigenetik değişikliklerin her zaman yararlı, kalıcı veya hastalığa özgü olduğu varsayılmaz. Buradaki etkinin yönü doz, doku, yaş, genetik yapı ve başlangıç beslenme durumuna göre önemli ölçüde değişebilmektedir (Chango & Pogribny, 2015).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, ORCID: 0000-0001-5430-4753.

Diğer yandan nutrigenomik, besin öğelerinin ve beslenme modellerinin gen ekspresyonu, hücrel sinyalleşme ve metabolik yanıt üzerindeki etkisini inceleyen bir araştırma alanıdır (Lal vd., 2022). Nutrigenetik ise bireyin genetik farklılıklarının besinlere ve diyetlere verdiği yanıtı nasıl şekillendirdiğini araştırmaktadır (Franzago, Santurbano, Vitacolonna, & Stuppia, 2020). Nutrigenomik ve nutrigenetiğin epigenetik verilerle birleştirilmesi durumunda kişiye özgü beslenme yanıtlarının daha iyi açıklanabileceği öne sürülmektedir (X. Li & Qi, 2022).

Epigenetik diyet kavramı ise DNA metilasyonunu, histon modifikasyonlarını, mikroRNA ekspresyonunu ve kromatin erişilebilirliğini etkileyebilecek besin öğeleri ile biyolojik olarak aktif gıda bileşenlerini kapsamaktadır (McKay & Mathers, 2011). Bununla birlikte "epigenetik diyet" tek bir standart diyet modeli değildir. Nitekim Akdeniz tipi beslenme, liften zengin beslenme, polifenol içeriği yüksek diyetler ve yeterli metil donörü sağlayan beslenme modelleri bu kavram içinde yer almaktadır (Lorenzo vd., 2022).

2. EPIGENETİK VE NUTRİGENOMİK ARASINDAKİ KESİŞİM

Besinler yalnızca enerji ve yapı taşı sağlamakla kalmaz; aynı zamanda transkripsiyon faktörlerini, metabolik sensörleri ve kromatin düzenleyici enzimleri etkileyen sinyal molekülleri olarak da işlev görür (Lal vd., 2022). Hücrel metabolitler, epigenetik enzimlerin substratlarını veya kofaktörlerini değiştirerek gen ekspresyonunun beslenmeye duyarlı hale gelmesini sağlayabilmektedir. Örneğin: S-adenozilmetiyonin, DNA ve histon metilasyonunun temel metil donörü olarak görev yaparken asetil-CoA, histon asetilasyonu için gerekli metabolik girdiyi sağlamaktadır (Souza, Marinho, & Marques, 2025).

Beslenme ile epigenom arasındaki etkileşim tek yönlü değildir. Aksine epigenetik yapı da besin metabolizması, enerji harcaması ve inflamatuvar yanıtı etkileyebilmektedir (Xu, Wang, Yu, & Xin, 2016). Bu nedenle nutrigenomik, yalnızca "hangi besin hangi geni etkiler?" sorusunu değil, "hangi birey hangi beslenme müdahalesine hangi epigenetik ve metabolik yanıt verir?" sorusunu da araştırmaktadır (X. Li & Qi, 2022). Bu yaklaşım, popülasyon düzeyindeki genel diyet önerilerinden bireysel biyolojik özelliklere dayalı beslenme stratejilerine geçişin temelini oluşturmaktadır (Picó, Serra, Rodríguez, Keijer, & Palou, 2019).

3. EPİGENETİK MEKANİZMALAR

3.1. DNA Metilasyonu

DNA metilasyonu, çoğunlukla Sitozin-Fosfat-Guanin (Cytosine-Phosphate-Guanine) (CpG) bölgelerindeki sitozinlere metil grubu eklenmesiyle gerçekleşmektedir. Promotör bölgelerdeki yoğun metilasyon ise genellikle gen transkripsiyonunun baskılanmasıyla ilişkilendirilmektedir (Park, Friso, & Choi, 2012). Bu reaksiyonlar, metil donörü S-adenozilmetiyonin ile DNA metiltransferaz enzimleri arasındaki denge tarafından düzenlenmektedir (Choi & Friso, 2023). Folat, B6 vitamini, B12 vitamini, riboflavin, metiyonin, kolin, betain ve serin ise tek karbon metabolizmasının farklı basamaklarında görev almaktadır (Park vd., 2012).

Folat, homosisteinin metiyonine yeniden dönüştürülmesi için gerekli metil grubunun sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. B12 vitamini metiyonin sentaz enziminin kofaktörüdür ve folat döngüsünün metilasyon kapasitesine aktarılmasında kritik bir rol üstlenmektedir (Choi & Friso, 2023). Kolin ve betain ise folattan bağımsız homosistein yeniden metilasyon yollarına katkı

sağlayarak metiyonin ve S-adenozilmetiyonin üretimini destekleyebilmektedir (Park vd., 2012).

Folat, B12 veya diğer tek karbon besin öğelerinin eksikliği global DNA hipometilasyonuna ve bazı gen bölgelerinde anormal hipermetilasyona yol açabilmektedir (Chango & Pogribny, 2015). Bununla birlikte tek bir metil donörünün izole biçimde artırılması her zaman öngörülebilir bir epigenetik sonuç doğurmamaktadır. Bunun sebebi ise bu besin öğelerinin birbirine bağlı bir metabolik ağ içinde çalışmasıdır (Choi & Friso, 2023). Bu nedenle klinik yaklaşımın tek bir takviyeden çok beslenme yetersizliklerinin saptanmasına ve dengeli beslenme modeline dayanması gerektiği vurgulanmaktadır (X. Li & Qi, 2022).

3.2. Histon Modifikasyonları

Histonlar, DNA'nın kromatin içinde paketlenmesini sağlayan proteinlerdir. Histon kuyruklarındaki asetilasyon, metilasyon, fosforilasyon ve ubikitinasyon gibi değişiklikler kromatin erişilebilirliğini önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Ong & P russe, 2011). Histon asetilasyonu çoğunlukla daha açık bir kromatin yapısı ve artmış transkripsiyonla ilişkiliyken, histon deasetilasyonu genellikle daha sıkı bir kromatin yapısı ve transkripsiyonel baskılanmayla birlikte görülmektedir (Lorente-Cebri n vd., 2025).

Histon asetiltransferaz ve histon deasetilaz enzimleri, besinlerden türeyen metabolitler ve fitokimyasallar tarafından düzenlenebilmektedir (Cuevas, Saavedra, Salazar, & Abdalla, 2013). Bütirat, bağırsak mikrobiyotası tarafından lif fermantasyonu sonucunda üretilen ve histon deasetilazları inhibe edebilen önemli bir mikrobiyal metabolit olarak öne çıkmaktadır (Berni Canani, Di Costanzo, & Leone, 2012). Bu mekanizma aracılığıyla bağırsak epitel hücrelerinin proliferasyonu, inflamatuvar yanıt ve tümör hücrelerinin büyümesi gibi süreçler etkilenebilmektedir (Stein & Riber, 2023).

Ayrıca Asetil-CoA düzeyleri enerji metabolizması ile histon asetilasyonu arasında doğrudan bir bağlantı kurmaktadır (Souza vd., 2025). Dolayısıyla kalori alımı, glukoz metabolizması, yağ asidi oksidasyonu ve mitokondriyal işlevdeki değişiklikler kromatin yapısına yansiyabilmektedir (Xu vd., 2016). Ancak histon işaretlerinin dokuya özgü olması, periferik kan ölçümlerinin hedef organdaki değişiklikleri her zaman yansıtamayabileceği anlamına gelmektedir (X. Li & Qi, 2022).

3.3. MikroRNA'lar

MikroRNA'lar, hedef messenger RNA'lara bağlanarak mRNA yıkımını veya protein sentezinin baskılanmasını sağlayan kısa kodlamayan RNA molekülleridir (Ruemmele & Garnier-Lengliné, 2012). Bu moleküller inflamasyon, insülin sinyalleşmesi, lipid metabolizması, hücre proliferasyonu ve bağışıklık yanıtı gibi pek çok süreçte görev alabilmektedir (Ramos-Lopez vd., 2021). Diyet bileşenleri ise mikroRNA ekspresyonunu değiştirerek genlerin posttranskripsiyonel düzenlenmesini etkileyebilmektedir (McKay & Mathers, 2011).

Diğer yandan polifenoller, omega-3 yağ asitleri, D vitamini, selenyum ve koenzim Q10 gibi bileşenlerin bazı mikroRNA profillerini değiştirebileceğine ilişkin bulgular mevcuttur (Ramos-Lopez vd., 2021). Bunun yanı sıra EGCG ve resveratrol, tümör baskılayıcı ve onkojenik mikroRNA'ların ekspresyonunu etkileyebilen bileşenler arasında incelenmektedir (Lorente-Cebrián vd., 2025).

4. BESİN ÖĞELERİ VE EPİGENETİK ETKİLER

4.1. Polifenoller

Polifenoller; meyveler, sebzeler, çay, kakao, üzüm, zeytinyağı ve baklagiller gibi bitkisel kaynaklarda bulunan biyolojik olarak aktif bileşiklerdir (Lorente-Cebrián vd., 2025).

Bu bileşiklerin antioksidan ve antiinflamatuvar özelliklerinin bir bölümü DNA metiltransferaz, histon deasetilaz, histon asetiltransferaz ve mikroRNA düzenlemesiyle ilişkili olabilmektedir (Cuevas vd., 2013).

4.1.1. Resveratrol

Resveratrol, üzüm kabuğu, kırmızı üzüm ve bazı diğer bitkisel kaynaklarda bulunan stilben yapısında bir polifenoldür. SIRT1 aktivasyonu, histon asetilasyonu, DNA metiltransferaz aktivitesi ve tümör baskılayıcı genlerin ekspresyonu üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Stefanska, Karlic, Varga, Fabianowska-Majewska, & Haslberger, 2012). Ayrıca Stefanska ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada resveratrolün onkojenik ve tümör baskılayıcı mikroRNA'ların ekspresyonunu da düzenleyebildiği rapor edilmiştir (Stefanska vd., 2012). Bu nedenle resveratrol içeren besin tüketiminin sağlıklı beslenme modelinin bir parçası olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir (Lorente-Cebrián vd., 2025).

4.1.2. EGCG

Epigallocateşin-3-gallat (EGCG), yeşil çayın başlıca kateşinlerinden biridir ve DNA metiltransferazlar, histon modifikasyonları ve mikroRNA'lar üzerindeki etkileri araştırılmaktadır (S. Li, Chen, Li, & Tollefsbol, 2019). Hücre kültürü çalışmalarında EGCG, DNMT1, DNMT3a ve DNMT3b aktivitesini azaltarak global DNA metilasyonunda düşüş oluşturmuş ve bazı susturulmuş tümör baskılayıcı genlerin yeniden ifade edilmesini sağlamıştır. Bunun yanı sıra EGCG'nin histon deasetilaz aktivitesini azaltarak histon H3 ve H4 asetilasyonunu artırabildiği de bildirilmektedir (Nandakumar, Vaid, & Katiyar, 2011).

4.2. Omega-3 Yağ Asitleri

EPA ve DHA gibi omega-3 yağ asitleri, inflamatuvar gen ekspresyonunu, hücre zarındaki sinyalleşmeyi ve mikroRNA profillerini etkileyebilmektedir. Bu yağ asitlerinin DNA metilasyonunu azaltarak antiinflamatuvar genlerin ekspresyonunu artırabileceği ve proinflamatuvar genleri baskılayabileceği öne sürülmüştür. Söz konusu etkiler, inflamatuvar bağırsak hastalıkları ve diğer kronik inflamatuvar durumlarda araştırılmaya devam etmektedir (Marangoni vd., 2023).

İnsanlarda altı aylık omega-3 takviyesi, periferik kan mononükleer hücrelerinde çok sayıda farklı metillenmiş CpG bölgesiyle ilişkilendirilmiş ve Toll-like reseptör yollarında hipermetilasyon gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bireyler arasındaki DNA metilasyon yanıtı belirgin biçimde değişken bulunmuştur (Frankhouser vd., 2020). Bu bulgu, omega-3 yağ asitlerinin epigenetik etkilerinin bireysel genetik yapı, başlangıç inflamasyonu, yağ asidi durumu ve doz gibi faktörlere bağlı olabileceğine işaret etmektedir (Ramos-Lopez vd., 2021).

Akdeniz tipi diyet içinde zeytinyağı ve kuruyemiş tüketimi ise periferik beyaz kan hücrelerinde metabolizma, inflamasyon ve diyabetle ilişkili genlerde DNA metilasyon değişiklikleriyle ilişkilendirilmiştir (Arpón vd., 2017). Bu bulgular, tek bir omega-3 takviyesinden çok yağ kalitesi yüksek ve bitkisel bileşenler içeren bütüncül diyet modellerinin önemini desteklemektedir (Lorenzo vd., 2022).

4.3. D Vitamini

D vitamini, aktif metaboliti aracılığıyla D vitamini reseptörüne bağlanarak gen ekspresyonunu ve immün yanıtı düzenlemektedir (Carlberg, 2019). VDR, CYP2R1, CYP27B1 ve CYP24A1 gibi D vitamini sistemine ait genlerin promotör bölgelerinde CpG adacıkları bulunabilmekte ve bu genler

epigenetik baskılanmadan etkilenebilmektedir. Ayrıca D vitamini-VDR kompleksinin histon asetiltransferazlar, histon deasetilazlar ve diğer kromatin düzenleyicilerle etkileşebildiği bildirilmektedir (Fetahu, Höbaus, & Kallay, 2014).

D vitamini, bağışıklık hücrelerinde çok sayıda genomik bölgenin kromatin erişilebilirliğini değiştirebilmektedir. Dolayısıyla D vitamini yalnızca kemik metabolizmasıyla değil, doğuştan ve kazanılmış bağışıklık yanıtının düzenlenmesiyle de yakından ilişkilidir (Carlberg, 2019). Diğer yandan Sulforafan, kurkumin ve bağırsak mikrobiyotasının ürettiği bütirat gibi bileşenlerin VDR ekspresyonunu epigenetik olarak artırabildiği bilinmektedir. Ancak VDR ekspresyonundaki değişikliklerin her zaman D vitamini takviyesine klinik yanıtın artacağı anlamına gelmediği göz önünde bulundurulmalıdır (Apprato, Fiz, Fusano, Bergandi, & Silvagno, 2020).

4.4. Lif, Mikrobiyota ve Epigenetik Hafıza

Diyet lifi, bağırsak mikrobiyotası tarafından fermente edilerek bütirat, asetat ve propiyonat gibi SCFA'ların üretimine katkıda bulunmaktadır (Silva, Bernardi, & Frozza, 2020). Bütirat, histon deasetilaz inhibisyonu yoluyla gen ekspresyonunu değiştirebilmekte ve bağırsak epitel bütünlüğü, immün yanıt ve inflamasyon üzerinde belirleyici etkiler oluşturabilmektedir (Berni Canani vd., 2012). Bunun yanı sıra SCFA'ların DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve mikroRNA aracılı gen susturulması gibi farklı epigenetik mekanizmaları da etkileyebildiği bildirilmektedir (Stein & Riber, 2023).

Liften yoksun beslenme, bağırsak mikrobiyota çeşitliliğini, SCFA üretimini ve bağırsak bariyer bütünlüğünü bozarak bilişsel işlevleri olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Nitekim farelerde uzun süreli lif eksikliği, mikrogial aktivasyon, sinaptik kayıp, nöroinflamasyon ve bilişsel bozulmayla ilişkilendirilmiştir (Shi vd., 2021). Bu bulguların insanlarda aynı

büyükölükte bir etkiye sahip olduğu kesinleşmemiş olsa da lif, mikrobiyota ve beyin işlevleri arasındaki ilişkinin araştırılması için sağlam bir mekanistik model sunmaktadır (Silva vd., 2020).

Epigenetik hafıza, çevresel veya metabolik bir etkinin gen ekspresyonu üzerinde uzun süre devam eden iz bırakması anlamında kullanılmaktadır (McKay & Mathers, 2011). Erken yaşam beslenmesi, fetal ve neonatal dönemde epigenomun programlanmasına katkıda bulunarak yaşam boyu metabolik hastalık riskini etkileyebilmektedir (Burdge, Lillycrop, & Jackson, 2008). Bu doğrultuda maternal folat, B12 vitamini, kolin ve polifenol alımının fetal DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve mikroRNA düzenlenmesi üzerinde belirleyici olabileceği öne sürölmektedir (Chango & Pogribny, 2015).

Bağırsak mikrobiyotasının ürettiği SCFA'lar, bağırsak-beyin ekseninde epigenetik ve metabolik sinyallerin birlikte çalışmasını sağlayabilmektedir (Nohesara, Abdolmaleky, & Thiagalingam, 2023). Bu nedenle liften zengin beslenmenin olası yararları yalnızca bağırsak hareketliliğiyle sınırlı değildir; mikrobiyal metabolitler üzerinden immün, nöroendokrin ve epigenetik yanıtlar da bu beslenme modelinden etkilenebilmektedir (Silva vd., 2020).

5. EPİGENETİK DİYETLER VE HASTALIKLAR

5.1. Kanseri Önleme

Kanser hücrelerinde DNA hipometilasyonu, tümör baskılayıcı gen promotörlerinde hipermetilasyon, anormal histon modifikasyonları ve mikroRNA düzensizlikleri birlikte görölebilmektedir (Chang & Yu, 2016). Bu değişiklikler hücre proliferasyonu, farklılaşma, DNA onarımı, apoptoz, invazyon ve metastazla ilişkili genlerin ekspresyonunu etkileyebilmektedir

(Stefanska vd., 2012). Dolayısıyla epigenetik mekanizmalar, kanser önleme ve tedavisine yönelik beslenme araştırmalarının önemli hedeflerinden biri haline gelmiştir (Ho, Beaver, Williams, & Dashwood, 2011).

Sulforafan, EGCG, resveratrol, kurkumin, genistein ve kuersetin gibi bileşikler, DNA metiltransferazlar, histon düzenleyiciler ve mikroRNA'lar üzerindeki etkileri nedeniyle kanser kemoprevensiyonunda araştırılmaktadır (Ho vd., 2011). Nitekim EGCG, hücre kültürü modellerinde DNA metiltransferazları inhibe ederek p16 ve p21 gibi tümör baskılayıcı genlerin yeniden ifade edilmesini sağlayabilmiştir (Nandakumar vd., 2011). Resveratrol ise SIRT1 aktivasyonu, histon asetilasyonu, DNA metilasyonu ve tümör baskılayıcı mikroRNA'lar üzerinden incelenmektedir (Stefanska vd., 2012).

5.2. Kardiyovasküler Hastalıklar

Kardiyovasküler hastalık riski; inflamasyon, oksidatif stres, hipertansiyon, dislipidemi, insülin direnci ve damar endoteli işlev bozukluğu gibi birbirleriyle bağlantılı süreçlerle ilişkilidir (Park vd., 2012). Bu süreçlerin tamamı DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve mikroRNA'lar tarafından etkilenebilmektedir (Ong & Pérusse, 2011). Bu doğrultuda epigenetik değişiklikler, beslenme ve yaşam tarzı ile kardiyometabolik hastalıklar arasında aracı bir mekanizma oluşturabilmektedir (X. Li & Qi, 2022).

Akdeniz tipi diyet, zeytinyağı, kuruyemiş, sebze, meyve, baklagil ve balık gibi bileşenleri sayesinde inflamasyon ve metabolik riskin azaltılmasıyla ilişkilendirilmektedir (Tsigalou vd., 2020). Nitekim PREDIMED çalışmasının bir alt analizinde zeytinyağı ve kuruyemiş içeren diyetlerin, ara metabolizma, inflamasyon, diyabet ve sinyal iletimiyle ilişkili genlerde DNA metilasyon değişiklikleri oluşturduğu gözlemlenmiştir (Arpón vd., 2017).

Folat, B12 ve diğer tek karbon besin öğelerindeki dengesizlikler, homosistein metabolizmasını ve DNA metilasyon kapasitesini etkileyebilmektedir (Park vd., 2012). Folat eksikliği hiperhomosisteinemi, DNA hipometilasyonu ve kardiyovasküler riskle ilişkilendirilmiş olsa da folat takviyesinin tüm bireylerde kardiyovasküler olayları önlediği söylenemez (Mazzio & Soliman, 2014). Bu nedenle beslenme müdahalelerinin eksikliklerin düzeltilmesi ve genel diyet kalitesinin artırılması çerçevesinde değerlendirilmesi önerilmektedir (Lorenzo vd., 2022).

5.3. Tip 2 Diyabet ve Obezite

Tip 2 diyabet, genetik yatkınlık ile beslenme, fiziksel aktivite, obezite ve erken yaşam çevresi arasındaki etkileşim sonucunda gelişen çok faktörlü bir hastalıktır. Besin öğeleri, insülin sentezi, beta hücre korunması, glukoz taşınması, inflamasyon ve oksidatif stresle ilişkili genlerin ekspresyonunu etkileyebilmektedir. Bu doğrultuda diyetle bağlı epigenetik değişikliklerin yaşam boyunca tip 2 diyabet riskini değiştirebileceği öne sürülmektedir (Ortega, Berná, Rojas, Martín, & Soria, 2017).

Obeziteyle ilişkili DNA metilasyon değişiklikleri, enerji dengesi, adipogenez, inflamasyon ve insülin sinyalleşmesinde rol alan genlerde gözlemlenmiştir (X. Li & Qi, 2022). Yüksek yağlı ve yüksek şekerli diyetlerin inflamasyon ve metabolik bozukluklarla ilişkili epigenetik değişikliklere katkıda bulunabileceği de bildirilmektedir (Ramos-Lopez vd., 2021). Aksine kalori kısıtlaması, fiziksel aktivite ve kilo kaybı bazı hastalıkla ilişkili epigenetik işaretlerin değişmesiyle ilişkilendirilmektedir (Lorenzo vd., 2022).

Maternal beslenme ve metabolik durumun, yavrularda obezite, insülin direnci ve kardiyometabolik hastalık riskini etkileyebilecek epigenetik değişikliklere yol açabileceği

bildirilmektedir (Burdge vd., 2008). Bu nedenle gebelik öncesi ve gebelik dönemindeki beslenme, yalnızca annenin sağlığı açısından değil sonraki kuşakların metabolik riski açısından da büyük önem taşımaktadır (Chango & Pogribny, 2015).

6. SONUÇ

Sonuç olarak epigenetik diyetler, beslenme ile hastalık riski arasındaki ilişkiyi DNA dizisinin ötesinde açıklamaya çalışan önemli bir araştırma alanını teşkil etmektedir (McKay & Mathers, 2011). Bununla ilgili olarak folat, B12 vitamini, kolin, betain ve metiyonin gibi besin öğeleri tek karbon metabolizması üzerinden metilasyon kapasitesini etkilerken, polifenoller DNA metiltransferaz, histon deasetilaz ve mikroRNA yollarını modüle edebilmektedir (Lorente-Cebrián vd., 2025; Park vd., 2012). Omega-3 yağ asitleri inflamatuvar genlerin DNA metilasyonu ve mikroRNA düzenlemesi üzerinden etkileyebilirken, D vitamini VDR aracılığıyla kromatin düzenleyiciler ve bağışıklık genleri üzerinde işlev görebilmektedir (Fetahu vd., 2014; Marangoni vd., 2023).

Ayrıca lif ve bağırsak mikrobiyotası, epigenetik diyet kavramının vazgeçilmez bir bileşenini oluşturmaktadır. Nitekim mikrobiyal SCFA'lar, histon deasetilaz inhibisyonu ve bağırsak-beyin sinyalleşmesi aracılığıyla sistemik etkiler oluşturabilmektedir (Stein & Riber, 2023). Bu nedenle epigenetik diyet araştırmalarının yalnızca besin öğeleri ile konak genomu arasındaki ilişkiyi değil, besin-mikrobiyota-metabolit-epigenom ağını bir bütün olarak değerlendirmesi gerekmektedir (Suleiman vd., 2025).

KAYNAKÇA

- Apprato, G., Fiz, C., Fusano, I., Bergandi, L., & Silvagno, F. (2020). Natural epigenetic modulators of vitamin D receptor. *Applied Sciences*, 10(12), 40-56. <https://doi.org/10.3390/app10124096>
- Arpón, A., Milagro, F., Razquin, C., Corella, D., Estruch, R., Fitó, M., ... Martínez, J. (2017). Impact of consuming extra-virgin olive oil or nuts within a mediterranean diet on DNA methylation in peripheral white blood cells within the PREDIMED-navarra randomized controlled trial: A role for dietary lipids. *Nutrients*, 10(1), 15-27. <https://doi.org/10.3390/nu10010015>
- Berni Canani, R., Di Costanzo, M., & Leone, L. (2012). The epigenetic effects of butyrate: Potential therapeutic implications for clinical practice. *Clinical Epigenetics*, 4(1), 4-19. <https://doi.org/10.1186/1868-7083-4-4>
- Burdge, G. C., Lillycrop, K. A., & Jackson, A. A. (2008). Nutrition in early life, and risk of cancer and metabolic disease: Alternative endings in an epigenetic tale? *British Journal of Nutrition*, 101(5), 619-630. <https://doi.org/10.1017/S0007114508145883>
- Carlberg, C. (2019). Nutrigenomics of vitamin D. *Nutrients*, 11(3), 676-685. <https://doi.org/10.3390/nu11030676>
- Chang, L.-C., & Yu, Y.-L. (2016). Dietary components as epigenetic-regulating agents against cancer. *BioMedicine*, 6(1), 2-18. <https://doi.org/10.7603/s40681-016-0002-8>
- Chango, A., & Pogribny, I. (2015). Considering maternal dietary modulators for epigenetic regulation and programming of the fetal epigenome. *Nutrients*, 7(4), 2748-2770. <https://doi.org/10.3390/nu7042748>

- Choi, S.-W., & Friso, S. (2023). Modulation of DNA methylation by one-carbon metabolism: A milestone for healthy aging. *Nutrition Research and Practice*, 17(4), 597-612. <https://doi.org/10.4162/nrp.2023.17.4.597>
- Cuevas, A., Saavedra, N., Salazar, L., & Abdalla, D. (2013). Modulation of immune function by polyphenols: Possible contribution of epigenetic factors. *Nutrients*, 5(7), 2314-2332. <https://doi.org/10.3390/nu5072314>
- Fetahu, I. S., Höbaus, J., & Kallay, E. (2014). Vitamin D and the epigenome. *Frontiers in Physiology*, 5(2), 1-12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00164>
- Frankhouser, D. E., Steck, S., Sovic, M. G., Belury, M. A., Bundschuh, R., Yan, P. S., & Yee, L. D. (2020). *Peripheral blood DNA methylation changes after omega-3 fatty acid treatment indicate anti-inflammatory effects and individual variability*. 4(2), 1-17. <https://doi.org/10.1101/2020.10.09.20209726>
- Franzago, M., Santurbano, D., Vitacolonna, E., & Stuppia, L. (2020). Genes and diet in the prevention of chronic diseases in future generations. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(7), 26-33. <https://doi.org/10.3390/ijms21072633>
- Ho, E., Beaver, L., Williams, D. E., & Dashwood, R. (2011). Dietary factors and epigenetic regulation for prostate cancer prevention. *Advances in Nutrition*, 2(6), 654-669. <https://doi.org/10.3945/an.111.001032>
- Lal, M. K., Sharma, E., Tiwari, R. K., Devi, R., Mishra, U. N., Thakur, R., ... Sahu, S. K. (2022). Nutrient-mediated perception and signalling in human metabolism: A perspective of nutrigenomics. *International Journal of*

- Molecular Sciences*, 23(19), 11305-11324.
<https://doi.org/10.3390/ijms231911305>
- Li, S., Chen, M., Li, Y., & Tollefsbol, T. O. (2019). Prenatal epigenetics diets play protective roles against environmental pollution. *Clinical Epigenetics*, 11(1), 82-97. <https://doi.org/10.1186/s13148-019-0659-4>
- Li, X., & Qi, L. (2022). Epigenetics in precision nutrition. *Journal of Personalized Medicine*, 12(4), 533-548. <https://doi.org/10.3390/jpm12040533>
- Lorente-Cebrián, S., Costa, A. G. V., Castillo-Rivas, J. A., Castro, M., Arbonés-Mainar, J. M., Goñi, S., ... Milagro, F. I. (2025). Phenolic compounds and epigenetic mechanisms regulating gene expression: Effects on human health. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 81(4), 1257-1274. <https://doi.org/10.1007/s13105-025-01105-7>
- Lorenzo, P. M., Izquierdo, A. G., Rodriguez-Carnero, G., Fernández-Pombo, A., Iglesias, A., Carreira, M. C., ... Crujeiras, A. B. (2022). Epigenetic effects of healthy foods and lifestyle habits from the southern european atlantic diet pattern: A narrative review. *Advances in Nutrition*, 13(5), 1725-1747. <https://doi.org/10.1093/advances/nmac038>
- Marangoni, K., Dorneles, G., Da Silva, D. M., Pinto, L. P., Rossoni, C., & Fernandes, S. A. (2023). Diet as an epigenetic factor in inflammatory bowel disease. *World Journal of Gastroenterology*, 29(41-55), 5618-5629. <https://doi.org/10.3748/wjg.v29.i41.5618>
- Mazzio, E. A., & Soliman, K. F. A. (2014). Epigenetics and nutritional environmental signals. *Integrative and*

Comparative Biology, 54(1), 21-30.
<https://doi.org/10.1093/icb/icu049>

McKay, J. A., & Mathers, J. C. (2011). Diet induced epigenetic changes and their implications for health: Nutrition, epigenetics and health. *Acta Physiologica*, 202(2), 103-118. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2011.02278.x>

Nandakumar, V., Vaid, M., & Katiyar, S. K. (2011). (-)-Epigallocatechin-3-gallate reactivates silenced tumor suppressor genes, Cip1/p21 and p16INK4a, by reducing DNA methylation and increasing histones acetylation in human skin cancer cells. *Carcinogenesis*, 32(4), 537-544. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgq285>

Nohesara, S., Abdolmaleky, H., & Thiagalingam, S. (2023). Epigenetic aberrations in major psychiatric diseases related to diet and gut microbiome alterations. *Genes*, 14(7), 1506-1530. <https://doi.org/10.3390/genes14071506>

Ong, T. P., & Pérusse, L. (2011). Impact of nutritional epigenomics on disease risk and prevention: Introduction. *Journal of Nutrigenetics and Nutrigenomics*, 4(5), 245-247. <https://doi.org/10.1159/000334813>

Ortega, Á., Berná, G., Rojas, A., Martín, F., & Soria, B. (2017). Gene-diet interactions in type 2 diabetes: The chicken and egg debate. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(6), 1188-1228. <https://doi.org/10.3390/ijms18061188>

Park, L. K., Friso, S., & Choi, S.-W. (2012). Nutritional influences on epigenetics and age-related disease. *Proceedings of the Nutrition Society*, 71(1), 75-83. <https://doi.org/10.1017/S0029665111003302>

Picó, C., Serra, F., Rodríguez, A. M., Keijer, J., & Palou, A. (2019). Biomarkers of Nutrition and Health: New Tools

for New Approaches. *Nutrients*, 11(5), 1092-1109.
<https://doi.org/10.3390/nu11051092>

Ramos-Lopez, O., Milagro, F. I., Riezu-Boj, J. I., & Martinez, J. A. (2021). Epigenetic signatures underlying inflammation: An interplay of nutrition, physical activity, metabolic diseases, and environmental factors for personalized nutrition. *Inflammation Research*, 70(1), 29-49. <https://doi.org/10.1007/s00011-020-01425-y>

Ruemmele, F. M., & Garnier-Lengliné, H. (2012). Why are genetics important for nutrition? Lessons from epigenetic research. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 60(3), 38-43. <https://doi.org/10.1159/000337363>

Shi, H., Ge, X., Ma, X., Zheng, M., Cui, X., Pan, W., ... Yu, Y. (2021). A fiber-deprived diet causes cognitive impairment and hippocampal microglia-mediated synaptic loss through the gut microbiota and metabolites. *Microbiome*, 9(1), 223-243. <https://doi.org/10.1186/s40168-021-01172-0>

Silva, Y. P., Bernardi, A., & Frozza, R. L. (2020). The role of short-chain fatty acids from gut microbiota in gut-brain communication. *Frontiers in Endocrinology*, 11(4), 25-37. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00025>

Souza, A. P. D., Marinho, V., & Marques, M. R. (2025). The fundamental role of nutrients for metabolic balance and epigenome integrity maintenance. *Epigenomes*, 9(3), 23-49. <https://doi.org/10.3390/epigenomes9030023>

Stefanska, B., Karlic, H., Varga, F., Fabianowska-Majewska, K., & Haslberger, A. (2012). Epigenetic mechanisms in anti-cancer actions of bioactive food components – the implications in cancer prevention. *British Journal of*

Pharmacology, 167(2), 279-297.
<https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.2012.02002.x>

Stein, R. A., & Riber, L. (2023). Epigenetic effects of short-chain fatty acids from the large intestine on host cells. *microLife*, 4(1), 1-16.
<https://doi.org/10.1093/femsml/uqad032>

Suleiman, K. Y., Jimoh, A. G., Afisu, B., Onimajesin, A. O., Saadudeen, M. A., & Lawal, M. Oluwakemi. (2025). A the epigenetic influence of diet-induced gut microbiome changes: A new frontier in precision nutrition – a systematic review. *Gastroenterology and Hepatology from Bed to Bench*, 18(3), 270-285.
<https://doi.org/10.22037/ghfbb.v18i3.3136>

Tsigalou, C., Konstantinidis, T., Paraschaki, A., Stavropoulou, E., Voidarou, C., & Bezirtzoglou, E. (2020). Mediterranean diet as a tool to combat inflammation and chronic diseases. An overview. *Biomedicines*, 8(7), 201-214.
<https://doi.org/10.3390/biomedicines8070201>

Xu, W., Wang, F., Yu, Z., & Xin, F. (2016). Epigenetics and cellular metabolism. *Genetics & Epigenetics*, 8(5), 43-51.
<https://doi.org/10.4137/GEG.S32160>

BAĞIRSAK-BEYİN-METABOLİZMA EKSENİ BAĞLAMINDA POSTBİYOTİKLERİN MENTAL SAĞLIK VE METABOLİK SENDROM ÜZERİNE ETKİLERİ

Hakan BOR¹

1. GİRİŞ

Son yıllarda obezite, tip 2 diyabet, dislipidemi ve non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı (NAFLD) başta olmak üzere metabolik bozuklukların görülme sıklığında belirgin bir artış dikkat çekmektedir (S. Li, Sohoulı, & Li, 2025). Buna karşılık mental sağlık sorunları olan “depresyon ve anksiyete” ile “obezite ve metabolik sendrom” klinik pratikte çoğunlukla birbirinden bağımsız iki hastalık grubu olarak değerlendirilmektedir. Ancak bu yaklaşım aralarındaki ortak biyolojik mekanizmaların gözden kaçmasına zemin hazırlayabilmektedir (Du, Gao, Peng, & Ge, 2020).

Nitekim obezite ile depresyon arasındaki ilişkinin tek yönlü değil, karşılıklı ve pekiştirici bir nitelik taşıdığı pek çok çalışmayla tutarlı biçimde ortaya konmuştur. Bu ilişkinin klinik yansımaları tedavi sürecinde de kendini açıkça gösterir. Antidepresan kullanımı çoğu zaman kilo alımını beraberinde getirirken, kilo vermek amacıyla uygulanan besin kısıtlamaları depresif belirtileri ağırlaştırabilmektedir (Talbot, Talbot, Stephens, & Oddou, 2020). Dolayısıyla söz konusu karşılıklı etkileşimin arka planında inflamasyon, hipotalamus-hipofiz-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, ORCID: 0000-0001-5430-4753.

adrenal (HPA) aksındaki disregülasyon, oksidatif stres artışı ve bağırsak mikrobiyotasından kaynaklanan sinyal yolları gibi ortak patofizyolojik süreçlerin belirleyici rol oynadığı düşünülmektedir (Bertollo, Santos, Bagatini, & Ignácio, 2025; Misiak vd., 2020).

Bu noktada bağırsak-beyin eksenini, söz konusu iki hastalık grubunu birbirine bağlayan önemli bir işlevsel çerçeve olarak öne çıkmaktadır (Strandwitz, 2018). Bağırsak mikrobiyotası, ürettiği nörotransmitterler, hormonlar, sitokinler ve çeşitli mikrobiyal metabolitler aracılığıyla hem merkezi sinir sistemiyle hem de metabolik dokularla kesintisiz ve çift yönlü bir iletişim halindedir (Cheng vd., 2024). Bu çalışmada postbiyotiklerin mental sağlık ve metabolik sendrom üzerindeki etkilerini bağırsak-beyin-metabolizma eksenini bağlamında ele almak ve bu alandaki klinik potansiyeli ortaya koymak amaçlanmıştır (Mosca vd., 2022).

2. BAĞIRSAK-BEYİN-METABOLİZMA EKSENİ

Bağırsak-beyin eksenini, gastrointestinal sistem ile merkezi sinir sistemi arasındaki nöral, immün, endokrin ve metabolik sinyallerin çift yönlü iletişimini kapsamaktadır. Bağırsak mikrobiyotası dopamin, norepinefrin, serotonin ve gama-aminobütirik asit (GABA) gibi nöroaktif bileşiklerin hem üretimine hem de tüketimine katkıda bulunabilmektedir (Strandwitz, 2018). Bunun yanı sıra beyin vagal ve nöroendokrin yollar üzerinden bağırsağa sinyaller göndererek mukus salgısını, bağırsaklık yanıtını, bağırsak hareketliliğini ve bariyer fonksiyonunu doğrudan etkileyebilmektedir (Talbott vd., 2020).

Mikrobiyota ile obezite arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışan önemli kavramsal çerçevelerden biri metabolik endotoksemi hipotezidir. Bu hipoteze göre bağırsak bariyeri geçirgenliğinin artması, endotoksinlerin dolaşıma geçmesine ve düşük düzeyli sistemik inflamasyonun yerleşmesine yol

açmaktadır (Talbott vd., 2020). Dolayısıyla oluşan bu inflamatuvar ortam yalnızca obezite ve diyabetle ilişkilendirilmekle kalmayıp bağırsak-beyin eksenini üzerinden depresyon ve anksiyete gibi psikolojik tablolarla da bağlantı kurmaktadır (Du vd., 2020).

İnsan bağırsak mikrobiyotasının yaklaşık %90'ını oluşturan Firmicutes ve Bacteroidetes, bu ekosistemin iki baskın filumudur. Firmicutes/Bacteroidetes oranındaki artışın obezite, tip 2 diyabet, sistemik inflamasyon ve depresyonla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Talbott vd., 2020). Ayrıca bağırsak-beyin ekseninde mikrobiyotadan kaynaklanan metabolitler, mikroplar ile konakçıları arasındaki iletişimde merkezi bir rol oynamaktadır. Bu metabolitler arasında kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) ise en fazla incelenen metabolitler arasında yer almaktadır (Van De Wouw vd., 2018).

Bir diğer yandan insülin direnci ile nöroinflamasyon arasındaki bağlantı, bu eksenin metabolik ve nörolojik sonuçlarını tek bir çatı altında birleştirmektedir. Bağırsak mikrobiyotasındaki dengesizliğin HPA aksını etkileyerek inflamasyonu artırabileceği ve bağırsak geçirgenliğini yükseltebileceği ileri sürülmektedir. Bu süreç endotoksinlerin dolaşıma geçmesine, nöroinflamasyona ve serotonin üretimi başta olmak üzere nörotransmitter sentezinin bozulmasına katkıda bulunabilmektedir (Bertollo vd., 2025). Bununla birlikte, söz konusu ilişkilerin insanlarda nedensel yönü henüz kesin olarak ortaya konulamamıştır (Du vd., 2020).

3. POSTBİYOTİKLERİN TANIMI VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Uluslararası Probiyotikler ve Prebiyotikler Bilimsel Derneği (ISAPP) uzman paneli, postbiyotiği "konakçıya sağlık yararı sağlayan inaktive (cansız) mikroorganizma preparatları

ve/veya bileşenleri" olarak tanımlamıştır. Bu tanım, inaktive mikrobiyal hücreler, hücre fraksiyonları ve hücre duvarı bileşenlerini kapsamaktadır (Salminen vd., 2021). Postbiyotikler; metabolitler, SCFA'lar, fonksiyonel proteinler, ekstraselüler polisakkaritler, teikoik asit, peptidoglikan türevi moleküller ve pili yapıları gibi oldukça geniş bir bileşen yelpazesini içerebilmektedir (Wegh, Geerlings, Knol, Roeselers, & Belzer, 2019). "Paraprobiyotik", "ısı ile inaktive probiyotik" ve "hücre lizati" gibi literatürde daha önce kullanılmış terimler de bu tanım kapsamında değerlendirilmektedir (Vinderola, Sanders, Salminen, & Szajewska, 2022).

Probiyotiklerden temel bir ayrım noktası olarak postbiyotiklerin etkinliği, canlı hücrelerin gastrointestinal sistemde yaşamını sürdürmesine bağlı değildir. Bu özellik ürünlerin raf ömrünü uzatmakta ve oda sıcaklığında depolanabilirliği artırmaktadır. Dahası postbiyotikler, antimikrobiyal tedaviyle eş zamanlı kullanılabilen ve bağışıklığı baskılanmış bireyler gibi hassas popülasyonlarda daha öngörülebilir ve güvenilir bir profil sunabilmektedir (Mosca vd., 2022). İnaktive yapıları nedeniyle konakçıyı kolonize edemeseler de konakçı mikrobiyotasının bileşimini ya da işlevini değiştirebilecekleri rapor edilmiştir (Vinderola vd., 2022).

Postbiyotiklerin etki mekanizmaları incelendiğinde iki temel yolak öne çıkmaktadır. Bunlardan ilki bağırsak bariyerinin güçlendirilmesi, ikincisi ise bağışıklık yanıtının modülasyonudur. Yeterli miktarda bulunduktan sonra SCFA'ların bariyer fonksiyonunu değiştirebildiği ve lipopolisakkarit kaynaklı bozulmaya karşı koruyucu etki gösterebildiği bildirilmektedir (Mosca vd., 2022). Bunun yanı sıra butiratın, Salmonella gibi patojenlerin bağırsaktan dolaşıma geçişini ilgili patojenite genlerinin ekspresyonunu baskılayarak engelleyebildiği öne sürülmektedir (Ragavan & Hemalatha, 2024). Postbiyotikler ayrıca laktik asit ve bakteriyosinler gibi antimikrobiyal bileşenler

aracılığıyla bağırsak mikrobiyotasını doğrudan şekillendirebilmektedir (Mosca vd., 2022).

4. POSTBİYOTİKLER VE NÖROTRANSMİTTER MODÜLASYONU

4.1. SCFA'lar ve Serotonin Sinyalleşmesi

SCFA'ların bağırsak serotonin sistemini hem tek başlarına hem de birlikte etkileyebildiği görülmektedir. Mikrobiyota kaynaklı asetat, propiyonat ve butiratın intestinal serotonin taşıyıcısının (SERT) işlevini ve ekspresyonunu modüle edebildiği bildirilmektedir. Ayrıca bu moleküllerin 5-HT1A, 5-HT2B ve 5-HT7 reseptörlerinin ekspresyonunu da değiştirebildiği gösterilmiştir (Buey vd., 2023). Özellikle butiratın bağırsak serotonin salınımını uyarabildiğine ve serotonin metaboliti 5-HIAA düzeylerini artırabildiğine ilişkin deneysel bulgular dikkat çekmektedir (Ragavan & Hemalatha, 2024).

SCFA'ların serotonin üzerindeki bu etkileri, depresyonun nörobiyolojisi açısından da ayrı bir önem taşımaktadır. Nitekim beyin SCFA'larının asetil-CoA sentetaz ACSS2'yi aktive ederek triptofan hidroksilaz 2 (TPH2) transkripsiyonunu artırabildiği ve PPAR γ -TPH2 eksenini üzerinden antidepresan benzeri etkiler gösterebildiği ileri sürülmektedir (Chen vd., 2024). Ek olarak SCFA'ların triptofan taşınmasını oksidatif stres kaynaklı bozulmaya karşı koruyarak serotonerjik işlevi desteklediğine dair bulgular da mevcuttur (Rode vd., 2021). Bununla birlikte bu bulguların önemli bir bölümü deneysel modellerden elde edilmiştir ve insanlarda doğrudan kanıt henüz sınırlı kalmaktadır (Cheng vd., 2024).

4.2. Propiyonat, Butirat ve Dopamin Metabolizması

Kronik öngörülemez hafif stres modelinde propiyonik asitin, depresyonda değiştiği bilinen endojen metabolitler

arasında yer aldığı saptanmıştır. Sodyum propiyonatın intrarektal uygulamasının prefrontal kortekste norepinefrin, triptofan ve dopamin katabolizmasını baskılayarak antidepresan benzeri etkiler ortaya koyduğu gözlemlenmiştir (J. Li vd., 2018). Benzer şekilde SCFA takviyesinin, tedaviye dirençli depresyon modelinde serotonin, GABA, norepinefrin ve dopamin düzeylerini hipokampus ve frontal kortekste kısmen geri kazandırabildiği de bildirilmektedir (Palepu, Gajula, K, Sonti, & Dandekar, 2024). Bağırsak mikrobiyotasının dopamin dahil nörotransmitter düzeylerini etkileyebildiği kabul görmekle birlikte, insanlarda bu modülasyonun fizyolojik sonuçları henüz netlik kazanmamıştır (Strandwitz, 2018).

4.3. Depresyonda SCFA Profili ve Klinik İlişkiler

Depresif kadınlarda fekal asetik asit düzeylerinin anlamlı biçimde gerilediği ve asetat ile propiyonat konsantrasyonlarının Beck Depresyon Envanteri puanlarıyla ters yönde ilişki gösterdiği raporlanmıştır (Skonieczna-Żydecka vd., 2018). Dahası majör depresif bozukluğu olan hastalarda dolaşımdaki propiyonik, bütirik, izobütirik, valerik ve izovalerik asit düzeylerinin belirgin biçimde düşük olduğu bir meta-analizle ortaya konmuştur (Do vd., 2026). Bunun yanı sıra depresif bireylerin bağırsak mikrobiyotasında SCFA üretim kapasitesinin zayıfladığı ve tanınan bir SCFA kaynağı olan *Faecalibacterium prausnitzii*'nin azaldığı da saptanmıştır (Kim vd., 2025). Tüm bu veriler, SCFA'ların depresyon için hem ölçülebilir periferik biyobelirteçler hem de hedefli terapötik ajanlar olarak incelenmesi gerektiğini güçlü biçimde desteklemektedir (Do vd., 2026).

4.4. Stres Yanıtı ve SCFA Takviyesi

Oral SCFA takviyesinin, kronik psikososyal stresin ödül arayışı davranışı, akut stresör yanıtı ve bağırsak geçirgenliği üzerindeki kalıcı olumsuz etkilerini hafifletebildiği gösterilmiştir

(Van De Wouw vd., 2018). Benzer şekilde prebiyotikler aracılığıyla artırılan SCFA düzeylerinin, kronik strese bağlı kortikosteron ve proinflatuvar sitokin yükselmelerini azalttığı ve antidepresan ile anksiyolitik benzeri etkiler sergilediği bildirilmektedir (Burokas vd., 2017). Ayrıca SCFA takviyesinin strese duyarlı farelerde hipokampüsteki TLR4/MYD88/NF- κ B inflamatuvar yolak aktivasyonunu baskılayarak depresif davranışı geri çevirebildiği deneysel olarak gösterilmiştir (Han, Zheng, Wang, & An, 2023). Bununla birlikte insanlarda SCFA'ların stres ve duygudurum üzerindeki etkilerine ilişkin randomize klinik kanıtların sınırlılığı, bu konunun bilimsel açıdan daha derinlemesine incelenmesini gerekli kılmaktadır (Van De Wouw vd., 2018).

4.5. Bakteriyel Ekstraselüler Veziküller

Bakteriyel ekstraselüler veziküller (BEV), protein ve nükleik asit yükü taşıyan nano boyutlu yapılardır ve bağırsak mikrobiyotası ile beyin arasındaki uzun mesafeli iletişimde sinyal vektörleri olarak öne çıkmaktadırlar (Pirolli, Bentley, & Jay, 2021). BEV'lerin kan-beyin bariyerini geçebildiği ve nörotransmitter dahil kargo moleküllerini merkezi sinir sistemine ulaştırabildiği bildirilmektedir (Haas-Neill & Forsythe, 2020). Nitekim bağırsak kaynaklı bu veziküllerin bağırsak epitelini ve kan-beyin bariyerini aşarak beyin hücrelerine ulaşabildiği ve nöroinflamatuvar yanıtları şekillendirebildiği gösterilmiştir (Cuesta, Guerri, Ureña, & Pascual, 2021). Psikobiyotik bakterilerden türeyen ekstraselüler veziküllerin serotonerjik nörotransmisyonu iyileştirebileceği ve nörotrofik moleküllerin ekspresyonunu artırabileceği öne sürülmektedir (Bleibel, Dziomba, Waleron, Kowalczyk, & Karbownik, 2023). Bununla birlikte BEV'lerin insanlarda sinaptik işlevler üzerindeki etkileri henüz yeterince aydınlatılamamış olup bu alan önemli bir bilgi boşluğu olarak kalmaya devam etmektedir (Pirolli vd., 2021).

5. POSTBİYOTİKLER VE METABOLİK SENDROM

5.1. Glukoz Metabolizması ve İnsülin Duyarlılığı

Postbiyotiklerin metabolik etkileri, bağırsak bariyerinin güçlendirilmesi, sistemik inflamasyonun baskılanması, GLP-1 ve peptit YY salgısının uyarılması ve insülin duyarlılığının desteklenmesi gibi birbirleriyle bağlantılı mekanizmalar üzerinden açıklanmaktadır. Yirmi beş randomize kontrollü çalışmayı kapsayan bir meta-analizde postbiyotik takviyesinin serum insülin düzeylerini anlamlı biçimde düşürdüğü saptanmıştır. Bu doğrultuda sekiz haftayı aşan müdahaleler ile bakteriyel kaynaklı formülasyonların insülin üzerinde daha belirgin etkiler gösterdiği dikkat çekmektedir. Buna karşılık açlık glukozu, HbA1c ve HOMA-IR üzerindeki genel etkiler istatistiksel açıdan anlamlı bulunamamıştır (S. Li vd., 2025).

Hayvan modellerini kapsayan bir meta-analizde ise postbiyotik takviyesinin vücut ağırlığı, vücut yağ oranı, LDL, trigliserit, açlık glukozu, insülin ve HOMA-IR değerlerini düşürdüğü, HDL düzeyini ise artırdığı bildirilmiştir (Nazarinejad, Molani-Gol, Roozbeh Nasiraie, & Ebrahimzadeh-Attari, 2025). İnaktive bakterilerin insülin direnci üzerinde tip 2 diyabete kıyasla daha etkili olabileceği de öne sürülmektedir (Arellano-García, Portillo, Martínez, Courtois, & Milton-Laskibar, 2025). Probiyotik takviyesinin insülin direnci üzerindeki etkilerine ilişkin sistematik derlemeler, hayvan çalışmalarında tutarlı sonuçlar ortaya koyarken insan çalışmalarında daha heterojen bulgular sergilemiştir (Salles, Cioffi, & Ferreira, 2020). Bir pilot randomize çalışmada ise postbiyotik pA1c®HI takviyesinin obez bireylerde HbA1c ve diyastolik kan basıncını anlamlı biçimde azalttığı saptanmıştır (Yavorov-Dayliev, Pérez-Soto, Gosálbez, Iturria, & Ayo, 2026).

5.2. Dislipidemi ve Kardiyovasküler Risk

Meta-analiz sonuçları incelendiğinde postbiyotik takviyesinin trigliserit düzeylerini anlamlı biçimde düşürdüğü görülmektedir. Bu doğrultuda SCFA bazlı formülasyonların söz konusu etkiyi bakteriyel lizatlara kıyasla daha belirgin biçimde ortaya koyduğu bildirilmektedir. Buna karşılık LDL ve HDL kolesterol üzerindeki bulgular tutarlılıktan uzak kalmaktadır. Bu durumun kolesterol homeostazının hepatik sentez, bağırsak emilimi ve safra asidi metabolizması gibi çok sayıda mekanizma tarafından sıkı şekilde düzenlenmesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. CRP düzeylerindeki anlamlı azalma ise postbiyotiklerin sistemik inflamasyon ve kardiyometabolik risk üzerindeki olası yararına işaret etmektedir. Bununla birlikte mevcut çalışmalar büyük ölçüde biyobelirteç sonuçlarını değerlendirmiş olup postbiyotiklerin kardiyovasküler olayları fiilen azalttığını kanıtlamamaktadır (S. Li vd., 2025).

5.3. NAFLD ve Bağırsak-Karaciğer Eksen

SCFA'ların bağırsak-karaciğer eksen üzerinden hepatik steatoz ve inflamasyonun düzenlenmesine katkıda bulunabileceği ileri sürülmektedir. Esasen bu moleküllerin genetik ve epigenetik mekanizmalar aracılığıyla hepatik lipid birikimini azaltarak NAFLD'yi hafifletebileceği de öne sürülen görüşler arasındadır (X. Li vd., 2024). Nitekim *Bifidobacterium breve* ve *Bifidobacterium longum* takviyesinin SCFA ve triptofan metabolitlerini fizyolojik düzeylere döndürerek NAFLD tablosunu iyileştirebildiği deneysel olarak gösterilmiştir (Yoon vd., 2023). Bağırsak mikrobiyotası kaynaklı metabolitlerin bağırsak bariyeri ve inflamatuvar sinyal yolları üzerinden NAFLD patogeneğinde kritik bir rol üstlendiği kabul görmektedir (Dai vd., 2020). Bununla birlikte postbiyotiklerin NAFLD üzerindeki yararına ilişkin doğrudan insan kanıtı henüz kısıtlıdır ve bu alanda çalışmalar sürmektedir (Arellano-García vd., 2025).

6. KESİŞİM NOKTALARI

6.1. İnflamasyon

Mental sağlık bozuklukları ile metabolik sendrom arasındaki en güçlü ortak zemin, kronik düşük düzeyli inflamasyon olarak öne çıkmaktadır (Misiak vd., 2020). Postbiyotiklerin bağırsak bariyerini güçlendirerek endotoksin geçişini sınırlayabildiği ve NF- κ B gibi proinflamatuvar sinyal yollarını baskılayabildiği gösterilmektedir. Nitekim butirat ve propiyonatın, lipopolisakkaritle uyarılan monositlerde TNF üretimini ve NF- κ B aktivitesini baskılarken IL-10 ekspresyonunu artırabildiği bildirilmektedir (Ragavan & Hemalatha, 2024). Klinik meta-analizde CRP düzeylerindeki azalma anlamlı bulunurken IL-6 üzerindeki genel etki anlamlılık eşiğine ulaşamamıştır. Ancak yalnızca bakteriyel kaynaklı postbiyotiklerin kullanıldığı alt gruplarda IL-6'da belirgin bir düşüş gözlemlenmiştir (S. Li vd., 2025). Ayrıca SCFA takviyesinin stres duyarlı farelerde hipokampüsteki IL-1 β ve TLR4/MYD88/NF- κ B yolak bileşenlerinin ekspresyonunu baskıladığı da gösterilmiştir (Han vd., 2023).

6.2. Oksidatif Stres ve Mitokondriyal İşlev

Oksidatif stres hem metabolik dokularda hem de sinir sisteminde hücresel işlevleri ciddi biçimde bozabilmektedir. Bu nedenle butiratın oksidatif stres kaynaklı triptofan taşınması bozukluklarını geri döndürerek serotonerjik ve nöroinflamatuvar tablolarda terapötik potansiyel taşıyabileceği öne sürülmektedir (Rode vd., 2021). Bunun yanı sıra SCFA'ların inflamasyonu, mikrogliyal aktivasyonu ve kan-beyin bariyerini etkileyerek oksidatif stres ve nörodejenerasyon süreçlerine dahil olabileceği belirtilmektedir (Ragavan & Hemalatha, 2024).

6.3. HPA Aksı ve Kortizol Regülasyonu

HPA aksı, stres yanıtının düzenlenmesinde merkezi bir konumdadır ve bağırsak mikrobiyotasının bu aksın aktivitesini çeşitli araçlar üzerinden etkileyebildiği bilinmektedir. Mikrobiyal antijenler, sitokinler ve prostaglandinlerin kan-beyin bariyerini aşarak HPA aksını aktive edebildiği; buna karşılık SCFA gibi bazı mikrobiyal metabolitlerin bu yanıtı hafifletebileceği ileri sürülmektedir (Misiak vd., 2020). Kronik stresin HPA aksında aşırı aktivasyona ve kortizol düzeylerinin yükselmesine neden olarak hipokampus ve prefrontal kortekste nöronal hasarı artırabileceği bilinmektedir (Bertollo vd., 2025). Nitekim probiyotiklerin HPA aksı aktivitesini normalleştirebildiği ve depresif belirtileri azaltabildiği hem hayvan çalışmalarında hem de yetişkinlere yönelik klinik denemelerde gösterilmiştir (Freimer, Yang, Ho, Tymofiyeva, & Leung, 2022). Her ne kadar çok bileşenli bağırsak–beyin ekseninde desteği sonrasında kortizol düzeylerinde düşüş ve ruh hali ölçütlerinde iyileşme rapor edilmiş olsa da, çalışmanın postbiyotiklerle sınırlı olmayıp probiyotik, prebiyotik ve fitobiyotik kombinasyonunu kapsadığını vurgulamak gerekmektedir (Talbot vd., 2020).

7. SONUÇ

Mental sağlık bozuklukları ile metabolik sendromun birlikte ele alınması, bu hastalıkların paylaştığı inflamatuvar, nöroendokrin ve metabolik temellerin daha kapsamlı biçimde anlaşılmasına katkı sağlayabilir (Misiak vd., 2020). Bağırsak-beyin-metabolizma eksenine ise iki alan arasındaki etkileşimleri açıklamaya yarayan işlevsel bir çerçeve sunmaktadır (Cheng vd., 2024). Bu doğrultuda postbiyotikler, canlı mikroorganizmalara kıyasla daha yüksek stabilite ve standardizasyon potansiyeli taşıyan mikrobiyota temelli müdahaleler olarak öne çıkmaktadır

(Salminen vd., 2021). Nitekim SCFA'lar ve diğer mikrobiyal bileşenler; bağırsak bariyeri, inflamasyon, GLP-1 salgısı, insülin duyarlılığı, nöroinflamasyon ve stres yanıtı üzerinde etki gösterebilmektedir (Cheng vd., 2024; S. Li vd., 2025).

Bununla birlikte mevcut kanıtlar, postbiyotiklerin depresyon, anksiyete, metabolik sendrom veya NAFLD için tek başına kesin bir tedavi seçeneği oluşturduğunu göstermemektedir (Mosca vd., 2022). Klinik etkinin büyük olasılıkla ürün bileşimine, doza, müdahale süresine ve bireyin başlangıçtaki mikrobiyota-metabolizma özelliklerine göre şekillendiği düşünülmektedir. Ayrıca meta-analizlerde gözlemlenen etkilerin çoğunun mütevazı düzeyde kalması ve bazı sonuçlarda yüksek heterojenlik bulunması, klinik uygulamaya geçilmeden önce daha güçlü kanıtlara ihtiyaç olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (S. Li vd., 2025). Öte yandan depresyonlu bireylerde dolaşımdaki SCFA düzeylerinin tutarlı biçimde düşük bulunması, bu moleküllerin ölçülebilir biyobelirteçler ve hedefli terapötik ajanlar olarak araştırılmasına güçlü bir gerekçe sunmaktadır (Do vd., 2026).

Gelecekte kişiselleştirilmiş beslenme ve psikiyatrik diyetetik yaklaşımlarının bireyin mikrobiyota profilini, metabolik fenotipini, inflamasyon düzeyini, stres yanıtını ve psikiyatrik belirtilerini bir bütün olarak değerlendirmesi beklenmektedir (Bautista vd., 2025). Bu yaklaşım, postbiyotiklerin herkese aynı biçimde uygulanması yerine belirli biyolojik profillere sahip bireylere odaklı olarak yönlendirilmesini mümkün kılabilir (Dziedzic vd., 2024). Ancak bu hedefe ulaşmak için standardize ürünlere, titizlikle tasarlanmış randomize çalışmalara ve bağırsak-beyin-metabolizma eksenini eş zamanlı olarak ölçebilen translasyonel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Mosca vd., 2022; Vinderola vd., 2022).

KAYNAKÇA

- Arellano-García, L. I., Portillo, M. P., Martínez, J. A., Courtois, A., & Milton-Laskibar, I. (2025). Postbiotics for the management of obesity, insulin resistance/type 2 diabetes and NAFLD. Beyond microbial viability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 65(29), 6209-6232. <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2437143>
- Bautista, J., Hidalgo-Tinoco, C., Di Capua Delgado, M., Viteri-Recalde, J., Guerra-Guerrero, A., & López-Cortés, A. (2025). The gut–brain–circadian axis in anxiety and depression: A critical review. *Frontiers in Psychiatry*, 16(5), 169-197. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2025.1697200>
- Bertollo, A. G., Santos, C. F., Bagatini, M. D., & Ignácio, Z. M. (2025). Hypothalamus-pituitary-adrenal and gut-brain axes in biological interaction pathway of the depression. *Frontiers in Neuroscience*, 19(8), 154-175. <https://doi.org/10.3389/fnins.2025.1541075>
- Bleibel, L., Dziomba, S., Waleron, K. F., Kowalczyk, E., & Karbownik, M. S. (2023). Deciphering psychobiotics' mechanism of action: Bacterial extracellular vesicles in the spotlight. *Frontiers in Microbiology*, 14(3), 121-144. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1211447>
- Buey, B., Forcén, A., Grasa, L., Layunta, E., Mesonero, J. E., & Latorre, E. (2023). Gut microbiota-derived short-chain fatty acids: Novel regulators of intestinal serotonin transporter. *Life*, 13(5), 10-18. <https://doi.org/10.3390/life13051085>
- Burokas, A., Arboleya, S., Moloney, R. D., Peterson, V. L., Murphy, K., Clarke, G., ... Cryan, J. F. (2017). Targeting the microbiota-gut-brain axis: Prebiotics have anxiolytic

- and antidepressant-like effects and reverse the impact of chronic stress in mice. *Biological Psychiatry*, 82(7), 472-487. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2016.12.031>
- Chen, N., Xu, X., Guo, Y., Zhao, M., Li, Y., Zhou, T., ... Li, Y. (2024). Brain short-chain fatty acids induce ACSS2 to ameliorate depressive-like behavior via PPAR γ -TPH2 axis. *Research*, 7(3), 4-18. <https://doi.org/10.34133/research.0400>
- Cheng, J., Hu, H., Ju, Y., Liu, J., Wang, M., Liu, B., & Zhang, Y. (2024). Gut microbiota-derived short-chain fatty acids and depression: Deep insight into biological mechanisms and potential applications. *General Psychiatry*, 37(1), 10-27. <https://doi.org/10.1136/gpsych-2023-101374>
- Cuesta, C. M., Guerri, C., Ureña, J., & Pascual, M. (2021). Role of microbiota-derived extracellular vesicles in gut-brain communication. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(8), 42-55. <https://doi.org/10.3390/ijms22084235>
- Dai, X., Hou, H., Zhang, W., Liu, T., Li, Y., Wang, S., ... Cao, H. (2020). Microbial metabolites: Critical regulators in NAFLD. *Frontiers in Microbiology*, 11(3), 567-579. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.567654>
- Do, Q. L., Malau, I. A., Nguyen, H. T., Liu, J., Chang, J. P.-C., & Su, K.-P. (2026). Circulating Short-Chain Fatty Acid (SCFA) profiles as a biomarker of gut-brain axis dysfunction: A meta-analysis for the SCFA signature in major depression. *Biomedical Journal*, 49(3), 100-118. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2026.100968>
- Du, Y., Gao, X.-R., Peng, L., & Ge, J.-F. (2020). Crosstalk between the microbiota-gut-brain axis and depression.

- Heliyon*, 6(6), 40-57.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04097>
- Dziedzic, A., Maciak, K., Bliźniewska-Kowalska, K., Gałęcka, M., Kobińska, W., & Saluk, J. (2024). The power of psychobiotics in depression: A modern approach through the microbiota–gut–brain axis: a literature review. *Nutrients*, 16(7), 10-24.
<https://doi.org/10.3390/nu16071054>
- Freimer, D., Yang, T. T., Ho, T. C., Tymofiyeva, O., & Leung, C. (2022). The gut microbiota, HPA axis, and brain in adolescent-onset depression: Probiotics as a novel treatment. *Brain, Behavior, & Immunity - Health*, 26, 100-125. <https://doi.org/10.1016/j.bbih.2022.100541>
- Haas-Neill, S., & Forsythe, P. (2020). A budding relationship: Bacterial extracellular vesicles in the microbiota-gut-brain axis. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(23), 88-99. <https://doi.org/10.3390/ijms21238899>
- Han, W., Zheng, Y., Wang, L., & An, C. (2023). Disordered gut microbiota and changes in short-chain fatty acids and inflammatory processes in stress-vulnerable mice. *Journal of Neuroimmunology*, 383(6), 578-589. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroim.2023.578172>
- Kim, S.-Y., Woo, S.-Y., Kim, H.-L., Chang, Y., Ryu, S., & Kim, H.-N. (2025). A shotgun metagenomic study identified short-chain fatty acid-producing species and their functions in the gut microbiome of adults with depressive symptoms: Large-scale shotgun sequencing data of the gut microbiota using a cross-sectional design. *Journal of Affective Disorders*, 376(9), 26-35. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2025.01.149>

- Li, J., Hou, L., Wang, C., Jia, X., Qin, X., & Wu, C. (2018). Short term intrarectal administration of sodium propionate induces antidepressant-like effects in rats exposed to chronic unpredictable mild stress. *Frontiers in Psychiatry*, 9(5), 454-467. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2018.00454>
- Li, S., Sohouli, M. H., & Li, Z. (2025). The effect of postbiotics supplementation on obesity and metabolic health: A systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Nutrition & Metabolism*, 22(1), 140-153. <https://doi.org/10.1186/s12986-025-01037-5>
- Li, X., He, M., Yi, X., Lu, X., Zhu, M., Xue, M., ... Zhu, Y. (2024). Short-chain fatty acids in nonalcoholic fatty liver disease: New prospects for short-chain fatty acids as therapeutic targets. *Heliyon*, 10(5), 26-39. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26991>
- Misiak, B., Łoniewski, I., Marlicz, W., Frydecka, D., Szulc, A., Rudzki, L., & Samochowiec, J. (2020). The HPA axis dysregulation in severe mental illness: Can we shift the blame to gut microbiota? *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 102(4), 109-128. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2020.109951>
- Mosca, A., Abreu Y Abreu, A. T., Gwee, K. A., Ianiro, G., Tack, J., Nguyen, T. V. H., & Hill, C. (2022). The clinical evidence for postbiotics as microbial therapeutics. *Gut Microbes*, 14(1), 211-227. <https://doi.org/10.1080/19490976.2022.2117508>
- Nazarinejad, Z., Molani-Gol, R., Roozbeh Nasiraie, L., & Ebrahimzadeh-Attari, V. (2025). Postbiotics as a novel intervention for obesity management and improving metabolic parameters: A systematic review and meta-analysis of animal studies. *Journal of Translational*

Medicine, 23(1), 913-925.
<https://doi.org/10.1186/s12967-025-06927-z>

- Palepu, M. S. K., Gajula, S. N. R., K, M., Sonti, R., & Dandekar, M. P. (2024). SCFAs supplementation rescues anxiety- and depression-like phenotypes generated by fecal engraftment of treatment-resistant depression rats. *ACS Chemical Neuroscience*, 15(5), 1010-1025. <https://doi.org/10.1021/acscchemneuro.3c00727>
- Pirolli, N. H., Bentley, W. E., & Jay, S. M. (2021). Bacterial extracellular vesicles and the gut-microbiota brain axis: Emerging roles in communication and potential as therapeutics. *Advanced Biology*, 5(7), 200-214. <https://doi.org/10.1002/adbi.202000540>
- Ragavan, M. L., & Hemalatha, S. (2024). The functional roles of short chain fatty acids as postbiotics in human gut: Future perspectives. *Food Science and Biotechnology*, 33(2), 275-285. <https://doi.org/10.1007/s10068-023-01414-x>
- Rode, J., Yang, L., König, J., Hutchinson, A. N., Wall, R., Venizelos, N., ... Vumma, R. (2021). Butyrate rescues oxidative stress-induced transport deficits of tryptophan: Potential implication in affective or gut-brain axis disorders. *Neuropsychobiology*, 80(3), 253-263. <https://doi.org/10.1159/000510886>
- Salles, B. I. M., Cioffi, D., & Ferreira, S. R. G. (2020). Probiotics supplementation and insulin resistance: A systematic review. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 12(1), 98-113. <https://doi.org/10.1186/s13098-020-00603-6>
- Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M. M., ... Vinderola, G. (2021). The international scientific association of probiotics and prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition

- and scope of postbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18(9), 649-667. <https://doi.org/10.1038/s41575-021-00440-6>
- Skonieczna-Żydecka, K., Grochans, E., Maciejewska, D., Szkup, M., Schneider-Matyka, D., Jurczak, A., ... Stachowska, E. (2018). Faecal short chain fatty acids profile is changed in polish depressive women. *Nutrients*, 10(12), 19-39. <https://doi.org/10.3390/nu10121939>
- Strandwitz, P. (2018). Neurotransmitter modulation by the gut microbiota. *Brain Research*, 1693(4), 128-133. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2018.03.015>
- Talbott, S. M., Talbott, J. A., Stephens, B. J., & Oddou, M. P. (2020). Modulation of gut-brain axis improves microbiome, metabolism, and mood. *Functional Foods in Health and Disease*, 10(1), 37-52. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v10i1.685>
- Van De Wouw, M., Boehme, M., Lyte, J. M., Wiley, N., Strain, C., O'Sullivan, O., ... Cryan, J. F. (2018). Short-chain fatty acids: Microbial metabolites that alleviate stress-induced brain-gut axis alterations. *The Journal of Physiology*, 596(20), 4923-4944. <https://doi.org/10.1113/JP276431>
- Vinderola, G., Sanders, M. E., Salminen, S., & Szajewska, H. (2022). Postbiotics: The concept and their use in healthy populations. *Frontiers in Nutrition*, 9(2), 100-122. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1002213>
- Wegh, C. A. M., Geerlings, S. Y., Knol, J., Roeselers, G., & Belzer, C. (2019). Postbiotics and their potential applications in early life nutrition and beyond. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(19), 46-73. <https://doi.org/10.3390/ijms20194673>

- Yavorov-Dayliev, D., Pérez-Soto, M. I., Gosálbez, L., Iturria, I., & Ayo, J. (2026). Preliminary effect of the postbiotic pA1c®HI in glucose metabolism of obese individuals: A pilot, randomized, double-blind, controlled nutritional intervention. *Nutrition*, 141(1), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2025.112948>
- Yoon, S. J., Yu, J. S., Min, B. H., Gupta, H., Won, S.-M., Park, H. J., ... Suk, K. T. (2023). Bifidobacterium-derived short-chain fatty acids and indole compounds attenuate nonalcoholic fatty liver disease by modulating gut-liver axis. *Frontiers in Microbiology*, 14(5), 112-129. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1129904>

ISIL İŞLEMLE OLUŞAN KİMYASAL KONTAMİNANTLAR VE DİYETLE MARUZİYETİN RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Bahar BANKOĞLU YOLA¹

Mehmet Lütü YOLA²

Mustafa Anıl ERBAĞCI³

1. GİRİŞ

Besin işleme teknolojilerinde ısıtım işlem uygulamaları mikrobiyolojik güvenliğin sağlanması, patojen organizmalarının inaktivasyonu, raf ömrünün uzatılması ve sindirilebilirliğin artırılması amacıyla uygulanan temel süreçlerdir. Isıtım işlemler aynı zamanda besinlere karakteristik renk, aroma, tat ve doku kazandırarak tüketici kabulünü ve duyu kaliteyi üst seviyeye taşır (Başaran, 2020; Gökmen, 2024). Ancak, besin bileşiminde yer alan temel makro ve mikro bileşenlerin (karbonhidratlar, proteinler, serbest amino asitler, lipidler ve mineraller) yüksek sıcaklıklar altında geçirdiği karmaşık ikincil reaksiyonlar sonucunda, hammaddede doğal olarak bulunmayan ve toksik potansiyele sahip kimyasal bileşikler meydana gelmektedir. Bu maddeler besin literatüründe "ısıtım işlem kontaminantları" (thermal processing contaminants) veya "işlem kontaminantları"

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mühendislik Temel Bilimleri, ORCID: 0000-0002-2931-077X.

² Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, ORCID: 0000-0001-7424-3425.

³ Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, ORCID: 0000-0002-7842-5741.

olarak adlandırılmaktadır (Başaran, 2020; Zahir, Khan, Nasim, Azizi, & Azi, 2024).

Besin güvenliği ve toksikoloji perspektifinden bakıldığında, ısıtıl işlem kontaminantları besin güvenliği yönetiminin en karmaşık alanlarından birini oluşturmaktadır (Başaran, 2020; Gökmen, 2024; Zahir ve ark., 2024). Bunun temel nedeni, mikrobiyolojik tehlikelerin tamamen elenmesi için gerekli olan ısıtıl işlem koşullarının, aynı zamanda bu toksik kimyasalların sentezini teşvik etmesidir. Dolayısıyla gıda sanayisi, halk sağlığını da göz önünde bulundurarak mikrobiyolojik inaktivasyon ile kimyasal kontaminant oluşumunun minimizasyonu arasında hassas bir teknolojik denge kurmak zorundadır (Başaran, 2020; Gökmen, 2024; Gratz ve ark., 2021). Bu kontaminantların büyük bir kısmı mutajenik, genotoksik karsinogenik, nörotoksik veya sitotoksik özellikler sergilediğinden, diyetle kronik maruziyet seviyelerinin hassasiyetle belirlenmesi ve risk değerlendirmelerinin yapılması büyük bir önem taşımaktadır. (Mousavi, Mahmoudpour, Abbaszadeh, & Abdolshahi, 2026; Zahir ve ark., 2024).

Besinlerde ısıtıl işlemle ortaya çıkan başlıca kimyasal kontaminantlar kimyasal kökenlerine göre üç ana kategoride ele alınmaktadır:

Karbonhidrat Kaynaklı Bileşikler: İndirgen şekerlerin amino asitlerle yüksek sıcaklıktaki reaksiyonları veya karbonhidrat yıkımları sonucu oluşan akrilamid ve furan (Başaran, 2020; Zahir ve ark., 2024).

Protein ve Amino Asit Kaynaklı Bileşikler: Et grubu besinlerin (kırmızı et, kanatlı eti, balık) yüksek ısıda pişirilmesiyle sentezlenen heterosiklik aromatik aminler (HCA) (Escobedo-Avellaneda ve ark., 2011; Zahir ve ark., 2024).

Lipid Kaynaklı ve Pirolitik Bileşikler: Organik maddelerin pirolizi ve eksik yanmasıyla oluşan polisiklik

aromatik hidrokarbonlar (PAH) ile bitkisel yağların endüstriyel rafinasyon süreçlerinde meydana gelen 3-monokloropropan-1,2-diol (3-MCPD) esterleri ve glisidil yağ asidi esterleri (GE) (Abrante-Pascual, Nieva-Echevarría, & Goicoechea-Oses, 2024; Wang & Fang, 2025; Zahir ve ark., 2024).

2. OLUŞUM MEKANİZMALARI VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Isıl işlem kontaminantlarının besin bileşimindeki oluşum kimyası reaktan türüne, sıcaklık derecesine, reaksiyon süresine, ortamın su aktivitesine (a_w), pH derecesine ve gıda matrisinin fiziksel yapısına doğrudan bağlıdır (Ciesarová, Kiss, & Kolek, 2006; Gökmen, 2024; Zahir ve ark., 2024; Zhang, 2025).

2.1. Akrilamid

Akrilamid (C_3H_5NO), düşük molekül ağırlığına sahip, polar ve suda yüksek çözünürlük gösteren vinil monomer yapısında bir bileşiktir (Törös ve ark., 2026). Besinlerdeki temel oluşum mekanizması, serbest bir amino asit olan asparagin ile indirgen şekerlerin (glukoz, fruktoz veya galaktoz) yüksek sıcaklıklarda ($>120^\circ C$) girdiği Maillard reaksiyonudur (Chain, 2015; Gökmen & Şenyuva, 2006; Raffan & Halford, 2019; Zyzak ve ark., 2003). İki bileşenin kondenzasyonu ile öncelikle kararsız bir Schiff bazı oluşur. Schiff bazının dekarboksilasyonu neticesinde meydana gelen Azometin yliden ara ürünü, ısıl yıkımla akrilamid salınımını gerçekleştirir (Zhang, 2025; Zyzak ve ark., 2003). Alternatif bir ikincil oluşum yolu ise, yüksek sıcaklıklarda lipidlerin termal oksidasyonu sonucu açığa çıkan akroleinin akrilik aside dönüşmesi ve bu yapının amonyak molekülleriyle reaksiyona girmesidir (Törös ve ark., 2026; Zhang, 2025).

Akrilamid sentetik hızını etkileyen en kritik faktörler sıcaklık ve süredir. Reaksiyon kinetiği 120°C üzerinde başlar, $160-180^{\circ}\text{C}$ aralığında maksimum hıza ulaşır; 200°C üzerindeki sıcaklıklarda ise akrilamidin termal degradasyonu (yıkımı) oluşum hızını geçtiği için net konsantrasyonda azalma gözlenir. Nem içeriği açısından akrilamid oluşumu, su aktivitesinin (a_w) $0.6 - 0.7$ olduğu düşük ve orta nemli ortamlarda pik yapar. Yüksek su aktivitesi reaksiyon dengesini tersine çevirerek oluşumu baskılar. pH faktöründe ise alkali ortamlar (pH 7 - 8) Schiff bazı oluşumunu kolaylaştırırken, pH 3'ün altındaki asidik koşullar amino grubunun protonlanmasına yol açarak reaksiyonu neredeyse tamamen durdurur (Ciesarová ve ark., 2006; Dumina, Kalinin, & Zhdanov, 2025; Gökmen & Şenyuva, 2006; Zhang, 2025).

2.2. Heterosiklik Aromatik Aminler (HCA)

Heterosiklik aromatik aminler, protein bakımından zengin hayvansal besinlerin 125°C ile 300°C arasındaki sıcaklıklarda pişirilmesi sırasında oluşan güçlü mutajenik bileşiklerdir (Escobedo-Avellaneda ve ark., 2011; Zahir ve ark., 2024). Oluşum mekanizmalarına göre iki grupta incelenirler:

Polar HCA'lar (Amino-imidazoazaarenler - AIA): $125 - 300^{\circ}\text{C}$ arasında serbest amino asitler, kreatin/kreatinin ve heksoz şekerlerinin Maillard reaksiyonu ara ürünleriyle (özellikle pirazinler ve pridiniyum radikalleri) reaksiyona girmesiyle sentezlenir. PhIP (2-amino-1-metil-6-fenilimidazo[4,5-b]piridin) ve MeIQx bu grubun en tipik temsilcileridir.

Non-polar HCA'lar (Aminokarbolinler): 300°C üzerindeki yüksek sıcaklıklarda amino asitlerin (özellikle triptofan ve fenilalanin) doğrudan pirolizi sonucu oluşur.

HCA sentezini doğrudan etkileyen parametreler, pişirme yöntemi (tava kızartması, ızgara, mangal gibi yüzey teması yüksek yöntemler oluşumu artırır), pişirme süresi, etin yağ ve

prekürsör (kreatin/kreatinin) içeriğidir (Escobedo-Avellaneda ve ark., 2011; Mousavi ve ark., 2026; Zahir ve ark., 2024).

2.3. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar, iki veya daha fazla kaynaşmış benzen halkasından oluşan lipofilik organik kontaminantlardır.. Besinlerde PAH oluşumu üç temel mekanizmayla gerçekleşir:

Besin bileşenlerinin pirolizi: 200°C üzerindeki sıcaklıklarda yağ, protein ve karbonhidratların termal kırılması sonucu serbest radikaller oluşur ve bu radikaller daha büyük aromatik halkalara (örn. Benzo[a]piren, Hrizens) dönüşür.

Isı kaynağının eksik yanması: Odun, kömür veya gazın doğrudan alevle yanması sırasında oluşan duman besinin yüzeyine tutunur.

Eritilmiş yağların ateş üzerine damlaması: Mangal ve ızgara işlemlerinde etten süzülen yağların 500-1000°C'deki kor ateş üzerine düşerek pirolize olması ve yükselen dumanla birlikte PAH'ların et yüzeyinde yoğunlaşması.

Gıdadaki doymamış yağ asitlerinin oranı arttıkça piroliz kolaylaşmakta ve PAH derişimi yükselmektedir (Wang & Fang, 2025; Zahir ve ark., 2024).

2.4. 3-MCPD ve Glisidil Esterleri (GE)

3-monokloropropan-1,2-diol (3-MCPD) ve glisidil esterleri, bitkisel ve hayvansal yağların endüstriyel rafinasyon aşamalarında, özellikle yüksek sıcaklık gerektiren deodorizasyon (>200°C) adımımda meydana gelen lipid kökenli kontaminantlardır. 3-MCPD esterleri, triağılglicerol (TAG) ve diağılglicerollerin (DAG) ortamda bulunan klorür iyonları (Cl⁻) ile yüksek ısıda nükleofilik yer değıştirme tepkimesine girmesiyle meydana gelir. Glisidil esterleri ise klorür iyonlarına ihtiyaç duyulmaksızın, diağılglicerollerin 230°C'nin üzerindeki

sıcaklıklarda ısı eliminasyona ve ardından molekül içi yeniden düzenlenmeye uğraması sonucunda oluşur.. Deodorizasyon sıcaklığının 240°C'nin üzerine çıkması GE oluşumunu belirgin ölçüde artırır (Abrante-Pascual ve ark., 2024; Zahir ve ark., 2024).

Tablo 1. Isıl İşleme Oluşan Başlıca Kimyasal Kontaminantların Öncül Bileşenleri, Oluşum Yolları Ve Oluşumlarını Etkileyen Temel Faktörler

Kontaminant	Temel Öncül Bileşenler	Reaksiyon Yolu	Kritik Etkileyen Faktörler
Akrilamid	Serbest asparagin, indirgen şekerler (glukoz, fruktoz)	Maillard reaksiyonu (Schiff bazı / dekarboksilasyon), lipid oksidasyonu (Zhang, 2025; Zyzak ve ark., 2003)	Sıcaklık (>120°C), su aktivitesi ($a_w \approx 0.6-0.7$), pH (7-8), süre (Ciesarová ve ark., 2006; Zhang, 2025)
Heterosiklik Aminler (HCA)	Kreatin/kreatinin, serbest amino asitler, hexoslar	Amino-imidazoazaaren (AIA) yolu, protein pirolizi (Zahir ve ark., 2024)	Sıcaklık (125-300°C), pişirme yöntemi (ızgara/tava), protein/yağ oranı (Escobedo-Avellaneda ve ark., 2011; Zahir ve ark., 2024)
Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)	Trigliseritler, yağ asitleri, organik piroliz ürünleri	Piroliz, eksik yanma dumanı, damlayan yağ pirolizi (Wang & Fang, 2025)	Açık alevle temas, yüksek yağ oranı, kömür mesafesi, $T > 200^\circ\text{C}$ (Wang & Fang, 2025)
3-MCPD ve Glisidil Esterleri	Diaçilgliseroller (DAG), TAG, klorür iyonları	Isıl klorinasyon (3-MCPD), DAG termal eliminasyonu (GE) (Abrante-Pascual ve ark., 2024; Zahir ve ark., 2024)	Deodorizasyon sıcaklığı (>200-240°C), klorür derişimi, DAG seviyesi (Abrante-Pascual ve ark., 2024; Zahir ve ark., 2024)

3. BESİNLERDE BULUNMA VE DİYETLE MARUZİYET

Isıl işlem kontaminantlarının besinlerdeki dağılımı; hammadde kompozisyonu, uygulanan endüstriyel işleme parametreleri ve evsel pişirme geleneklerine bağlı olarak çeşitlilik sergilemektedir.

Akrilamid, karbonhidrat bakımından zengin ve asparagin içeren gıdaların yüksek ısıda işlenmesiyle ortaya çıkar. Patates cipsi (500 - 1500 $\mu\text{g/kg}$), patates kızartması (200 - 800 $\mu\text{g/kg}$), bisküvi, kraker, gevreklik ekmekler, kavrulmuş kahve ve çekirdekler ile bebek bisküvileri en yüksek akrilamid derişimlerinin tespit edildiği ürün gruplarıdır (Başaran, 2020; Chain, 2015; Claeys ve ark., 2016; Törös ve ark., 2026). Furan ise uçucu bir oksijen heterosikliği olup, konserve veya kavanozlanmış bebek besinlerinde, hazır çorbalarda, taze demlenmiş ve hazır kahvelerde yüksek seviyelerde (10 - 100 $\mu\text{g/kg}$) bulunur (Başaran, 2020).

HCA ve PAH kontaminasyonu ağırlıklı olarak protein ve yağ içeren hayvansal besinlerde gözlemlenir. Kömür ateşinde veya döküm tavada pişirilmiş kırmızı et, tavuk ve balık numunelerinde toplam HCA seviyeleri 50 $\mu\text{g/kg}$ sınırını aşabilir. PAH'lar ise geleneksel yöntemlerle tütülenmiş et ve balık ürünlerinde, mangalda ve yüksek derecede kavrulmuş kakao yağları ile çikolatalarda (özellikle Benzo[a]piren ve PAH4 grubu) tespit edilmektedir (Escobedo-Avellaneda ve ark., 2011; Velayati ve ark., 2026; Wang & Fang, 2025; Zahir ve ark., 2024). 3-MCPD ve glisidil esterlerinin ana kaynağı ise endüstriyel olarak rafine edilmiş bitkisel yağlardır. Palmiye yağı, yüksek DAG içeriği ve rafinasyon koşulları nedeniyle en yüksek 3-MCPD ve GE derişimlerine (1000 - 5000 $\mu\text{g/kg}$) sahip olup, bu yağların kullanıldığı margarinler, fırıncılık ürünleri ve toz bebek formülleri diyetle alımın merkezinde yer almaktadır. (Abrante-

Pascual ve ark., 2024; Méndez-Alvarado ve ark., 2025; Zahir ve ark., 2024).

Diyetle maruziyet, tüketim miktarlarının vücut ağırlığına oranlanması esasına dayandığından, yaş grupları arasında belirgin farklar gösterir. Bebekler ve küçük çocuklar, kilogram vücut ağırlığı başına yetişkinlere kıyasla 2 - 3 kat daha yüksek besin tüketim hızına sahiptir. Ayrıca bebek formülleri ve bebek bisküvileri gibi tek tip beslenmeye dayalı diyetler, bu hassas grupta akrilamid, furan ve 3-MCPD/GE maruziyetini en üst seviyeye taşımaktadır. Yetişkin popülasyonda ise maruziyet profili daha geniş bir besin yelpazesine dağılmakta; patates ürünleri, hazır kahve, fırıncılık mamulleri ve ızgara et tüketimi öne çıkmaktadır (Başaran, 2020; Chain, 2015; Claeys ve ark., 2016; Dimitrieska-Stojkovikj ve ark., 2019; Méndez-Alvarado ve ark., 2025).

Tablo 2. Isıl İşlem Kontaminantlarının Başlıca Besin Kaynakları, Yaş Gruplarına Göre Maruziyet Farklılıkları ve Pişirme ile Tüketim Alışkanlıklarının Maruziyete Etkisi

Kontaminant	Başlıca Gıda Kaynakları	Yaş Gruplarına Göre Maruziyet Farklılıkları	Pişirme ve Tüketim Alışkanlıklarının Etkisi
Akrilamid	Patates cipsi/kızartması, kahve, bisküvi, ekmek, bebek mamaları	Çocuklar ve bebekler kg/v.a. (vücut ağırlığı) başına en yüksek maruziyete sahiptir (Chain, 2015; Claeys ve ark., 2016; Méndez-Alvarado ve ark., 2025).	Koyu esmerleştirme, yüksek kızartma sıcaklığı ve uzun süre maruziyeti artırır (Gökmen, 2024).
Furan	Kavanozlanmış bebek mamaları, konserve gıdalar, kahve	Bebekler hazır mamalar, yetişkinler kahve üzerinden maruz kalır (Başaran, 2020; Stadler ve ark., 2002).	Ambalajın açılmasından sonra ısıtma uçuculuk nedeniyle furanı azaltır (Başaran, 2020).
HCA ve PAH	Izgara/mangal etler, tütülenmiş balıklar, bitter çikolata	Yetişkinler ve ergenlerde et grubu ağırlıklı beslenme ile yükselir (Velayati ve ark., 2026; Wang & Fang, 2025).	Açık alevde pişirme, eti kömüre yakın tutma ve aşırı yakma derişimi artırır (Wang & Fang, 2025).
3-MCPD / GE	Rafine palmiye yağı, margarinler, toz bebek formülleri	Anne sütü almayan bebekler bebek formülleriyle riske açıktır (Méndez-Alvarado ve ark., 2025).	Yağların tekrar tekrar kızartmada kullanılması yıkımı ve esterleşmeyi tetikler (Abrante-Pascual ve ark., 2024; Zahir ve ark., 2024).

4. METABOLİZMA VE SAĞLIK ETKİLERİ

Isıl işlem sonucu oluşan kontaminantların insan organizmasındaki toksikolojik etkileri; gastrointestinal sistemden emilimleri, dokulara dağılımları, sitokrom P450 (CYP450) enzimleri aracılığıyla gerçekleşen Faz I biyoaktivasyon süreçleri ve Faz II konjugasyon yoluyla gerçekleşen detoksifikasyon mekanizmaları arasındaki dengeye bağlıdır. (Chain, 2015; Méndez-Alvarado ve ark., 2025; Rietjens ve ark., 2018; Zahir ve ark., 2024).

4.1. Akrilamid

Oral yoldan alınan akrilamid, mide ve bağırsak kanalından hızla ve tamamen emilerek organ ve dokulara dağılır. Karaciğerde iki temel metabolik patika izler:

Faz I Biyoaktivasyonu: Akrilamid, sitokrom P450 2E1 (CYP2E1) izoenzimi aracılığıyla epoksidasyona uğrayarak oldukça reaktif ve genotoksik bir metabolit olan glisidamide (GA) dönüştürülür. Glisidamid, DNA'daki guanin bazlarına kovalent olarak bağlanarak başta N7-(2-karbamoil-2-hidroksietil)guanin (N7-GA-Gua) olmak üzere çeşitli DNA adüktlerinin oluşumuna neden olur. Bu DNA adüktlerinin oluşumu, DNA hasarı, kromozomal aberasyonlar ve gen mutasyonlarıyla sonuçlanabilen genotoksik süreçlerin temelini oluşturur.

Faz II Detoksifikasyonu: Akrilamid ve glisidamid, glutatyon S-transferaz (GST) enzimi ile glutatyon (GSH) konjugatlarına dönüştürülerek merkaptürik asit türevleri halinde idrarla vücuttan atılır (Chain, 2015; Méndez-Alvarado ve ark., 2025).

Akrilamidin bir diğer kritik toksikolojik etkisi, periferik sinir sisteminde aksonal dejenerasyon ve kinesin motor proteinlerinin inhibisyonu ile ortaya çıkan nörotoksisitedir.

Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC), akrilamidi "insanlar için muhtemel karsinojen" (Grup 2A) olarak sınıflandırmıştır (Drabińska, Marcinkowska, Wieczorek, & Jeleń, 2023; Gökmen, 2024).

4.2. Heterosiklik Aromatik Aminler (HCA)

HCA'lar vücuda alındıktan sonra toksik etkilerini gösterebilmek için metabolik aktivasyona ihtiyaç duyarlar. Karaciğerde CYP1A2 enzimi ile N-hidroksilasyona uğrayarak N-hidroksiaminlere dönüşürler. Bu ara ürünler daha sonra N-asetiltransferazlar (NAT1, NAT2) ve sülfotransferazlar (SULT) ile O-esterleşme reaksiyonuna girerek kararsız esterler oluşturur. Bu esterlerin ayrışmasıyla meydana gelen reaktif nitrenium iyonları, DNA'nın guanin bazlarına (C8-guanin adüktleri) bağlanarak hücresel mutasyonları tetikler. HCA'lar; kolon, meme, prostat ve karaciğer kanserlerinin gelişiminde anahtar rol oynadığı düşünülen mutajenlerdir (Zahir ve ark., 2024).

4.3. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)

PAH'ların en iyi karakterize edilmiş temsilcilerinden biri olan benzo[a]piren (BaP), lipofilik yapısı nedeniyle hücre zarlarından kolaylıkla geçebilir. BaP, başta CYP1A1 ve CYP1B1 olmak üzere sitokrom P450 enzimleri ile epoksit hidrolazın rol aldığı ardışık metabolik reaksiyonlar sonucunda yüksek derecede reaktif benzo[a]piren-7,8-diol-9,10-epoksite (BPDE) dönüştürülür. BPDE, DNA'daki guanin bazlarının N² pozisyonuna kovalent olarak bağlanarak dG-N²-BPDE gibi DNA adüktlerinin oluşmasına neden olur. Onarılamayan veya hatalı onarılan DNA adüktleri kalıcı mutasyonlara yol açabilir; özellikle TP53 tümör baskılayıcı genindeki karakteristik mutasyonlarla ilişkilendirilmiştir. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC), benzo[a]pireni insanlar için karsinojenik (Grup 1) olarak sınıflandırmıştır (Velayati ve ark., 2026; Wang & Fang, 2025; Zahir ve ark., 2024).

4.4. 3-MCPD ve Glisidil Esterleri

3-MCPD ve glisidil esterleri, gastrointestinal sistemde pankreatik lipazlar tarafından hızla hidrolize edilerek serbest 3-MCPD ve serbest glisidola dönüştürülür. Serbest glisidol, yapısındaki epoksit halkası nedeniyle doğrudan genotoksik bir alkilleyici ajandır ve DNA ile reaksiyona girer (IARC Grup 2A). Serbest 3-MCPD ise genotoksik olmayan ancak nefrotoksik etki gösteren bir bileşiktir. Renal tübüler nekroz, böbrek epitel hücre hiperplazisi ve testislerde Leydig hücresel hasarına neden olur (IARC Grup 2B) (Abrante-Pascual ve ark., 2024; Rietjens ve ark., 2018).

5. KİMYASAL ANALİZ YÖNTEMLERİNE KISA BAKIŞ

Gıdalarda genellikle düşük derişimlerde ($\mu\text{g/kg}$ veya ng/g düzeylerinde) bulunan ısıl işlem kontaminantlarının tanımlanması ve nicel tayini; yüksek duyarlılık ve seçiciliğe, düşük tespit (LOD) ve tayin (LOQ) sınırlarına sahip ileri analitik tekniklerin kullanımını gerektirmektedir (Méndez-Alvarado ve ark., 2025; Mousavi ve ark., 2026).

Analitik sürecin en kritik aşamalarından biri örnek hazırlama ve ekstraksiyondur. Gıda matrisinde bulunan yağlar, proteinler, pigmentler ve karbonhidratlar gibi bileşenler, hedef analitin ekstraksiyonunu ve analitik sistemdeki yanıtını etkileyerek matris etkilerine neden olabilmektedir. Bu etkilerin azaltılması ve hedef analitin matristeki diğer bileşenlerden ayrılması amacıyla çeşitli ekstraksiyon ve temizleme yöntemlerinden yararlanılmaktadır (Basaran & Faiz, 2022; Dimitrieska-Stojkovikj ve ark., 2019; Méndez-Alvarado ve ark., 2025; Mousavi ve ark., 2026).

Katı faz ekstraksiyonu (SPE): Hedef analitin ve matristeki girişim oluşturan bileşenlerin fizikokimyasal özelliklerinden yararlanılarak C18, HLB veya iyon değiştirici gibi farklı sorbentlerin kullanıldığı seçici ekstraksiyon ve temizleme yöntemidir (Drabińska ve ark., 2023; Mousavi ve ark., 2026).

QuEChERS yöntemi: Özellikle bazı akrilamid ve HCA analizlerinde kullanılan bu yaklaşım; asetonitril, su ve $MgSO_4$ ile NaCl gibi tuzların kullanıldığı hızlı bir ekstraksiyon aşamasını, çoğunlukla dispersif katı faz ekstraksiyonu (d-SPE) ile gerçekleştirilen temizleme işleminin izlemesine dayanır (Dimitrieska-Stojkovikj ve ark., 2019; Mousavi ve ark., 2026).

Türevlendirme: Uçuculuğu veya kromatografik/dedeksiyon özellikleri doğrudan analize uygun olmayan analitlerin daha kolay analiz edilebilen türevlerine dönüştürülmesidir. Örneğin 3-MCPD, fenilboronik asit (PBA) ile türevlendirilerek GC-MS veya GC-MS/MS ile analize uygun hâle getirilebilmektedir.

Örnek hazırlama aşamasının ardından hedef bileşiklerin ayrılması ve tayininde kromatografik yöntemler, çoğunlukla seçici ve duyarlı dedeksiyon sistemleriyle birlikte kullanılmaktadır. Başlıca analitik yaklaşımlar aşağıda özetlenmiştir.

Gaz kromatografisi-tandem kütle spektrometrisi (GC-MS/MS): Uçucu veya uygun örnek hazırlama ve/veya türevlendirme işlemleri sonucunda gaz kromatografisine elverişli hâle getirilebilen kontaminantların analizinde kullanılmaktadır. Furan, PAH'lar ve 3-MCPD'nin türevlendirilmiş formları bu tekniklerle yüksek seçicilik ve duyarlılıkla tayin edilebilmektedir.

Sıvı kromatografisi-tandem kütle spektrometrisi (LC-MS/MS ve UHPLC-MS/MS): Özellikle polar, düşük uçuculuğa sahip veya ısıl olarak kararsız bileşiklerin analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Akrilamid ve çeşitli HCA'ların

analizinde, çoğunlukla elektrosprey iyonizasyon (ESI) ile birlikte kullanılarak yüksek seçicilik ve duyarlılık sağlamaktadır. Glisidil esterlerinin analizinde ise kullanılan yöntemle bağlı olarak doğrudan veya dolaylı LC-MS/MS yaklaşımlarından yararlanılabilmektedir (Abramenkova ve ark., 2025; Dimitrieska-Stojkovikj ve ark., 2019; Méndez-Alvarado ve ark., 2025; Mousavi ve ark., 2026).

Yüksek performanslı sıvı kromatografisi-floresans dedeksiyonu (HPLC-FLD): Doğal floresans özelliği gösteren PAH'ların ve uygun floresans özelliklerine sahip bazı HCA'ların tayininde kullanılan duyarlı bir analitik yaklaşımdır. Özellikle rutin analizlerde ve kalite kontrol uygulamalarında HPLC-FLD'den yararlanılabilmektedir (Drabińska ve ark., 2023; Mousavi ve ark., 2026; Velayati ve ark., 2026).

Bununla birlikte Karslıoğlu ve arkadaşları (2024), ev yapımı patates kızartmalarında akrilamid tayini için moleküler baskılanmış polimer temelli bir yüzey plazmon rezonansı (SPR) sensörü geliştirmiş ve yöntemin tespit sınırını $3,0 \times 10^{-10}$ mol/L olarak bildirmiştir.

6. DİYETLE MARUZİYETİN RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Isıl işlem kontaminantlarının insan sağlığı üzerindeki potansiyel olumsuz etkilerini nicel olarak ortaya koymak amacıyla, Uluslararası Gıda Katkı Maddeleri Uzman Komitesi (JECFA) ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından standartlaştırılmış kimyasal risk değerlendirme metodolojileri uygulanmaktadır.

Risk değerlendirme süreci dört temel basamaktan oluşur:

Tehlike Tanımlaması (Hazard Identification): Kontaminantın toksikolojik özelliklerinin belirlenmesi.

Tehlike Karakterizasyonu (Hazard Characterization): Doz-yanıt ilişkilerinin kurulması ve toksikolojik referans noktalarının saptanması.

Maruziyet Değerlendirmesi (Exposure Assessment): Popülasyonun diyetle günlük kontaminant alım miktarının hesaplanması.

Risk Karakterizasyonu (Risk Characterization): Maruziyet ile toksikolojik referans değerlerin kıyaslanarak halk sağlığı riskinin belirlenmesi (Bennekou ve ark., 2025; Chain, 2015).

Diyetle günlük kronik maruziyet (DI), besin tüketim verileri ve kontaminant konsantrasyonlarının birleştirilmesiyle şu matematiksel eşitlik üzerinden hesaplanır:

$$DI = \sum \frac{C_i \times E_i}{BW}$$

Eşitlikte; DI günlük diyetle alım miktarını ($\mu\text{g/kg}$ v.a./gün); C_i i kodlu gıdadaki kontaminant konsantrasyonunu ($\mu\text{g/kg}$); E_i i kodlu gıdanın günlük tüketim miktarını (kg/gün); BW ise bireyin vücut ağırlığını (kg) temsil etmektedir (Basaran & Faiz, 2022; Oppong Siaw, W. Ofosu, E. Lutterodt, & M. Ankar-Brewoo, 2018).

EFSA verilerine göre, farklı yaş grupları ve tüketim araştırmaları genelinde diyetle ortalama akrilamid maruziyeti $0,4\text{--}1,9 \mu\text{g/kg}$ v.a./gün arasında değişirken, 95. persentildeki maruziyet düzeyleri $0,6\text{--}3,4 \mu\text{g/kg}$ v.a./gün arasında değişmektedir.

Genotoksik karsinojenik nitelikteki bileşikler için hücresel düzeyde toksik etkisi bulunmayan güvenli bir eşik doz (Tolerable Daily Intake - TDI) tanımlanamaz. Bu tür bileşiklerin risk karakterizasyonunda Benchmark Doz Alt Güven Sınırı (BMDL₁₀) referans noktası alınarak Maruziyet Marjı (Margin of

Exposure - MOE) yaklaşımı yürütülür. BMDL₁₀ hayvan modellerinde tümör insidansında veya diğer toksik etkilerde %10'luk bir artışa neden olan dozun %95 alt güven sınırıdır (Bennekou ve ark., 2025; Chain, 2015).

EFSA Kontaminantlar Paneli (CONTAM) tarafından akrilamid için kabul edilen temel referans noktaları [:

Neoplastik (karsinojenik) etkiler için (BMDL₁₀: 0.17 mg/kg v.a./gün (170 µg/kg v.a./gün).

Nörotoksik etkiler için (BMDL₁₀): 0.43 mg/kg v.a./gün (430 µg/kg v.a./gün)(Bennekou ve ark., 2025; Chain, 2015; Claeys ve ark., 2016; 2020).

Maruziyet Marjı (MOE), toksikolojik BMDL₁₀ değerinin diyetle maruziyete bölünmesiyle hesaplanır:

$$MOE = \frac{BMDL_{10}}{DI}$$

EFSA Scientific Committee ilkelerine göre, genotoksik karsinojen maddeler için hesaplanan MOE değerinin 10.000 veya daha büyük olması, söz konusu maruziyetin halk sağlığı açısından "düşük endişe" ve "düşük öncelikli yönetim" kategorisinde olduğunu gösterir (Bennekou ve ark., 2025).

Akrilamid maruziyeti için hesaplanan neoplastik MOE değerleri; ortalama alımlarda 89 - 425 arasında, yüksek tüketim senaryolarında ise 50'ye kadar düşmektedir. Hesaplanan bu MOE değerlerinin 10.000 eşik değerinin çok altında kalması, diyetle akrilamid alımının insan sağlığı ve kanser riski açısından bir kamu sağlığı endişesi teşkil ettiğini düşündürmektedir.. Nörotoksisite açısından ise MOE değerlerinin 200'ün üzerinde kalması, mevcut maruziyet seviyelerinde nörolojik hasar riskinin düşük olduğunu göstermektedir (Basaran & Faiz, 2022; Chain, 2015; Claeys ve ark., 2016; Dimitrieska-Stojkovikj ve ark., 2019).

Risk değerlendirmesi süreçlerindeki temel belirsizlikler; besin tüketim kaydı anketlerindeki porsiyon hatırlama hataları, pişirme yöntemlerine bağlı gıda içi kontaminant dalgalanmaları, depolama esnasında gerçekleşen bileşik degradasyonları ve bireysel CYP2E1 genetik polimorfizmlerinden kaynaklanmaktadır (Chain, 2015; Claeys ve ark., 2016; Drabińska ve ark., 2023; Gökmen, 2024).

7. KONTAMİNANT AZALTMA STRATEJİLERİ

Isıl işlem kontaminantlarının minimizasyonu besin sanayiinde hammadde tedarikinden son tüketim anına kadar "Tarladan Sofraya" besin güvenliği zincirinin tüm aşamalarını kapsayan müdahaleler gerektirir. Bu stratejiler tasarlanırken, besinin mikrobiyolojik güvenliği, besleyici değeri ve tüketici tarafından talep edilen organoleptik özellikleri korunmalıdır (Başaran, 2020; Gökmen, 2024; Gratz ve ark., 2021).

7.1. Endüstriyel Uygulamalar

Tarımsal Islah ve Hammadde Kontrolü: Akrilamid öncülü olan serbest asparaginin düşük olduğu buğday ve patates varyetelerinin seçilmesi esastır. Patates yumrularının 6°C'nin altındaki sıcaklıklarda depolanması "soğukta tatlanma" (cold-induced sweetening) mekanizmasıyla glukoz ve fruktoz birikimini tetiklediğinden, depolamanın >6°C'de yapılması ve işleme öncesi patateslerin 12-15°C'de rekondisyone edilmesi akrilamidi belirgin ölçüde azaltır (Gökmen, 2024; Raffan & Halford, 2019).

Enzimatik Müdahale (L-Asparaginaz): Hamur ve patates hamurlarına L-asparaginaz enzimi ilavesi, serbest asparagin molekülünü aspartik asit ve amonyağa dönüştürür. Uygulamaya bağlı olarak bu enzim uygulaması gıdanın lezzet ve rengini bozmadan akrilamid oluşumunu %90'ın üzerinde

engellemektedir (Chain, 2015; Dumina ve ark., 2025; Zhang, 2025).

Formülasyon ve Katkı Maddesi Modifikasyonu: Fırıncılık ürünlerinde kabartma ajanı olarak kullanılan amonyum bikarbonat (NH_4HCO_3), akrilamid sentezini doğrudan katalizler. Amonyum bikarbonat yerine sodyum bikarbonat (NaHCO_3) veya kalsiyum tuzlarının (CaCl_2 , CaSO_4) kullanılması akrilamid seviyelerini düşürür (Zhang, 2025).

Yenilikçi Termal Teknolojiler: Bazı çalışmalarda basınç Destekli Termal Sterilizasyon (PES/HPTS) ve Ohmik Isıtma (OH) gibi hacimsel hızlı ısıtma teknolojileri, gıdaya uygulanan toplam termal yükü %36 oranında düşürerek furan ve akrilamid birikimini engellemektedir (Gratz ve ark., 2021).

Rafinasyon Proses Modifikasyonu: Çeşitli ürün ve işlem koşullarında bitkisel yağ rafinasyonunda deodorizasyon sıcaklığının 230°C altında tutulması, kısa yol distilasyonu (short-path distillation) ve yıkama adımları 3-MCPD ve GE seviyelerini %50-90 oranında azaltır (Zahir ve ark., 2024).

7.2. Evde Besin Hazırlama

Piştirme Rengi Kontrolü: Fırınlama, kızartma ve tost yapma işlemlerinde "altın sarısı" rengin hedef alınması, esmerleşmenin aşırıya kaçtığı koyu kahverengi/siyah aşamalardan kaçınılması gerekmektedir.

Ön İşlemler: Patates dilimlerinin kızartılmadan önce sıcak suda bekletilmesi (blanching), yüzeydeki serbest şekerlerin süzülme (leaching) yoluyla uzaklaşmasını sağlar (Gökmen, 2024; Zhang, 2025).

Izgara ve Mangal Hijyeni: Etlerin doğrudan açık alevle veya kömür dumanıyla teması engellenmeli, kor ateş ile et arasında en az 10-15 cm mesafe bırakılmalı, damlayan yağların

alev almasını önleyen döküm ızgaralar tercih edilmelidir (Wang & Fang, 2025).

Tablo 3. Isıl İşlem Kontaminantlarının Azaltılmasına Yönelik Endüstriyel ve Evsel Uygulamalar, Etki Mekanizmaları ve Etkinlik Düzeyleri

Uygulama Seviyesi	Müdahale Yöntemi	Hedef Kontaminant	Etki Mekanizması ve Başarı Oranı
Endüstriyel	L-Asparaginaz Enzimi İlavesi	Akrilamid	Asparaginin aspartik aside dönüşümü; %90 üzerinde azalma (Chain, 2015; Dumina ve ark., 2025; Zhang, 2025)
Endüstriyel	Kontrollü Depolama ($>6^{\circ}\text{C}$)	Akrilamid	Soğukta tatlanmanın ve indirgen şeker birikiminin engellenmesi (Gökmen, 2024)
Endüstriyel	Ohmik Isıtma ve PES Teknolojisi	Furan, Akrilamid	Toplam termal yükün %36 azaltılması ve hızlı içsel ısıtma (Gratz ve ark., 2021)
Endüstriyel	Deodorizasyon Isı Kontrolü ($<230^{\circ}\text{C}$)	GE ve 3-MCPD	Diaçilgliserol termal eliminasyonunun durdurulması (Zahir ve ark., 2024)
Evsel	Yüzey Renk Derecesi ("Altın Sarısı")	Akrilamid	İleri aşama Maillard reaksiyonlarının durdurulması (Gökmen, 2024; Zhang, 2025)
Evsel	Sıcak Suda Islatma (Blanching)	Akrilamid	Yüzeydeki indirgen şeker ve asparaginin suda çözünerek uzaklaşması (Gökmen, 2024; Zhang, 2025)
Evsel	Damlama Tavas ve Briket Kullanımı	PAH ve HCA	Yağ pirolizinin ve duman birikiminin fiziksel olarak engellenmesi (Wang & Fang, 2025)

8. SONUÇ VE ARAŞTIRMA GEREKSİNİMLERİ

Isıl işlem uygulamaları, besinlerin mikrobiyolojik güvenliğinin sağlanması ve tüketilebilir özellikler kazanması açısından vazgeçilmezdir. Bununla birlikte, besin bileşimi ve işleme koşullarına bağlı olarak akrilamid, heterosiklik aromatik aminler, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, 3-MCPD ve glisidil esterleri gibi kimyasal kontaminantlar oluşabilmektedir. Bu nedenle güvenli besin üretimi ve hazırlanması; mikrobiyolojik tehlikelerin kontrolü, kimyasal kontaminant oluşumunun azaltılması ve besleyici değerin korunmasının birlikte ele alınmasını gerektirmektedir.

Bu bileşiklerin sağlık açısından değerlendirilmesinde, besindeki kontaminant derişiminin yanı sıra tüketim miktarı, tüketim sıklığı, vücut ağırlığı ve bileşiğin toksikolojik özellikleri belirleyicidir. Analitik yöntemlerle elde edilen güvenilir verilerin besin tüketim bilgileriyle birleştirilmesi, diyetle maruziyetin değerlendirilmesinin temelini oluşturmaktadır. Risk değerlendirmesinden elde edilen sonuçlar, kullanılan toksikolojik referans noktaları ve mevcut belirsizlikler dikkate alınarak yorumlanmalıdır. Özellikle vücut ağırlığı başına maruziyetin yüksek olabildiği bebek ve çocuklarda, besinlerin bileşimi ve hazırlanma koşulları ayrıca önem taşımaktadır.

Kontaminantların azaltılmasında hammadde seçimi, uygun depolama, formülasyon düzenlemeleri ve kontrollü işleme koşulları endüstriyel düzeyde; aşırı esmerleşme ve yanmadan kaçınma, uygun ön işlemler ve doğrudan alev ile duman temasının sınırlandırılması ise evde besin hazırlama düzeyinde öne çıkmaktadır. Bu uygulamalar, yeterli pişirme ve mikrobiyolojik güvenlik koşulları korunarak yürütülmelidir. Beslenme açısından temel yaklaşım, besin çeşitliliğini sürdürürken kontaminant oluşumunu artıran hazırlama ve tüketim alışkanlıklarını azaltmaktır. Böylece üretimden tüketim aşamasına kadar alınan tamamlayıcı önlemlerle, ısıl işlemin sağladığı yararlar korunurken diyetle kimyasal kontaminant maruziyetinin azaltılması mümkün olmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abramenkova, O., Makarov, D., Kozeicheva, E., Balagula, T., Tretyakov, A., Gergel, M. A., & Lozovaya, E. (2025). Chemical Contaminants in Ready-to-Eat Food Products: Control and Contamination Mitigation (A Scoping Review). *Food Metaengineering*, 3, 27-78. doi:10.37442/fme.2025.2.78
- Abrante-Pascual, S., Nieva-Echevarría, B., & Goicoechea-Oses, E. (2024). Vegetable Oils and Their Use for Frying: A Review of Their Compositional Differences and Degradation. *Foods*, 13(24). doi:10.3390/foods13244186
- Basaran, B., & Faiz, O. (2022). Determining the Levels of Acrylamide in Some Traditional Foods Unique to Turkey and Risk Assessment. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 21(1), e123948. doi:10.5812/ijpr.123948
- Başaran, B. (2020). The Evaluation of Childhood Foods and Infant Formula Exposure to Furan, Chloropropanols and Acrylamide Contamination by Food Processing. In I. J. Al-Zwaini, Z. R. Al-Ani, & W. Hurley (Eds.), *Infant Feeding - Breast versus Formula*. London: IntechOpen.
- Bennekou, S. H., Allende, A., Bearth, A., Casacuberta, J., Castle, L., Coja, T., . . . Schrenk, D. (2025). Statement on the use and interpretation of the margin of exposure approach. *Efsa j*, 23(8), e9606. doi:10.2903/j.efsa.2025.9606
- Chain, E. P. o. C. i. t. F. (2015). Scientific Opinion on acrylamide in food. *EFSA Journal*, 13(6), 4104. doi: 10.2903/j.efsa.2015.4104
- Ciesarová, Z., Kiss, E., & Kolek, E. (2006). Study of factors affecting acrylamide levels in model systems. *Czech Journal of Food Sciences*, 24(3), 133-137. doi:10.17221/3308-cjfs

- Claeys, W., De Meulenaer, B., Huyghebaert, A., Scippo, M.-L., Hoet, P., & Matthys, C. (2016). Reassessment of the acrylamide risk: Belgium as a case-study. *Food Control*, 59, 628-635. doi: 10.1016/j.foodcont.2015.06.051
- Dimitrieska-Stojkovikj, E., Angeleska, A., Stojanovska-Dimzoska, B., Hajrilai-Musliu, Z., Koceva, D., Uzunov, R., . . . Jankuloski, D. (2019). Acrylamide Content in Food Commodities Consumed in North Macedonia and Its Risk Assessment in the Population. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 6(3), 101-108. doi:10.18502/jfqhc.6.3.1383
- Drabińska, N., Marcinkowska, M. A., Wiczorek, M. N., & Jeleń, H. H. (2023). Application of Sorbent-Based Extraction Techniques in Food Analysis. *Molecules*, 28(24), 7985. doi: 10.3390/molecules28247985
- Dumina, M., Kalinin, S., & Zhdanov, D. (2025). Potential of Hyperthermophilic L-Asparaginase from *Thermococcus sibiricus* to Mitigate Dietary Acrylamide Assessed Using a Simplified Food System. *Foods*, 14(10), 1720. doi: 10.3390/foods14101720
- Escobedo-Avellaneda, Z., Moure, M. P., Chotyakul, N., Torres, J. A., Welti-Chanes, J., & Lamela, C. P. (2011). Benefits and limitations of food processing by high-pressure technologies: effects on functional compounds and abiotic contaminants Beneficios y limitaciones del procesamiento de alimentos por tecnologías de alta presión: efectos en componentes funcionales y contaminantes abióticos. *CyTA - Journal of Food*, 9(4), 351-364. doi:10.1080/19476337.2011.616959
- Gökmen, V. (2024). Introduction: potential safety risks associated with thermal processing of foods. In V. Gökmen & B. A.

- Mogol (Eds.), *Acrylamide in Food (Second Edition)* (pp. xix-xxv): Academic Press.
- Gökmen, V., & Şenyuva, H. Z. (2006). A simplified approach for the kinetic characterization of acrylamide formation in fructose-asparagine model system. *Food Additives & Contaminants*, 23(4), 348-354. doi:10.1080/02652030500482355
- Gratz, M., Sevenich, R., Hoppe, T., Schottroff, F., Vlaskovic, N., Belkova, B., . . . Jaeger, H. (2021). Gentle Sterilization of Carrot-Based Purees by High-Pressure Thermal Sterilization and Ohmic Heating and Influence on Food Processing Contaminants and Quality Attributes. *Frontiers in Nutrition*, Volume 8 - 2021. doi:10.3389/fnut.2021.643837
- Méndez-Alvarado, X. Y., González-Tello, M. M. E., Chávez-Servín, J. L., de la Torre-Carbot, K., García-Gasca, T., Rangel-Peniche, D. B., & Ferriz-Martínez, R. A. (2025). Occurrence of 5-Hydroxymethylfurfural, Acrylamide, 3-Monochloro-1,2-Propanoldiol and Melamine in Infant Formulas: What Do We Know About These Compounds? *Toxics*, 13(3). doi:10.3390/toxics13030161
- Mihai, A. L., Negoită, M., & Horneț, G.-A. (2020). Assessment of the acrylamide level of cereal-based products from Romania market in accordance with Commission Regulation (EU) 2017/2158. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI - Food Technology*, 44(1), 104-117. doi:10.35219/foodtechnology.2020.1.06
- Mousavi, M.-M., Mahmoudpour, M., Abbaszadeh, Z., & Abdolshahi, A. (2026). The Occurrence, Formation, Toxicology, and Analysis of Major Heat-Formed Contaminants in Foods: A Review. *Middle East Journal*

of Rehabilitation and Health Studies, 13(2), e165342.
doi:10.5812/mejrh-165342

Oppong Siaw, M., W. Ofori, I., E. Lutterodt, H., & M. Ankar-Brewoo, G. (2018). Acrylamide Exposure and Risks in Most Frequently Consumed Foods in a Total Diet Study. *American Journal of Food Science and Technology*, 6(4), 123-137.

Raffan, S., & Halford, N. G. (2019). Acrylamide in food: Progress in and prospects for genetic and agronomic solutions. *Ann Appl Biol*, 175(3), 259-281. doi:10.1111/aab.12536

Rietjens, I., Dussort, P., Günther, H., Hanlon, P., Honda, H., Mally, A., . . . Eisenbrand, G. (2018). Exposure assessment of process-related contaminants in food by biomarker monitoring. *Arch Toxicol*, 92(1), 15-40. doi:10.1007/s00204-017-2143-2

Stadler, R. H., Blank, I., Varga, N., Robert, F., Hau, J., Guy, P. A., . . . Riediker, S. (2002). Acrylamide from Maillard reaction products. *Nature*, 419(6906), 449-450. doi:10.1038/419449a

Törös, G., Alibrahem, W., Kharrat Helu, N., Jevcsák, S., Ferroudj, A., & Prokisch, J. (2026). Acrylamide in Food: From Maillard Reaction to Public Health Concern. *Toxics*, 14(2), 110. doi: 10.3390/toxics14020110

Velayati, N., Mohamadi, B., Aghebat-bekheir, S., Oskoei, V., Mazaheri, Y., Mansourianfar, M., . . . Akbari-adergani, B. (2026). The occurrence of four major carcinogen polycyclic aromatic hydrocarbons in various chocolate products: a systematic review. *Beverage Plant Research*, 6(1), e004. doi:10.48130/bpr-0025-0028

Wang, Z., & Fang, Z. (2025). Chapter Five - Polycyclic aromatic hydrocarbons in processed food: Formation, occurrence,

analysis and reduction. In F. Toldrá (Ed.), *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 116, pp. 167-237): Academic Press.

Zahir, A., Khan, I. A., Nasim, M., Azizi, M. N., & Azi, F. (2024). Food process contaminants: formation, occurrence, risk assessment and mitigation strategies – a review. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 41(10), 1242-1274. doi:10.1080/19440049.2024.2381210

Zhang, Y. (2025). Acrylamide in Food: Sources and Prevention. *Agricultural Science and Food Processing*, 2(1), 12-25. doi:10.62762/ASFP.2024.537179

Zyzak, D. V., Sanders, R. A., Stojanovic, M., Tallmadge, D. H., Eberhart, B. L., Ewald, D. K., . . . Villagran, M. D. (2003). Acrylamide Formation Mechanism in Heated Foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(16), 4782-4787. doi:10.1021/jf034180i

ULTRA İŞLENMİŞ GIDA BAĞIMLILIĞI: MEKANİZMALARDAN KLİNİK UYGULAMAYA

Aybike Gizem KÖSE¹

1. GİRİŞ

Son yarım yüzyılda küresel besin sistemlerinde yaşanan en belirgin dönüşümlerden biri, endüstriyel yöntemlerle üretilen, raf ömrü uzun, ucuz, kolay erişilebilir ve yoğun biçimde pazarlanan ultra işlenmiş gıdaların (UİG) günlük beslenmedeki payının hızla artmasıdır. Yüksek gelirli ülkelerde enerji alımının yarıdan fazlasının bu ürünlerden karşılandığı bildirilmekte, orta gelirli ülkelerde ise tüketimin hızla yükseldiği görülmektedir (Marino ve ark., 2021). Bu dönüşüm, obezite, tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalıkların yaygınlaşmasıyla eş zamanlı ilerlemiş; son yıllarda ise UİG tüketiminin depresyon ve anksiyete gibi ruh sağlığı sonuçlarıyla da ilişkili olduğuna dair kanıtlar birikmiştir (Lane ve ark., 2024).

Ultra işlenmiş gıdalara ilişkin tartışmanın görece yeni ancak hızla büyüyen boyutlarından biri, bu ürünlerin bağımlılık benzeri bir tüketim örüntüsünü tetikleyip tetiklemediği sorusudur. Başlangıçta genel bir “besin bağımlılığı” (food addiction) kavramı olarak ele alınan bu olgu, bağımlılık benzeri yeme davranışının her besinle değil, ağırlıklı olarak rafine karbonhidrat ve eklenmiş yağ bakımından zengin, yüksek düzeyde işlenmiş ürünlerle ilişkili olduğunu gösteren bulgular doğrultusunda “ultra işlenmiş gıda bağımlılığı” (UIGB) olarak yeniden tanımlanmaya

¹ Doktor Öğretim Üyesi, Amasya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, ORCID: 0000-0002-7136-5504.

başlanmıştır (Schulte, Avena ve Gearhardt, 2015; Gearhardt ve DiFeliceantonio, 2023). Güncel meta-analitik veriler, yetişkinlerin yaklaşık %14'ünün, çocukların ise yaklaşık %12'sinin UİGB ölçütlerini karşıladığını göstermektedir (Gearhardt ve ark., 2023).

Ultra işlenmiş gıda bağımlılığı kavramı, beslenme ve diyetetik pratiği açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır. Bağımlılık benzeri yeme belirtileri gösteren bireylerin standart kilo yönetimi programlarından daha sık ayrıldığı ve daha az kilo kaybettiği bildirilmektedir (LaFata, Allison, Audrain-McGovern ve Forman, 2024). Bu bölümde UİGB kavramı; tanımı, değerlendirilmesi, olası mekanizmaları, sağlık sonuçları, klinik yönetimi ve halk sağlığı boyutuyla güncel literatür ışığında ele alınmaktadır.

2. ULTRA İŞLENMİŞ GIDALAR: TANIM, ÖZELLİKLER VE TÜKETİM EĞİLİMLERİ

2.1. NOVA Sınıflandırma Sistemi

Ultra işlenmiş gıda kavramı, besinleri besin ögesi içeriğine göre değil, maruz kaldıkları endüstriyel işlemin niteliği, kapsamı ve amacına göre sınıflandıran NOVA sistemi ile tanımlanmıştır. NOVA, besinleri dört gruba ayırır: (1) işlenmemiş ya da minimal işlenmiş besinler (taze sebze ve meyveler, kuru baklagiller, süt, yumurta, et), (2) işlenmiş mutfak bileşenleri (bitkisel yağlar, tereyağı, şeker, tuz), (3) işlenmiş besinler (peynir, konserve sebzeler, geleneksel yöntemle yapılan ekmek) ve (4) ultra işlenmiş gıdalar (Monteiro ve ark., 2019). Dördüncü grup, büyük ölçüde besinlerden elde edilen maddelerden (hidrojenize yağlar, modifiye nişastalar, protein izolatları, yüksek fruktozlu mısır şurubu) ve renklendirici, aroma verici, emülgatör, tatlandırıcı gibi “kozmetik” katkı maddelerinden oluşan endüstriyel formülasyonları kapsar.

Şekerli içecekler, paketli atıştırmalıklar, endüstriyel fırın ürünleri ve işlenmiş et ürünleri bu grubun tipik örnekleridir.

Gruplar arası sınırların zaman zaman belirsiz kalması nedeniyle eleştirilse de NOVA, UİG araştırmalarında en yaygın kullanılan çerçevedir.

2.2. Hiperlezzetlilik ve Ödüllendirici Besin Özellikleri

Ultra işlenmiş gıdaların bağımlılık potansiyeline ilişkin tartışmanın merkezinde, bu ürünlerin doğada nadiren bir arada bulunan besin ögesi kombinasyonları içermesi yer almaktadır. Fazzino, Rohde ve Sullivan (2019), “hiperlezzetli” besinler için nicel bir tanım geliştirmiş ve üç temel kümeyi tanımlamıştır: yağ ve sodyum, yağ ve basit şekerler ile karbonhidrat ve sodyum. Bu ölçütlere göre ABD besin veri tabanındaki ürünlerin yaklaşık %62'sinin hiperlezzetli olduğu saptanmıştır. Geleneksel besinlerde karbonhidrat (örneğin meyve) ya da yağ (örneğin kuruyemiş) genellikle baskın olarak bulunurken, UİG'ler yüksek düzeyde rafine karbonhidrat ile eklenmiş yağı aynı üründe birleştirmektedir (Schulte ve ark., 2015).

Bu kombinasyonun ödül sistemi üzerindeki etkisi deneysel olarak da gösterilmiştir. DiFeliceantonio ve arkadaşlarının (2018) çalışmasında, katılımcılar yağ ve karbonhidratı birlikte içeren besinler için, yalnızca yağ ya da yalnızca karbonhidrat içeren ve kalorisi eşit besinlere göre daha fazla ödeme yapmaya istekli olmuş; striatuma kaydedilen yanıtlar da iki bileşenin ayrı ayrı oluşturduğu etkilerin toplamından daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, UİG'lerin ödül değerinde besin ögesi kombinasyonunun kendisinin belirleyici olduğunu düşündürmektedir.

2.3. Dünyada ve Türkiye'de Tüketim Eğilimleri

Dünya genelinde yürütülen çalışmaları derleyen sistematik bir incelemede, UİG'lerin toplam enerji alımına

katkısının ülkeler arasında belirgin farklılık gösterdiği, ancak yüksek gelirli ülkelerde bu payın genellikle %50'nin üzerine çıktığı bildirilmiştir (Marino ve ark., 2021). Hall ve arkadaşlarının (2019) kontrollü metabolik ünite de yürüttüğü randomize çapraz çalışma, bu tüketimin enerji dengesi üzerindeki etkisine ilişkin nedensel kanıt sunmaktadır. Sunulan enerji ve besin öğeleri bakımından eşleştirilmiş iki diyetin karşılaştırıldığı bu çalışmada katılımcılar UİG diyetinde günde yaklaşık 500 kkal daha fazla enerji tüketmiş, daha hızlı yemiş ve iki hafta içinde kilo almıştır.

Türkiye'de yetişkinlerin UİG tüketimini ulusal ölçekte NOVA sınıflamasıyla değerlendiren veriler sınırlıdır. Bununla birlikte, piyasadaki ürünleri inceleyen çalışmalar dikkat çekici bulgular ortaya koymaktadır. Ankara'da 23 marketten toplanan ve çocuklara yönelik pazarlanan 775 paketli ürünün incelendiği bir çalışmada, ürünlerin %92,7'sinin ultra işlenmiş olduğu ve %93,2'sinin Dünya Sağlık Örgütü besin profili modeline göre çocuklara pazarlanmaması gereken ürünler arasında yer aldığı saptanmıştır (Parlak-Yetişen ve Dikmen, 2025). Bu veriler, Türkiye'de çocukların UİG'lere yoğun biçimde maruz kaldığını göstermektedir.

3. ULTRA İŞLENMİŞ GIDA BAĞIMLILIĞI KAVRAMI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Kavramsal Gelişim ve Tanısal Çerçeve

Kavramın sistematik olarak incelenmesi, madde bağımlılığı tanı ölçütlerinin yeme davranışına uyarlanmasıyla başlamıştır. Hayvan modellerinde aralıklı şeker ve yağ erişiminin tıknırcasına tüketim ve yoksunluk benzeri davranışlara yol açması ile insanlarda besin ve madde uyarılarına verilen nöral yanıtların benzerliği bu yaklaşımı desteklemiştir (Volkow, Wang ve Baler, 2011).

Günümüzde UİGB, DSM-5'te yer alan madde kullanım bozukluğu ölçütlerinin UİG'lere uyarlanmasıyla tanımlanmaktadır (American Psychiatric Association, 2013; Gearhardt, Corbin ve Brownell, 2016). Bu yaklaşımda tanı, on bir belirtiden en az ikisinin bulunması ve bu belirtilerin klinik olarak anlamlı sıkıntı ya da işlev bozukluğuna yol açması koşuluna dayanır (Tablo 1). Gearhardt ve DiFeliceantonio (2023), tütünün bağımlılık yapıcı bir madde olarak kabul edilmesinde kullanılan ölçütleri (kompulsif kullanım, psikoaktif etkiler, pekiştirici özellik ve güçlü aşerme) UİG'lere uygulamış ve yüksek düzeyde işlenmiş gıdaların bu ölçütlerin tamamını karşıladığını ileri sürmüştür.

Tablo 1. DSM-5 Madde Kullanım Bozukluğu Ölçütlerinin Ultra İşlenmiş Gıdalara Uyarlanması

Ölçüt	UİG tüketimine uyarlanmış karşılığı
1. Kontrol kaybı	Planlanandan daha fazla miktarda ya da daha uzun süre tüketme
2. Bırakamama	Azaltma ya da bırakma yönünde sürekli istek veya başarısız girişimler
3. Zaman harcama	Ürünü temin etmek, tüketmek ya da etkilerinden kurtulmak için çok zaman harcama
4. Etkinliklerden vazgeçme	Tüketim nedeniyle sosyal, mesleki ya da boş zaman etkinliklerini azaltma
5. Olumsuz sonuçlara karşın sürdürme	Fiziksel ya da psikolojik sorunlara yol açtığı bilindiği hâlde tüketimi sürdürme
6. Tolerans	Aynı etki için daha fazla miktara gereksinim duyma ya da aynı miktarla etkinin azalması
7. Yoksunluk	Azaltıldığında irritabilite, baş ağrısı, aşerme gibi belirtiler ya da bunları gidermek için tüketme
8. Kişilerarası sorunlar	Sosyal ya da kişilerarası sorunlara karşın tüketimi sürdürme
9. Rol yükümlülükleri	Tüketim nedeniyle iş, okul ya da ev sorumluluklarını yerine getirememe
10. Riskli kullanım	Fiziksel olarak tehlikeli durumlarda (örneğin araç kullanırken) tüketme
11. Aşerme	Belirli ürünlere yönelik güçlü istek ya da dürtü

3.2. Ölçüm Araçları

Ultra işlenmiş gıda bağımlılığının değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan araç Yale Besin Bağımlılığı Ölçeği'dir (Yale Food Addiction Scale, YFAS). DSM-IV-TR ölçütlerine dayanan ilk sürümün ardından, DSM-5 ile uyumlu 35 maddelik YFAS 2.0 geliştirilmiştir (Gearhardt ve ark., 2016). Taramalarda kullanılmak üzere 13 maddelik kısa form (mYFAS 2.0) geliştirilmiş (Schulte ve Gearhardt, 2017), çocuklar için de uyarlanmış sürümler hazırlanmıştır. Ölçeklerin tatlılar, tuzlu atıştırılabilirler ve şekerli içecekler gibi yüksek düzeyde işlenmiş ürünlere odaklanması, aslında UİG'lere yönelik bağımlılık benzeri yeme davranışını ölçtüklerini göstermektedir.

Ölçeğin Türkçe uyarlamaları da bulunmaktadır. YFAS'ın Türkçe sürümü 19–65 yaş arası 1033 yetişkinde geçerli ve güvenilir bulunmuş (Buyuktuncer ve ark., 2019), mYFAS 2.0'ın Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması da tamamlanmıştır (Yazıcı, Ekerbiçer ve Tok, 2023). Böylece Türkiye'de hem araştırma hem de klinik tarama amacıyla kullanılabilecek araçlar mevcuttur. Bunlara ek olarak, UİG tüketimini azaltan bireylerde ortaya çıkan baş ağrısı, irritabilite ve zihinsel meşguliyet gibi yoksunluk benzeri belirtileri değerlendirmek amacıyla Yüksek Düzeyde İşlenmiş Gıda Yoksunluk Ölçeği geliştirilmiştir (Schulte, Smeal, Lewis ve Gearhardt, 2018).

3.3. Yaygınlık

Yale Besin Bağımlılığı Ölçeği ile yürütülen 272 çalışmayı ve yaklaşık 270 bin katılımcıyı kapsayan meta-analizde genel UİGB yaygınlığı %20 olarak hesaplanmıştır. Yaygınlık, klinik dışı örneklemelerde %14, klinik örneklemelerde %31, obez bireylerde %28, tıknırcasına yeme bozukluğu tanılı bireylerde ise %55 bulunmuştur. Üniversite öğrencilerinde bu oran %11 olarak bildirilmiştir (Praxedes ve ark., 2022). Benzer şekilde 36 ülkeden 281 çalışmayı değerlendiren bir başka analizde

yetişkinlerde %14, çocuklarda %12 düzeyinde yaygınlık saptanmış; bariatrik cerrahi adaylarında bu oranın %32'ye, tıkinircasına yeme bozukluğu olanlarda %50'nin üzerine çıktığı belirtilmiştir (Gearhardt ve ark., 2023).

Bu bulgular, UİGB'nin obeziteyle sınırlı olmadığını ve yeme bozukluğu tanılu gruplarda yoğunlaştığını göstermektedir. Yaygınlığın toplumsal açıdan dezavantajlı gruplarda daha yüksek olduğu da bildirilmektedir (LaFata ve ark., 2024).

3.4. Kavramsal Tartışmalar

Ultra işlenmiş gıda bağımlılığı kavramı bilimsel çevrelerde tartışmalı olmayı sürdürmektedir. Eleştirel görüşe göre, bağımlılığa neden olan belirli bir besin bileşeni (alkoldeki etanol ya da tütündeki nikotin gibi) tanımlanamamıştır; dolayısıyla söz konusu olgu bir madde bağımlılığından çok “yeme bağımlılığı” olarak adlandırılması gereken davranışsal bir bağımlılık olarak ele alınmalıdır (Hebebrand ve ark., 2014).

Kavramı savunan araştırmacılar ise bağımlılık benzeri yeme belirtilerinin tüm besinlerle değil, belirli besin ögesi kombinasyonları içeren UİG'lerle ilişkili olduğunu, tütün ve alkol gibi maddelerin de tek bir bileşenden çok endüstriyel olarak optimize edilmiş ürünler olarak bağımlılık yaptığını vurgulamaktadır (Gearhardt ve DiFeliceantonio, 2023). Bununla birlikte tolerans ve yoksunluk gibi bazı ölçütlere ilişkin insan verileri henüz sınırlıdır (LaFata ve ark., 2024). Günümüzde UİGB, uluslararası tanı sistemlerinde resmî bir tanı olarak yer almamaktadır.

4. BİYOLOJİK VE PSİKOLOJİK MEKANİZMALAR

4.1. Ödül Sistemi ve Dopaminerjik Yolaklar

Lezzetli besinler ve bağımlılık yapıcı maddeler mezolimbik dopamin yolağını ortak olarak etkinleştirir. Tekrarlayan uyarılma, dopamin D2 reseptör kullanılabiliirliğinde azalma, ödül duyarlılığında değişiklik ve inhibitör kontrolden sorumlu prefrontal bölgelerde işlev bozukluğu ile ilişkilendirilmektedir (Volkow ve ark., 2011). Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme çalışmalarında, YFAS puanı yüksek bireylerin lezzetli bir besinin sunulacağını bildiren uyaranlara karşı ön singulat korteks, medial orbitofrontal korteks ve amigdala gibi ödül ve motivasyonla ilişkili bölgelerde daha yüksek aktivasyon gösterdiği saptanmıştır (Gearhardt ve ark., 2011).

4.2. Besin Bileşimi ve Emilim Kinetiği

Bağımlılık yapıcı maddelerin kötüye kullanım potansiyeli, yalnızca dozla değil, maddenin beyne ulaşma hızıyla da ilişkilidir. Ultra işlenmiş gıdalardaki rafine karbonhidratlar ve düşük lif içeriği, hızlı sindirim ve emilime, dolayısıyla kan glukozunda hızlı yükselme ve düşmelere yol açar. Lennerz ve arkadaşlarının (2013) çalışmasında, yüksek glisemik indeksli öğün tüketen erkeklerde dört saat sonra kan glukozunun daha düşük, açlığın daha yüksek olduğu ve nükleus akumbens aktivasyonunun arttığı gösterilmiştir. Yüksek enerji yoğunluğu, yumuşak doku ve hızlı yeme olanağı da UİG'lerin tokluk sinyalleri devreye girmeden fazla miktarda tüketilmesini kolaylaştırmaktadır (Hall ve ark., 2019).

4.3. Bağırsak-Beyin Ekseni

Bağırsak mikrobiyotası ile beyin arasındaki çift yönlü iletişim, UİGB mekanizmalarının yeni ve umut vaat eden bir

araştırma alanıdır. Hayvan çalışmalarında, Ultra işlenmiş gıdalarda yaygın olarak kullanılan karboksimetilselüloz ve polisorbit-80 gibi emülgatörlerin mikrobiyota bileşimini değiştirdiği, düşük dereceli bağırsak inflamasyonuna ve metabolik sendroma yol açtığı gösterilmiştir (Chassaing ve ark., 2015). İnsanlarda yürütülen bir çalışmada ise obez kadınların %33,3'ünde besin bağımlılığı saptanmış; bu bireylerde belirli bakteri türlerinin farklı bolluk gösterdiği ve beyindeki ödül ağı içinde artmış fonksiyonel bağlantısalılık bulunduğu bildirilmiştir (Dong ve ark., 2020). Mikrobiyota-bağırsak-beyin eksen, gelecekteki müdahaleler için de olası bir hedeftir.

4.4. Psikolojik ve Çevresel Belirleyiciler

Ultra işlenmiş gıda bağımlılığı, biyolojik yatkınlık kadar psikolojik süreçlerle de şekillenir. Olumsuz duyguları düzenlemek amacıyla yemek yeme (duygusal yeme), dürtüsellik, kronik stres ve erken yaşam olumsuzlukları, bağımlılık benzeri yeme davranışıyla tutarlı biçimde ilişkili bulunmuştur (Wiss ve LaFata, 2024). Ultra işlenmiş gıdaların sağladığı kısa süreli duygusal rahatlama, olumsuz pekiştirme yoluyla döngünün sürmesine katkıda bulunur.

Ticari belirleyiciler de önemlidir: UİG'lerin düşük fiyatı, kolay erişilebilirliği, büyük porsiyonları ve çocuklara yönelik yoğun pazarlaması, tüketimi sürekli teşvik eden bir çevre yaratmaktadır (Gearhardt ve ark., 2023).

5. RUH SAĞLIĞI VE FİZİKSEL SAĞLIK SONUÇLARI

5.1. Depresyon, Anksiyete ve Diğer Psikopatolojiler

Ultra işlenmiş gıda tüketimi ile ruh sağlığı arasındaki ilişki, son yıllarda en hızlı büyüyen araştırma alanlarından biridir. Gözlemsel çalışmaların meta-analizinde yüksek UİG tüketiminin

depresif ve anksiyete belirtileriyle ilişkili olduğu, prospektif çalışmalarda ise ileride depresyon gelişme riskini artırdığı bildirilmiştir (Lane ve ark., 2022). Yaklaşık 9,9 milyon katılımcıyı kapsayan 45 meta-analizin değerlendirildiği şemsiye incelemede ise UİG maruziyeti ile anksiyete ve yaygın ruhsal bozukluklar arasındaki ilişki için “ikna edici” düzeyde kanıt bulunduğu sonucuna varılmıştır (Lane ve ark., 2024).

Ultra işlenmiş gıda bağımlılığının kendisi de psikopatolojiyle yakından ilişkilidir. Sistematik bir derleme ve meta-analizde besin bağımlılığının depresyon ve anksiyete belirtileriyle anlamlı ilişki gösterdiği bildirilmiştir (Burrows, Kay-Lambkin, Pursey, Skinner ve Dayas, 2018). Travma öyküsü, dikkat eksikliği ve hiperaktivite belirtileri ve diğer bağımlılık türlerinin de UİGB ile görülebildiği bildirilmektedir (Wiss ve LaFata, 2024). Bu ilişkilerin yönü henüz netlik kazanmamıştır. Olumsuz duygudurum UİG tüketimini artırabildiği gibi, UİG tüketimi de inflamasyon ve mikrobiyota değişiklikleri yoluyla duygudurumu etkileyebilir; büyük olasılıkla çift yönlü bir döngü söz konusudur.

5.2. Yeme Bozukluklarıyla Örtüşme ve Ayrışma

Ultra işlenmiş gıda bağımlılığı özellikle tıknırcasına yeme bozukluğu ve bulimiya nervoza ile belirgin örtüşme gösterir. Kontrol kaybı her iki tablonun ortak özelliği olsa da UİGB ölçütleri, tıknırcasına yeme ataklarından çok sürekli aşırma, bırakma girişimlerinde başarısızlık ve olumsuz sonuçlara karşın tüketimin sürdürülmesi gibi bağımlılığa özgü belirtilere odaklanır. Ayrıca UİGB, tıknırcasına yeme bozukluğu olmayan bireylerde de görülebilmektedir (Schulte, Grilo ve Gearhardt, 2016). Bu ayrım klinik açıdan önemlidir, çünkü iki tablonun tedavi yaklaşımları farklı vurgulara sahiptir. Yeme bozukluklarının tedavisinde kısıtlamanın azaltılması temel ilke

iken, UİGB'de belirli ürünlerin azaltılması ya da bırakılması önerilmektedir (Wiss ve Brewerton, 2017).

5.3. Obezite ve Kardiyometabolik Sonuçlar

Ultra işlenmiş gıda bağımlılığı yaygınlığının obez bireylerde (%28) klinik dışı genel örneklemelere (%14) göre yaklaşık iki kat yüksek olması (Praxedes ve ark., 2022), bu tablonun obezitenin gelişiminde ve sürmesinde rol oynayabileceğini düşündürmektedir. Yüksek UİG tüketimi ise kardiyovasküler hastalıklara bağlı mortalite ve tip 2 diyabet riskindeki artışla ikna edici düzeyde ilişkili bulunmuştur (Lane ve ark., 2024).

6. KLİNİK UYGULAMA: DEĞERLENDİRME VE MÜDAHALE

6.1. Diyetisyen Pratiğinde Tarama ve Ayırıcı Tanı

Diyetisyenler, UİGB belirtilerini erken tanıyabilecek konumdadır. Tekrarlayan kilo verme girişimlerinde başarısızlık öyküsü olan, belirli ürünlere karşı yoğun aşırma tanımlayan, “bir kez başlayınca duramıyorum” gibi ifadeler kullanan ya da UİG tüketimini azaltmaya çalıştığında irritabilite ve baş ağrısı gibi belirtiler bildiren danışanlarda tarama yapılması önerilir. Türkçe geçerliği gösterilmiş mYFAS 2.0, kısa olması nedeniyle klinik ortamda pratik bir tarama aracıdır (Yazıcı ve ark., 2023). Ölçek tek başına tanı koydurmaz; pozitif tarama sonucu ayrıntılı bir klinik görüşmeyle değerlendirilmelidir.

Ayırıcı tanıda tıknırcasına yeme bozukluğu, bulimiya nervoza, gece yeme sendromu ve duygusal yeme göz önünde bulundurulmalıdır. Telafi edici davranışlar, belirgin beden imgesi bozukluğu ya da eşlik eden depresyon varlığında danışan ruh sağlığı uzmanlarına yönlendirilmelidir. Yönetim, multidisipliner bir ekip yaklaşımıyla yürütülmelidir.

6.2. Beslenme Tedavisi Yaklaşımları

Ultra işlenmiş gıda bağımlılığına özgü beslenme tedavisine ilişkin randomize kontrollü çalışmalar henüz azdır (LaFata ve ark., 2024). Birinci yaklaşım, madde bağımlılığı modelinden esinlenerek tetikleyici UİG'lerden tamamen uzak durmayı hedefler. Üç ülkede 103 yetişkinin katıldığı ve 10–14 haftalık grup programında düşük karbonhidratlı, “gerçek besin” temelli bir beslenme planının psikoeğitim ve akran desteğiyle birleştirildiği bir pilot çalışmada, mYFAS 2.0 belirti sayısında, vücut ağırlığında ve ruhsal iyi oluşta anlamlı iyileşmeler gözlenmiştir (Unwin ve ark., 2022). Ancak bu çalışmanın kontrol grubu içermemesi, bulguların dikkatle yorumlanmasını gerektirmektedir.

İkinci yaklaşım, kademeli azaltma ve zarar azaltma ilkelerine dayanır. Bu yaklaşımda UİG'lerin minimal işlenmiş alternatiflerle adım adım değiştirilmesi, düzenli öğün yapısı, protein ve lif alımının artırılması ve tetikleyici ortamların düzenlenmesi hedeflenir. Özellikle yeme bozukluğu öyküsü olan bireylerde katı kısıtlamanın tıknırcasına yeme döngüsünü tetikleyebileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle bağımlılık ve yeme bozukluğu bakış açılarını birleştiren, kısıtlamayı en aza indirirken tetikleyici ürünleri hedefleyen bütüncül beslenme modelleri önerilmektedir (Wiss ve Brewerton, 2017).

6.3. Psikolojik ve Farmakolojik Müdahaleler

Bilişsel davranışçı terapi, motivasyonel görüşme ve bilinçli farkındalık temelli müdahaleler; aşermeyle baş etme, tetikleyicileri tanıma, duygu düzenleme ve nüksü önleme hedefleriyle UİGB için umut vaat etmektedir (LaFata ve ark., 2024).

Farmakolojik açıdan, glukagon benzeri peptit-1 (GLP-1) reseptör agonistleri dikkat çekmektedir. Semaglutid ile yürütülen bir çalışmada ilacın serbest besin alımını azalttığı, besin

aşermesini ve yüksek yağlı besinlere yönelik tercihi düşürdüğü gösterilmiştir (Blundell ve ark., 2017). Naltrekson-bupropion kombinasyonu da incelenmektedir; ancak bu ilaçların UİGB'ye özgü etkinliğini değerlendiren randomize çalışmalar henüz yetersizdir (LaFata ve ark., 2024). Farmakolojik tedavi alan bireylerde besin alımının belirgin biçimde azalabileceği göz önünde bulundurularak, yeterli protein ve mikro besin ögesi alımının sağlanması ve yağsız vücut kütlelerinin korunması için diyetisyen desteği sürdürülmelidir.

6.4. Damgalamanın Önlenmesi ve Hasta İletişimi

“Bağımlılık” kavramının kullanımı iki yönlü bir etkiye sahiptir. Bir yandan güçlüğü irade zayıflığı yerine biyolojik ve çevresel etmenlerle açıklayarak suçluluk ve utancı azaltabilir. Öte yandan, “besin bağımlısı” etiketinin diğer damgalanmış sağlık durumlarıyla karşılaştırılabilir düzeyde olumsuz tutumlarla ilişkili olabildiği bildirilmektedir (DePierre, Puhl ve Luedicke, 2013). Bu nedenle klinik iletişimde etiketleyici ifadeler yerine kişi odaklı bir dil (“besin bağımlısı” yerine “bağımlılık benzeri yeme belirtileri yaşayan birey” gibi) kullanılmalı ve ağırlık damgalamasından kaçınılmalıdır.

7. HALK SAĞLIĞI VE POLİTİKA BOYUTU

Ultra işlenmiş gıda bağımlılığının ticari ve çevresel belirleyicileri olan bir halk sağlığı sorunu olarak ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Gearhardt ve ark., 2023). Şili’de uygulanan ön yüz uyarı etiketleri, çocuklara yönelik pazarlama kısıtlamaları ve okullarda satış yasağını içeren kapsamlı yasanın ardından şekerli içecek alımlarının hacim olarak yaklaşık %24 azaldığı bildirilmiştir (Taillie, Reyes, Colchero, Popkin ve Corvalán, 2020).

Türkiye'de çocuklara yönelik paketli ürünlerin büyük çoğunluğunun ultra işlenmiş olması ve besin profili ölçütlerini karşılamaması (Parlak-Yetişen ve Dikmen, 2025), çocuklara yönelik pazarlamanın sınırlandırılması, anlaşılır ön yüz etiketleme sistemlerinin yaygınlaştırılması ve okul kantinlerine ilişkin düzenlemelerin güçlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Kampüslerde minimal işlenmiş besinlere erişimin kolaylaştırılması ve beslenme okuryazarlığını geliştiren programlar da önleyici stratejiler arasındadır.

8. SONUÇ

Ultra işlenmiş gıda bağımlılığı, nörobiyolojik, psikolojik ve çevresel etmenlerin etkileşimiyle ortaya çıkan ve genel toplumda yaklaşık her yedi yetişkinden birini etkileyen önemli bir klinik ve halk sağlığı olgusudur. Rafine karbonhidrat ve eklenmiş yağı bir arada içeren, hızla emilen ve yoğun biçimde pazarlanan UİG'lerin ödül sistemi üzerindeki etkileri, bu ürünlerin bağımlılık benzeri bir tüketim örüntüsünü tetikleyebileceğini düşündürmektedir. Ultra işlenmiş gıda bağımlılığının depresyon, anksiyete, yeme bozuklukları ve obeziteyle yakın ilişkisi, kavramın beslenme ve diyetetik pratiğinde göz ardı edilmemesi gerektiğini göstermektedir. Bununla birlikte, kavramın tanısal sınırları, tıknırcasına yeme bozukluğuyla ilişkisi ve ilişkilerin nedenselliği konusundaki tartışmalar sürmektedir. Prospektif ve deneysel çalışmalara, farklı kültürlerde yürütülen araştırmalara ve özellikle kontrollü tedavi çalışmalarına gereksinim vardır. Türkiye'de yetişkinlerin UİG tüketimini ve UİGB yaygınlığını ulusal ölçekte ortaya koyan çalışmaların yürütülmesi de öncelikli bir gerekliliktir.

Klinik uygulamada diyetisyenlerin UİGB belirtilerini geçerli araçlarla taraması, yeme bozukluklarıyla ayırıcı tanıyı gözetmesi ve damgalamadan uzak, bireyselleştirilmiş bir

beslenme tedavisini multidisipliner iş birliği içinde planlaması önerilmektedir. Bu bireysel müdahalelerin, UİG maruziyetini azaltan halk sağlığı politikalarıyla desteklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Blundell, J., Finlayson, G., Axelsen, M., Flint, A., Gibbons, C., Kvist, T., & Hjerpsted, J. B. (2017). Effects of once-weekly semaglutide on appetite, energy intake, control of eating, food preference and body weight in subjects with obesity. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 19(9), 1242–1251. doi:10.1111/dom.12932
- Burrows, T., Kay-Lambkin, F., Pursey, K., Skinner, J., & Dayas, C. (2018). Food addiction and associations with mental health symptoms: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 31(4), 544–572. doi:10.1111/jhn.12532
- Buyuktuncer, Z., Akyol, A., Ayaz, A., Nergiz-Unal, R., Aksoy, B., Cosgun, E., ... Besler, H. T. (2019). Turkish version of the Yale Food Addiction Scale: Preliminary results of factorial structure, reliability, and construct validity. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 38(1), 42. doi:10.1186/s41043-019-0202-4
- Chassaing, B., Koren, O., Goodrich, J. K., Poole, A. C., Srinivasan, S., Ley, R. E., & Gewirtz, A. T. (2015). Dietary emulsifiers impact the mouse gut microbiota promoting colitis and metabolic syndrome. *Nature*, 519(7541), 92–96. doi:10.1038/nature14232
- DePierre, J. A., Puhl, R. M., & Luedicke, J. (2013). A new stigmatized identity? Comparisons of a “food addict” label with other stigmatized health conditions. *Basic and Applied Social Psychology*, 35(1), 10–21. doi:10.1080/01973533.2012.746148

- DiFeliceantonio, A. G., Coppin, G., Rigoux, L., Edwin Thanarajah, S., Dagher, A., Tittgemeyer, M., & Small, D. M. (2018). Supra-additive effects of combining fat and carbohydrate on food reward. *Cell Metabolism*, 28(1), 33–44. doi:10.1016/j.cmet.2018.05.018
- Dong, T. S., Mayer, E. A., Osadchiy, V., Chang, C., Katzka, W., Lagishetty, V., ... Gupta, A. (2020). A distinct brain-gut-microbiome profile exists for females with obesity and food addiction. *Obesity*, 28(8), 1477–1486. doi:10.1002/oby.22870
- Fazzino, T. L., Rohde, K., & Sullivan, D. K. (2019). Hyperpalatable foods: Development of a quantitative definition and application to the US Food System Database. *Obesity*, 27(11), 1761–1768. doi:10.1002/oby.22639
- Gearhardt, A. N., Bueno, N. B., DiFeliceantonio, A. G., Roberto, C. A., Jiménez-Murcia, S., & Fernandez-Aranda, F. (2023). Social, clinical, and policy implications of ultra-processed food addiction. *BMJ*, 383, e075354. doi:10.1136/bmj-2023-075354
- Gearhardt, A. N., Corbin, W. R., & Brownell, K. D. (2016). Development of the Yale Food Addiction Scale Version 2.0. *Psychology of Addictive Behaviors*, 30(1), 113–121. doi:10.1037/adb0000136
- Gearhardt, A. N., & DiFeliceantonio, A. G. (2023). Highly processed foods can be considered addictive substances based on established scientific criteria. *Addiction*, 118(4), 589–598. doi:10.1111/add.16065
- Gearhardt, A. N., Yokum, S., Orr, P. T., Stice, E., Corbin, W. R., & Brownell, K. D. (2011). Neural correlates of food addiction. *Archives of General Psychiatry*, 68(8), 808–816. doi:10.1001/archgenpsychiatry.2011.32

- Hall, K. D., Ayuketah, A., Brychta, R., Cai, H., Cassimatis, T., Chen, K. Y., ... Zhou, M. (2019). Ultra-processed diets cause excess calorie intake and weight gain: An inpatient randomized controlled trial of ad libitum food intake. *Cell Metabolism*, 30(1), 67–77. doi:10.1016/j.cmet.2019.05.008
- Hebebrand, J., Albayrak, Ö., Adan, R., Antel, J., Dieguez, C., de Jong, J., ... Dickson, S. L. (2014). “Eating addiction”, rather than “food addiction”, better captures addictive-like eating behavior. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 47, 295–306. doi:10.1016/j.neubiorev.2014.08.016
- LaFata, E. M., Allison, K. C., Audrain-McGovern, J., & Forman, E. M. (2024). Ultra-processed food addiction: A research update. *Current Obesity Reports*, 13(2), 214–223. doi:10.1007/s13679-024-00569-w
- Lane, M. M., Gamage, E., Du, S., Ashtree, D. N., McGuinness, A. J., Gauci, S., ... Marx, W. (2024). Ultra-processed food exposure and adverse health outcomes: Umbrella review of epidemiological meta-analyses. *BMJ*, 384, e077310. doi:10.1136/bmj-2023-077310
- Lane, M. M., Gamage, E., Travica, N., Dissanayaka, T., Ashtree, D. N., Gauci, S., ... Marx, W. (2022). Ultra-processed food consumption and mental health: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Nutrients*, 14(13), 2568. doi:10.3390/nu14132568
- Lennerz, B. S., Alsop, D. C., Holsen, L. M., Stern, E., Rojas, R., Ebbeling, C. B., ... Ludwig, D. S. (2013). Effects of dietary glycemic index on brain regions related to reward and craving in men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 98(3), 641–647. doi:10.3945/ajcn.113.064113

- Marino, M., Puppo, F., Del Bo', C., Vinelli, V., Riso, P., Porrini, M., & Martini, D. (2021). A systematic review of worldwide consumption of ultra-processed foods: Findings and criticisms. *Nutrients*, 13(8), 2778. doi:10.3390/nu13082778
- Monteiro, C. A., Cannon, G., Levy, R. B., Moubarac, J.-C., Louzada, M. L., Rauber, F., ... Jaime, P. C. (2019). Ultra-processed foods: What they are and how to identify them. *Public Health Nutrition*, 22(5), 936–941. doi:10.1017/S1368980018003762
- Parlak-Yetişen, L., & Dikmen, D. (2025). Nutrient profiling and degree of food processing of child-targeted packaged foods in Türkiye: An urgent call for policy action. *PLoS ONE*, 20(8), e0330687. doi:10.1371/journal.pone.0330687
- Praxedes, D. R. S., Silva-Júnior, A. E., Macena, M. L., Oliveira, A. D., Cardoso, K. S., Nunes, L. O., ... Bueno, N. B. (2022). Prevalence of food addiction determined by the Yale Food Addiction Scale and associated factors: A systematic review with meta-analysis. *European Eating Disorders Review*, 30(2), 85–95. doi:10.1002/erv.2878
- Schulte, E. M., Avena, N. M., & Gearhardt, A. N. (2015). Which foods may be addictive? The roles of processing, fat content, and glycemic load. *PLoS ONE*, 10(2), e0117959. doi:10.1371/journal.pone.0117959
- Schulte, E. M., & Gearhardt, A. N. (2017). Development of the Modified Yale Food Addiction Scale Version 2.0. *European Eating Disorders Review*, 25(4), 302–308. doi:10.1002/erv.2515
- Schulte, E. M., Grilo, C. M., & Gearhardt, A. N. (2016). Shared and unique mechanisms underlying binge eating disorder

- and addictive disorders. *Clinical Psychology Review*, 44, 125–139. doi:10.1016/j.cpr.2016.02.001
- Schulte, E. M., Smeal, J. K., Lewis, J., & Gearhardt, A. N. (2018). Development of the Highly Processed Food Withdrawal Scale. *Appetite*, 131, 148–154. doi:10.1016/j.appet.2018.09.013
- Taillie, L. S., Reyes, M., Colchero, M. A., Popkin, B., & Corvalán, C. (2020). An evaluation of Chile's Law of Food Labeling and Advertising on sugar-sweetened beverage purchases from 2015 to 2017: A before-and-after study. *PLoS Medicine*, 17(2), e1003015. doi:10.1371/journal.pmed.1003015
- Unwin, J., Delon, C., Giæver, H., Kennedy, C., Painschab, M., Sandin, F., ... Wiss, D. A. (2022). Low carbohydrate and psychoeducational programs show promise for the treatment of ultra-processed food addiction. *Frontiers in Psychiatry*, 13, 1005523. doi:10.3389/fpsyt.2022.1005523
- Volkow, N. D., Wang, G.-J., & Baler, R. D. (2011). Reward, dopamine and the control of food intake: Implications for obesity. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(1), 37–46. doi:10.1016/j.tics.2010.11.001
- Wiss, D. A., & Brewerton, T. D. (2017). Incorporating food addiction into disordered eating: The disordered eating food addiction nutrition guide (DEFANG). *Eating and Weight Disorders*, 22(1), 49–59. doi:10.1007/s40519-016-0344-y
- Wiss, D. A., & LaFata, E. M. (2024). Ultra-processed foods and mental health: Where do eating disorders fit into the puzzle? *Nutrients*, 16(12), 1955. doi:10.3390/nu16121955

Yazıcı, E., Ekerbiçer, H., & Tok, Ş. (2023). The validity and reliability of the Turkish version of the modified Yale Food Addiction Scale Version 2.0. *Sakarya Tıp Dergisi*, 13(1), 103–109. doi:10.31832/smj.1221917

ADOLESANLARDA ÇEVRESEL FAKTÖRLERİN BESLENMEYE ETKİSİ¹

Bilgenaz YAVAŞÇA²

Melike ŞİMŞEK³

Gökcen DOĞAN⁴

1. GİRİŞ

Adolesan dönem, 10–19 yaş arasını kapsayan ve çocukluktan yetişkinliğe geçişin gerçekleştiği, fiziksel, biyolojik ve psikososyal değişimlerin hız kazandığı önemli bir gelişim dönemidir. Dünya genelinde yaklaşık 1,3 milyar adolesan bulunmakta ve bu grup küresel nüfusun yaklaşık altıda birini oluşturmaktadır (WHO, 2025).

Bu dönemde büyüme ve gelişmenin hızlanmasıyla enerji ve besin ögesi gereksinimleri belirgin biçimde artmaktadır. Kızlarda yaklaşık 10–12, erkeklerde ise 11–14 yaşlarında başlayan büyüme atağı; boy uzaması, kas ve kemik dokusundaki artış, endokrin sistemin olgunlaşması ve bilişsel gelişim gibi süreçleri kapsamaktadır (TÜBER, 2022). Bu nedenle yeterli ve dengeli beslenme, adolesanların büyüme ve gelişiminin desteklenmesinin yanı sıra ilerleyen yaşlardaki sağlık durumunun

¹ Bu kitap bölümü, “Adolesanlarda Çevresel Faktörlerin Beslenmeye Etkisi” başlığıyla 14. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi’nde bildiri olarak sunulmuştur.

² Diyetisyen, Lokman Hekim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik, ORCID: 0009-0008-8655-2610.

³ Diyetisyen, Lokman Hekim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik, ORCID: 0009-0006-6261-8369.

⁴ Doç. Dr., Lokman Hekim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, ORCID: 0000-0001-8690-1341.

belirlenmesi açısından da önem taşımaktadır. Yetersiz ve dengesiz beslenme ile sağlıksız beslenme alışkanlıklarının kazanılması; yetişkinlik döneminde kardiyometabolik risk faktörleri, tip 2 diyabet ve obezite gibi sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına katkıda bulunabilmektedir (Norris ve ark., 2022).

Adolesan dönemde kimlik gelişimi, sosyal kabul ihtiyacı ve çevresel duyarlılığın artması da beslenme davranışlarını etkileyen önemli unsurlardır. Özellikle akran etkisi ve beden algısına ilişkin kaygılar, besin seçimlerinin fizyolojik gereksinimlerden ziyade sosyal normlar ve dışsal beklentiler doğrultusunda şekillenmesine yol açabilmekte; bu durum sağlıksız beslenme örüntülerini ve yeme bozukluklarını tetikleyebilmektedir (Parajuli & Prangthip, 2025).

Bu bölümde, adolesanların beslenme davranışlarını şekillendiren çevresel ve psikososyal faktörler; aile, okul ve dijital medya bağlamında ele alınarak değişen tüketim eğilimleri çerçevesinde bütüncül olarak değerlendirilmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ebeveynlerin Adolesan Beslenme Davranışına Etkileri

Aile, adolesanların beslenme davranışlarının şekillenmesinde temel çevresel bağlamlardan biri olup aileye özgü beslenme modeli ve ebeveynlik yaklaşımları, yeme davranışlarının gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Venard ve ark., 2024). Ebeveynlerin beslenmeye ilişkin bilgi düzeylerinin yüksek olması; adolesanların beslenme bilgisini, sağlıklı besin seçimi ve tüketim davranışlarını olumlu yönde desteklemektedir (Liu ve ark., 2025).

Adolesan dönemde artan özerklik gereksinimi ile ebeveyn katılımının dengelenmesi önem taşımaktadır. Duyarlı,

destekleyici ve özerkliği teşvik eden ebeveynlik yaklaşımlarının uyumlu davranış gelişimini, sorumluluk alma becerisini ve özgüveni desteklediği; buna karşılık aşırı koruyucu, kontrolcü ve düşük duygusal yanıt verme ile karakterize ebeveynlik tutumlarının olumsuz psikososyal sonuçlar ve yeme bozukluklarıyla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Venard ve ark., 2024). Özellikle beden ağırlığı ve beden şekline yönelik eleştirel veya olumsuz ebeveyn yorumlarının düzensiz yeme davranışları, yeme bozukluğu riski ve daha kötü ruh sağlığı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Dahill ve ark., 2022). Ayrıca yeme bozukluğu öyküsü bulunan ebeveynlerde ebeveynlik stresi, yemek zamanlarında maladaptif davranışlar ve çocuklarının vücut ağırlığına ilişkin kaygının daha yüksek olabileceği; bu durumların yeme bozukluklarının kuşaklar arası aktarımında rol oynayabileceği belirtilmektedir (Chapman ve ark., 2021).

Adolesanlar ebeveynlerinin yeme tutum ve davranışlarını modelleyebildiğinden, ebeveynlerin kısıtlayıcı diyet uygulamaları ve uygun olmayan vücut ağırlığı kontrol yöntemleri adolesanlarda benzer davranışların gelişimini destekleyebilmektedir. Buna karşılık, sağlıklı beslenme davranışlarının ebeveynler tarafından modellenmesi, diyet ve vücut ağırlığı odaklı olumsuz söylemlerden kaçınılması, dengeli beslenme ve olumlu beden algısının desteklenmesi ile düzenli aile yemeklerinin teşvik edilmesi koruyucu bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Amerikan Pediatri Akademisi de adolesanlarda vücut ağırlığı sorunlarının önlenmesinde sağlıklı besin seçimi, yeterli ve dengeli beslenme ile fiziksel aktivitenin desteklenmesini önermektedir (Kontele ve ark., 2023).

Özellikle şekerli besinlerin katı biçimde sınırlandırılması ve yüksek düzeyde ebeveyn kontrolü; yasaklanan besinlere yönelik arzunun artması, aşırı tüketim, duygusal yeme ve öz düzenleme güçlükleri gibi olumsuz yeme davranışlarıyla ilişkilendirilmiştir. Buna karşılık, adolesanın aktif katılımını ve

özerkliğini destekleyen, olumlu ebeveyn modellemesine dayalı ve zorlayıcı olmayan ebeveynlik uygulamalarının daha sağlıklı ve sürdürülebilir beslenme örüntüleriyle ilişkili olduğu bildirilmektedir (Hübner & Bartelmeß, 2024).

2.2. Okul ve Okul Çevresinin Adolesan Beslenme Davranışına Etkileri

Okul kantinleri ve yemekhaneler, adolesanların günlük enerji ve besin ögesi alımlarını etkileyen, beslenme alışkanlıklarının şekillendiği önemli çevresel alanlardır (Samad ve ark., 2024). Adolesanların günlerinin önemli bir bölümünü geçirdiği ve öğün tüketiminin yanı sıra sosyal etkileşimlerin gerçekleştiği okul yemek ortamı, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının desteklenmesi açısından önemli bir fırsat sunmaktadır (Lourenço ve ark., 2024). Adolesanların beslenme profillerinde meyve, sebze, tam tahıl, yağlı tohum ve posa kaynaklarının yetersiz; işlenmiş ve yüksek enerjili besinlerin ise daha fazla yer aldığı bildirilmektedir. Bu nedenle okul temelli beslenme müdahaleleri ve sağlıklı besin erişimini artıran uygulamalar, diyet kalitesinin iyileştirilmesinde önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir (Durão ve ark., 2024).

Okul yemekhaneleri, adolesanların enerji ve besin ögesi gereksinimlerinin karşılanmasına katkı sağlarken menülerin besin çeşitliliği, porsiyon büyüklüğü, tuz ve şeker içeriği diyet kalitesini doğrudan etkileyebilmektedir (Samad ve ark., 2024). Yemekhane kullanımının sebze, tam tahıl ve süt ürünleri tüketiminin artması ve işlenmiş besin tüketiminin azalmasıyla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Schulte ve ark., 2023). Bunun yanında yemeklerin lezzeti, sunumu ve servis süresi öğrencilerin yemekhane kullanımını etkileyebilmekte; yemekhaneler aynı zamanda akran etkileşimi yoluyla sosyal yeme davranışlarının şekillendiği alanlar olarak işlev görmektedir (Mat Noor ve ark., 2025). Ancak bu uygulamaların erişilebilirliği ve

sürdürülebilirliği sosyoekonomik koşullara göre farklılaşabilmektedir (Jeong ve ark., 2025).

Kantinlerdeki besin seçimleri; lezzet, hız, fiyat, promosyonlar ve ürünlerin erişilebilirliği gibi bireysel, ekonomik ve çevresel faktörlerin etkisiyle şekillenmektedir (Devine ve ark., 2023). Düşük maliyetli ve çoğunlukla besin değeri düşük işlenmiş ürünlerin daha sık tercih edilmesi, özellikle düşük sosyoekonomik düzeydeki öğrenciler açısından önemli bir sorun oluşturmaktadır (Jeong ve ark., 2025; França ve ark., 2022). Ultra işlenmiş besinler, paketlenmiş atıştırmalıklar ve şekerli içeceklerin kantinlerde yaygın bulunması ise enerji ve şeker alımını artırarak diyet kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir (Devine ve ark., 2023). Bu yiyecekler ve içecekler aşırı lezzetli, tokluk hissi oluşturmayan ve bağımlılık yapma yeteneğine sahiptir. Fazla ve sık tüketimiyle adolesanlarda özellikle kardiyometabolik ve zihinsel bozukluklar için risk oluşturur (Lourenço ve ark., 2024). Ek olarak bu durum, okul kantinlerini potansiyel obezogen bir çevre haline getirmekte ve adolesanların sağlığı bozucu besin alımı eğilimini arttırmaktadır (França ve ark., 2022).

Okul ve kantin ortamında uygulanan seçim mimarisi; besinlerin yerleşimi, görünürlüğü, etiketlenmesi ve erişilebilirliğinin düzenlenmesi yoluyla öğrencileri daha sağlıklı seçimlere yönlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu uygulamaların besin seçimi ve tüketimini olumlu yönde etkileyebileceği, ancak etkinliğin uygulama süresi ve sürekliliğine bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir (Schulte ve ark., 2023). Sağlıklı seçeneklerin erişilebilirliğinin artırılmasında okul yönetimi ve kantin çalışanlarının iş birliği önem taşımaktadır (Ensaaff ve ark., 2015).

Adolesanların bağımsız besin seçimlerinin arttığı bu dönemde, okul çevresindeki gıda perakendecileri de beslenme davranışlarını etkileyen önemli bir çevresel faktördür. Okul çevresinde düşük besin değerine sahip atıştırmalıklar ve fast-food

ürünlerine kolay erişim, sağlıklı besin tercihlerini artırabilmektedir (Caruso ve ark., 2024).

Okul beslenme politikaları; öğün standartları, rekabetçi satışların düzenlenmesi ve ücretsiz okul yemekleri yoluyla sağlıklı besinlere erişimi ve öğün katılımını destekleyebilmektedir. Özellikle ücretsiz okul yemeklerinin düşük gelirli öğrencilerde öğün katılımı ve gıda güvenliği açısından yarar sağladığı bildirilmektedir (Jeong ve ark., 2025; Samad ve ark., 2024). Politikaların etkili olabilmesi için uygulamanın sürdürülebilirliği, izleme ve paydaş iş birliği önem taşımaktadır (Petruzzelli ve ark., 2025).

Beslenme eğitimi, adolesanların beslenme bilgisi ve sağlık okuryazarlığını geliştirmede etkili olmakla birlikte, tek başına davranış değişikliği üzerinde sınırlı kalabilmektedir. Aile katılımı, okul menülerinin düzenlenmesi ve fiziksel çevre değişiklikleriyle birlikte uygulanan çok bileşenli programların diyet kalitesinde daha sürdürülebilir gelişmeler sağladığı bildirilmektedir (Samad ve ark., 2024). Okul temelli beslenme eğitiminin meyve-sebze tüketimini artırdığı, şekerli içecek tüketimini azalttığı ve sağlık okuryazarlığını geliştirdiği gösterilmiştir. Öğrencilerin menü geliştirme, ürün değerlendirme ve tadım etkinliklerine katılımı ise uygulamaların kabul edilebilirliğini ve sürdürülebilirliğini desteklemektedir (Devine ve ark., 2023).

2.3. Sosyal Medya ve Dijital Platformların Adolesan Beslenme Davranışları Üzerine Etkisi

2.3.1. Sosyal Medyada Beslenme İçerikleri ve Influencer Etkisi

Adolesanların sosyal medya platformlarını sıkça kullanması, bu mecralarda karşılaştıkları beslenmeye ilişkin içerikleri, beslenme davranışlarını şekillendiren önemli çevresel etmenlerden biri haline getirmektedir. Özellikle TikTok ve

Instagram gibi görsel ağırlıklı platformlarda paylaşılan “Bir günde neler yiyorum?” içerikleri; öğün zamanlaması, porsiyon büyüklüğü ve besin seçimlerini çoğunlukla idealize edilmiş biçimde sunarak bireysel enerji gereksinimi, yaş, cinsiyet ve fiziksel aktivite düzeyindeki farklılıkları göz ardı edebilmektedir. Bu durum, adolesanlarda gerçekçi olmayan beslenme normlarının oluşmasına ve kendi beslenme davranışlarını bu içeriklerle karşılaştırmalarına yol açabilmektedir (Prybutok ve ark., 2024).

Beslenmenin küçük porsiyonlar, “fit” veya “temiz” olarak tanımlanan besinler üzerinden sunulması, belirli bir beslenme biçiminin ideal olarak algılanmasını destekleyebilmektedir. Bu süreçte influencerlar, öğün ve besin seçimleri aracılığıyla adolesanlar için davranışsal modeller oluşturmakta; sosyal karşılaştırma yoluyla beden memnuniyetsizliği ve düzensiz yeme davranışları riskini artırabilmektedir (Kucharczuk, Oliver & Dowdell, 2022).

Sosyal medya kullanımının olası etkileri beslenme tercihlerinin yanı sıra beden algısı ve psikososyal süreçleri de kapsamaktadır. Yoğun sosyal medya kullanımı; beden algısına yönelik baskı, sosyal karşılaştırma, öz-değer dalgalanmaları, kaygı ve depresif belirtilerle ilişkilendirilmektedir (Blanchard ve ark., 2023; Dhoke ve ark., 2023). Bu etkilerin azaltılması için adolesanlara medya okuryazarlığı eğitimlerinin verilmesi, sosyal medya kaynaklı beslenme mesajlarının daha gerçekçi değerlendirilmesine ve sağlıklı beslenme davranışlarının desteklenmesine katkı sağlayabileceği belirtilmektedir (Kucharczuk, Oliver & Dowdell, 2022).

2.3.2. Artan Ekran Süresinin Gece Yeme, Uyku ve Beslenme Düzenine Etkisi

Artan ekran süresi, özellikle akşam ve uyku öncesi kullanımlarda adolesanların sirkadiyen ritmini ve uyku düzenini olumsuz etkileyerek uyku süresinin ve kalitesinin azalmasına,

uykuya dalmada güçlük ve uykunun bölünmesine yol açabilmektedir (Brosnan ve ark., 2024).

Uyku bozuklukları ve yüksek stres düzeyi, duygusal yeme ve yeme bozukluğu riskini artırabilirken, uyku süresindeki kısalmanın leptin ve ghrelin gibi iştah düzenleyici hormonlarda meydana getirdiği değişiklikler ile aşırı yeme, yüksek enerjili besin tercihi ve düzensiz öğün zamanlaması meydana gelmektedir (Zhou ve ark., 2024).

Gece geç saatlere kadar ekran kullanımının hazır paketli ürünler ve yüksek enerjili atıştırmalık tüketimini artırabildiği, ekran süresinin sedanter yaşam tarzıyla birleşmesinin ise gece atıştırmaları, öğün düzensizliği ve beslenme kalitesindeki düşüş üzerinden obezite riskine katkıda bulunabileceği bildirilmektedir (Byun ve ark., 2024; Kracht ve ark., 2022). Bu nedenle adolesanlarda sağlıklı yaşam tarzı müdahalelerinde ekran kullanımı, uyku, beslenme ve fiziksel aktivitenin bir bütün olarak değerlendirilmesi önem taşımaktadır (Nagata ve ark., 2023).

2.4. Psikososyal Faktörlerin Adolesan Beslenme Davranışına Etkisi

2.4.1. Beden İmajı Algısı

Beden imajı, fiziksel görünüşe ilişkin bireysel değerlendirmelerin yanı sıra toplumsal normlar, medya temsilleri ve psikolojik süreçlerin etkisiyle oluşan çok boyutlu bir yapıdır (Kvardova ve ark., 2025). Adolesan dönemdeki hızlı fiziksel değişimler, dış görünüşe yönelik farkındalığı artırırken bireyleri toplumsal güzellik standartlarıyla karşılaştırmaya daha açık hale getirmekte; kızlarda ince, erkeklerde ise kaslı beden idealinin öne çıkması cinsiyete özgü beden beklentilerini güçlendirmektedir (Önal, 2025). Özellikle sosyal medyada ideal beden temsillerine tekrarlı maruz kalma beden tatminsizliğini ve olumsuz beden algısını artırabilmekte; böylece sağlıklı diyet uygulamaları, öğün atlama, aşırı egzersiz ve kontrolsüz ağırlık kaybı gibi riskli

davranışlar görülebilmektedir (Bi ve ark., 2024). Ek olarak beden memnuniyetsizliğinin duygusal yeme ile pozitif ilişkili olması, beden algısının psikososyal stres ve duygusal düzenleme süreçleri üzerinden beslenme davranışlarını etkileyebildiğini göstermektedir (Molu, 2025).

2.4.2. Akran Baskısı ve Sosyal Kabul İhtiyacı

Adolesan döneminde aileden görece bağımsızlaşmayla birlikte akran grubu önemli bir sosyal referans noktası haline gelmekte; sosyal kabul görme ve dışlanmaktan kaçınma motivasyonu beslenme tercihleri ve öğün düzenini etkileyebilmektedir (Chung ve ark., 2021; Ragelienė & Grønhøj, 2020). Özellikle okul ortamında veya sosyal etkileşimin yoğun olduğu ortamlarda arkadaş grubuyla geçirilen zamanın artması sonucu yüksek enerjili ve düşük besin ögesi içeren besinlerin tüketimi artarken, akranların diyet uygulamaları ve beden ağırlığına yönelik tutumları ile de öğün atlama, kısıtlayıcı diyet ve düzensiz yeme davranışları oluşabilmektedir (Rodgers ve ark., 2020).

Akran etkisi sosyal medya aracılığıyla da güçlenebilmekte; akranlar tarafından paylaşılan beslenme içerikleri özellikle sosyal kabul ihtiyacı yüksek adolesanlarda taklit davranışını artırarak beslenmenin sosyal kimliğin bir parçası olarak algılanmasına katkıda bulunabilmektedir (Chung ve ark., 2021). Bununla birlikte, akran etkisi olumlu yönde de kullanılabilir; sağlıklı beslenmeyi destekleyen akranlar ve olumlu rol modeller, besin çeşitliliğinin ve düzenli öğün alışkanlıklarının geliştirilmesine katkı sağlayabilmektedir (Ragelienė & Grønhøj, 2020).

2.4.3. Yeme Bozukluklarının Gelişimi

Adolesanlarda yeme bozuklukları, beden algısı, benlik saygısı, sosyal kabul ihtiyacı ve çevresel etkenlerin etkileşimiyle gelişen çok boyutlu psikopatolojilerdir (American Psychiatric

Association [APA], 2022). Bu bozuklukların gelişiminde ortak olarak beden memnuniyetsizliği, ideal bedenin içselleştirilmesi, sosyal karşılaştırma ve görünüme yönelik sosyal baskılar öne çıkmakta; bu süreçler kısıtlayıcı yeme davranışları, duygu düzenleme güçlüğü ve kontrol kaybıyla ilişkili yeme örüntülerine zemin hazırlamaktadır (Tatlı & Türker, 2024; Rodgers ve ark., 2020).

Bu mekanizmalar anoreksiya nervozada kısıtlayıcı yeme ve kilo alma korkusu, bulimiya nervozada tıknırcasına yeme ve telafi edici davranışlar, tıknırcasına yeme bozukluğunda ise olumsuz duygularla başa çıkma amaçlı kontrol kaybı ile karakterize yeme davranışları şeklinde ortaya çıkabilmektedir (APA, 2022). Sosyal medyada idealize edilmiş beden imgelerine maruz kalma ve akran çevresindeki görünüş odaklı tutumlar bu süreçleri pekiştirirken; düşük benlik saygısı, stres ve yetersiz sosyal destek riski artırabilmektedir (Jaruga-Sękowska ve ark., 2025; Tatlı & Türker, 2024; Rodgers ve ark., 2020;).

2.5. Adolesan Dönemdeki Tüketim Trendleri

2.5.1. Protein Tozlarının Kullanımı

Adolesanlarda protein tozu kullanımı son yıllarda artış göstermekte ve bu ürünler çoğunlukla fizyolojik gereksinimden ziyade sportif performans, kas kütlesini artırma ve kaslı beden görünümü amacıyla tercih edilmektedir (Ganson ve ark., 2024; Millán Jiménez ve ark., 2023). Kullanım erkek adolesanlarda daha yaygın olup kaslı beden idealine yönelim, ağırlık antrenmanları ve performans beklentileriyle ilişkilendirilirken, kızlarda daha çok beden memnuniyetsizliği ve ağırlık kontrolüyle ilişkilendirilmektedir (Millán Jiménez ve ark., 2023; Yager & McLean, 2020). Sosyal medya, akran çevresi ve performans odaklı spor kültürü bu kullanımı destekleyebilmektedir. Özellikle kaslanma isteği ve kas dismorfisi belirtileri protein tozu kullanımıyla ilişkilendirilmektedir (Ganson ve ark., 2025).

Beslenme açısından değerlendirildiğinde, çoğu adolesanın protein gereksinimini dengeli bir diyetle karşılayabildiği, gereksiz veya aşırı takviyenin ise ana öğünlerin yerini alarak sağlıklı beslenme düzenini olumsuz etkileyebileceği belirtilmektedir (Millán Jiménez ve ark., 2023; Svantorp-Tveiten ve ark., 2021). Ayrıca sağlık profesyoneli rehberliği olmaksızın kullanım, yanlış doz ve ürün içeriklerindeki standardizasyon sınırlılıkları sonucu gastrointestinal rahatsızlıklar ve artmış metabolik yük gibi olası riskler doğurabilmektedir (Ganson ve ark., 2025; Millán Jiménez ve ark., 2023).

2.5.2. Fast-Food Bağımlılığı ve Dopamin İlişkisi

Adolesan dönemde ödül ve dürtü kontrolüyle ilişkili beyin sistemlerinin gelişimini sürdürmesi, gençleri hızlı haz sağlayan uyarılara karşı daha duyarlı hâle getirebilmektedir (LaFata ve ark., 2024). Özellikle yüksek şeker ve yağ içeren fast-food ve ultra-işlenmiş besinlerin, yoğun lezzet özellikleri ve hızlı tüketilebilir yapıları aracılığıyla dopaminerjik ödül sistemini uyarak dopamin salınımını artırabildiği ve ödül hissini güçlendirebildiği bildirilmektedir (Gearhardt & DiFeliceantonio, 2023). Tekrarlayan tüketimle birlikte besinlerin kendisi kadar görseli ve kokusu da dopamin yanıtını ve tüketim isteğini tetikleyebilmektedir (Yeum ve ark., 2023). Bu süreç kontrol kaybı, aşırı tüketim isteği ve olumsuz sonuçlara rağmen tüketimin sürdürülmesi gibi bağımlılık benzeri yeme örüntülerinin gelişimiyle ilişkilendirilmektedir (Luengo ve ark., 2024).

Fast-food tüketiminin yanı sıra reklamlar, kolay erişilebilirlik, düşük maliyet, aile alışkanlıkları ve akran etkisi gibi çevresel etmenler de bu tüketim örüntüsünü destekleyebilmektedir (Yeum ve ark., 2023). Ayrıca fast-food tüketiminin stres ve olumsuz duygularla baş etme amacıyla kullanılabilmesi, duygusal yeme ile besin bağımlılığı arasındaki

ilişkiyi açıklayan mekanizmalardan biri olarak değerlendirilmektedir (Luengo ve ark., 2024).

Bu nedenle adolesanlarda fast-food tüketiminin değerlendirilmesinde dopaminerjik ödül sistemiyle birlikte bireysel, ailevi, sosyal ve çevresel belirleyicilerin dikkate alınması önem taşımaktadır (LaFata ve ark., 2024).

3. SONUÇ

İncelenen literatür, adolesan beslenme davranışlarının biyolojik, psikososyal ve çevresel etmenlerin etkileşimiyle şekillenen çok boyutlu bir yapı olduğunu göstermektedir. Hızlı büyüme ve gelişmenin yanı sıra nörogelişimsel değişimlerin yaşandığı bu dönem, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının kazanılması ve yetişkinlik dönemine aktarılması açısından kritik bir süreçtir. Aile tutumları, okul ve akran çevresi, sosyal medya ve dijital platformlar; adolesanların besin seçimleri, beden algısı ve yeme davranışları üzerinde önemli belirleyiciler olarak öne çıkmaktadır.

Adolesanlarda sağlıklı beslenmenin temelini bireysel gereksinimlere uygun yeterli ve dengeli beslenme, besin çeşitliliğinin sağlanması, sebze-meyve, tam tahıl ve kaliteli protein kaynaklarının yeterli tüketimi; şeker, tuz ve doymuş yağ içeriği yüksek besinlerin sınırlandırılması ve öğün düzeninin korunması oluşturmaktadır. Bu yaklaşımın düzenli fiziksel aktivite ve yeterli uyku ile desteklenmesi sağlıklı büyüme ve gelişme açısından önem taşımaktadır. Fast-food ve ultra-işlenmiş besinler ile protein tozu gibi ürünlerin tüketiminde ise bireysel tercihler kadar pazarlama, erişilebilirlik, aile ve akran etkisi gibi çevresel etmenlerin de dikkate alınması gerekmektedir.

Sonuç olarak, adolesan beslenmesinin iyileştirilmesi yalnızca bireysel farkındalığa değil; aile, okul ve dijital çevreyi

kapsayan çok düzeyli yaklaşımlara dayanmalıdır. Bu süreçte diyetisyenler, kanıta dayalı beslenme bilgisini adolesanların bireysel ve çevresel gereksinimleriyle bütünleştirerek sağlıklı beslenme davranışlarının kazandırılması ve sürdürülmesinde önemli bir rol üstlenmektedir.

KAYNAKÇA

- American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed., text rev.; DSM-5-TR). American Psychiatric Publishing. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425787>
- Bi, X., Liang, Q., Jiang, G., Deng, M., Cui, H., & Ma, Y. (2024). The cost of the perfect body: influence mechanism of internalization of media appearance ideals on eating disorder tendencies in adolescents. *BMC Psychology*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40359-024-01619-7>
- Blanchard, L., Conway-Moore, K., Aguiar, A., Önal, F., Rutter, H., Helleve, A., Nwosu, E., Falcone, J., Savona, N., Boyland, E., & Knai, C. (2023). Associations between social media, adolescent mental health, and diet: A systematic review. In *Obesity Reviews* (Vol. 24, Issue S2). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/obr.13631>
- Brosnan, B., Haszard, J. J., Meredith-Jones, K. A., Wickham, S. R., Galland, B. C., & Taylor, R. W. (2024). Screen use at bedtime and sleep duration and quality among youths. *JAMA Pediatrics*, 178(11), 1147–1155. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2024.2914>
- Byun, D., Kim, Y., Jang, H., & Oh, H. (2024). Screen time and obesity prevalence in adolescents: an isotemporal substitution analysis. *BMC Public Health*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20639-x>
- Caruso, O. T., McEachern, L. W., Minaker, L. M., & Gilliland, J. A. (2024). The Influence of the School Neighborhood Food Retail Environment on Unhealthy Food Purchasing Behaviors Among Adolescents: A Systematic Review.

Journal of Nutrition Education and Behavior, 56(3), 145–161. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2023.11.005>

Chapman, L., Cartwright-Hatton, S., Thomson, A., & Lester, K. J. (2021). Parental eating disorders: A systematic review of parenting attitudes, behaviours, and parent-child interactions. *Clinical psychology review*, 88, 102031. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2021.102031>

Chung, A., Vieira, D., Donley, T., Tan, N., Jean-Louis, G., Gouley, K. K., & Seixas, A. (2021). Adolescent peer influence on eating behaviors via social media: Scoping review. In *Journal of Medical Internet Research* (Vol. 23, Issue 6). JMIR Publications Inc. <https://doi.org/10.2196/19697>

Çakır Biçer, N., Yabancı Ayhan, N., & Meseri, R. (2022). Okul çocukları ve adolesan beslenmesi. T.C. Sağlık Bakanlığı (Ed.), *Türkiye beslenme rehberi (TÜBER 2022): Yaşam sürecinde beslenmenin önemi ve enerji dengesi* (pp. 148–152). T.C. Sağlık Bakanlığı. <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/beslenme/tuber.html>

Dahill, L. M., Morrison, N. M. V., Mannan, H., Mitchison, D., Touyz, S., Bussey, K., Trompeter, N., & Hay, P. (2022). Exploring associations between positive and negative valanced parental comments about adolescents' bodies and eating and eating problems: a community study. *Journal of Eating Disorders*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40337-022-00561-6>

Devine, L. D., Gallagher, A. M., Briggs, S., & Hill, A. J. (2023). Factors that influence food choices in secondary school canteens: a qualitative study of pupil and staff perspectives. *Frontiers in Public Health*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1227075>

- Dhoke, R., Suraj, S., Singh, B. R., & Bankar, N. (2023). Impact of Social Media on Eating Disorders in Adolescents and Emerging Therapies: A Review. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2023/61064.17758>
- Durão, S., Wilkinson, M., Davids, E. L., Gerritsen, A., & Kredo, T. (2024). Effects of policies or interventions that influence the school food environment on children's health and nonhealth outcomes: a systematic review. In *Nutrition Reviews* (Vol. 82, Issue 3, pp. 332–360). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad059>
- Ensaff, H., Homer, M., Sahota, P., Braybrook, D., Coan, S., & McLeod, H. (2015). Food choice architecture: An intervention in a secondary school and its impact on students' plant-based food choices. *Nutrients*, 7(6), 4426–4437. <https://doi.org/10.3390/nu7064426>
- Ganson, K. T., Pang, N., Testa, A., Murray, S. B., & Nagata, J. M. (2024). Describing use of muscle-building supplements among adolescents and young adults in Canada. *Performance Enhancement and Health*, 12(3). <https://doi.org/10.1016/j.peh.2024.100284>
- Ganson, K. T., Rodgers, R. F., Testa, A., Murray, S. B., & Nagata, J. M. (2025). Muscle-building supplement use is associated with muscle dysmorphia symptomatology among Canadian adolescents and young adults. *PLOS Mental Health*, 2(2), e0000217. <https://doi.org/10.1371/journal.pmen.0000217>
- Gearhardt, A. N., & DiFeliceantonio, A. G. (2023). Highly processed foods can be considered addictive substances based on established scientific criteria. *Addiction*, 118(4), 589–598. <https://doi.org/10.1111/add.16065>

- Hübner, H. L., & Bartelmeß, T. (2024). Associations of sugar-related food parenting practices and parental feeding styles with prospective dietary behavior of children and adolescents: a systematic review of the literature from 2017 to 2023. In *Frontiers in Public Health* (Vol. 12). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1382437>
- Jaruga-Sękowska, S., Staśkiewicz-Bartecka, W., & Woźniak-Holecka, J. (2025). The Impact of Social Media on Eating Disorder Risk and Self-Esteem Among Adolescents and Young Adults: A Psychosocial Analysis in Individuals Aged 16–25. *Nutrients*, 17(2). <https://doi.org/10.3390/nu17020219>
- Jeong, H., Wedekind, E., Selvarajah, D., Ahmed, M., McPherson, C., Sellen, D. W., & L'Abbe, M. R. (2025). *Towards a comprehensive school food environment audit tool in Canada: A systematic review of school food environment measurements and nutrition determinants*. BMC Public Health, 25, 3636. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-24937-w>
- Kontele, I., Saripanagiotou, S., Papadopoulou, A. M., Zoumbaneas, E., & Vassilakou, T. (2023). Parental Dieting and Correlation with Disordered Eating Behaviours in Adolescents: A Narrative Review. In *Adolescents* (Vol. 3, Issue 3, pp. 538–549). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/adolescents3030038>
- Kracht, C. L., Wilburn, J. G., Broyles, S. T., Katzmarzyk, P. T., & Staiano, A. E. (2022). Association of Night-Time Screen-Viewing with Adolescents' Diet, Sleep, Weight Status, and Adiposity. *International Journal of*

Environmental Research and Public Health, 19(2).
<https://doi.org/10.3390/ijerph19020954>

Kucharczuk, A. J., Oliver, T. L., & Dowdell, E. B. (2022). Social media's influence on adolescents' food choices: A mixed studies systematic literature review. *Appetite*, 168, 105765. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105765>

Kvardova, N., Machackova, H., Maes, C., & Vandenbosch, L. (2025). Navigating Beauty Standards on Social Media: Impact of Appearance Activity on Adolescents' Body Dissatisfaction. *Journal of Youth and Adolescence*, 54(8), 1999–2018. <https://doi.org/10.1007/s10964-025-02159-y>

LaFata, E. M., Allison, K. C., Audrain-McGovern, J., & Forman, E. M. (2024). Ultra-Processed Food Addiction: A Research Update. In *Current Obesity Reports* (Vol. 13, Issue 2, pp. 214–223). Springer. <https://doi.org/10.1007/s13679-024-00569-w>

Liu, K. S. N., Chen, J. Y., Kang, Q., Sun, K. S., Tsang, J. P. Y., Ip, P., Wong, R. S. M., Wong, C. K. H., & Lam, C. L. K. (2025). Assessing family influence on adolescent healthy eating: insights from knowledge, attitudes, and practices in a cross-sectional survey in Hong Kong. *BMC Public Health*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-025-22999-4>

Lourenço, R. L. M., Sá, C. C. R., Moura, B. G., Sales, J. M., Borges, L. D., Silva, J. R. S., Mendes, L. L., & Fagundes, A. A. (2024). *Influence of Canteens on the Eating Behavior of Private School Students*. <https://doi.org/10.20944/preprints202404.1292.v1>

Luengo, N., Goldfield, G. S., & Obregón, A. M. (2024). Association between dopamine genes, adiposity, food addiction, and eating behavior in Chilean adult. *Frontiers*

in *Nutrition*, 11.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1466384>

- Mat Noor, S., Zakaria, N. A., Azri, N. S., & Yusoff, A. H. A. (2025). *A study of food and service quality influencing customer satisfaction in student cafeteria. Journal of Tourism, Hospitality and Environment Management*, 10(40), 29–42. <https://doi.org/10.35631/JTHEM.1040003>
- Millán Jiménez, A., Fernández Fontán, I. M., Sobrino Toro, M., & Fernández Torres, B. (2023). Protein supplement consumption prevalence, habits and complications in adolescents. *Anales de Pediatría*, 99(4), 240–251. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2023.08.005>
- Molu, B. (2025). The Effect of Emotional Eating States on Body Perception and Social Anxiety Levels among Turkish Adolescents. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 10(2), 99–116. <https://doi.org/10.25279/sak.1493607>
- Nagata, J. M., Singh, G., Yang, J. H., Smith, N., Kiss, O., Ganson, K. T., Testa, A., Jackson, D. B., & Baker, F. C. (2023). Bedtime screen use behaviors and sleep outcomes: Findings from the Adolescent Brain Cognitive Development (ABCD) Study. *Sleep Health*, 9(4), 497–502. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2023.02.005>
- Norris, S. A., Frongillo, E. A., Black, M. M., Dong, Y., Fall, C., Lampl, M., Liese, A. D., Naguib, M., Prentice, A., Rochat, T., Stephensen, C. B., Tinago, C. B., Ward, K. A., Wrottesley, S. V., & Patton, G. C. (2022). Nutrition in adolescent growth and development. In *The Lancet* (Vol. 399, Issue 10320, pp. 172–184). Elsevier B.V. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01590-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01590-7)
- Önal, S. (2025). *Adolescence body image and socio-cultural factors. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*,

16(2), 436–447. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sobild/issue/93994/1710087>

- Parajuli, J., & Prangthip, P. (2025). Adolescent Nutrition and Health: a Critical Period for Nutritional Intervention to Prevent Long Term Health Consequences. In *Current Nutrition Reports* (Vol. 14, Issue 1). Springer. <https://doi.org/10.1007/s13668-025-00706-4>
- Petruzzelli, M., Amadori, S., Ihle, R., Fridel, M., & Vittuari, M. (2025). *Monitoring nutritional, environmental and social sustainability in school food settings: A three-dimensional score-based assessment tool. Journal of Cleaner Production.* <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146015>
- Prybutok, V., Prybutok, G., & Yogarajah, J. (2024). Negative Influence of Social Media on Children's Diets: A Systematic Review. In *Encyclopedia* (Vol. 4, Issue 4, pp. 1700–1710). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/encyclopedia4040111>
- Ragelienė, T., & Grønhoj, A. (2020). The influence of peers' and siblings' on children's and adolescents' healthy eating behavior. A systematic literature review. *Appetite*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104592>
- Rodgers, R. F., Slater, A., Gordon, C. S., McLean, S. A., Jarman, H. K., & Paxton, S. J. (2020). A Biopsychosocial Model of Social Media Use and Body Image Concerns, Disordered Eating, and Muscle-Building Behaviors among Adolescent Girls and Boys. *Journal of youth and adolescence*, 49(2), 399–409. <https://doi.org/10.1007/s10964-019-01190-0>

- Samad, N., Bearne, L., Noor, F. M., Akter, F., & Parmar, D. (2024). School-based healthy eating interventions for adolescents aged 10–19 years: an umbrella review. In *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* (Vol. 21, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12966-024-01668-6>
- Schulte, E. A., Winkler, G., Brombach, C., & Buyken, A. E. (2023). Choice architecture interventions promoting sustained healthier food choice and consumption by students in a secondary school setting: a systematic review of intervention studies. In *Public Health Nutrition* (Vol. 26, Issue 9, pp. 1896–1906). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S1368980023001118>
- Svantorp-Tveiten, K. M. E., Friborg, O., Torstveit, M. K., Mathisen, T. F., Sundgot-Borgen, C., Rosenvinge, J. H., Bratland-Sanda, S., Pettersen, G., & Sundgot-Borgen, J. (2021). Protein, Creatine, and Dieting Supplements Among Adolescents: Use and Associations With Eating Disorder Risk Factors, Exercise-, and Sports Participation, and Immigrant Status. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.727372>
- Tatlı, Ç., & Türker, P. (2024). The Roles of Psychosocial Factors and Nutritional Intervention on Eating Disorders. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15(2), 309–318. <https://doi.org/10.22312/sdusbed.1414584>
- Venard, G., Zimmermann, G., Antonietti, J. P., Nunes, C. E., & Van Petegem, S. (2024). Parenting Under Pressure: Associations between Perceived Social Pressure and Parental Involvement among Mothers and Fathers.

Journal of Child and Family Studies, 33(12), 3813–3825.
<https://doi.org/10.1007/s10826-024-02945-5>

World Health Organization. (2025). *Adolescent health*. WHO. https://www.who.int/maternal_child_adolescent/adolescence/en/

Yager, Z., & McLean, S. (2020). Muscle building supplement use in Australian adolescent boys: Relationships with body image, weight lifting, and sports engagement. *BMC Pediatrics*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12887-020-1993-6>

Yeum, D., Jimenez, C. A., Emond, J. A., Meyer, M. L., Lansigan, R. K., Carlson, D. D., Ballarino, G. A., Gilbert-Diamond, D., & Masterson, T. D. (2023). Differential neural reward reactivity in response to food advertising medium in children. *Frontiers in Neuroscience*, 17. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1052384>

Zhou, J., Chen, Y., Ji, S., Qu, J., Bu, Y., Li, W., Zhou, Z., Wang, X., Fu, X., & Liu, Y. (2024). Sleep quality and emotional eating in college students: a moderated mediation model of depression and physical activity levels. *Journal of eating disorders*, 12(1), 155. <https://doi.org/10.1186/s40337-024-01107-8>

GEBELİK DÖNEMİNDE VEGAN VE VEJETARYEN BESLENMENİN ETKİSİ¹

Melike ŞİMŞEK²

Bilgenaz YAVAŞÇA³

Gökcen DOĞAN⁴

1. GİRİŞ

Beslenme; büyüme ve gelişme, sağlığı muhafaza etmek ve yaşam kalitesini daha iyi hale getirmek için gereksinim duyulan enerji ve besin öğelerinin hepsini en uygun zamanda ve yeterli miktarda almaktır (Yalçınbaş ve ark., 2022). Besinlerde bulunan karbonhidrat, protein ve yağlar makro besin öğelerini; vitamin ve mineraller ise mikro besin öğelerini oluşturmaktadır. Bu besin öğelerinin yeterli ve dengeli bir şekilde alınması, vücudun besin gereksinimlerinin karşılanması ve sağlığın sürdürülmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Gush ve ark., 2021).

Gebelik durumunda yaşanması olağan fizyolojik değişiklikler dikkate alındığında beslenme daha da önem kazanmaktadır. Annenin yetersiz tükettiği besin öğeleri, gebelik sürecini ve fetüsün sağlığını risk altında bırakabilir (Yalçınbaş ve ark., 2022). Gebenin, gebelik öncesi enerji gereksinimine ek

¹ Bu kitap bölümü, “Gebelik Döneminde Vegan ve Vejetaryen Beslenmenin Etkisi” başlığıyla 14. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi’nde bildiri olarak sunulmuştur.

² Yüksek Lisans Öğrencisi, Lokman Hekim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik, ORCID: 0009-0006-6261-8369.

³ Yüksek Lisans Öğrencisi, Lokman Hekim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik, ORCID: 0009-0008-8655-2610.

⁴ Doç. Dr., Lokman Hekim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, ORCID: 0000-0001-8690-1341.

olarak fetüsün gereksinimi de eklenir ve tahmini olarak 2200-2900 kcal/gün önerilir. Günlük alınması gereken bu enerjinin %50-60'ı karbonhidratlardan, %12-15'i proteinlerden, %25-30'u yağlardan oluşmalıdır. Hayvansal kaynaklı besinleri tüketmeyen veya genel olarak bitkisel ağırlıklı beslenen vejetaryen gebelere 20 g/gün ekstra protein tüketmeleri tavsiye edilmektedir (Yalçınbaş ve ark., 2022).

Vejetaryenlik, hayvansal gıdaların genellikle tüketilmediği veya sınırlı tüketildiği, bitkisel gıdaların ağırlıklı olduğu bir beslenme şeklidir. Vegan yaklaşımda, hayvansal kaynaklı gıdaların tüketilmesi hayvanlara zarar vermek olarak değerlendirilmektedir. Vejetaryen ve vegan beslenmenin sağlık üzerine olan etkileri halen tartışılmaktadır (Yalçınbaş ve ark., 2022).

Bu bölümde, güncel beslenme yaklaşımları arasında yer alan vejetaryen ve vegan beslenmenin gebelik dönemi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Vejetaryenlik ve Veganlık

Vejetaryenlik, bireyin beslenmesinde kırmızı et, tavuk ve deniz ürünlerinin yer almadığı, süt ürünleri ve yumurta gibi ikincil hayvansal gıdaların ise kısıtlı tüketildiği veya tamamen dışlandıği bir beslenme modelidir (Tunçay, 2018). Vejetaryenlik, temel olarak bitkisel kaynaklı besinlerin tüketildiği ve hayvansal kaynaklı besinlerin beslenme biçimine göre farklı düzeylerde sınırlandırıldığı bir beslenme şeklidir (Medawar ve ark., 2019). Veganlık yalnızca bir beslenme modeli olarak değil, aynı zamanda bir yaşam biçimi olarak benimsenmektedir. Hayvansal kökenli gıdaları tamamen reddeden veganlar, beslenmelerini bitkisel kaynaklara dayandırır ve tüm canlılara mümkün olan en

az zararı vermeyi temel bir ilke olarak kabul ederler (Chandra-Hioe ve ark., 2019). Örneğin, bazı veganlar balın arıdan üretildiği için ya da çikolatanın süt ürünü içerdiği için bu tarz gıdaları diyet dışı bırakmakta, bazı veganlar ise hayvansal gıda tüketmemelerine ek olarak hayvanlardan temin edilen deri ve yün gibi kıyafetleri de kullanmamaktadırlar (Gökçen ve ark., 2019).

2.2. Vejetaryen Beslenme Şekilleri

Vejetaryen beslenme biçimleri, tüketilen ve sınırlandırılan hayvansal kaynaklı besinlerin türüne ve miktarına göre farklılık göstermektedir. Başlıca vejetaryen beslenme türleri şu şekildedir (Hargreaves ve ark., 2023):

2.2.1. Pesko Vejetaryen Diyet

Peskoteryanlar olarak da bilinen bu diyeti uygulayan bireyler; vejetaryenlerin sıklıkla tercih ettiği meyve, sebze, yumurta, baklagil, tahıl ve süt ürünlerine ek olarak tatlı/tuzlu su balıklarını ve kabuklu deniz canlılarını diyetlerine eklemektedirler (Altaş, 2017). Kırmızı et ve kanatlı hayvanların etleri tüketilmemektedir (Özcan & Baysal, 2016).

2.2.2. Lakto Ovo Vejetaryen Diyet

Hayvansal kaynaklı bal, yumurta ve süt ürünleri gibi sekonder ürünleri tüketmeyi tercih eden vejetaryen grubudur. Kümes hayvanları ve deniz ürünleri de dâhil olmak üzere diyetlerinde hiçbir şekilde et grubuna yer vermemektedirler (Seçim ve ark., 2022).

2.2.3. Lakto Vejetaryen Diyet

Et, deniz ürünleri ve yumurtanın yer almadığı bir vejetaryen beslenme biçimidir (Seçim ve ark., 2022). Lakto vejetaryen diyetinde süt, peynir ve yoğurt gibi süt ve süt ürünleri, hayvansal kaynak olarak izin verilen tek gıda grubunu temsil eder (Yadav ve ark., 2020).

2.2.4. Ovo Vejetaryen Diyet

Her türlü et grubu ve süt ürünleri bu vejetaryen beslenme modelinde yer almaz. Bitkisel referanslı gıdalar ve yumurta diyetinde yer almaktadır (Özcan & Baysal, 2016).

2.2.5. Polo Vejetaryen Diyet

Bu diyet tarzını benimseyen bireyler, hayvansal kaynaklı gıda olarak kümes hayvanlarını tüketmektedir. Semi-vejetaryenlik ve omnivor beslenme arasında bir geçiş olarak görülmektedir. Haftada belirli sayılarda olacak şekilde kısıtlı miktarlarda tavuk ve balık eti tüketilmektedir (Tunçay, 2018).

2.2.6. Semi Vejetaryen Diyet

Yarı vejetaryen diyeti olarak da bilinen bu beslenme tarzını uygulayan kişiler, hayvansal ikincil ürünlerini rahatlıkla tüketmekte; balık, deniz ürünleri ve tavuk ürünlerini ise kısıtlı bir miktarda tüketmektedirler (Seçim ve ark., 2022).

2.3. Vegan Beslenme Şekilleri

Vegan beslenme düzeni tercih edilme durumlarına göre gruplandırılır:

2.3.1. Frutaryen Beslenme (Meyvecilik)

Yalnızca meyveler ve botanik bakımdan meyve sayılan salatalık, kabak, domates ve biber gibi sebzeler diyetinde bulunur. Bu beslenme tarzının protein, B₁₂ ve D vitamini, kalsiyum, iyot ve esansiyel yağ asitlerinin (vücutta sentezlenemeyen çoklu doymamış yağ asitleri) yetersiz miktarda tüketilmesine neden olduğu bilinmektedir (Torrens, 2021). Frutaryen beslenme tarzına sahip olan insanlar tükettikleri besinin yeniden toprağa kavuşarak büyüme döngüsünün tekrarlanacağı inanışına sahiptirler (Alphan, 2019).

2.3.2.Çiğ Vegan Diyet (Rawist)

Bu beslenme düzenine sahip olan kişiler, yiyeceklerin pişirildiğinde besin değerinin yok olacağına inanmaktadırlar (Altaş, 2017). Çiğ vejetaryen beslenme, bireyin tükettiği yiyeceklerin minimum %75'inin pişirilmediği veya besin pişirildiğinde sıcaklığının hiçbir zaman 47 °C'nin üzerinde seyretmediği beslenme şeklidir. Tükettikleri besinler; çiğ meyve-sebze, kurutulmuş gıdalar, çiğ kuruyemiş ve tohumlar, filizlendirilmiş baklagiller ve soğuk pres yağlardır (Pahlavani & Azizi-Soleiman, 2023). Bu beslenme tarzını benimseyen bireylerin çiğ besinlerin yüksek miktarda oksalat ve aflatoksin barındırma tehlikesini göz önünde bulundurmaları gerekmektedir (Gökçen ve ark., 2019).

2.3.3.Zen Makrobiyotik Diyet

Diyette sebze, meyve, baklagil ve tahıllara yer verilmektedir. Bazı bireyler ise daha katı bir diyet uygulayarak sadece tahıl grubu gıdalar ile beslenmektedirler (Altaş, 2017). Zen makrobiyotik diyetin %10 ila %30'u sebze ve meyveden kalan %70 ila %90 kısım ise tahıllardan ibarettir. Bu diyeti uygulayan bireylerin daha düşük LDL düzeylerine (düşük yoğunluklu lipoprotein) ve kan basıncına sahip oldukları görülmektedir. Bu durumun kardiyovasküler hastalıkların oluşumunun önlenmesinde yardımcı olabileceği ifade edilmektedir (Harmon ve ark., 2015).

2.4. Vejetaryenler ve Vegan Bireylerde Beslenme İhtiyaçlarının Karşılanması

Vejetaryen/vegan beslenme tarzını benimseyen kişilerde ve özellikle gebelik döneminde vitamin ve mineral düzeyleri yakından izlenmeli, eksikliği saptanan parametrelerin giderilmesi gerekmektedir (Racisz ve ark., 2025).

Tablo 1. Bitki Temelli Diyetlerde Yetersizlik Riski (Racisz ve ark., 2025)

Düşük Risk	Orta Risk	Yüksek Risk
Folik Asit	D vitamini	B ₁₂ vitamini
Çinko	Kalsiyum	Demir
Protein	İyot	DHA

2.4.1. Omega-3 Yağ Asitleri

α -linolenik asit (omega-3) ve linoleik asit (omega-6) çoklu doymamış yağ asitleri olarak bilinmektedir. Linoleik asit, araşidonik asit'e; α -linolenik asit ise EPA (Eikosapentaenoik asit) ve DHA (Dokosaheksaenoik Asit) olarak bilinen omega-3'e dönüştürülür. DHA'nın gebelik döneminde fetal yaşam fonksiyonları ile beyin gelişimindeki hayati rolü nedeniyle, bireylerin yeterli miktarda DHA alımını sürdürmeleri gerekmektedir (Miedziaszczyk ve ark., 2021). Deniz ürünlerini beslenmesine eklemeyen vegan veya vejetaryen gebe kadınların günde en az 200 mg DHA takviyesi alması önerilmektedir (Koletzko ve ark., 2018). Vejetaryen ve vegan gebe kadınların, eksikliğin önlenmesi amacıyla DHA öncüsü olan α -linolenik asit kaynaklarından soya yağı, öğütülmüş keten tohumu, chia tohumu, ceviz ve kanola yağını diyetlerine eklemeleri önerilmektedir (Strombom, 2020).

2.4.2. B₁₂ Vitamini

B₁₂ vitamini bitkisel kaynaklı gıdalarda doğal olarak bulunmadığı için, vegan ve vejetaryen bireylerde bu gereksinimin karşılanmaması olası bir durumdur. Fetal büyüme ve gelişimi için B₁₂ vitaminine olan gereksinim oldukça yüksektir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından açıklığa kavuşturulan en güncel gebelikte B₁₂ alım önerileri, gebelikte 4,5 μ g/gün ve laktasyon döneminde 5 μ g/gün şeklindedir. B₁₂ kaynakları (örnek olarak oral takviyeler) tüketilmediği sürece vegan gebe kadınlarda B₁₂ yetersizliği gelişmesi olası bir durumdur (Pawlak, 2017). Multivitamin olarak alınan B₁₂'nin bir kısmı

emilebilmektedir. Vegan ve vejetaryen annelerin sütünde düşük B₁₂ konsantrasyonları ile karşılaşmamak için B₁₂ vitaminini tek bir takviye olarak almaları ve bu takviyeyi dil altında eriterek yavaşça çiğnemeleri gerekmektedir (Strombom, 2020).

2.4.3. Kalsiyum

Yetersizliğinde kemik hastalıkları ve osteoporoz riskinden dolayı vejetaryen ve veganlar günlük kalsiyum alımına dikkat etmelidir (Alphan, 2018). Hamilelik sürecinde kalsiyum, gebenin kemik yoğunluğunun düzenlenmesinde ve korunmasında ayrıca fetal kemiklerin mineralizasyonu için şarttır. Gebe bireyler için önerilen kalsiyum ihtiyacı 1000 mg/gün olarak belirlenmiştir. Lakto-ovo vejetaryen bireyler süt ve süt ürünlerini tükettikleri için genellikle kalsiyum ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Vegan bireylerde gebelik sırasında kalsiyum takviyesi gerekebileceğinden dolayı seviyeleri kontrol edilmelidir (Axelsson ve ark., 2024).

2.4.4. Demir

Gebelik döneminde demir gereksinimi artmaktadır. Vegan ve vejetaryen beslenmede hayvansal (hem) demir tüketilmediği ve bitkisel kaynaklı (non-hem) demirin biyoyararlanımı daha düşük olduğu için, yeterli ve dengeli bir beslenme sağlanmadığında demir eksikliği ve demir eksikliği anemisi riski artabilmektedir (Palma ve ark., 2023). Bitkisel kaynaklarda bulunan demir; balık, et, tavuk gibi hayvansal kaynaklı besinlerde yer alan hem demirden farklı olarak non-hem demir şeklindedir ve emilimi daha farklıdır. Vegan ve vejetaryen bireyler, bitkisel kaynaklarda bulunan non-hem demirin biyoyararlanımını artırmak amacıyla baklagil ve tahılları ısıtma ve fermentasyon gibi uygun hazırlama yöntemleriyle tüketebilirler. Ayrıca, non-hem demir içeren besinlerin C vitamini açısından zengin besinlerle birlikte tüketilmesi demir emilimini artırmaktadır. C vitamininin bu etkisi, özellikle fitat gibi demir

emilimini inhibe eden bileşenlerin bulunduğu öğünlerde daha belirgindir (Domellöf & Sjöberg, 2024). Vegan ve vejetaryen beslenen kadınlar gibi demir alımı/emilimi düşük olan bireylerde demir takviyesi düşünülmelidir (Salmen & Bohîltea, 2023).

2.4.5. Çinko

Çinkonun karbonhidrat ve protein metabolizmasında önemli bir görevi vardır. Fetüsün sağlıklı bir şekilde büyüebilmesi için gebenin vücudunda yeterli düzeyde çinko bulunması gerekir. Gebe yetişkin kadınlar için 11 mg/gün çinko alımı önerilmektedir. Vegan ve vejetaryen bireylere çinkodan zengin olan baklagiller, tahıllar, tam tohumlar ve kuruyemişleri diyetlerine eklemeleri önerilmektedir (Miedziaszczyk ve ark., 2021).

2.5. Bitkisel Temelli Beslenmede Besin Öğeleri ve Kaynaklar

Tablo 2. Vegan veya Vejetaryen Bireylerin İhtiyacı Olduğu Besin Öğeleri ve Tüketebileceği Örnek Besinler (Selçuk Üniversitesi Yayınları, 2024)

Besin Öğeleri	Besinler
Protein	Tofu peyniri, kinoa, kurubaklagil, kuruyemiş.
Demir	Ispanak, pazı, kurutulmuş/güçlendirilmiş fasulye, tahıl ve meyveler.
Çinko	Baklagil, fındık, tam tahıl.
B ₁₂ vitamini	Zenginleştirilmiş gıdalar (kahvaltılık gevrekler), vitamin takviyeleri.
Omega-3 yağ asitleri	Öğütülmüş keten tohumu, ceviz.
Kalsiyum	Zenginleştirilmiş soya sütü, tofu peyniri, zenginleştirilmiş tahıl, soya fasulyesi, karalahana, badem, zenginleştirilmiş portakal suyu.

2.6. Bitkisel Temelli Diyetlerin Metabolik Yararları

Şekil 1. Farklı bitki temelli diyetlerin (vegan, vejetaryen ve pesketaryen) metabolik sendrom parametreleri ve inflamatuvar belirteçler üzerindeki yararları (Thomas ve ark., 2023). Türkçeye uyarlanmıştır.



Not: BKİ: Beden Kütlesi İndeksi, **SKB:** Sistolik Kan Basıncı, **DKB:** Diyastolik Kan Basıncı, **TG:** Trigliserit, **CRP:** C-Reaktif Protein, **AKŞ:** Açlık Kan Şekeri, **HOMA-IR:** İnsülin Direnci İndeksi, **HDL:** Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein

2.7. Vegan/Vejetaryen Diyetin Maternal Sağlık Üzerine Etkileri

Gebelik sırasında uygulanan vejetaryen ve vegan beslenme modelleri hem annenin hem de bebeğin sağlığı üzerine olumlu veya olumsuz etkileri olabilmektedir. Hamilelik döneminde bu beslenme modelleri metabolik uygunluğu ve maternal besin alımı üzerinde değişikliklere neden olmaktadır. Bu durum gebe kadının ideal gestasyonel vücut ağırlığı kazanımı, düşük gestasyon yaşına sahip yenidoğan riski ve farklı maternal sonuçlar üzerinde önemli klinik sonuçlar doğurabileceğinden, bu etkilerin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Yisahak ve ark., 2021).

2.7.1. Gestasyonel Diabetes Mellitus

Gebelik diyabeti olarak da bilinen Gestasyonel Diabetes Mellitus (GDM), gebelik sırasında ortaya çıkan ve çoğunlukla gebeliğin 24–28. haftaları arasında tanı konulan bir glukoz metabolizması bozukluğudur (Schiattarella ve ark., 2021; Ali, 2025). Mevcut bulgulara göre, bitkisel temelli diyetler farklı etki mekanizmaları yoluyla GDM riskinin azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir. Örneğin; bitkisel proteinlerin varlığı, insülin duyarlılığının artması, daha yüksek antioksidan alımı, daha düşük yağ alımı ve günlük alınan posa miktarının fazla olması GDM riskindeki düşüşü açıklayabilmektedir (Schiattarella ve ark., 2021).

2.7.2. Kilo Alımının Kontrolü

Aşırı vücut ağırlığı kazanımı birçok hastalık için risk faktörü olmakla beraber hamilelik öncesi yüksek BKİ ve hamilelik sürecinde aşırı kilo alımı komplikasyonları beraberinde getirmektedir. Bu yüzden gebelikte vücut ağırlığı artışının kontrol edilmesi çok önemlidir (Racisz ve ark., 2025). Uygun bir şekilde planlanmış bitki temelli diyetler lif yoğunluğu yüksek ve enerji yoğunluğu düşük olduğu için gebelikte vücut ağırlığının artışının kontrol altına alınmasına katkı sağlar ve obeziteye bağlı gebelik komplikasyonlarına karşı koruyucu olmaktadır (Axelsson ve ark., 2024; Melina ve ark., 2016). Aynı zamanda bitkisel bazlı diyet uygulayan kadınların, omnivor beslenen kadınlara kıyasla gebelik süresince daha az kilo aldığı ve gebelikte aşırı kilo alma riskinin daha düşük olduğu bildirilmektedir (Racisz ve ark., 2025).

2.8. Vegan/Vejetaryen Diyetin Fetal Sağlık Üzerine Etkileri

Hamilelik döneminde bitkisel diyetler dengeli planlandığında genellikle güvenli olarak kabul edilmektedir. Ancak fetal gelişim üzerinde etkisi olabilecek protein, D vitamini, B₁₂ vitamini, demir, kalsiyum, iyot ve omega-3 yağ asitlerinin

eksikliklerinin önlenmesi ve bu temel besin maddelerinin alınımına dikkat edilmesi gerekmektedir (Sebastiani ve ark., 2019; Palma ve ark., 2023; Axelsson ve ark., 2024). B₁₂ vitamin takviyelerinin yeterli seviyeleri bebek ve anne sağlığını etkili bir şekilde koruyabilmektedir (Meulenbroeks ve ark., 2024). Vegan kadınların bebeklerinde bilişsel olumlu etkiler görüldüğü öne sürülmektedir (Palma ve ark., 2023). Genel anlamda düzenli beslenme takibi ve vitamin takviyeleri sağlıklı bir gebelik sürecini desteklemektedir (Sebastiani ve ark., 2019; Baroni ve ark., 2018; Racisz ve ark., 2025).

2.8.1. Doğum Ağırlığı

Hamilelik döneminde bitkisel bazlı beslenme, etçil diyetler ile kıyaslandığında daha düşük doğum ağırlığı ve gebelik yaşına göre düşük doğum ağırlıklı bebek doğumu ile ilişkili olabilmektedir. Vegan annelerin bebekleri, omnivor veya lakto-ovo vejetaryen gebelerden doğan bebeklere göre daha düşük doğum ağırlığına sahiptir. Çalışmalar düşük doğum ağırlığı riskinin neredeyse altı kat fazla olduğunu söylemektedir (Avnon ve ark., 2020; Kesary ve ark., 2020). Vegan/vejetaryen bireylerde toplam protein alımının düşük olması doğum ağırlığında azalma ile bağlantılı olabilmektedir (Avnon ve ark., 2020). Bununla birlikte, çalışmalarda doğum ağırlığında farklılıklar görülmesine rağmen, yenidoğan ağırlığının çoğunlukla fizyolojik sınırlar içinde olduğu ve erken doğum riskinde önemli bir artış saptanmadığı bildirilmiştir (Kesary ve ark., 2020; Yisahak ve ark., 2021).

2.8.2. Nöral Tüp Defekti

Vegan/vejetaryen diyetler anti-inflamatuar ve antioksidan yararları olduğu kadar, kritik besin öğelerinin yeterli miktarda sağlanmadığı ve yetersizliğinin olduğu durumlarda fetal nörogelişim açısından risk oluşturabilmektedir (Clemente-Suárez ve ark., 2025; Miedziaszczyk ve ark., 2021). B₁₂ vitamini, çinko

ve folik asit bebeğin sinir sisteminin gelişiminde kritik öneme sahiptir. Bu besin öğelerindeki yetersizlikler nöral tüp defekti riskini etkileyebilmektedir. Vejetaryen diyetin nöral tüp defekti riskini yaklaşık 1,6 kat artırmasının sebebinin daha düşük B₁₂ alımından kaynaklandığı düşünülmektedir. Folik asit takviyesi koruyucu bir etki sağlamaktadır (Deb ve ark., 2018).

2.9. Vejetaryen ve Vegan Beslenmenin Anne Sütünün Bileşimine Etkileri

Emzirme döneminde makro ve mikro besin öğelerinin yeterli miktarda alımı bebeklerin büyüme ve gelişimi için önemlidir. İyi planlanmış yeterli ve dengeli vejetaryen/vegan diyetler, vejetaryen/vegan olmayan kadınlara göre benzer bir anne sütü içeriğine sahip olduğu ve besin değeri açısından yeterli olduğu söylenmektedir (Strombom, 2020). Anne sütünün içeriği dinamik bir biçimde değişmekte olup, beslenme ve diyet gibi maternal faktörlere bağlıdır.

Vegan ve vejetaryen beslenme, laktasyon döneminde annenin yetersiz B₁₂ vitamini alımına ve buna bağlı olarak anne sütündeki B₁₂ vitamini düzeylerinin azalmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle, özellikle vegan ve vejetaryen annelerin B₁₂ vitamini durumu, emzirilen bebeklerde kobalamin eksikliğinin şiddetini belirleyen temel faktörlerden biri olup, eksikliğin uzun süre devam etmesi kalıcı nörolojik hasar riskini artırmaktadır (Sebastiani ve ark., 2019). Ancak faydalı ve güvenilir B₁₂ vitamin kaynağı sağlayan iyi planlanmış diyetler ile beslenen vejetaryen ve vegan kadınların anne sütü, emzirilen bebekler için yeterli miktarda beslenmeyi sağlamaktadır (Baroni ve ark., 2018). Vegan ve vejetaryen annelerin anne sütünde linoleik asit ve α -linolenik asit seviyeleri daha yüksektir. Bitki temelli diyet uygulayan kişilerde düşük deniz ürünleri tüketimi ve yetersiz takviye kullanımına bağlı olarak DHA seviyeleri daha düşüktür. Anne sütündeki düzeyleri de yeterli olamayabilmekte

ve bu yüzden laktasyon döneminde DHA takviyesi anne sütünün içerisindeki DHA içeriğini artırmakta etkilidir (Sebastiani ve ark., 2019).

3. SONUÇ

Gebelik dönemi, maternal ve fetal büyüme ve gelişmenin sürdürülebilmesi için enerji ve besin ögesi gereksinimlerinin arttığı, dolayısıyla beslenme durumunun özel olarak değerlendirilmesi gereken bir dönemdir. Bu doğrultuda, vejetaryen ve vegan beslenme modellerinin gebelik dönemindeki uygulanabilirliği, sağladıkları besin ögesi örüntüsü ve maternal-fetal sağlık üzerindeki olası etkileri açısından önem taşımaktadır. Bitkisel temelli beslenmenin posa, vitamin, mineral, antioksidan ve fitokimyasal bileşenler açısından zengin olması; vücut ağırlığının kontrolü, metabolik sağlık göstergeleri ve bazı gebelik sonuçları açısından potansiyel yararlar sağlayabilmektedir. Dolayısıyla yeterli miktarda tüketildiği iyi planlanmış vejetaryen ve vegan beslenme modellerinin gebelik döneminde sürdürülebileceği görülmektedir.

Bununla birlikte, gebelik döneminde vejetaryen ve özellikle vegan beslenmenin yeterliliği, yalnızca besinlerin bitkisel kaynaklı olmasıyla değil, diyetin enerji ve besin ögesi gereksinimlerini karşılayacak şekilde planlanmasıyla ilişkilidir. Hayvansal kaynaklı besinlerin sınırlandırılması veya tamamen diyetten çıkarılması; protein, demir, çinko, kalsiyum, iyot, B₁₂ ve D vitamini ile omega-3 yağ asitleri başta olmak üzere bazı besin öğelerinin yetersiz alımına yönelik riski artırabilmektedir. Gebelikte artan gereksinimler dikkate alınmadığında ortaya çıkabilecek yetersizlikler, maternal beslenme durumunun yanı sıra fetal büyüme ve gelişme üzerinde de olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle, bitkisel temelli beslenmenin gebelikte güvenli ve yeterli biçimde sürdürülebilmesinde diyetin

çeşitliliği, enerji yeterliliği ve kritik besin öğelerinin uygun kaynaklardan sağlanması temel unsurlar olarak değerlendirilmektedir.

Literatürde, enerji ve besin ögesi gereksinimlerini karşılayacak şekilde planlanan vejetaryen ve vegan beslenme modellerinin gebelik ve laktasyon dönemlerinde uygulanabileceği bildirilmektedir. İyi planlanmış vegan beslenme uygulayan kadınların bebeklerinde doğum ağırlığı açısından omnivor beslenen kadınlarla benzer sonuçların bildirildiği çalışmalar bulunmakla birlikte, ciddi biçimde kısıtlayıcı veya yetersiz enerji ve besin ögesi içeren diyetlerde düşük doğum ağırlığı ve fetal büyüme açısından risk söz konusu olabilmektedir. Bunun yanında, yeterli ve dengeli bitkisel temelli beslenmenin gebelikte obezite ve preeklampsi gibi bazı olumsuz sonuçların önlenmesine katkı sağlayabileceği ve çocukluk dönemindeki bazı sağlık sonuçları ile ilişkili olabileceği bildirilmektedir. Dolayısıyla gebelikte vejetaryen veya vegan beslenmenin olası yararlarının ortaya çıkabilmesi, beslenme modelinin yalnızca bitkisel kaynaklara dayanmasından ziyade, bireyin gereksinimlerini karşılayacak nitelikte ve dengede olmasına bağlıdır.

Gebelik döneminde vejetaryen ve vegan beslenen bireylerde mikro besin öğelerine yönelik gereksinimlerin besinlerle karşılanamadığı durumlarda, bireyin klinik ve beslenme durumu dikkate alınarak uygun takviyelerin planlanması gerekebilmektedir. Bunun yanı sıra, gebelikte artan enerji gereksiniminin karşılanması ve olumsuz sonuçların önlenmesi açısından yeterli enerji alımının sağlanması gerekmektedir. Bu kapsamda, beslenme durumunun bireysel olarak değerlendirilmesi ve gerekli durumlarda biyokimyasal göstergelerin izlenmesi, olası beslenme yetersizliklerinin erken dönemde belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, mevcut kanıtlar gebelik döneminde vejetaryen ve vegan beslenmenin, enerji ve besin ögesi gereksinimlerini karşılayacak şekilde yeterli, dengeli ve çeşitli olarak planlandığında sürdürülebilir bir beslenme modeli olabileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, gebeliğin artan besin ögesi gereksinimleri nedeniyle özellikle vegan beslenen bireylerde besin ögesi yetersizlikleri açısından daha dikkatli bir değerlendirme ve izlem gerektirdiği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle gebelik döneminde vejetaryen veya vegan beslenmeyi tercih eden bireylerin beslenme durumunun bireysel gereksinimler doğrultusunda değerlendirilmesi, kritik besin öğelerinin yeterliliğinin izlenmesi ve gerekli durumlarda uygun takviyelerin planlanması önemlidir. Bu süreçte diyetisyenlerin güncel bilimsel kanıtlar doğrultusunda bireyselleştirilmiş beslenme danışmanlığı sunması ve diğer sağlık profesyonelleriyle iş birliği içerisinde çalışması, maternal ve fetal sağlığın desteklenmesi açısından temel bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Ali, N. (2025). Early screening for gestational diabetes mellitus and pregnancy outcomes: A systematic review. *Cureus*, 17(6), e85713. <https://doi.org/10.7759/cureus.85713>
- Alphan, E.M. (2018). *Hastalıklarda Beslenme Tedavisi* (4. baskı). Hatipoğlu Yayınevi.
- Alphan, E. M. (2019). *Diyetler ve gerçekler* (2. baskı). Hatipoğlu Yayınevi.
- Altaş, A. (2017). Vegetarianism and veganism: Current situation in Turkey in the light of examples in the world. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*. <https://doi.org/10.21325/jotags.2017.157>
- Avnon, T., Dubinsky, P., Lavie, I., Bashi, T., Anbar, R., & Yogev, Y. (2020). The impact of a vegan diet on pregnancy outcomes. *Journal of Perinatology*, 41, 1129-1133. <https://doi.org/10.1038/s41372-020-00804-x>
- Axelsson, P. B., Beermann, T., Hansen, H., Jeppesen, M. M., Kristensen, A. W., Marxen, S., Olesen, R., Palm, C., Sejer, E. P. F., Skoven, F. H., Thetmark, T., & Renault, K. M. (2024). DSOG guideline bulletin: Vegetarian and vegan diets during pregnancy. *Danish Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 2(1), 51–61. <https://doi.org/10.56182/ccd2xa40>
- Baroni, L., Goggi, S., Battaglino, R., Berveglieri, M., Fasan, I., Filippin, D., Griffith, P., Rizzo, G., Tomasini, C., Tosatti, M. A., & Battino, M. A. (2018). Vegan nutrition for mothers and children: Practical tools for healthcare providers. *Nutrients*, 11(1), 5. <https://doi.org/10.3390/nu11010005>
- Chandra-Hioe, M. V., Lee, C., & Arcot, J. (2019). What is the cobalamin status among vegetarians and vegans in

- Australia? *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70(7), 875–886.
<https://doi.org/10.1080/09637486.2019.1580681>
- Clemente-Suárez, V., Redondo-Flórez, L., Martín-Rodríguez, A., Curiel-Regueros, A., Rubio-Zarapuz, A., & Tornero-Aguilera, J. (2025). Impact of vegan and vegetarian diets on neurological health: A critical review. *Nutrients*, 17.
<https://doi.org/10.3390/nu17050884>
- Deb, R., Arora, J., Samtani, R., Garg, G., Saksena, D., Sharma, N., Kalla, A., & Saraswathy, K. (2018). Folic acid, dietary habits, and homocysteine levels in relation to neural tube defects: A case-control study in North India. *Birth Defects Research*, 110(14), 1148–1152.
<https://doi.org/10.1002/bdr2.1373>
- Domellöf, M., & Sjöberg, A. (2024). Iron—A background article for the Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food & Nutrition Research*, 68, 10451.
<https://doi.org/10.29219/fnr.v68.10451>
- Gökçen, M., Aksoy, Y. Ç., & Özcan, B. A. (2019). Vegan beslenme tarzına sağlık açısından genel bakış. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*, 1(2), 50–54. <https://doi.org/10.33308/2687248X.201912152>
- Gush, L., Shah, S., & Gilani, F. (2021). Macronutrients and micronutrients. In E. Short (Ed.), *A prescription for healthy living: A guide to lifestyle medicine* (pp. 255–273). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821573-9.00023-0>
- Harmon, B. E., Carter, M., Hurley, T. G., Shivappa, N., Teas, J., & Hébert, J. R. (2015). Nutrient composition and anti-inflammatory potential of a prescribed macrobiotic diet.

- Nutrition and Cancer, 67(6), 933–940.
<https://doi.org/10.1080/01635581.2015.1055369>
- Hargreaves, S. M., Rosenfeld, D. L., Moreira, A. V. B., & Zandonadi, R. P. (2023). Plant-based and vegetarian diets: An overview and definition of these dietary patterns. *European Journal of Nutrition*, 62(3), 1109–1121.
<https://doi.org/10.1007/s00394-023-03086-z>
- Kesary, Y., Avital, K., & Hiersch, L. (2020). Maternal plant-based diet during gestation and pregnancy outcomes. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 302, 887–898.
<https://doi.org/10.1007/s00404-020-05689-x>
- Koletzko, B., Cremer, M., Flothkötter, M., Graf, C., Hauner, H., Hellmers, C., Kersting, M., Krawinkel, M., Przyrembel, H., Röbl-Mathieu, M., Schiffner, U., Vetter, K., Weißenborn, A., & Wöckel, A. (2018). Diet and lifestyle before and during pregnancy – Practical recommendations of the Germany-wide Healthy Start – Young Family Network. *Geburtshilfe und Frauenheilkunde*, 78(12), 1262–1282. <https://doi.org/10.1055/a-0713-1058>
- Medawar, E., Huhn, S., Villringer, A., & Witte, A. V. (2019). The effects of plant-based diets on the body and the brain: A systematic review. *Translational Psychiatry*, 9(1), 226.
<https://doi.org/10.1038/s41398-019-0552-0>
- 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>
- Miedziaszczyk, M., Ciabach, P., Grześkowiak, E., & Szałek, E. (2021). The safety of a vegan diet during pregnancy.

- Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, 75(1), 417–425. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.9343>
- Özcan, T., & Baysal, S. (2016). Vejetaryen beslenme ve sağlık üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(2), 101–116. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ziraatuludag/article/438753>
- Pahlavani, N., & Azizi-Soleiman, F. (2023). The effects of a raw vegetarian diet from a clinical perspective: Review of the available evidence. *Clinical Nutrition Open Science*, 49, 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.nutos.2023.04.001>
- Palma, O., Jallah, J. K., Mahakalkar, M. G., & Mendhe, D. M. (2023). The effects of vegan diet on fetus and maternal health: A review. *Cureus*, 15(10), e47971. <https://doi.org/10.7759/cureus.47971>
- Pawlak, R. (2017). To vegan or not to vegan when pregnant, lactating or feeding young children. *European Journal of Clinical Nutrition*, 71, 1259–1262. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2017.111>
- Racisz, K., Duda, J., Kędzia, J., Obcowska, A., Sencerek, Ł., Walendzik, A., & Racisz, P. (2025). The impact of a balanced vegetarian diet on healthy pregnancy development: A literature review. *Quality in Sport*, 39, Article 58912. <https://doi.org/10.12775/QS.2025.39.58912>
- Salmen, B.-M., & Bohîlțea, R.-E. (2023). Iron supplementation in pregnancy. *Romanian Journal of Preventive Medicine*, 2(3), 26–30. <https://doi.org/10.3390/rjpm2030026>
- Schiattarella, A., Lombardo, M., Morlando, M., & Rizzo, G. (2021). The impact of a plant-based diet on gestational

diabetes: A review. *Antioxidants*, 10(4), 557.
<https://doi.org/10.3390/antiox10040557>

Sebastiani, G., Herranz Barbero, A., Borrás-Novell, C., Alsina Casanova, M., Aldecoa-Bilbao, V., Andreu-Fernández, V., Pascual Tutusaus, M., Ferrero Martínez, S., Gómez Roig, M. D., & García-Algar, O. (2019). The effects of vegetarian and vegan diet during pregnancy on the health of mothers and offspring. *Nutrients*, 11(3), 557.
<https://doi.org/10.3390/nu11030557>

Seçim, Y., Akyol, N., & Kaya, M. (2022). Vegetarian diets (Vejetaryen beslenme türleri). *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, 5(1), 66–82.
<https://doi.org/10.26677/TR1010.2022.921>

Selçuk Üniversitesi Yayınları (Ed.). (2024). *Gastronomide yeni eğilimler ve beslenme kültürü: İnanışlar, coğrafya ve sürdürülebilirliğin gastronomik yansımaları*. Selçuk Üniversitesi Yayınları.
<https://doi.org/10.59726/SUPress/9789754482430>

Strombom, A. (2020). Managing the nutritional requirements of vegetarian and vegan mothers during pregnancy. *Journal of Gynecology and Women's Health*, 18(2).
<https://doi.org/10.19080/JGWH.2020.18.555985>

Thomas, M. S., Calle, M., & Fernandez, M. L. (2023). Healthy plant-based diets improve dyslipidemias, insulin resistance, and inflammation in metabolic syndrome: A narrative review. *Advances in Nutrition*, 14(1), 44–54.
<https://doi.org/10.1016/j.advnut.2022.10.002>

Torrens, K. (2021). *What is a fruitarian diet*. BBC Good Food. Retrieved December 3, 2025, from <https://www.bbcgoodfood.com/howto/guide/whatfruitarian-diet>

- Tunçay, G. Y. (2018). Sağlık yönüyle vegan/vejetaryenlik. *Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 25–29. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/avrasyasbd/article/438880>
- Yadav, R., Mukhopadhyay, S., & Yadav, S. (2020). Physical fitness index of non-vegetarian and lacto-vegetarian adults: A comparative study of Harvard step test. *Nepal Medical College Journal*, 22(3), 167–172. <https://doi.org/10.3126/nmcj.v22i3.32651>
- Yalçınbaş, N., Günaydın, S., & Kaya, H. D. (2022). Gebelikte farklı beslenme şekilleri: Vejetaryenlik ve veganlık. *Selçuk Sağlık Dergisi*, 3(3), 270–283. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ssd/article/1140794>
- Yisahak, S. F., Hinkle, S. N., Mumford, S. L., Li, M., Andriessen, V. C., Grantz, K. L., Zhang, C., & Grewal, J. (2021). Vegetarian diets during pregnancy, and maternal and neonatal outcomes. *International Journal of Epidemiology*, 50(1), 165–178. <https://doi.org/10.1093/ije/dyaa200>

ORAL FRAILTY IN OLDER ADULTS: A NUTRITION AND DIETETICS PERSPECTIVE

Sedef GÜNGÖR¹

1. INTRODUCTION

Maintaining function and quality of life is central to geriatric nutritional care (Volkert et al., 2022). Tooth loss, unstable dentures, chewing difficulties, dry mouth and swallowing complaints may restrict food choices and be associated with poorer nutritional status; however, whether these problems precede weight loss remains unclear from the available evidence (Hussein et al., 2022; Müller, Chebib, Maniewicz, & Genton, 2023).

Oral frailty describes accumulated mild losses across oral functions, between preserved capacity and overt impairment, with potential for improvement through early recognition and intervention (Tanaka et al., 2024).

Prospective Kashiwa data linked accumulated oral deficits with subsequent physical frailty, sarcopenia, disability and mortality (Tanaka et al., 2018). Other studies associate oral frailty with appetite, dietary variety and nutritional status (Hoshino et al., 2021; Iwasaki et al., 2021; Nakagawa et al., 2024), although definitions vary across syntheses (M. Li, Wang, Lei, Zhao, & Xiao, 2026; Q. Li et al., 2026; Yu et al., 2026). For dietitians, these findings support examining food choice and

¹ Instructor Dr. Sedef Güngör, Department of Nutrition and Dietetics, School of Health Sciences, Atılım University, Ankara, Türkiye. ORCID: 0000-0002-2338-8576.

eating difficulties alongside anthropometry; whether they consistently precede undernutrition remains uncertain.

2. THE CONCEPT OF ORAL FRAILTY

2.1. Definition and Conceptual Development

Frailty refers to increased vulnerability to stressors due to reduced physiological reserves. Oral frailty describes the accumulation of mild declines in oral function, affecting activities such as chewing, swallowing and speaking and increasing susceptibility to further functional decline (Tanaka et al., 2024). Tooth count alone does not capture performance: denture and occlusal status, mastication, swallowing, articulation and salivation also matter (Watanabe et al., 2020).

In a cross-sectional study of 4,720 community-dwelling older adults, Watanabe et al. (2017) found poorer oral function in frail than robust participants, particularly occlusal force, masseter thickness and oral diadochokinesis. Prospective Kashiwa research subsequently associated at least three of six oral deficits with adverse functional outcomes (Tanaka et al., 2018).

The 2024 joint statement of the Japan Geriatrics Society, Japanese Society of Gerodontology and Japanese Association on Sarcopenia and Frailty defined oral frailty as accumulated slight declines in multiple oral functions with vulnerability to further deterioration, emphasising early recognition and potential reversibility (Tanaka et al., 2024).

2.2. Oral Frailty, Oral Hypofunction and Dysphagia

Oral frailty encompasses mild deficits in dentition, chewing, swallowing, moisture and articulatory motor performance, with potential progression (Tanaka et al., 2024).

Oral hypofunction is a more measurement-oriented construct, assessed using defined tests and thresholds across seven domains: oral hygiene, oral dryness, occlusal force, tongue-lip motor function, tongue pressure, mastication and swallowing. It is diagnosed when the specified criteria are met in at least three of these seven domains, thereby indicating demonstrable impairment in particular components of oral function rather than the broader vulnerability represented by oral frailty (Minakuchi et al., 2018).

Dysphagia is swallowing impairment with potentially multifactorial causes, including neurological or structural disease, sarcopenia and deconditioning. Its consequences include aspiration pneumonia, dehydration and malnutrition, requiring swallowing-specific assessment (Yun, Seo, Lee, Cho, & Oh, 2026).

These entities can overlap but are not synonymous. Oral dryness or impaired mastication does not by itself establish the presence of dysphagia, while neurological or structural dysphagia may occur without the other components used to identify oral frailty or oral hypofunction. Accordingly, an oral-frailty label alone is not sufficient to determine the need for pureed food or thickened fluids; when texture modification is considered, food texture and fluid thickness should be graded according to the individual's swallowing-related physical and cognitive abilities, using standardised terminology and testing methods such as those provided by the International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDDSI) framework (Cichero et al., 2017; Yun et al., 2026).

3. EPIDEMIOLOGY AND FACTORS ASSOCIATED WITH ORAL FRAILITY

Zhu et al. (2024) included 28 studies and 27,927 older adults; the prevalence analysis used 23 studies and 16,005 participants, yielding approximately 32% (95% CI: 24–41%; $I^2 = 99\%$). A later synthesis found variation by country and assessment instrument (M. Li et al., 2026), so this estimate is not universal.

Associated factors include older age, female sex, fewer than 20 teeth, physical frailty, malnutrition, low dietary variety and social withdrawal; their direction and strength vary across populations and methods (M. Li et al., 2026; Yu et al., 2026; Zhu et al., 2024). Assessment should distinguish denture and occlusal status from functional deficits, because tooth count alone does not represent oral capacity (Minakuchi et al., 2018; Watanabe et al., 2020).

Malnutrition and low dietary variety accompany oral frailty in syntheses (Zhu et al., 2024). Nakagawa et al. (2024) associated oral frailty with lower appetite and variety in 2,727 adults aged ≥ 75 years. Their path analysis suggested interrelationships, but the cross-sectional design could not establish temporal order or causality.

4. AGE-RELATED CHANGES IN ORAL FUNCTION

4.1. Dentition, Mastication and Swallowing

Chewing difficulty may restrict foods such as fruit, vegetables and meat (Hussein et al., 2022); xerostomia can also make crunchy, dry or sticky foods difficult (Müller et al., 2023). Food adaptation should follow functional needs rather than tooth count alone.

Across 33 studies and 27,559 older adults, Hussein et al. (2022) associated chewing problems, partial or complete edentulism and lack of daily oral hygiene with malnutrition risk assessed by the Mini Nutritional Assessment or its short form. This supports functional chewing assessment without establishing causation.

Chewing and swallowing limitations require different responses. Softer options within a regular diet may suffice for chewing difficulty when swallowing is safe, whereas dysphagia-related texture modification should be guided by swallowing assessment and individual needs (Cichero et al., 2017).

4.2. Tongue Strength and Oral Motor Function

Tongue pressure and the speed and coordination of tongue and lip movements (oral diadochokinesis) were among the objective measures used to assess oral frailty in the Kashiwa study (Tanaka et al., 2018). Low tongue pressure has also been associated with aspiration pneumonia in hospitalised older adults (Yu et al., 2026).

Oral frailty predicted incident sarcopenia in Kashiwa (Tanaka et al., 2018), but oral motor impairment and systemic muscle loss should not be equated. A cross-sectional study summarised by Yu et al. (2026) associated tongue pressure and diadochokinesis, rather than oral frailty itself, with sarcopenia.

4.3. Salivary Function, Xerostomia and Food Choice

Dry mouth is associated with antidepressants, psycholeptics, drugs for urinary disorders and medication count, making medication review relevant in older adults (Tan, Lexomboon, Sandborgh-Englund, Haasum, & Johnell, 2018).

Reduced lubrication can make dry foods unpleasant and prompt drinking during meals, although evidence on food choice remains limited (Müller et al., 2023). Of 14 mostly cross-

sectional studies in a review, 13 associated hyposalivation with malnutrition; temporal direction remained unclear (Kumar et al., 2025).

5. ASSESSMENT OF ORAL FRAILTY

5.1. Oral Frailty Five-Item Checklist

The Oral Frailty Five-Item Checklist (OF-5) supports community recognition without a comprehensive dental examination (Tanaka et al., 2024). It covers fewer than 20 natural teeth, chewing difficulty, swallowing difficulty, dry mouth and reduced articulatory oral motor skills; the presence of at least two of these criteria defines oral frailty (Tanaka et al., 2023, 2024).

OF-5-defined oral frailty was associated with subsequent physical frailty, disability and mortality in Kashiwa (Tanaka et al., 2023).

5.2. Oral Frailty Index-8 and Turkish Validation Studies

The self-administered Oral Frailty Index-8 (OFI-8) is a risk screening tool that assesses oral function, oral health behaviours and social participation. Tanaka et al. (2021) proposed a threshold of ≥ 4 points for screening oral frailty risk. OFI-8 differs from OF-5, which underpins the current consensus definition; therefore, the instrument and threshold used should be explicitly stated (Tanaka et al., 2021, 2023, 2024).

Koçyiğit et al. (2026) tested a Turkish OFI-8 version in 162 older outpatients, reporting acceptable internal consistency, high test-retest reliability and associations of higher scores with frailty, malnutrition and probable sarcopenia; they proposed a cut-off of ≥ 5 . Kayhan Kocak, Sözen Gencer, and Çavdar (2026) separately validated it in 341 older adults attending a geriatrics

outpatient clinic, retained the original ≥ 4 cut-off, and found scores correlated with swallowing and oral intake measures and higher among participants with malnutrition or at risk.

6. ORAL FRAILTY AND NUTRITION

6.1. Food Selection and Dietary Variety

Avoiding difficult foods may reduce variety, but whether substitutions precede reduced intake is unknown (Hoshino et al., 2021; Müller et al., 2023).

Among 769 community-dwelling older adults, Hoshino et al. (2021) associated greater oral-frailty severity with lower Dietary Variety Score categories (adjusted OR 2.86, 95% CI 1.49–5.48). Daily meat, egg and soy consumption was less frequent with increasing severity.

Iwasaki et al. (2024) similarly associated OF-5-defined oral frailty with low variety. Nakagawa et al. (2024) used at least three poor oral-function indicators and found associations with lower variety and appetite in adults aged ≥ 75 years.

6.2. Appetite and the Eating Experience

Xerostomia may reduce flavour perception and eating enjoyment (Müller et al., 2023). Reduced appetite from restricted food choice remains a proposed mechanism rather than an established finding (Nakagawa et al., 2024).

In a cross-sectional study of 2,727 adults aged 75 years and older, Nakagawa et al. (2024) reported that oral frailty was associated with lower appetite and lower dietary variety. Although the findings suggest possible reciprocal relationships among these factors, the cross-sectional design does not establish their direction or causality.

6.3. Energy and Nutrient Intake

Hoshino et al. (2021) did not measure food quantity, and Nakagawa et al. (2024) assessed appetite rather than energy intake. Some people may maintain energy through softer foods; lower variety should therefore prompt dietary assessment rather than an assumed energy deficit.

Less frequent protein-food consumption warrants attention (Hoshino et al., 2021). ESPEN advises at least 1 g protein/kg body weight/day, individually adjusted; practical adequacy depends on foods that can be eaten comfortably (Volkert et al., 2022).

For older people at risk of malnutrition who have chewing or swallowing problems, ESPEN recommends texture-modified, enriched foods as a compensatory strategy, while noting that this rests on good clinical practice rather than trial evidence and that intake often remains inadequate, so it should be monitored (Volkert et al., 2022). In practice, protein requirements may be met with foods the individual can chew and swallow comfortably, such as eggs, yoghurt, soft cheese, milk-based dishes, tender fish, minced or slow-cooked meat and thoroughly cooked legumes; these examples are illustrative and should be individualised.

Reduced variety may compromise fibre or micronutrient density, but these studies did not directly measure nutrient intake. Hoshino et al. (2021) suggested changing preparation and food form to retain less commonly eaten foods.

7. ORAL FRAILTY AND NUTRITION-RELATED GERIATRIC CONDITIONS

7.1. Malnutrition

Oral frailty has been associated with higher malnutrition risk, with chewing problems prominent in the evidence (Hussein et al., 2022; Yu et al., 2026). Considering oral function when assessing malnutrition risk may therefore be useful. Iwasaki et al. (2021) followed 466 community-dwelling older adults who were well nourished at baseline for two years. Oral frailty, defined using the earlier multicomponent criteria, was associated with subsequent deterioration in nutritional status assessed using the Mini Nutritional Assessment–Short Form (MNA-SF). Risk increased with the number of oral functional deficits.

These longitudinal findings support the possibility that oral functional deficits can be identified before nutritional status deteriorates, but do not alone establish causality. Oral functional decline and poor nutritional status may adversely affect one another; however, the direction and mechanisms of this possible reciprocal relationship remain uncertain (Iwasaki et al., 2021; Yu et al., 2026). Nutritional assessment should therefore consider weight changes alongside chewing and swallowing ability, food preferences and monitored intake (Volkert et al., 2022).

7.2. Sarcopenia, Physical Frailty and Dysphagia

Low muscle strength is central to sarcopenia diagnosis (Cruz-Jentoft et al., 2019). Oral impairment may coexist with sarcopenic dysphagia, but its diagnostic criteria, temporal relationship and causal validity remain unsettled (Yun et al., 2026).

In 2,011 Kashiwa participants, oral frailty was associated with roughly twofold subsequent physical-frailty and sarcopenia risks (Tanaka et al., 2018). This prospective evidence differs from Watanabe et al.'s (2017) cross-sectional comparison of frailty groups.

A 2026 meta-analysis pooling 14 studies, most of them cross-sectional, found considerably greater odds of physical frailty in older adults with oral frailty (pooled OR 3.11, 95% CI 1.89–5.10), with substantial heterogeneity (Q. Li et al., 2026); this supports evaluating oral and physical function together, though the predominantly observational evidence does not establish causality.

When clinically important dysphagia accompanies oral frailty, texture modification may be required to maintain safe intake, though the nutritional consequence depends on implementation quality. X. S. Wu, Miles, and Braakhuis (2020) found that people on texture-modified diets often had lower energy and calcium intake than those on regular textures, although enrichment and shaping could improve this; their subsequent review linked traditional texture-modified diets with weight loss or malnutrition in nearly all of the 20 studies assessing nutritional status, whereas enriched or consistency-modified versions improved weight in the experimental studies, and poor mealtime satisfaction was reported in two of nine studies (X. S. Wu, Miles, & Braakhuis, 2021).

Randomised evidence qualifies this: in a meta-analysis of 16 trials including 1,812 adults with dysphagia, Chu and Chao (2025) found that texture-modified diets, often enriched or shaped, produced a small increase in energy intake and a medium increase in protein intake relative to control diets, with no significant effect on fibre, and thickened fluids reduced

aspiration risk, suggesting that benefit depends on indication and design.

8. NUTRITIONAL MANAGEMENT OF ORAL FRAILITY

8.1. Comprehensive Nutritional Assessment

Assess weight change, BMI, malnutrition risk, chewing and swallowing ability, food preferences and actual intake (Volkert et al., 2022). Oral-frailty findings also warrant asking which foods are difficult to eat and whether dry mouth or dental problems affect meals (Tanaka et al., 2024). Eating in company may stimulate intake (Volkert et al., 2022).

Assess composition as well as quantity. MNA-SF can identify need for fuller evaluation, followed by individualised interdisciplinary nutritional care (Iwasaki et al., 2021; Volkert et al., 2022).

8.2. Food Adaptation and Dietary Variety

Depending on the individual's chewing and swallowing abilities, vegetables and fruits can be cooked or grated, meat can be minced, and foods can be moistened with additions such as sauces. For dry mouth, moistening foods with sauces is suggested, but evidence is limited (Müller et al., 2023). Food texture modification and enrichment with energy or nutrients should be planned according to individual assessment (Volkert et al., 2022).

Familiar dishes, including those eaten in Türkiye, can be adapted while retaining recognisable flavours. This is a practical consideration requiring individual preference and tolerance assessment.

8.3. Maintaining Energy, Protein and Dietary Variety

Fortification with suitable oil, cream, butter or eggs may increase nutrient density without larger portions; selection should reflect preference, tolerance and clinical needs (Volkert et al., 2022).

ESPEN recommends snacks or finger foods for older people at malnutrition risk, although evidence is very limited. Meal size and timing should reflect appetite, fatigue, routine and total intake (Volkert et al., 2022).

Dietary variety and the reasons for avoiding particular foods should be monitored. Hard foods can be prepared to make them easier to chew, and dry foods can be moistened; coughing during meals may warrant assessment of swallowing function (Hoshino et al., 2021; Müller et al., 2023; Volkert et al., 2022).

8.4. Management of Xerostomia and Hydration

Moist foods, soups, sauces or yoghurt-based accompaniments are suggested for xerostomia, but evidence is limited. Review medication contributors and hydration rather than relying on food adaptation alone (Müller et al., 2023; Tan et al., 2018).

ESPEN considers older people at risk of low-intake dehydration and recommends adequate drinking support tailored to clinical circumstances (Volkert et al., 2022).

8.5. Texture Modification and Oral Nutritional Supplements

Chewing difficulty with safe swallowing may require tender foods within a regular diet. Oral frailty alone does not justify pureeing; restriction may reduce choice and intake, while traditional dysphagia diets have been associated with poorer intake and nutritional status (Volkert et al., 2022; X. S. Wu et al., 2020, 2021).

Confirmed dysphagia requires specialist assessment to select food texture and fluid thickness (Volkert et al., 2022); IDDSI supports consistent terminology and testing (Cichero et al., 2017).

Identify correctable causes of low intake before adding oral nutritional supplements. ESPEN recommends supplements when counselling and food fortification are insufficient (Volkert et al., 2022).

Individualise supplement type, flavour, texture and timing, and review adherence. ESPEN's reviewed trials found little effect on usual food intake; an optimal timing strategy specifically for oral frailty remains unestablished (Volkert et al., 2022).

8.6. Multidisciplinary Care and the Role of the Dietitian

Dental professionals address oral disease and prostheses; physicians manage comorbidity and frailty; speech and language therapists assess swallowing; exercise professionals support muscle function (Tanaka et al., 2024; Volkert et al., 2022).

Dietitians assess food exclusions, energy and protein adequacy, hydration and malnutrition, and monitor whether interventions improve intake (Volkert et al., 2022).

Persistent meal-related coughing, weight loss, oral pain, unstable dentures or progressive swallowing difficulty warrant referral. ESPEN recommends experienced swallowing assessment with joint dietetic monitoring (Volkert et al., 2022).

8.7. Evidence on Oral and Multicomponent Interventions

Community interventions increasingly combine oral and nutritional components. In a single-arm pilot study of 271 community-dwelling adults, Hidaka et al. (2023) examined a

six-month CAMCAM (Comprehensive Awareness Modification of Mouth, Chewing and Meal) programme combining monthly oral-health and nutrition education with a textured lunch. Among participants classified with oral frailty, selected self-reported oral-frailty and general frailty measures improved, whereas appetite and chewing ability did not change significantly; the absence of a control group and the self-reported outcomes limit causal interpretation.

Intervention evidence has since broadened. Du, Li, Liu, Zhang, and Yang (2026) reviewed 23 randomised and quasi-experimental studies involving 2,412 older adults. Oral exercises showed the most consistent favourable findings for measures such as tongue pressure and oral diadochokinesis. Education and support for self-management of oral care appeared beneficial for some salivary measures. Multicomponent programmes incorporating nutrition also showed promising findings, but these were based on only three trials. Overall certainty of the evidence was low.

Network and conventional syntheses suggest some objective oral-function improvements (Luo, Ngoenwiwatkul, Yadi, & Kalampakorn, 2026; H. Wu et al., 2026). They primarily assess tongue pressure, bite force and salivary flow, with limited dietary outcomes, small samples, short follow-up and heterogeneous interventions.

9. RESEARCH GAPS AND FUTURE DIRECTIONS

Research should determine whether improved oral-function measures translate into greater dietary variety, protein intake or lower malnutrition risk, rather than treating tongue pressure or salivary flow as nutritional endpoints (Du et al., 2026; Luo et al., 2026; H. Wu et al., 2026).

As most evidence is cross-sectional, whether oral functional decline precedes dietary deterioration, weight loss or malnutrition remains unclear. Prospective dietary assessment is needed (Yu et al., 2026).

Evidence largely originates in East Asia; Turkish dietary patterns require direct study rather than extrapolation (Q. Li et al., 2026; Yu et al., 2026). Validated Turkish OFI-8 versions enable studies pairing oral measures with diet quality, protein intake, MNA-SF, strength and sarcopenia (Kayhan Kocak et al., 2026; Koçyiğit et al., 2026).

The frequency and nutritional effects of unnecessary texture restriction remain unknown (Cichero et al., 2017; X. S. Wu et al., 2020, 2021). Integrated oral exercise, nutrition and physical-activity programmes merit testing, with few trials and low certainty so far (Du et al., 2026; Hidaka et al., 2023).

10. CONCLUSION

Oral frailty identifies accumulated mild functional losses associated with nutritional and physical vulnerability. Current evidence supports assessment and individualised care, while leaving causal and temporal pathways uncertain.

Dietetic care should examine appetite, variety and eating difficulties alongside weight and BMI, adapt foods to demonstrated functional needs and monitor intake. Texture restriction should follow assessment rather than the oral-frailty label alone.

Prospective studies using OF-5 or validated Turkish OFI-8 alongside dietary measures could establish when nutritional decline begins and whether targeted support improves dietary quality and functional ageing.

REFERENCES

- Chu, Y.-H., & Chao, J. C.-J. (2025). Effectiveness of diet modification on dietary nutrient intake, aspiration, and fluid intake for adults with dysphagia: A meta-analysis of randomized controlled trials. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 29(4), 100486. <https://doi.org/10.1016/j.jnha.2025.100486>
- Cichero, J. A. Y., Lam, P., Steele, C. M., Hanson, B., Chen, J., Dantas, R. O., ... Stanschus, S. (2017). Development of international terminology and definitions for texture-modified foods and thickened fluids used in dysphagia management: The IDDSI framework. *Dysphagia*, 32(2), 293–314. <https://doi.org/10.1007/s00455-016-9758-y>
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., ... Schols, J. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- Du, S., Li, X., Liu, Y., Zhang, J., & Yang, Y. (2026). Interventions for oral frailty and related oral functional decline in older adults: A systematic review. *Journal of Oral Rehabilitation*, 53(10), 2015–2026. <https://doi.org/10.1111/joor.70281>
- Hidaka, R., Masuda, Y., Ogawa, K., Tanaka, T., Kanazawa, M., Suzuki, K., ... Matsuo, K. (2023). Impact of the Comprehensive Awareness Modification of Mouth, Chewing and Meal (CAMCAM) Program on the attitude and behavior towards oral health and eating habits as well as the condition of oral frailty: A pilot study. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 27(5), 340–347. <https://doi.org/10.1007/s12603-023-1913-1>

- Hoshino, D., Hirano, H., Edahiro, A., Motokawa, K., Shirobe, M., Watanabe, Y., ... Kitamura, A. (2021). Association between oral frailty and dietary variety among community-dwelling older persons: A cross-sectional study. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 25(3), 361–368. <https://doi.org/10.1007/s12603-020-1538-6>
- Hussein, S., Kantawalla, R. F., Dickie, S., Suarez-Durall, P., Enciso, R., & Mulligan, R. (2022). Association of oral health and Mini Nutritional Assessment in older adults: A systematic review with meta-analyses. *Journal of Prosthodontic Research*, 66(2), 208–220. https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_20_00207
- Iwasaki, M., Motokawa, K., Watanabe, Y., Shirobe, M., Inagaki, H., Edahiro, A., ... Awata, S. (2021). A two-year longitudinal study of the association between oral frailty and deteriorating nutritional status among community-dwelling older adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 213. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010213>
- Iwasaki, M., Shirobe, M., Motokawa, K., Tanaka, T., Ikebe, K., Ueda, T., ... Hirano, H. (2024). Prevalence of oral frailty and its association with dietary variety, social engagement, and physical frailty: Results from the Oral Frailty 5-Item Checklist. *Geriatrics & Gerontology International*, 24(4), 371–377. <https://doi.org/10.1111/ggi.14846>
- Kayhan Kocak, F. O., Sözen Gencer, N., & Çavdar, S. (2026). Cultural adaptation and validation of the Oral Frailty Index-8 for Turkish older adults. *Gerodontology*, 43(3), 558–566. <https://doi.org/10.1111/ger.70064>
- Koçyiğit, S. E., Katipoğlu, B., Önal, Y., Bahar Baykan, K., Şeker Kaya, İ., Dost, F. S., ... Işık, A. T. (2026). Validity

of the Turkish version of the Oral Frailty Index-8 and its relationship with frailty, malnutrition, and sarcopenia in older adults. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 56(1), 48–59. <https://doi.org/10.55730/1300-0144.6137>

Kumar, S. S., Cantillo, R., Xu, X., Chacko, R., Alarfaj, A. K., Filho, W. M., ... Arany, S. (2025). Nutritional status in non-cancer older adults experiencing dry mouth: Meta-analysis and systematic review. *Journal of Dentistry*, 162, 106071. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.106071>

Li, M., Wang, Y., Lei, L., Zhao, W., & Xiao, S. (2026). A systematic review and meta-analysis of the prevalence and risk factors of oral frailty among older adults. *BMC Oral Health*, 26(1), 1168. <https://doi.org/10.1186/s12903-026-08435-y>

Li, Q., Zhu, T., Jiang, H., Liu, C., Guo, H., & Du, M. (2026). Association between oral frailty and physical frailty among older adults: A meta-analysis. *BMC Oral Health*, 26(1), 1627. <https://doi.org/10.1186/s12903-026-08899-y>

Luo, Y., Ngoenwiwatkul, Y., Yadi, Y., & Kalampakorn, S. (2026). Oral health care interventions on objective indicators of oral frailty in older adults: A systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*, 26(1), 768. <https://doi.org/10.1186/s12903-026-08145-5>

Minakuchi, S., Tsuga, K., Ikebe, K., Ueda, T., Tamura, F., Nagao, K., ... Sakurai, K. (2018). Oral hypofunction in the older population: Position paper of the Japanese Society of Gerodontology in 2016. *Gerodontology*, 35(4), 317–324. <https://doi.org/10.1111/ger.12347>

Müller, F., Chebib, N., Maniewicz, S., & Genton, L. (2023). The impact of xerostomia on food choices—A review with

- clinical recommendations. *Journal of Clinical Medicine*, 12(14), 4592. <https://doi.org/10.3390/jcm12144592>
- Nakagawa, S., Miura, K., Arai, E., Taira, K., Watanabe, Y., Shirobe, M., ... Yamazaki, Y. (2024). Oral frailty, appetite and dietary variety in late-stage older adults: A cross-sectional study (the STudy of lAte-stage oldeR adulTs in Tottori; START Tottori). *Geriatrics & Gerontology International*, 24(6), 626–633. <https://doi.org/10.1111/ggi.14892>
- Tan, E. C. K., Lexomboon, D., Sandborgh-Englund, G., Haasum, Y., & Johnell, K. (2018). Medications that cause dry mouth as an adverse effect in older people: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 66(1), 76–84. <https://doi.org/10.1111/jgs.15151>
- Tanaka, T., Hirano, H., Ikebe, K., Ueda, T., Iwasaki, M., Minakuchi, S., ... Iijima, K. (2024). Consensus statement on "oral frailty" from the Japan Geriatrics Society, the Japanese Society of Gerodontology, and the Japanese Association on Sarcopenia and Frailty. *Geriatrics & Gerontology International*, 24(11), 1111–1119. <https://doi.org/10.1111/ggi.14980>
- Tanaka, T., Hirano, H., Ikebe, K., Ueda, T., Iwasaki, M., Shirobe, M., ... Iijima, K. (2023). Oral frailty five-item checklist to predict adverse health outcomes in community-dwelling older adults: A Kashiwa cohort study. *Geriatrics & Gerontology International*, 23(9), 651–659. <https://doi.org/10.1111/ggi.14634>
- Tanaka, T., Hirano, H., Ohara, Y., Nishimoto, M., & Iijima, K. (2021). Oral Frailty Index-8 in the risk assessment of new-onset oral frailty and functional disability among community-dwelling older adults. *Archives of*

Gerontology and Geriatrics, 94, 104340.
<https://doi.org/10.1016/j.archger.2021.104340>

Tanaka, T., Takahashi, K., Hirano, H., Kikutani, T., Watanabe, Y., Ohara, Y., ... Iijima, K. (2018). Oral frailty as a risk factor for physical frailty and mortality in community-dwelling elderly. *The Journals of Gerontology: Series A*, 73(12), 1661–1667.
<https://doi.org/10.1093/gerona/glx225>

Volkert, D., Beck, A. M., Cederholm, T., Cruz-Jentoft, A., Hooper, L., Kiesswetter, E., ... Bischoff, S. C. (2022). ESPEN practical guideline: Clinical nutrition and hydration in geriatrics. *Clinical Nutrition*, 41(4), 958–989. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.01.024>

Watanabe, Y., Hirano, H., Arai, H., Morishita, S., Ohara, Y., Edahiro, A., ... Suzuki, T. (2017). Relationship between frailty and oral function in community-dwelling elderly adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 65(1), 66–76. <https://doi.org/10.1111/jgs.14355>

Watanabe, Y., Okada, K., Kondo, M., Matsushita, T., Nakazawa, S., & Yamazaki, Y. (2020). Oral health for achieving longevity. *Geriatrics & Gerontology International*, 20(6), 526–538.
<https://doi.org/10.1111/ggi.13921>

Wu, H., Lan, Y., Chen, T., Feng, Y., Wu, X., & Zhang, X. (2026). Comparative effectiveness of non-pharmacological interventions for older adults with oral frailty: A systematic review and network meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 26(1), 1176.
<https://doi.org/10.1186/s12877-026-07847-3>

Wu, X. S., Miles, A., & Braakhuis, A. J. (2020). Nutritional intake and meal composition of patients consuming

- texture modified diets and thickened fluids: A systematic review and meta-analysis. *Healthcare*, 8(4), 579. <https://doi.org/10.3390/healthcare8040579>
- Wu, X. S., Miles, A., & Braakhuis, A. J. (2021). Texture-modified diets, nutritional status and mealtime satisfaction: A systematic review. *Healthcare*, 9(6), 624. <https://doi.org/10.3390/healthcare9060624>
- Yu, J., Shang, L., Yang, X., Zhu, H., Zhao, X., Wang, N., ... Cao, W. (2026). Oral frailty in older adults: A scoping review of risk factors, adverse outcomes, and interventions. *BMC Geriatrics*, 26(1), 747. <https://doi.org/10.1186/s12877-026-07470-2>
- Yun, S. J., Seo, H. G., Lee, S. Y., Cho, B., & Oh, B.-M. (2026). Sarcopenic dysphagia reconsidered: A systematic review of complex interactions and diagnostic challenges. *Dysphagia*, 41(3), 511–528. <https://doi.org/10.1007/s00455-025-10905-4>
- Zhu, S.-R., Wei, L.-Y., Jia, K., Xie, Y.-X., Tan, Z.-K.-K., Mo, S.-T., & Tang, W.-Z. (2024). Prevalence and unfavourable outcome of oral frailty in older adult: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 12, Article 1501793. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1501793>

**BESLENME VE DİYETETİK ALANINDA GÜNCEL
KONULAR VE AKADEMİK DEĞERLENDİRMELER**

yaz
yayınları

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